

Caso práctico

Síntesis de la evolución histórica de la teledetección en España (1889-2012)

G. Casal¹ y J. Freire²

¹ *Grupo de Recursos Marinos y Pesquerías, Facultad de Ciencias, Universidad de A Coruña, Rúa da Fraga 10, 15008 A Coruña*

² *Barrabés Next, C. Serrano 16-1, 28001 Madrid*

Resumen

El término teledetección hace referencia a la obtención de información sobre un objeto, área o fenómeno sin un contacto directo con el mismo. A lo largo del tiempo este término ha ido cobrando importancia debido a los avances tecnológicos hasta convertirse en una técnica de obtención de información, clave en muchos y diferentes campos. Sin embargo, hasta llegar a este punto se han sucedido hechos que en su momento han constituido hitos para el avance hacia una información más detallada y precisa y consecuentemente de mayor valor. Sin embargo, especialmente en España, esta información es escasa y se encuentra dispersa en diversas fuentes. El presente texto intenta reunir los principales hitos históricos de la teledetección a nivel nacional y aunque no pretende ser una revisión exhaustiva sí reflejar su evolución a lo largo del tiempo, desde lo que fueron sus orígenes hasta lo que conocemos hoy en día.

Palabras clave: historia, teledetección, fotografías aéreas, satélites, universidades, España.

Abstract

Synthesis of the historical evolution of remote sensing in Spain (1889-2012)

The term remote sensing is related to the action of obtaining information about an object, area or phenomenon without a direct contact. Over time this term has become increasingly important due to technological advances until becoming a technique of obtaining information, key in many and different fields. However, especially in Spain, the information about these issues is scarce and distribute in several sources. For this reason, this text attempts to bring together the main historical milestones in remote sensing at a national level. It is not expected to be an exhaustive review; however it reflects its evolution over time from what its beginnings were to what we know today.

Key words: history, remote sensing, aerial photographs, satellites, universities, Spain.

Introducción

El término teledetección o percepción remota tiene su origen en el término inglés «*remote sensing*», utilizado por primera vez en

1950 (Walter, 2006). La teledetección, podría definirse como la ciencia o el arte de adquirir información sobre un objeto, área o fenómeno a través de los datos adquiridos mediante un dispositivo que no está en contacto

* Autor para la correspondencia: gcasal[at]udc.es

Recibido: 16-10-12; Aceptado: 30-10-12.

directo con el objeto, área o fenómeno bajo investigación (1). A pesar de que la teledetección tal y como es aplicada hoy en día es una disciplina relativamente reciente esta técnica ha venido utilizándose desde mucho tiempo atrás. Por lo tanto, para poder entender su importancia hoy en día, es necesario tener en cuenta sus orígenes, la evolución de las tecnologías implicadas y sus usos a lo largo del tiempo.

Hacer un artículo histórico sobre teledetección no resulta una tarea fácil dado que dentro de este término, relativamente reciente, se engloban muchas disciplinas y aunque en sus inicios estuvo más relacionada con fines cartográficos y militares posteriormente se han incorporado nuevos sensores, tanto aerotransportados como espaciales, ampliando enormemente sus posibles aplicaciones. En base a su definición, resulta imposible establecer un hecho concreto en el que por primera vez se utilizase teledetección. En el ámbito internacional, quizás una de las referencias más antiguas sean las observaciones astronómicas de Galileo Galilei a comienzos del siglo XVII (2). Hubo que esperar un siglo desde estas observaciones hasta la primera referencia gráfica registrada de un hombre observando el suelo desde el aire. Este hecho ocurrió en 1794 durante la Batalla de Fleurus (hoy en día Bélgica) cuando los hermanos Montgolfier utilizaron un globo aerostático para observar los movimientos del enemigo. A partir de este momento los avances en teledetección estuvieron ligados a fines militares hasta hace relativamente poco tiempo (década de los 60) cuando empezaron a cobrar importancia los sensores civiles. Esta evolución de la teledetección a nivel internacional se puede encontrar en diferentes textos donde se recogen con mayor o menor detalle los avances más importantes en este tipo de técnicas. Sin embargo, en el ámbito nacional existen escasas referencias sobre los acontecimientos que generaron información remota sobre el territorio español y que propiciaron su evolución hasta las modernas técnicas aplicadas hoy en día. Sorprendentemente, no se encontró ningún texto que proporcione una visión global y cronológica del contexto histórico español en teledetección. Por esta razón, hemos pensado que se-

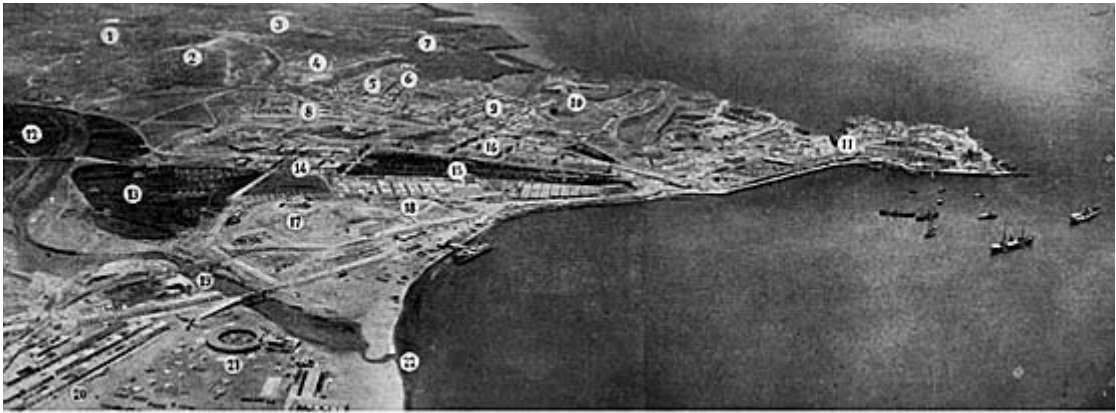
ría útil generar un documento que reuniese este tipo de información. Es necesario mencionar que la presente revisión histórica no pretende ser exhaustiva, sino reflejar la evolución de este tipo de técnicas en el territorio español así como recoger también en la medida de lo posible información histórica disponible, muchas veces desconocida por parte de los posibles usuarios.

Debido a que la información que se pretende incluir en este artículo se encuentra bastante dispersa y dentro del término teledetección se engloban muchas disciplinas (cartografía, fotogrametría, técnicas aeroespaciales, etc.) las fuentes utilizadas incluyen desde artículos científicos, páginas web de diferentes organizaciones, artículos de prensa, material utilizado en cursos y conferencias hasta blogs personales. Utilizando estas fuentes, muchas de ellas no específicamente relacionadas con teledetección, hemos creado la siguiente cronología.

Cronología

1889

En España, como a nivel internacional, las primeras aplicaciones de teledetección estuvieron relacionadas con fines militares y surgieron a finales del siglo XIX. Debido a que la utilidad de los globos aerostáticos con fines militares era evidente los ejércitos europeos, y entre ellos el español, comenzaron a incorporar la aeroestación como servicio militar especializado. Así, en 1884 se creó en España el Servicio de Aeroestación Militar. Sin embargo, problemas presupuestarios provocaron que el funcionamiento real de la Aeroestación fuese pospuesto hasta 1889 (Quirós-Linares y Fernández-García, 1996). Durante este año se realizaron intentos de fotografías desde globos aerostáticos (La ilustración española americana, 1889). Una figura destacada durante esta época es D. Rafael Peralta, uno de los primeros jefes del Servicio de Aeroestación, quién propició el avance de la fotografía aérea diseñando importantes equipamientos para la aplicación de métodos



1, Fuerte Reina Regente.—2, Batería J.—3, Fuerte de Cabrerías Bajas.—4, Barrio Hebreo.—5, Barrio del Polígono.—6, Fuerte de María Cristina.—7, Fortín de las Morcas Coloradas.—8, Cuarteles de Santiago.—9, Barrio del Carmen.—10, Cementerio.—11, Casco antiguo de Melilla.—12 y 13, Harrietan.—14, Barrio de A. Formo XII.—15, Parque Hernández.—16, Barrio de la Reina Victoria.—17, Fuerte de San Lorenzo.—18, Barrio Obrero.—19, Puente del Ferrocarril de las Obras del Puerto.—20, Barrio de Triana.—21, Plaza de Toros.—22, Desembocadura del Río de Oza

Figura 1. Fotografía tomada sobre la ciudad de Melilla por el globo aerostático militar «Júpiter» en 1910. Los números corresponden con los diferentes distritos y localizaciones importantes (3).

aerofotogramétricos (Quirós-Linares y Fernández-García, 1996). Lamentablemente, casi no se conserva material fotográfico original de esta época (Quirós-Linares y Fernández-García, 1996).

1909

En este año una Unidad Aerostática fue enviada a Marruecos. Entre sus funciones se encontraba el reconocimiento del territorio enemigo mediante la obtención de fotografías y la realización de dibujos del terreno (Quirós-Linares y Fernández-García, 1996) (Fig.1).

1911

Durante la Guerra de Marruecos (1911-1927) se realizaron un importante número de vuelos fotográficos. Dichos vuelos estuvieron destinados a generar un mapa topográfico del Protectorado a una escala de 1:50.000 (Nadal *et al.*, 2000).

1913

En este año se crea el Servicio de Aeronáutica Militar, que englobaría la aeroestación y a la aviación. El Ministerio de la Guerra ordena la formación de una escuadrilla de aviones para participar en las operaciones de Tetuán, re-

alizándose por primera vez vuelos de reconocimiento visual y fotográfico sobre algunas ciudades africanas (Quirós-Linares y Fernández-García, 1996).

En esta época también se realizaron actividades no militares como estudios de las capas altas de la atmósfera, mapas y planos a partir de fotografías aéreas e incluso algunas aplicaciones meteorológicas (Quirós-Linares y Fernández-García, 1996).

1920

El 26 de enero de 1920, se estableció en Cuatro Vientos (Madrid) el Servicio Geográfico y Laboratorio Meteorológico de Aviación Militar. Este acontecimiento es considerado como el origen oficial de las actividades aéreo-fotocartográficas en España (4).

1927

En este año, 1927, se crea la Compañía Española de Trabajos Fotogramétricos Aéreos, S. A. (CEFTA), que fue la primera empresa privada de fotogrametría aérea en España. Sus socios fundadores fueron personas directamente vinculadas con los primeros tiempos de la aviación española como Julio Ruíz de Alda y la aerofotogrametría (Pérez, 1927; Fernández-García, 1998). Uno de sus objetivos principales fue la confección



Figura 2. Fotografía aérea de la ciudad de Zaragoza (1927). Fuente: CHEbro (<http://oph.chebro.es/fotoplanos.htm>).

del catastro (Ruíz de Alda, 1931) sin embargo, los primeros clientes importantes fueron las Confederaciones Hidrográficas creadas en 1926.

En este año la CEFTA hace los primeros trabajos para la Confederación Hidrográfica del Ebro realizando un vuelo fotogramétrico. Este vuelo cubrió una amplia zona de la Cuenca Hidrográfica del Río Ebro a una escala de 1:10.000 (Galván-Plaza, 2007; Montaner *et al.*, 2010) (Fig. 2). Estas fotografías aéreas probablemente correspondan con las más antiguas sobre el territorio español conservadas en la actualidad. Dicho material puede descargarse en la página web de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHEbro). Durante esta época, debido a la importancia que estas técnicas estaban adquiriendo, surgieron nuevas instituciones dedicadas a su promoción y desarrollo. Así, en este mismo año se creó la Junta Constituyente de la Sociedad Española de Fotogrametría que desarrollaría su actividad hasta 1936 (5).

1928-1932

A finales de los años 20 la Confederación Hidrográfica del Segura encargó a la empresa CEFTA la consecución de una planimetría de determinadas zonas de interés para el desarrollo de los regadíos en el ámbito de la cuenca del Segura. El vuelo que CEFTA realizó para este proyecto posee en la actualidad un gran valor histórico y está siendo digitalizado y georeferenciado por la Dirección General del Medio Natural a partir de un acuerdo con la Confederación Hidrográfica del Segura (7). Este vuelo fotográfico se conoce como vuelo Ruíz de Alda y se realizó sobre amplias áreas de la Región de Murcia a una escala aproximada de 1:10.000 (6).

1936-1939

Durante la Guerra Civil Española el uso de la fotografía aérea fue una manera eficiente de

obtener información territorial útil para ambos bandos del conflicto. Durante este periodo se tomaron un número elevado de mosaicos aéreos y vistas panorámicas. Las fotografías tuvieron fines militares tales como cobertura de los frentes de conflicto y ciudades así como objetivos militares para planificar bombardeos y evaluar sus resultados (Fernández-García, 2004). Durante la Guerra Civil sólo las Fuerzas Aéreas Americanas tomaron más de 171 millones de fotografías con fines cartográficos cubriendo alrededor de 40 millones de kilómetros cuadrados (Servicio Geográfico del Ejército, 1970). Durante toda la guerra también se llevaron a cabo trabajos de fotointerpretación que consistían en la localización de objetivos enemigos (Montaner *et al.*, 2010).

1941

Entre 1941 y 1942 la Fuerza Aérea Británica (RAF) realiza fotografías aéreas sobre el litoral andaluz entre el Peñón de Gibraltar y Málaga, destinadas a detallar un perímetro de seguridad en torno a Gibraltar para prevenir posibles ataques alemanes (8). De 1940 a 1977 la Real Sociedad Geográfica fundada en 1876 representó a España en la Sociedad Internacional en Fotogrametría y Teledetección (9).

1942

En 1942 se creó una organización que sería clave en la teledetección española. Esta organización corresponde al Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) que desarrollaría su actividad primero en el campo aeronáutico y posteriormente en el campo espacial (10). Actualmente pertenecen al INTA varios centros a lo largo del territorio español. Estos centros constituyen una unión fundamental entre los programas espaciales de la European Space Agency o Agencia Espacial Europea (ESA) y la National Aeronautics and Space Administration (NASA) (11). Entre ellos destaca, El Centro Espacial de Maspalomas (Gran Canaria) dedicado al control y seguimiento de satélites de observación de la Tierra.

1945-1946

Durante estos años las Fuerzas Aéreas Americanas realizaron un nuevo vuelo fotográfico sobre el territorio peninsular e Islas Baleares con fines cartográficos. No existe ninguna referencia de que fuese realizado sobre el Archipiélago Canario (Urteaga *et al.*, 2000). Este vuelo se conoce técnicamente con el nombre de «Serie A». La altura del vuelo varió entre 5.700 m y 8.800 m implicando un rango de escala entre 1:34.700 a 1:50.500 (Quirós-Linares y Fernández-García, 1997). El material de este vuelo está formado por 435 rollos de película que tienen correspondencia con la cuadrícula del Mapa Topográfico Nacional (Urteaga *et al.*, 2000). Sin embargo, las características del material y las condiciones de almacenamiento durante más de 50 años dañaron algunos de los rollos (Quirós-Linares y Fernández-García, 1997). Se trata de un material fotográfico que ofrece la instantánea del país en la primera etapa de su larga post-guerra, durante la cual se reforzó el dominio de las actividades agrarias tradicionales, sin que se hubieran iniciado aún los procesos que habrían de tener una gran transcendencia económica y espacial (la industrialización, la emigración, el éxodo rural y el crecimiento de las ciudades, etc.) (Quirós-Linares y Fernández-García, 1997). El material de este vuelo se encuentra a día de hoy conservado en el Centro Fotográfico y Cartográfico del Ejército del Aire (CECAF).

1956-1957

Entre 1956 y 1957 se realizó un segundo vuelo que cubrió todo el territorio español. Este vuelo fue una cooperación entre el Ejército Español y las Fuerzas Aéreas Americanas y fue realizado con fines cartográficos. Se conoce coloquialmente como «Vuelo Americano» y técnicamente como vuelo «Serie B». Estas fotografías fueron tomadas a una altura de 5.000 m con una escala de 1:33.000 (Urteaga *et al.*, 2000). Esta información pertenece al Ministerio de Defensa y algunas Comunidades Autónomas tales como Andalucía, Madrid, Cataluña o Navarra han publicado en internet las fotografías que cubren su territorio. El mate-

rial de este vuelo se encuentra a día de hoy conservado en el Centro Fotográfico y Cartográfico del Ejército del Aire (CECAF). Recientemente, en septiembre de 2011, el Ministerio de Defensa entregó una copia digital de este vuelo (Serie B) al Instituto Geográfico Nacional con el fin de ponerla a disposición de los posibles usuarios. Este vuelo ha sido ampliamente utilizado para muy diversos mapas temáticos, entre ellos el Mapa Forestal Nacional (Rodríguez-Esteban *et al.*, 2003).

1968

En este año se realiza un vuelo fotogramétrico sobre la Sierra de Guadarrama a una escala 1:18.000. Según Sastre (1998) posiblemente sea el primer vuelo a color. El trabajo fue realizado por CETFA a modo de prueba del que se conservan en total 93 fotogramas. Dicho material se encuentra archivado en el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

1974

El primer satélite español, INTASAT, aunque no relacionado directamente con la observación terrestre, fue lanzado el 15 de noviembre de 1974 con una vida útil de 2 años (12). Este pequeño satélite fue desarrollado por el INTA en colaboración con Construcciones Aeronáuticas (CASA), Estándar Eléctrica (actualmente Alcatel), la compañía inglesa *Hawker Siddely Dynamics* (HSD) y la NASA. El objetivo de este satélite era realizar dos experimentos. Uno de ellos era un experimento científico para estudiar la ionosfera y el otro era un experimento tecnológico diseñado para medir los efectos de la radiación espacial en algunos componentes CMOS (Jiménez-Doleira, 1974).

1975

En 1975 se creó la Agencia Espacial Europea (ESA) mediante la unión de dos organizaciones existentes en ese momento. Estas organizaciones fueron la European Launcher

Development Organization (ELDO) y la European Space Research Organization (ESRO). España fue uno de los miembros fundadores junto con Bélgica, Alemania, Dinamarca, Francia, Reino Unido, Italia, Holanda, Suecia y Suiza. Posteriormente, en el mismo año se uniría Irlanda.

Los programas de la ESA están diseñados para investigar a cerca de la Tierra, su ambiente espacial, el Sistema Solar y el Universo, así como desarrollar tecnologías y servicios basados en satélites y promover las industrias europeas. El programa Third Party Missions Program (TPM) Category-1 pone a disposición de la comunidad científica más de 50 instrumentos en más de 30 misiones. Además, la ESA proporciona un portal de observación de la Tierra en <http://eopi.esa.int>. Este sitio web contiene información sobre todos los datos de observación de la Tierra accesibles a través de la ESA, incluyendo los datos TMP. Los usuarios pueden solicitar el acceso a los datos, encontrar publicaciones sobre resultados científicos y noticias además de acceder a una base de datos online de todos los proyectos científicos.

1977

En 1977 se creó la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección (SECFYT). Esta organización está dedicada a integrar las actividades que hasta el momento venían realizando la Real Sociedad Geográfica y el Seminario Español de Estudios Cartográficos de la Asociación Española del Progreso de la Ciencia (13).

En este mismo año, se creó también el Centro para el Desarrollo Industrial y Tecnológico (CDTI). El CDTI es una Entidad Pública Empresarial, dependiente del Ministerio de Economía y Competitividad, que promueve la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas. Entre sus funciones están la de gestionar y apoyar la consecución, por parte de empresas españolas, de contratos industriales de alto contenido tecnológico generados por diferentes organizaciones nacionales y europeas, como la Agencia Espacial Europea (ESA), el Laboratorio Europeo para

la Física de Partículas (CERN), el Sincrotrón Europeo (ESRF), Hispasat y Eumetsat (14).

Entre 1977 y 1983 se realizó el Vuelo Interministerial mediante colaboración del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), Ministerio de Fomento (MFOM), Ministerio de Defensa (MDEF) y el Ministerio de Economía y Hacienda (MEH). Este vuelo es comúnmente denominado IRYDA por ser el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario el principal usuario y custodio del mismo. Dicho vuelo es en blanco y negro y está custodiado actualmente por varios organismos pero en su mayor parte se encuentra en Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MMAMRyM), hoy en día Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAAMA). Sus características técnicas (escala 1:18.000), fechas, cobertura nacional y estado de conservación hacen que este vuelo sea uno de los que mayor interés suscita y el más demandado del archivo del MMAMRyM (Vales et al., 2010). El vuelo se realizó en un momento en el que se producían cambios sustanciales en las políticas económicas y territoriales en España. Por ejemplo, en relación a las actuaciones forestales, estas imágenes suponen un antes y un después en el cambio de política de repoblaciones forestales (Vales et al., 2010).

1984-1985

CECAF realiza sobre todo el territorio nacional un Vuelo Fotogramétrico Analógico en blanco y negro a escala 1:30.000. Este vuelo tiene una gran relevancia nacional ya que aporta una visión del territorio previa a la incorporación de España en la Unión Europea (1986) y a los cambios que la Política Agraria Común (PAC) provocaría en el territorio nacional (Vales et al. 2010).

1986

En marzo de 1986 se creó el Grupo de Trabajo en Teledetección (GTT). En septiembre de 1988 este grupo constituyó la Asociación Española de Teledetección (AET). Esta aso-

ciación lleva organizados hasta el momento XIV congresos así como reuniones científicas. Además, ha publicado ininterrumpidamente cada semestre desde 1993 la Revista Española de Teledetección (15).

1989-1990

Durante estos años se llevó a cabo un vuelo fotográfico en color realizado por la Dirección General de Costas sólo del litoral (Vales et al. 2010) a escala 1:10.000.

1998

En 1998, un astronauta español viaja al espacio por primera vez. Pedro Duque (Madrid, 1963) voló como Especialista de Misión en el *Space Shuttle Discovery*, STS-95, STS-95. Los 9 días de misión estuvieron dedicados a la investigación sin gravedad y al estudio del Sol. Duque se responsabilizó, entre otras cosas, de las cinco instalaciones científicas de la ESA a bordo del transbordador, así como del sistema informático empleado (16).

Duque fue también durante cinco años Presidente ejecutivo de *Deimos Imaging, S. L.*, compañía responsable del primer satélite privado español lanzado en 2009. En octubre de 2011 retomó su puesto de astronauta y actualmente lidera la Oficina de Operaciones de Vuelo, con responsabilidad sobre las actividades europeas en la Estación Espacial Internacional (17).

1999

En 1999 se inició un programa nacional de vuelos con el objetivo de cubrir sucesivamente la totalidad del estado, mediante ciclos quinquenales. Este vuelo fotogramétrico Nacional se realiza en diapositiva color, a una escala 1:40.000 (Edeso, 2006).

2000

El programa EUFAR (*European Facility for Airborne Research*) nació en 2000 y es una ac-

tividad integradora de las infraestructuras europeas en investigación aérea. Fue fundada por la Comisión Europea bajo los programas FP5/FP6/FP7. Los objetivos principales del programa EUFAR se podrían resumir en los siguientes: desarrollo del acceso trans-nacional a infraestructuras nacionales, reducir la redundancia y vacío de datos, mejorar el servicio mediante el refuerzo de habilidades a través de intercambio de conocimiento, desarrollo de estándares y protocolos, constitución de bases de datos y promoción del uso de infraestructuras de investigación aerotransportadas, especialmente para jóvenes científicos de países donde tales facilidades están ausentes (Bregier, 2010).

El Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) toma parte activamente en el programa EUFAR mediante sus plataformas aéreas e investigación atmosférica en el subprograma *Transnational Access* (TA). El objetivo del subprograma TA consiste en facilitar el acceso de los investigadores a las plataformas más relevantes en Europa financiando en su totalidad este acceso. El INTA pone a disposición del programa sus dos aeronaves CASA 212 y 200. La plataforma de investigación atmosférica posee el equipo de medida, no sólo para los parámetros del vuelo sino también para los parámetros atmosféricos básicos, nubes y microfísica de aerosoles y química atmosférica. Además, INTA contribuye con los siguientes sensores: *Airborne Hyperspectral Scanner* (AHS), *Airborne Thematic Mapper* (ATM) y *Airborne Multispectral Digital Camera* (Serrano y Gómez, 2001).

2003

En 2003 tuvo lugar la Misión Cervantes. El objetivo de esta misión espacial fue el desarrollo de experimentos científicos europeos, la mayoría de ellos españoles y que fueron realizados por el astronauta Pedro Duque. Estos experimentos estuvieron relacionados con ciencias físicas y de la vida, observación de la Tierra, educación y nuevas tecnologías, incluyendo varios experimentos en la *Microgravity Science Glovebox*, una instalación de investigación desarrollada en Europa (18).

2004

En este año se creó el Plan Nacional de Teledetección (PNT) dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT). Este plan depende del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y ambas organizaciones pertenecen al Ministerio de Fomento. Su principal objetivo es coordinar la adquisición de imágenes de satélite sobre el territorio español entre Ministerios y Comunidades Autónomas. El PNT se encarga de la realización de un pre-procesado básico (corrección geométrica y radiométrica) de las imágenes así como su distribución sin cargo económico a las Administraciones Públicas como pueden ser universidades e institutos de investigación. Las adquisiciones periódicas realizadas por el PNT incluyen imágenes satelitales de alta, media y baja resolución espacial (19).

Desde el año 2004, el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea proporciona imágenes aéreas, ortofotos y modelos digitales de elevaciones (MDE) de todo el territorio, con una periodicidad de dos años. El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) es un proyecto cofinanciado y cooperativo entre la Administración General del Estado (AGE) y las comunidades autónomas que se enmarca dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT), siendo coordinado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Tiene como objetivo la obtención de productos fotogramétricos comunes para todo el territorio nacional, con especificaciones técnicas consensuadas entre todas las administraciones implicadas y cuyo resultado es el proceso y obtención de ortofotografías digitales, incluyendo: el vuelo fotogramétrico, apoyo de campo, aerotriangulación y el modelo digital de elevaciones (20).

2007

El gobierno español pone en marcha el Plan Estratégico para el Sector Espacial 2007-2011. Este plan es gestionado por el Ministerio de Industria a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) que contribuye

con una elevada inversión económica en el desarrollo y promoción de la teledetección.

2008

En este año se inauguran las instalaciones del Centro Europeo de Ciencias Planetarias y Astronomía Espacial (ESAC) (21) de la Agencia Europea del Espacio (ESA) situado en Villanueva de la Cañada (Madrid). Fue inaugurado el 7 de febrero de 2008 y tiene un papel fundamental en las misiones astronómicas y planetarias de la ESA. Este centro recibe datos del espacio profundo desde estaciones terrestres de todo el planeta. El gran volumen de datos que regresa a la Tierra procedente del espacio debe ser calibrado y convertido en un formato explotable por los científicos. ESAC ha sido elegido por el Centro de Operaciones de la Ciencia (SOCs) como el lugar de misiones científicas de la ESA tanto de astronomía como del Sistema Solar. Esto significa que ESAC constituye un punto de encuentro a nivel internacional para los científicos espaciales que trabajan en diferentes pero relacionadas áreas.

Hasta el momento el tipo de teledetección utilizada era de tipo pasiva sin embargo, la teledetección activa empieza a cobrar importancia y nuevos datos son generados utilizando este tipo de técnicas. En este año comienza el proyecto PNOA 2008-2012 de cobertura LIDAR cuyo objetivo consiste en generar la primera cobertura LIDAR a nivel nacional. Los datos obtenidos se están utilizando para generar un modelo digital de superficies con una densidad media de 0.5 pto/m², con una distribución de hojas de 2 × 2 km (22).

2009

En 2009 se lanza al espacio el primer satélite español de carácter privado, Deimos-1. Expertos pertenecientes al Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid asociados a *Deimos imaging* son los encargados del procesado de los datos obtenidos con este satélite. Sus aplicaciones están relacionadas con todo tipo de información sobre la Tierra como

por ejemplo la agricultura, la monitorización y el control de fuegos, vertidos, etc (23).

El servicio que ofrece en la actualidad el satélite Deimos-1 se completará con el que proporcionará Deimos-2, que será el segundo satélite de observación de la Tierra de Elecnor Deimos. El nuevo satélite, que incorporará importantes avances, producirá imágenes de la Tierra con una resolución hasta 400 veces mayor que la proporcionada por su predecesor (24). El lanzamiento de Deimos-2 está previsto para finales de 2013.

Hacia el futuro

Los datos de teledetección permiten la obtención de información geográfica y ambiental de la superficie de la tierra de una forma periódica y con gran variedad de resoluciones espectrales, radiométricas y espaciales. Por estas razones, cada día más empresas y administraciones públicas integran este tipo de datos en sus proyectos. El Ministerio de Defensa y el Ministerio de Industria han realizado una elevada inversión en la construcción de dos nuevos satélites: Ingenio anteriormente conocido como SEOSAT y Paz previamente conocido como SEOSAR que pertenecen al Sistema Español de Observación de la Tierra. Ingenio estará dedicado a la adquisición de imágenes ópticas y se espera que esté en órbita en 2014 mientras que Paz estará equipado con un sensor radar y será lanzado en 2012. La constelación tendrá usos civiles y militares como el estudio de desastres naturales, vigilancia de fronteras o proporcionar diversa información al ejército español. Mientras, que Ingenio será controlado por el CDTI, el Ministerio de Defensa controlará el satélite Paz, y ambos serán operados por la compañía Hidesat (25,26). Serán los primeros satélites de observación de la tierra construidos en España. Además de Ingenio y Paz, el liderazgo español está confirmado en futuras iniciativas tales como SmallGeo (2012), Sentinel-3 (2013) o PROBA-3 (2016) entre otros.

Las universidades han jugado también un papel importante en el desarrollo y divulgación de la teledetección. En los últimos años se han creado nuevos cursos de especialización y el estudio de este tipo de técnicas ha sido inclui-

do en planes de estudio de grados, máster y doctorado. Esta información ya había sido recogida en Martín *et al.*, (1992), sin embargo la tendencia no sólo ha continuado sino que se ha visto acentuada en los años siguientes. Además, las universidades han apostado también por el futuro de estas técnicas en sus líneas de investigación como puede ser observado en el incremento de las publicaciones científicas y tesis doctorales. Con el fin de obtener datos cuantitativos sobre esta tendencia se realizó una búsqueda en la *Web of Knowledge* utilizando las palabras clave «remote sensing» como «topic» y «Spain» como «address». Esta última palabra clave permite encontrar publicaciones con al menos un autor perteneciente a un organismo español. Los resultados muestran un claro incremento del número de publicaciones en el tiempo. El trabajo más antiguo que aparece en la búsqueda se publicó en 1983 y estuvo relacionado con la teledetección en la región térmica del espectro electromagnético (Bolomey *et al.*, 1983). Desde entonces, especialmente desde 1997, el número de publicaciones ha ido incrementándose (Fig. 3).

Por otra parte se realizó otra búsqueda en la misma base de datos, *Web of Knowledge*, comparando el número de publicaciones hasta el momento (agosto, 2012) entre diferentes países europeos. Para ello se utilizaron las palabras clave «remote sensing» como *topic* y los diferentes países como *address*. En el resultado de esta búsqueda se puede observar que aunque lejos de países como Alemania, Francia o Italia, España contribuye de manera significativa a la producción científica en este campo (Fig. 4).

Para hacer una estimación del número de tesis defendidas en España relacionadas con la teledetección se realizó una búsqueda en la base de datos TESEO utilizando las palabras clave «teledetección», «percepción remota» y «remote sensing» en título y resumen. Como resultado de esta búsqueda se aprecia que 43 de las 76 universidades españolas han presentado tesis relacionadas con teledetección. Las universidades que han contribuido en mayor medida a este campo hasta día de hoy (julio 2012) son la Universidad de Alcalá (29 tesis), Universidad Politécnica de Cataluña (27 tesis), Universidad de Valencia (26 tesis) y Universidad Politécnica de Madrid (24 tesis).

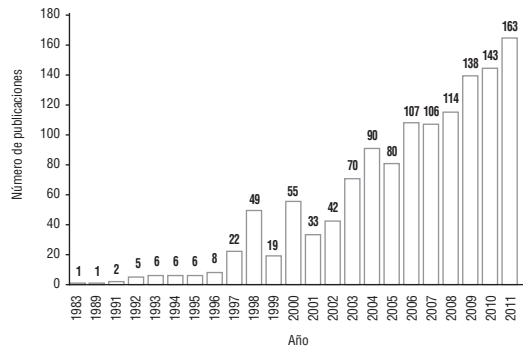


Figura 3. Número de publicaciones en la Web of Knowledge utilizando las palabras clave «remote sensing» como *topic* y «Spain» como *address*.

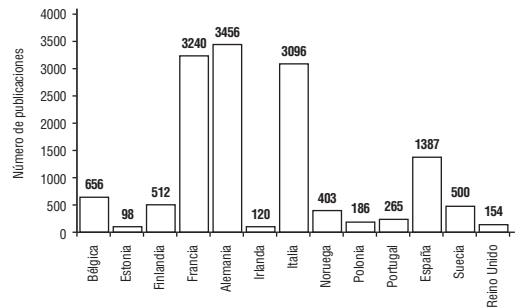


Figura 4. Resultado de la búsqueda en la Web of Knowledge para diferentes países Europeos utilizando las palabras clave «remote sensing» como *topic* y los diferentes países como *address*.

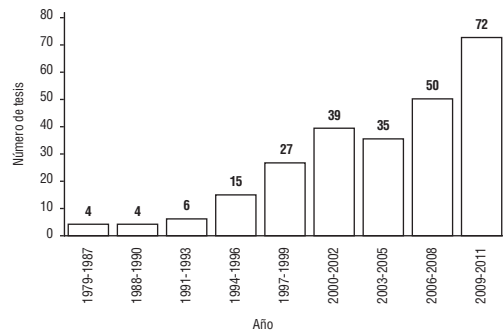


Figura 5. Número de tesis defendidas en universidades españolas entre 1979 y 2011. Los datos representados en el gráfico proceden de una búsqueda realizada en la base de datos TESEO utilizando las palabras clave «teledetección», «percepción remota» y «remote sensing».

Analizando la tendencia en el número de tesis defendidas se observa una distribución similar a la de artículos científicos mostrando un incremento claro en el tiempo (Fig. 5). Como resultado de la búsqueda, cabe mencionar

que la primera tesis defendida sobre teledetección fue presentada en la Universidad Autónoma de Madrid en 1979. Desde entonces, cada año el número de tesis ha ido en aumento con un remarcable incremento en el periodo entre 1991-1993 a 1994-1996.

Conclusiones

Los datos presentados en este artículo reflejan el creciente interés que la teledetección está provocando en España. Organizaciones públicas y privadas están invirtiendo en este campo lo que resulta en la aparición de cada vez más aplicaciones y productos. Como ha sido mencionado anteriormente, se podría afirmar que España ha apostado fuerte por la teledetección y en los últimos años nuevas organizaciones y proyectos han surgido en relación a este campo. El gobierno español ha realizado una gran inversión económica haciendo posible que España tome parte activamente en importantes proyectos de investigación, construcción de nuevos satélites, recepción de datos o instalaciones. Además, las universidades han apostado también por el futuro de estas técnicas como puede ser observado en el incremento de las publicaciones científicas y tesis doctorales. Sin embargo, a pesar del esfuerzo realizado en los últimos años aún existen cuestiones que deberían ser mejoradas en el futuro para facilitar el uso de la teledetección y para aumentar la generación de productos derivados. Entre estas cuestiones están el gran esfuerzo económico, la gestión burocrática y las restricciones de licencia o copyright que dificultan la divulgación de los datos y su reutilización. No obstante, estos antecedentes hacen de España un país competitivo a nivel internacional y se espera que esta situación continúe en el futuro debido a que nuevos proyectos continúan siendo desarrollados.

Referencias

- BOLOMEY, J. C., JOFRE, L., PERONNET, G. 1893. On the possible use of microwave-active imaging for remote thermal sensing. *IEE Transactions on Microwave theory and techniques*, 31(9): 777-781.
- BRENGIER, J. L. 2010. EUFAR. Integrating activity of the EC FP7. EUFAR/COPAL presentation. ESA/EUMESAT, 26/27 mayo, 2010. ESRIN, Frascati (Italia).
- EDESO FITO, J. M. 2006. Los datos de los SIG. Fuentes y recursos referidos a la Comunidad Autónoma Vasca. *Lurralde: Investigación y espacio*, 29: 27-55, ISSN 0211-5891.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, F. 1998. Las primeras aplicaciones civiles de la fotografía aérea en España 1: El catastro y las Confederaciones Hidrográficas. *Ería*, 46: 117-130.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, F. 2004. Los principales fondos históricos de fotografía aérea sobre Madrid. *Ería*, 64-65: 319-336.
- GALVÁN-PLAZA, R. 2007. El vuelo fotográfico de 1927 de la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro. *Cimbra*, 373: 50-53.
- JIMÉNEZ-DOLERA, J. 1974. INTASAT. Descripción general. *Comunicaciones Eléctricas*, 49(3): 287-293.
- MARTÍN, M.P., VIEDMA, O., & DOMÍNGUEZ, L. 1992. La enseñanza de la teledetección en España: inventario de cursos, medios y programas docentes. *Serie Geográfica*, 2: 11-21.
- MONTANER, C., NADAL, F., & URTEAGA, L. 2010. El servicio de cartografía de la Confederación Hidrográfica del Ebro durante la Guerra Civil Española. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 52: 273-294.
- NADAL, F., URTEAGA, L., & MURO, J. I. 2000. El mapa topográfico del Protectorado de Marruecos en su contexto político e institucional (1923-1940). *Doc. Anál. Geogr.*, 36: 15-46.
- PÉREZ, D. 1927. El procedimiento fotogramétrico-aéreo. Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, Zaragoza, Año I, nº 1.
- QUIRÓS-LINARES, F., & FERNÁNDEZ-GARCÍA, F. 1996. Los orígenes de la fotografía aérea en España. El Servicio de Aerostación Militar (1896-1913). *Ería*, 41: 173-188.
- QUIRÓS-LINARES, F., & FERNÁNDEZ-GARCÍA, F. 1997. El vuelo fotogramétrico de la «Serie A». *Ería*, 43: 190-198.
- RODRÍGUEZ-ESTEBAN, J. A., PÉREZ BLANCO, M., & RODRÍGUEZ DALDA, F. 2003. Análisis de cambios espacio-temporales a partir de la creación de ortoimágenes del vuelo fotogramétrico de 1933 (MTN 509, Comunidad de Madrid). IX Conferencia Iberoamericana SIG. VII Congreso Nacional AESIG. II Reunión GMC SIGT Cáceres 2003 - Universidad de Extremadura: Servicio de Publicaciones. ISBN: 84-7723-661-5.
- RUIZ DE ALDA, J. 1931. Catastro rápido nacional. *Anales de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos*, 74-100.
- SASTRE DOMINGO, J. 1998. Recuperación de documentos cartográficos. *Topografía y Cartografía*, 84: 2-18.

- SERRANO, O., & GÓMEZ, J. A. 2001. EUFAR: Una iniciativa para mejorar el acceso a la flota europea de aeronaves de investigación medioambiental. *Teledetección, Medio Ambiente y Cambio Global*, 621-625.
- URTEAGA, L., NADAL, F., & MURO, J. I. 2000. Los mapas de España del *Army Map Service*, 1941-1953. *Eria*, 51: 31-43.
- VALES, J. J., CARPINTERO, I. R., GRANADO, L., MÉNDEZ, E., MONTOYA, G., PINO, I., PRIETO, R., GIMÉNEZ DE AZCÁRATE, F., CÁCERES, F., & MOREIRA, J. M. 2010. Producción de ortofotos históricas para la generación de bases de datos temáticas. Cartografía de usos y coberturas del suelo. REDIAM. En: OJEDA, J., PITA, M.F., & VALLEJO, I. (Ed.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. pp. 370-384.
- WALKER, H. J. 2006. Evelyn Lord Pruitt, 1918-2000. *Annal of American Geographers*, 96 (2): 432-439.
- (8) <http://www.diariodesevilla.es/articulo/ocio/387080/alemanes/y/aliados/cartografiaron/andalucia/durante/la/ii/guerra/mundial.html>
- (9) <http://www.secft.org/secft,1,1,quienes-somos.html>
- (10) <http://www.inta.es/NuestraHistoria.aspx>
- (11) <http://www.inta.es/DondeEstamos.aspx>
- (12) <http://www.inta.es/noticias/documentos/INTASAT.pdf>
- (13) <http://www.secft.org/einzelartikel.php?kat=1&subkat=11&subid=11>
- (14) http://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=5&MN=1&r=1920*1080
- (15) <http://www.aet.org.es/?q=presentacion>
- (16) http://www.esa.int/esaCP/ESASZCZ84UC_Spain_0.html
- (17) http://www.esa.int/esaHS/ESAREUZUMOC_astronauts_0.html
- (18) http://www.esa.int/esaMI/Cervantes_mission_Spanish/index.html
- (19) <http://www.ign.es/PNT/documentacion.html>
- (20) <http://www.01.ign.es/ign/layoutIn/actividadesFotoTelePNOA.do>
- (21) http://www.esa.int/SPECIALS/ESAC/SEM329HY50H_0.html
- (22) <http://www.ign.es/PNOA/productos.html>
- (23) <http://www.elecnor.es/proyectos/deimos-1-primer-satelite-comercial-de-observacion-de-la-tierra>
- (24) <http://www.deimos-imaging.com/noticias/deimos-1-primer-satelite-espanol-de-observacion-de-la-tierra-cumple-su-tercer-aniversario>
- (25) http://www.concursoespacial.com/tematico/LaTierra5_2.asp
- (26) <http://www.rtve.es/noticias/20110801/ingenio-primer-satelite-optico-espanol-entrara-orbita-2014/451517.shtml>

Referencias digitales¹

- (1) <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/RemoteSensing/>
- (2) http://www.gis.usu.edu/~doug/RS5750/lectures/L2_Sensors.pdf
- (3) http://patrimonioculturalmelillense.blogspot.com.es/2009_04_01_archive.html
- (4) <http://www.ejercitodelaire.mde.es>
- (5) <http://www.secft.org/secft,1,1,quienes-somos.html>
- (6) http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=a,0,c,365,m,2705&r=ReP-13487-DETALLE_REPORTAJESPADRE
- (7) http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,a,0,m,2705&r=ReP-13486-DETALLE_REPORTAJES

¹ Último acceso 05 de septiembre de 2012.