

El espacio al servicio del transporte

FERNANDO JOSÉ CASCALES MORENO

Director General del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Desde sus comienzos, la tecnología espacial ha contribuido notablemente a la eficacia y seguridad del transporte, tanto terrestre como marítimo y aéreo. Primero fueron los sistemas de comunicaciones por satélite, después los sistemas de navegación y, posteriormente, las imágenes de alta resolución aplicadas a la cartografía y sistemas de información geográfica.

Estas tres áreas de la tecnología espacial han significado una revolución en la modernización del sector del transporte, aportando soluciones a la gestión de las flotas que no debemos entender sólo como la localización geográfica, sino como una optimización de recursos conducentes a un sistema de transporte inteligente con los objetivos de aumentar la seguridad y el confort del viajero, mejorar la eficacia del sector reduciendo la congestión, optimizando los recorridos para disminuir los costes e, incluso, reduciendo el impacto medioambiental que genera esta actividad.

Este artículo pretende dar una visión general de la aplicación de la tecnología espacial al sector del transporte, su nivel de implantación y el futuro más inmediato que se desprende de las tendencias y proyectos espaciales en curso, resaltándose la importante contribución del INTA, como organismo científico y tecnológico, en orden a la consecución de dichos fines, dentro del sector del transporte.

Después del éxito de INTELSAT, la organización mundial de comunicaciones por satélite, creada en 1964 y que engloba a 126 países, en 1979 se constituyó INMARSAT, la primera organización a escala mundial para proveer servicio de comunicaciones marítimas, vía satélite. El sistema INMARSAT, basado en una constelación de satélites geoestacionarios (GEO), se ha convertido en un standard para esta clase de comunicaciones, prestando servicio hoy en día no sólo al sector del transporte marítimo, pesquero y de recreo, sino también a los sectores terrestre y aéreo.

Otros intentos para establecer un sistema similar para la aviación comercial (antiguo proyecto AEROSAT) no fructificaron de la misma manera. También ha habido diversos proyectos, en Europa, auspiciados por la ESA, para poner a punto un servicio de comunica-

ciones móviles terrenas basadas en satélites geoestacionarios, inicialmente los mismos de INMARSAT. Los proyectos PROSAT y PRODAT, de la Agencia Espacial Europea concluyeron con varios prototipos operativos, pero sin llegar a comercializarse. Las comunicaciones con un sistema GEO para móviles terrenos presentan varias dificultades: en primer lugar la dificultad de mantener una comunicación es-

table con un móvil en continuo cambio de las condiciones para el enlace, túneles, arboles, edificaciones; segundo, el coste y el tamaño de los terminales, no adecuado para vehículos pequeños y, tercero, el auge de la telefonía móvil celular y las constelaciones de satélites de comunicaciones en órbita baja (LEO). Efectivamente, la telefonía móvil celular ha revolucionado las comunicaciones terrestres y su expansión ha hecho que proyectos aparentemente tan sólidos como IRIDIUM (primer servicio a nivel mundial de comunicaciones mediante una constelación de satélites en LEO) no haya, finalmente, fructificado según sus objetivos.

Pero este tipo de constelaciones sigue teniendo mercado, ya que los satélites geoestacionarios, por su plano orbital ecuatorial, no proporcionan cobertura global. Así mismo, la telefonía móvil celular es imposible que pueda llegar a todos los rincones. Las constelaciones de satélites LEO siguen gozando de buena salud y sistemas como GLOBALSTAR, ORBCOMM, ICO, ELLIPSO, etc., han recogido el testigo dejado por IRIDIUM, aunque con prestaciones más modestas.

En el tema de la navegación hay un antes y un después de la entrada en operación del Sistema de Posicionamiento Global por Satélite (GPS); la utilización del GPS para la navegación marítima, aérea y terrestre, ha desbordado todas las previsiones. A este fenómeno ha contribuido no sólo la globalidad, precisión y fiabilidad del sistema GPS, sino también la miniaturización y el abaratamiento de la electrónica de los re-

ESQUEMA DE SISTEMA DE GESTION DE FLOTAS

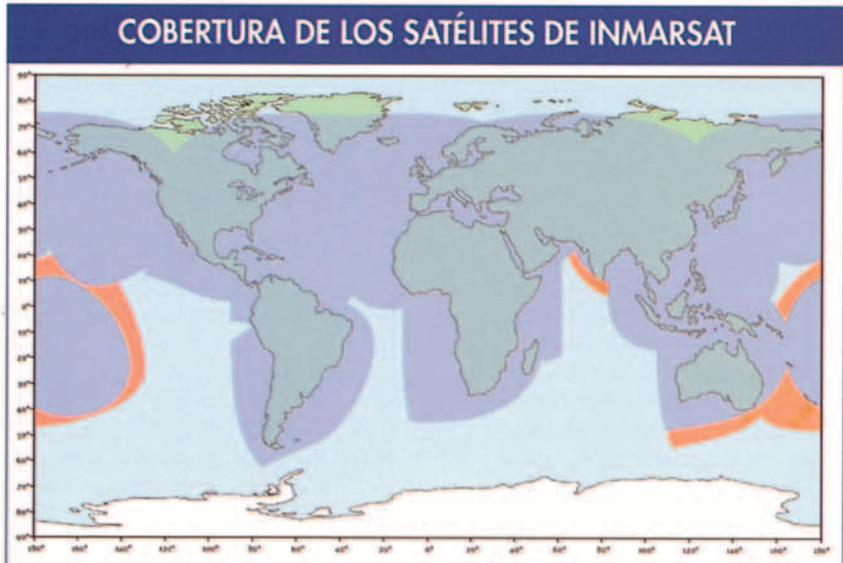
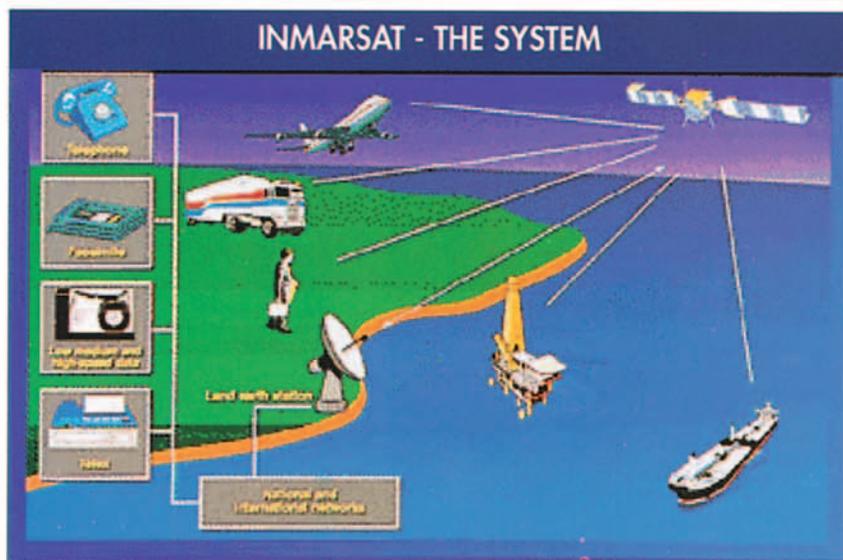


ceptores. El GPS, pensado inicialmente para uso del Departamento de Defensa (DOD) americano, puede proporcionar en su modo de precisión (código P), reservado sólo para uso militar, una precisión por debajo de los tres metros y en su uso civil (código C/A), con una degradación intencionada, la precisión es del centenar de metros. La introducción de una estación de referencia cuya ubicación geográfica es conocida con mucha precisión, proporciona el GPS diferencial, DGPS, cuya precisión puede llegar a ser centimétrica. Además, recientemente se ha eliminado, por parte del DOD, la degradación intencionada, por lo que la recepción directa del código C/A puede proporcionar una precisión entre quince y veinte metros en recepción directa.

Hoy en día es impensable un sistema de gestión de flotas que no haga uso del GPS para la localización de los móviles, lo que ha hecho que otros sistemas históricos de navegación, como el LORAN-C, hayan sido o estén a punto de ser desactivados. A la vista de la importancia estratégica de un sistema de navegación por satélite, la Unión Europea, con la Agencia Europea del Espacio, ha empezado a trabajar para disponer de un sistema, de navegación propio, el sistema GALILEO, que constituye un ámbito en el que el INTA participa.

En cuanto a los satélites de Observación de la Tierra y su incidencia en el sector del transporte, es decisiva su contribución a la cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (GIS); al igual que ocurriera con el GPS, en los Sistemas de Observación de la Tierra por satélite, hay un hecho trascendental: la liberación del mercado de las imágenes de alta resolución (por debajo de 3 metros). Este tipo de imágenes, hasta hace un par de años, eran consideradas de interés militar y su distribución estaba restringida. La liberalización ha dado la luz verde a sistemas como IKONOS o QUICK BIRD, para la comercialización de imágenes de alta resolución, con toda la potencialidad que supone para la cartografía y tantas otras aplicaciones.

Finalmente, tampoco hay que olvidar otras aplicaciones del sector espacial que aportan, también, una información valiosa al sector del transporte en gene-



ral: los satélites meteorológicos METEOSAT, con sus imágenes de la situación atmosférica en tiempo real y los satélites de observación que generan mapas temáticos, con distintos tipos de sensores, para diversas aplicaciones (LANDSAT, NOAA, ERS, etc.)

Las posibilidades que ofrece el Espacio al sector del transporte son impresionantes. En un marco de comunicaciones globales, navegación de precisión y cartografía de alta resolución, puede hablarse, sin ninguna connotación futurista, de vehículos y autopistas inteligentes, localización automática de vehículos, navegación autónoma, aterrizaje sin visibilidad y tantas otras aplicaciones que, en definitiva, hacen que el sector del transporte pueda or-

denarse y comercializarse en condiciones óptimas, así como en las debidas condiciones de calidad y seguridad.

EL ESPACIO EN EL SECTOR MARÍTIMO

El fuerte crecimiento del tráfico marítimo y la legislación cada vez más rigurosa en cuanto a su seguridad y a su problemática medioambiental, hacen que el sector marítimo sea muy peculiar, sobre todo en el ámbito portuario. La tendencia actual de los sistemas de control de tráfico es la de ofrecer una información completa del escenario. Estos sistemas deben integrar y conjugar los entornos de comunicaciones, cartografía y posicionamiento, tanto en

el móvil en el mar como en el centro de control en tierra.

Comunicaciones marítimas

Una parte importante de las comunicaciones corresponden al Servicio Móvil Marítimo (IMO), que opera la red de estaciones costeras; ahora bien, las comunicaciones que nos interesan, respecto del presente trabajo, son las que se realizan vía satélite y, en este contexto, es obligado extenderse, siquiera resumidamente, sobre el sistema INMARSAT.

La organización INMARSAT se estableció en 1979, para dar servicio a la industria marítima implementando un sistema de comunicaciones por satélite para gestión de las flotas y aplicaciones de alerta y seguridad. En la actualidad, INMARSAT opera un sistema global de satélites geoestacionarios que es usado por proveedores independientes, ofreciendo un abanico de comunicaciones, desde voz a servicios multimedia, para clientes móviles o en ubicaciones remotas. Siempre cumpliendo con el mandato para el que fue creado, INMARSAT se ha expandido proporcionando, también, comunicaciones terrestres y aeronáuticas, de forma que, entre los usuarios se incluyen, actualmente, miles de personas que viven o trabajan en áreas remotas sin comunicaciones terrestres fiables, o viajeros en cualquier parte del globo.

Usuarios como reporteros, corresponsales, funcionarios gubernamentales, equipos de emergencia, protección civil, equipos médicos, transporte de superficie, operadores de flotas, líneas aéreas y controladores de tráfico, son clientes habituales de los servicios de INMARSAT. Cada satélite cubre un tercio de la superficie del globo y están estratégicamente situados en órbita geoestacionaria, sobre cada una de las regiones oceánicas, formando una red global mundial.

Los terminales más utilizados en el servicio marítimo son:

- **INMARSAT-C:** Proporciona servicio bidireccional con paquetes de datos mediante terminales ligeros y de bajo coste, apropiados para ser transportados en cualquier buque, vehículo o avión.
- **INMARSAT-M:** Primer terminal personal portátil, introducido en el mercado en 1993, permitiendo servicios de telefonía, fax y datos, y cuyo

tamaño es el de un maletín de mano.

- **INMARSAT-E:** Cubre el servicio de alertas y emergencias.
- **INMARSAT MINI-M:** Último y más pequeño. Tiene el tamaño de un ordenador portátil.

Entre los sistemas de comunicaciones por satélite en órbita baja, hay que destacar el sistema ORBCOMM, la primera constelación de microsátélites (50 Kg) en LEO, con capacidad de mensajería corta y datos a baja velocidad. ORBCOMM proporciona correo electrónico, con conexión a internet, en cualquier punto del globo. Por citar un ejemplo, el sistema ORBCOMM se está implementando para transmitir la información de la caja azul para vigilancia y control de la actividad de los pesqueros. (La caja azul es un equipo que transmite la posición, velocidad, rumbo y otros parámetros del buque, al ser interrogado por un centro de control, de forma transparente a la tripulación).

Navegación y posicionamiento

Pasada la página del sextante y a punto de pasar la página de la radionavegación, estamos de lleno en la era de la navegación por satélite. El primer sistema de este tipo fue el TRANSIT; desarrollado por la Universidad Johns Hopkins (EE.UU.) y concebido para ayudar a los submarinos en su navegación. El NAVSTAR GPS es un sistema de navegación constituido por una constelación de 24 satélites en una órbita de 20.000 Km de altura, desarrollado y operado por el Departamento de Defensa (DOD) americano.

El sistema GPS permite a los usuarios en tierra, mar y aire, determinar su posición en tres dimensiones, velocidad y reloj a partir de la señal recibida, simultáneamente, de al menos cuatro satélites, las 24 horas del día, en todo tiempo, sobre toda la superficie terrestre con una precisión sin precedentes en los sistemas de navegación anteriores. El sistema GLONASS ruso es muy similar al GPS. En su fase final también dispondrá de una constelación de 24 satélites.

El sistema GPS es el más empleado hoy día en la navegación marítima, quedando casi solamente la navegación por estima visual o relativa (radar). La necesidad de una precisión diferencial en la determinación de la po-

sición en la navegación marítima, se limita a aquellas operaciones que precisen de una medida muy exacta de la posición o de la velocidad del buque. La transmisión de correcciones diferenciales a los usuarios de DGPS, se realiza vía radio en onda media (MF) utilizándose la infraestructura de los radiofaros de las estaciones costeras. Otra alternativa que se está potenciando actualmente es la utilización conjunta de los sistemas GPS y GLO-NASS; esta es la apuesta de Europa en su primera fase hacia la implementación de un sistema propio, ya que la unión de los dos sistemas proporciona un valor añadido importante.

Cartografía marítima

La cartografía marítima adquiere una nueva dimensión con la disponibilidad de imágenes de alta resolución, procedentes de los satélites de Observación de la Tierra. Además, la Organización Marítima Internacional (IMO) ha dictado normas relativas a los sistemas de visualización e información de las cartas electrónicas (ECDIS).

En esta resolución se estipula la obligatoriedad impuesta por el convenio SOLAS de 1979, de llevar las cartas adecuadas y actualizadas, derroteros, libros de faros, etc., necesarios para el desarrollo del viaje, así como que la actualización de dicha documentación pueda ser suministrada y presentada de forma electrónica, proporcionando la funcionalidad y operatividad equivalente a las cartas de papel. Atendiendo a la normativa, las cartas electrónicas se dividen en dos niveles: Sistemas ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) y Sistemas ECS (Electronic Chart System). Ambos sistemas utilizan la presentación electrónica para la navegación, pero mientras que el primer sistema cumple con las regulaciones existentes, el segundo todavía no está regulado.

Atendiendo al formato de presentación de las cartas electrónicas, las podemos clasificar como vectoriales, raster o duales. Las cartas ECDIS son cartas vectoriales en las que cada punto de la carta tiene sus coordenadas X-Y respecto a un origen, lo que permite la edición de los elementos o tipologías representadas en la carta. Las cartas raster o RCDS (Raster Chart Display Systems), son como imágenes escane-

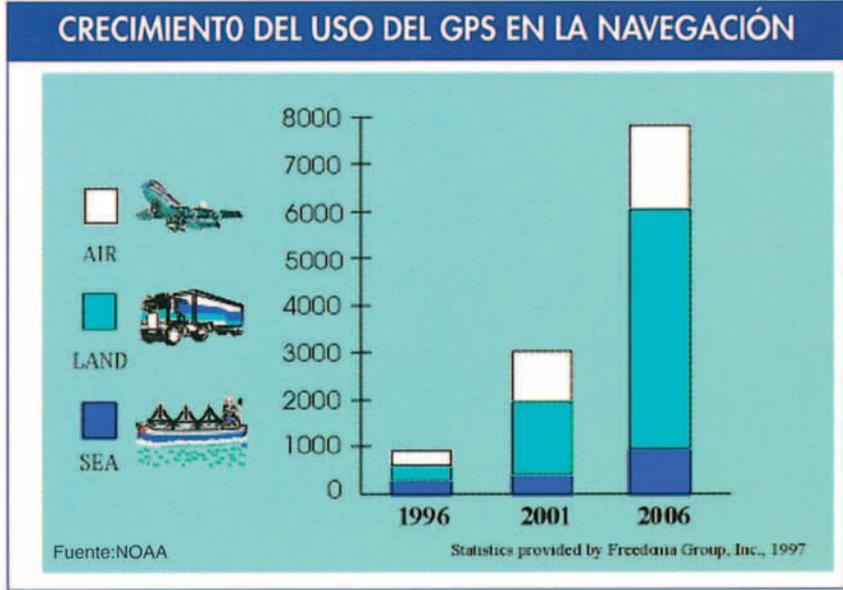
adas de las cartas de papel. Son, por tanto, mapas de bits que ocupan más espacio en su almacenamiento.

Finalmente, los sistemas duales son los que soportan los dos formatos y son los que mejor se prestan a la integración de imágenes de Satélites de Observación.

Hay que hacer una mención específica al servicio que prestan las imágenes de los Satélites de Observación de los sistemas NOAA, LANDSAT, SEAWIS, etc. debidamente procesadas, al sector pesquero. La identificación de determinados parámetros, como color y temperatura del agua, indican la concentración de fitoplancton y, por tanto, la probable presencia de bancos de determinados peces. Este servicio proporciona, al sector pesquero, una eficacia muy valiosa en sus capturas.

EL ESPACIO EN EL SECTOR TERRESTRE

El transporte terrestre ofrece la mayor complejidad, dada la diversidad del mismo, con sus condicionantes específicos. Trenes, camiones, autobuses, flota de grúas, taxis, ambulancias, flotas de reparto, recogida de residuos... Cada servicio tiene sus particularidades a la hora de implementar un sistema de gestión de flotas. Navegación de precisión por GPS, sistemas de seguimiento de móviles, mapas digitales, cartografía, nuevos algoritmos, nuevos sistemas. En general, todo un abanico de disciplinas



que se engloban bajo la denominación de GEOMÁTICA y que son de aplicación al sector del transporte terrestre.

Comunicaciones terrestres

A diferencia de las comunicaciones marítimas con el INMARSAT, para las comunicaciones con móviles terrestres no existe un sistema dedicado de satélites de comunicaciones y se hace uso de casi todos los sistemas existentes, según la clase de servicio, si bien la telefonía móvil celular y los sistemas dedicados de radiotelefonía, suponen un porcentaje muy elevado de las comunicaciones con los móviles terrestres. Una vez más, los terminales INMARSAT tienen una im-

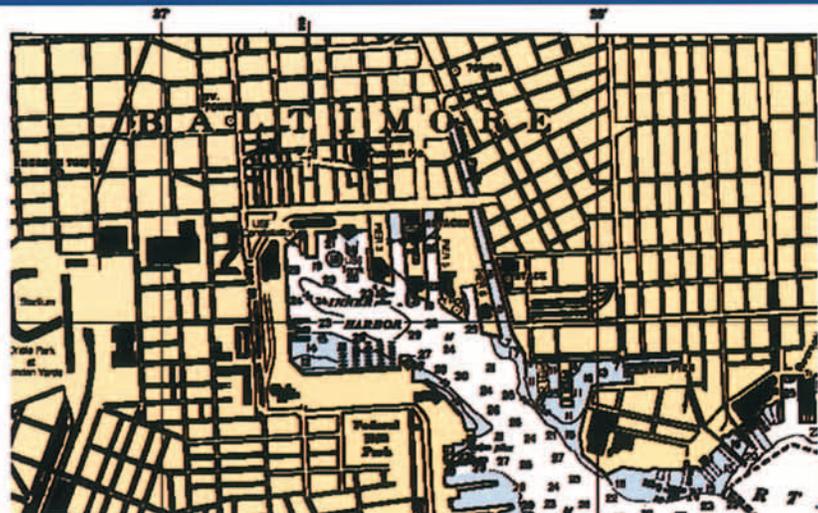
plantación importante, sobre todo en los móviles de largo recorrido. Los terminales MINI-M y C son los más apropiados. En Europa, la organización EUTELSAT proporciona servicios en banda Ku con un sistema, EUTELTRACK, con terminales dirigidos, fundamentalmente, a las flotas de camiones.

En cuanto al sistema IRIDIUM, basta decir que las comunicaciones a través de constelaciones de satélites LEO, tienen un mercado creciente en el sector terrestre, en tanto que el sistema ORBCOMM, mencionado anteriormente, tiene buenas perspectivas de futuro para las comunicaciones con móviles terrestres debido, sobre todo, a un menor coste, y aunque las prestaciones son modestas, en muchas aplicaciones no se requiere transmitir ni recibir mucha información, sino que es suficiente con mensajes cortos (estadísticamente, el 70% del tráfico de Internet es correo electrónico con una media de 200 caracteres por mensaje).

Navegación terrestre

La Comisión Europea prevé que alrededor de las dos terceras partes del mercado de navegación por satélite procederá del sector terrestre. Esta previsión tan importante ha motivado que la Comisión Europea, junto con la Agencia Europea del Espacio, hayan decidido la implementación de un sistema de navegación por satélite propio, el sistema GALILEO, que en una primera fase, EGNOS, contempla la potenciación pa-

EJEMPLO DE CARTA ELETRÓNICA RASTER



ra Europa de los sistemas GPS y GLO-NASS. La previsión de mercado no sólo contempla los móviles tradicionales, trenes, camiones, coches, etc. sino también los equipos portátiles personales.

Actualmente el sistema de navegación por excelencia en el transporte terrestre es el GPS. Entre las aplicaciones de un sistema de control de flotas basado en GPS, se pueden citar:

- Navegación y guiado en ruta

que la precisión en la localización horizontal, con un solo receptor, no era inferior a 100 metros durante el 95% del tiempo. Recientemente, el 1 de mayo de 2000, el DOD ha decidido suprimir esta degradación de forma que la precisión actual es de 15-20 metros en recepción directa.

En resumen, la implementación de un sistema de navegación en un vehículo con las comunicaciones y cartografía

de implementar un sistema de navegación en un vehículo, es la disponibilidad de cartografía adecuada. En Europa, y particularmente en España, esta disponibilidad es todavía escasa, lo que significa un mercado potencial interesante. Este mercado incluye imágenes de alta resolución, software de proceso y tratamiento digital, algoritmos, fusión de imágenes, combinación de mapas de bits con objetos vectoriales, etc.

En este último apartado surge una aplicación muy interesante: con las herramientas disponibles en la actualidad, es posible, no sólo representar la trayectoria de un móvil en un mapa de alta resolución, sino también a partir de los datos extraídos de la imagen, como pendiente, tipo de suelo, nivel de vegetación, etc., y de las características del vehículo, determinar si va a ser capaz de circular por un itinerario en el terreno fuera de autopistas o carreteras.

En la cartografía de navegación se pueden distinguir dos tipos básicos de cobertura: ciudad detallada o entre ciudades. La cobertura de ciudad detallada debe incluir todos los detalles y atributos con una alta precisión y una generalización mínima, garantizando la navegación "puerta a puerta". La cobertura entre ciudades está orientada a proveer una navegación con menos requisitos de precisión, especialmente en lo que se refiere a elementos no directamente relacionados con la navegación, por lo que la generalización puede ser más elevada.

EL ESPACIO EN EL SECTOR AÉREO

El sector aéreo se caracteriza por una mayor uniformidad comparado con el sector terrestre, e incluso con el sector marítimo. Las estrictas regulaciones sobre seguridad en vuelo han condicionado las comunicaciones, la navegación y la cartografía. No sería correcto hablar aquí de desarrollos en el área de gestión de flotas cuando este concepto se está aplicando desde los comienzos de la aviación comercial; más bien hay que hablar de navegación autónoma, aterrizaje sin visibilidad o gestión de los aviones en rodadura. La navegación autónoma está dirigida a facilitar la gestión del tráfico aéreo a la vez que a aumentar la seguridad en vuelo. Dentro de este concepto se definen zonas de alerta y pro-

ALGUNOS PROYECTOS EN ESPAÑA RELACIONADOS CON LA GESTIÓN DE FLOTAS

En España existe un buen nivel para acometer proyectos de productos con valor añadido en las áreas de las comunicaciones, la navegación y la cartografía digital. Tanto los Organismos Públicos de Investigación, los Departamento de las Universidades y las Empresas Públicas están presentes en proyectos relacionados con el sector del transporte. Entre los más activos cabe citar:

- INDRA: Terminales de comunicaciones, sistemas de gestión y control para el transporte público terrestre.
- GMV y SENER: Navegación GPS y participación en GALILEO.
- ICC (Instituto Cartográfico de Cataluña): Cartografía y Geomática.
- INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial): Adquisición, proceso y distribución de imágenes de Teledetección.
- INSA: Productos de valor añadido con el Sistema ORBCOMM.

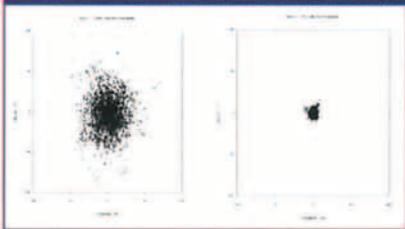
Entre los proyectos más importantes llevados a cabo recientemente, o en vías de ejecución, se encuentran los siguientes:

- Implantación de un sistema de seguimiento GPS y de Información en la Flota de vehículos de limpieza urbana y recogida de basuras de FCC.
- Gestión de la flota de vehículos del Ejército de Tierra (GPS-ORBCOMM) INSA.
- Control de los vehículos del Servicio Forestal de la Comunidad de Madrid. INSA, GMV.
- Gestión de la flota de vehículos de la Empresa INICA en Santander (GPS-ORBCOMM) INSA.
- Localización de vehículos en el Aeropuerto de Palma, para AENA. KNOSOS, S.L.
- Sistema de emergencia para taxis basado en GPS (Madrid 112). PAGE, KNOSOS, S.L.
- Gestión de las Flotas de grúas municipales y bomberos en Barcelona. KNOSOS, S.L.
- Implementación de la gestión de datos de las cajas azules de los pesqueros, para la Subdirección General de Gestión Pesquera a través de ORBCOMM, INSA.
- Sistema integrado de información en tiempo real de trenes y alertas producidas para la Unidad de Circulación de RENFE. INDRA.
- Sistema de comunicaciones tren-tierra para RENFE en la línea Madrid-Burgos y para ferrocarriles de la Generalitat Catalana. INDRA
- Sistemas de comunicaciones para la ayuda a la explotación de Autobuses Urbanos de Madrid y Sevilla. INDRA.

- Asistencia en ruta
- Control de inventario y disponibilidad de flotas
- Localización automática de vehículos
- Servicios de emergencia y seguridad
- Distribución de alertas de tráfico

Europa parece decidida a apostar por esta línea de actuación; la Comisión Europea incluye, entre las ideas a considerar, un mandato para que los operadores de comunicaciones fijas y móviles sean capaces de proporcionar a las autoridades públicas de seguridad, la localización de las llamadas de emergencia. En este sentido está extendiéndose la práctica de integrar GPS y teléfono móvil en un solo aparato de navegación. Ahora bien, hay un hecho que puede afectar a la implantación del sistema europeo GALILEO. Desde 1990, el Código Civil C/A del sistema GPS tenía una degradación intencionada (SA, Selective Availability) de forma

ERROR MEDIO ANTES Y DESPUÉS DE SUPRIMIR LA DISPONIBILIDAD SELECTIVA



adecuadas, ofrece las siguientes ventajas:

- Optimización de las rutas.
- Ahorro de tiempo y combustible
- Control de las funciones del vehículo
- Localización del vehículo (también en caso de robo)
- Aumento de la seguridad
- Disminución del tiempo de respuesta de ayuda en caso de accidente

Cartografía terrestre

Uno de los condicionantes a la hora

IMAGEN DE ALTA RESOLUCIÓN (1 METRO) DEL SATÉLITE IKONOS



tección alrededor de cada aeronave, dependiendo del tipo y velocidad de cada avión, de modo que las aeronaves pueden escoger la ruta siempre que no invadan la zona de protección de otro vuelo.

Una forma tradicional de proporcionar la posición del avión a los controladores es mediante un radar en tierra que interroga al transpondedor y éste responde con información codificada sobre los parámetros del vuelo. La señal incluye identificación del vuelo, altura dada por el altímetro y la posición se muestra al controlador sobre una pantalla en distancia y azimut. Pero el alcance de los radares es limitado y este sistema no funciona en vuelos transoceánicos. En estos casos, es preciso recurrir a las comunicaciones por satélite y a la navegación por GPS, bien solo o como calibración periódica de los sistemas inerciales. La OACI aceptó formalmente para su uso en Aviación Civil el GPS en 1994 y posteriormente el GLONASS en 1996. Por su parte, el sistema de aterrizaje instrumental (ILS) guía a la aeronave en su senda de planeo hacia la cabecera de pista, sin necesidad de referencia visual para el piloto.

La gestión de los aviones en el aeropuerto, durante las operaciones de rodadura y aparcamiento, es parecida al problema de la gestión de flotas de vehículos terrestres, pero con unas connotaciones muy especiales; los aviones en tierra son lentos, poco maniobrables y requieren mucho espacio para las maniobras. Una gestión ayudada por la localización mediante GPS y presentada en una carta digital del aeropuerto, ayuda notablemente.

Comunicaciones Aéreas

Las comunicaciones entre las aeronaves y los Centros de Información de Vuelo y Torres de Control, se realizan en VHF y UHF, por canales asignados al respecto. Las comunicaciones en onda larga para los vuelos transoceánicos se han sustituido por comunicaciones por satélite. Una vez más, el INMARSAT es el sistema más utilizado a través de los siguientes terminales:

- **Aero-C:** Un servicio económico para mensajes y datos proporcionando a las aeronaves posibilidad de comunicaciones en diferido. Se utiliza en regiones donde las comunicaciones por radio son difíciles o imposibles. Además de noti-

ficar la posición, Aero-C puede usarse para meteorología, actualización de los planes de vuelo, peticiones de mantenimiento, repostaje de combustible, negocios y comunicaciones personales.

- **Aero-H:** Introducido en 1999, ofrece telefonía, fax y datos en cabina de pasajeros o del piloto. También lo utilizan las aerolíneas para gestión de la flota y para control de tráfico.

- **Aero-I:** Un terminal intermedio para teléfono, fax y datos para aeronaves de corto y medio recorrido, opera dentro de las coberturas de alta ganancia de INMARSAT-3, lo que posibilita un tipo de aviónica más ligera y económica.

- **Aero-L:** Un terminal de baja ganancia que ofrece transmisor bidireccional de datos a 600 bps. Cumple con las regulaciones de la OACI para seguridad y control de tráfico.

- **Aero mini-M:** Diseñado para pequeños aviones corporativos y aviación en general para voz, fax y datos a 2.4 Kbps.

Navegación Aérea. Al igual que ha ocurrido con la navegación marítima, el GPS ha desplazado a la radionavegación (LORAN-C, DECCA, etc.) en la

ACRÓNIMOS

AENA.....	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea	INSA.....	Empresa de Ingeniería y Servicios Aeroespaciales
AEROSAT.....	<i>Aeronautical Satellite</i> . Sistema de Comunicaciones por Satélite para Aeronaves	INTA.....	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
CESAR.....	Cooperación Española-Argentina (Satélite de Observación)	INTELSAT.....	<i>International Telecommunication Satellite</i> . Organización Internacional de Comunicaciones por Satélite
DECCA.....	Sistema de Radio Navegación en Onda Decamétrica	IRIDIUM.....	Sistema de Comunicaciones por Satélite en LEO
DGPS.....	<i>Differential Global Positioning System</i> . Sistema Diferencial de Posicionamiento Global	ISHTAR.....	Proyecto Español de Satélite de Observación Militar
DOD.....	<i>Department of Defense</i> . Departamento de Defensa de EE.UU	KNOSOS.....	Empresa de Servicios y Aplicaciones GPS
ECDIS.....	<i>Electronic Chart Display</i> . Presentación de Cartas Digitales	LANDSAT.....	<i>Land Satellite</i> . Sistema Satélites de Observación
ECS.....	<i>Electronic Chart System</i> . Sistema de Cartas Digitales	LEO.....	<i>Low Earth Orbit</i> . Órbita Baja Terrestre
EGNOS.....	Potenciación de los Sistemas GPS/GLONASS	LORAN.....	Sistema de Navegación de Larga Distancia
ELIPSO.....	Sistema de Comunicaciones por satélite en LEO	METEOSAT.....	Sistema de Satélites Meteorológicos
ERS.....	<i>Earth Resources Satellite</i> . Satélite de Recursos Naturales	MW.....	<i>Midle Wave</i> . Onda Media
ESA.....	<i>European Space Agency</i> . Agencia Europea del Espacio	NAVSTAR.....	<i>Navigation Satellite Timing and Ranging</i> . Sistema de Navegación por Satélite por tiempo y distancia
EUTELSAT.....	<i>European Telecommunication Satellites</i> . Organización Europea de Comunicaciones por Satélite	NOAA.....	<i>National Oceanic and Atmosphere Administration</i> . Agencia Nacional para la Administración Oceánica y Atmosférica.
EUTELTRACK.....	<i>European Telecommunication Tracking</i> . Sistema de Comunicaciones por Satélite con Móviles Terrestres	OACI.....	Organización Internacional de Aviación Civil
FCC.....	Fomento de Construcciones y Contratos (Empresa Constructora)	ORBCOMM.....	Sistema de Comunicaciones por satélite en LEO
GALILEO.....	Sistema Europeo de Navegación por Satélite	PAGE.....	Empresas de Comunicaciones y Servicios
GEO.....	<i>Geostationary Earth Orbit</i> . Órbita Terrestre Geoestacionaria	PRODAT.....	Sistema de Comunicaciones Móviles para Datos por Satélite
GIS.....	<i>Geographical Information System</i> . Sistema de Información Geográfica	PROSAT.....	Sistema de Comunicaciones Móviles por Satélites
GLOBALSTAR.....	Sistema de Comunicaciones por Satélite en LEO	QUICK BIRD.....	Satélite de Observación de Alta Resolución
GLONASS.....	<i>Global Navigation Satellite System</i> . Sistema de Navegación Global por Satélite (Sistema ruso)	RASANT.....	<i>Radio Aided Satellite Navigation Technique</i> . Sistema de Corrección Diferencial para GPS
GMV.....	Grupo de Mecánica de Vuelo (Empresa)	RCDS.....	<i>Raster Chart Display System</i> . Sistema Raster de Presentación de Cartas
GPS.....	<i>Global Positioning System</i> . Sistema de Posicionamiento Global	RDS.....	<i>Radio Data System</i> . Sistema de Datos por Radio
HELIOS.....	Sistema Militar de Satélites de Observación	RENFE.....	Empresa Española de Ferrocarriles
HISPASAT.....	Sistema Español de Comunicaciones por Satélite	RPV.....	<i>Remote Piloted Vehicle</i> . Vehículo Pilotado Remotamente
ICC.....	Instituto Cartográfico de Cataluña	RTCM.....	<i>Radio Technical Commission for Maritime Services</i> . Comisión Técnica de Radio para servicios Marítimos
ICO.....	Sistema de Comunicaciones por Satélite en LEO	SEAWIS.....	Sistema de Satélites de Observación de la Tierra
IKONOS.....	Sistema de satélites de Observación Alta Resolución	SENER.....	Empresa de Ingeniería
ILS.....	<i>Instrumental Landing System</i> . Sistema de Aterrizaje Instrumental	SIVA.....	Sistema Integrado de Vigilancia Aérea
IMO.....	<i>International Maritime Office</i> . Oficina Marítima Internacional	SOLAS.....	<i>Safety of Live at Sea Convention</i> . Convención para la seguridad de la vida en el mar
INDRA.....	Empresa de Ingeniería y Sistemas	TRANSIT.....	Sistema de Navegación por Satélite
INMARSAT.....	<i>International Maritime Satellite</i> . Organización Internacional de Comunicaciones Marítimas por Satélite	UHF.....	<i>Ultra High Frequency</i> . Frecuencia Ultraalta
		VHF.....	<i>Very High Frequency</i> . Frecuencia Muy Alta

navegación aérea. Además este sistema cumple con una aplicación muy importante, citada anteriormente, como es la ayuda al aterrizaje sin visibilidad.

Cartografía Aeronáutica. Por razones obvias, las imágenes de alta resolución suministradas por los Satélites de Observación no tienen la misma utilidad en la cartografía aeronáutica que en la cartografía terrestre o marítima. Aunque no se trata del sector del transporte aéreo, hay una aplicación de las imágenes de alta resolución de una importancia estratégica enorme: la navegación autónoma de pequeños aviones sin piloto (RPV's tipo SIVA) que pueden ser guiados por una ruta preestablecida con ayuda de la información digitalizada del terreno que van a sobrevolar.

CONCLUSIONES

De todo lo expuesto, puede concluirse que la tecnología espacial aporta soluciones innovadoras al sector del transporte, constituyendo un importante ele-

mento de modernidad, imprescindible para las actuales cotas de calidad y de seguridad de que goza el transporte.

Las comunicaciones por satélite, bien con sistemas geoestacionarios o de órbita baja, proporcionan cobertura a los móviles donde no pueden hacerlo las comunicaciones terrenas. La localización y navegación mediante GPS ha desplazado totalmente los sistemas tradicionales de radionavegación por su fiabilidad, precisión y bajo coste, puesto que el DOD americano proporciona el servicio de forma gratuita. Este es el talón de Aquiles para Europa en el tema del GPS: la absoluta dependencia de Estados Unidos en este sistema. Por ello, debemos de felicitarnos por la iniciativa de la Comisión Europea de apoyar un sistema propio.

Ambos sectores, el del transporte y el del espacio, pueden y deben de beneficiarse mutuamente, estando en íntima relación. El INTA tiene, en este orden de materias, una alta tecnología, el mejor nivel europeo, y viene demos-

trando una importante labor en el campo de las comunicaciones, contribuyendo así, no sólo a la potenciación del marco tecnológico permanente aeroespacial, sino al mejor desarrollo del sector del transporte, en sus modalidades terrestre, marítimo y aéreo ■

REFERENCIAS

- Satellite Mobile Communications*. ESA SP Report
- Sistema de Seguimiento de flotas en el Sector Marítimo. Situación y perspectivas*. J. Corberá et al. 4ª Semana Geomática organizada por el ICC. Barcelona abril 1999.
- www.knosos.es
- www.indra.es
- The Land Navigation market and the role of GPS and Glonass in the coming years*. G. Gibbons. 4ª semana Geomática organizada por el ICC. Barcelona abril 1999.
- www.sener.es
- www.gmv.es
- Glonass: acierto o desacierto para el usuario*. J. C. Bermejo. 4 semana geomática organizada por el ICC. Barcelona abril 1999.
- Satellite navigation and positioning systems* www.ares.redsword.com
- ORBCOMM Global Data and messaging*. www.insa.es/orbcomm
- Fleet Applications* www.dinetdata.com
- Navegación por GPS*. C. Puch. En edición