

El Centro Principal Helios Español (CPHE)

JOSÉ TAMAME CAMARERO
Teniente Coronel CG Ejército del Aire

JUAN ANTONIO DE LA TORRE VALENTIN
Comandante CG Ejército del Aire

JUAN FRANCISCO SANZ DIAZ
Comandante CG Ejército del Aire

Se ha podido leer en alguna publicación nacional que España está entre los primeros países europeos en cuanto a tecnología espacial. Quizá con esta aseveración su autor peca de optimista. Se aproximaría más a la realidad si acotáramos dicha apreciación al campo de la observación desde el espacio. Y sería mucho más exacta si dijéramos que España empieza a despuntar en la observación desde satélite a partir de 1995.

En cualquier caso, esta afirmación, no por más modesta menos importante, se puede hacer gracias a la decisión que en su día se tomó sobre nuestra participación en el programa Helios.

Helios no sólo ha significado la formación de un -de momento- reducido grupo de personas civiles y militares en ese mundo, sino que nos ha permitido demostrar nuestra capacidad tecnológica mediante el desarrollo íntegro y puesta en marcha del Centro de Tratamiento y Explotación de Imágenes (CTEIE) del CPHE, a pesar de su manifiesta complejidad.

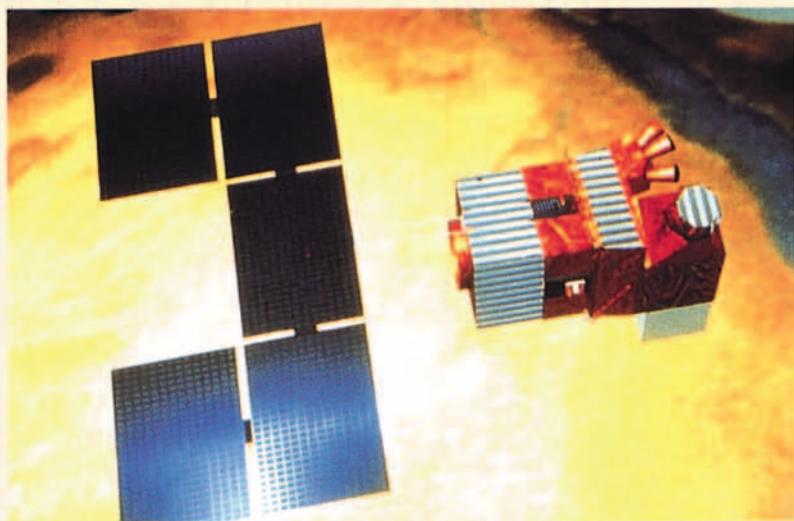
A propósito de esto último, es conveniente recordar al profano, o al poco familiarizado con el tema que nos ocupa, que la observación espacial no consiste sólo en construir un satélite y colocarlo en la órbita adecuada (que ya es complejo, y mucho). No, no basta colocar un pequeño satélite en el espacio



Vista parcial del Centro Principal Helios Español (CPHE).



Ejemplo de explotación (Imagen SPOT).



El satélite Helios I.

y esperar "que mande fotos". Hay que disponer de un centro de mantenimiento en posición, un centro de control y programación, un centro de tratamiento y explotación de imágenes, una serie de estaciones de mando, un centro de recepción de imágenes, unos sistemas de transmisión,El satélite en sí, grande o pequeño, no es todo; ni mucho menos. Y todo ello, implica personal especializado; personal del que hay que disponer o, en su caso, formar.

Helios I ha servido, y sirve, para formar al personal que trabaja en el CPHE y en el Centro de Recepción de Imágenes (CRIE); si bien siempre son necesarios cursos de perfeccionamiento, particularmente para la interpretación de imágenes -en este caso dentro del espectro visible-. La participación de España en futuros programas nos permitirá previsiblemente adquirir experiencia en el campo del infrarrojo, y con ello nuestra capacidad operativa, tanto en el terreno militar como en el civil, se verá tremendamente incrementada. Ni que decir tiene que el grado máximo de operatividad se conseguirá

disponiendo además de una plataforma con radar de apertura sintética. Esa combinación: visible - infrarrojo - radar, supondría no sólo operar en todo momento (de noche y de día, y en cualquier situación meteorológica) sino que ampliaría generosamente el campo de objetivos a detectar, tanto en medio ambiente, observación oceánica y verificación de tratados internacionales, como en las tareas catalogadas de puramente militares.

En suma, nuestra continuada participación en el Helios facilitará nuestra labor si en algún momento se decide el desarrollo de un sistema nacional, pues ya dispondremos de los conocimientos necesarios para trabajar con él y obtener el rendimiento necesario.

Por otro lado (y comoquiera que en alguna ocasión se nos ha planteado la cuestión), puede surgir la pregunta: Si existe un Centro de Satélites de la UEO (CSUEO), y recientemente los 14 gobiernos de la Agencia Europea del Espacio han acordado la iniciación de trabajos sobre una serie de satélites de observación, ¿necesitamos realmente el CPHE? Quizá no somos quienes para justificar su necesidad (que, en cualquier caso nos resulta evidente), pero sí podemos hablar de su utilidad porque la vemos día a día. Las imágenes Helios se están utilizando para llevar a cabo múltiples misiones merced a su alta resolución: desde despliegues para misiones de paz o asistencia humanitaria a diversos puntos del globo (léase

crisis de Kosovo), a la confección de carpetas de objetivos. El disponer del satélite (lo que no es el caso del CSUEO que debe adquirir sus imágenes de Rusia, Ucrania, EE.UU., del propio CPHE, etc.) significa rapidez, autonomía, confidencialidad ..., aparte de que las misiones encomendadas al CSUEO por el Consejo son de interés común y amplio propósito, y nunca de interés particular y propósito específico. En definitiva, cada uno de los vecinos de una comunidad nunca renunciará a su propia puerta, aunque la comunidad disponga de una verja.

Hoy, nuestra puerta es el CPHE. Potenciarlo significa, aparte de lo antes descrito, incrementar no sólo nuestra seguridad y la de nuestros despliegues allende las fronteras, sino fortalecer el prestigio de España al facilitar actuaciones en cualquier parte del mundo; aspecto éste, que durante la crisis jugoslava ya ha puesto de manifiesto alguna potencia que no cuenta con nuestra especial y "espacial" ventaja.

EL CPHE EN EL SISTEMA HELIOS

El sistema Helios se organiza en torno a dos entidades diferenciadas: la Componente Espacial Helios y la Componente Suelo de Usuario.

La Componente Espacial Helios o CSH (acrónimo en francés de Composante Spatiale Hélios) comprende el satélite o satélites en vuelo, un Centro de Mantenimiento en Posición (CMP) en Toulouse y una red de estaciones en la banda de 2 Ghz (Ausaguel cerca de Toulouse, Kourou en la Guayana Francesa, las islas Kerguelen en el Océano Índico, Hareteebeshoeck en Sudáfrica, Kiruna en Suecia). Gracias a la Telemetría de servicio, recibida en las estaciones de la red de 2 Ghz, el CMP, y todo el Sistema Helios, se mantiene informado en tiempo real del estado de salud del satélite a fin de reaccionar en caso de anomalía. Desde la sala de control del CMP se ejecutan y preparan todas las operaciones relativas a los satélites en vuelo: control de su estado, telecomando para la gestión de equipos, ejecución de maniobras, telecarga del plan de trabajo. Un simulador completo de los sistemas a bordo del satélite permite comprobar todas las órdenes antes de su envío al satélite y entrenar al personal. Estas funciones son realizadas por personal del CNES Centro Nacional de Estudios Espaciales francés lo que permite aprovechar medios comunes con otros satélites controlados por este organismo (SPOT y Télécom).

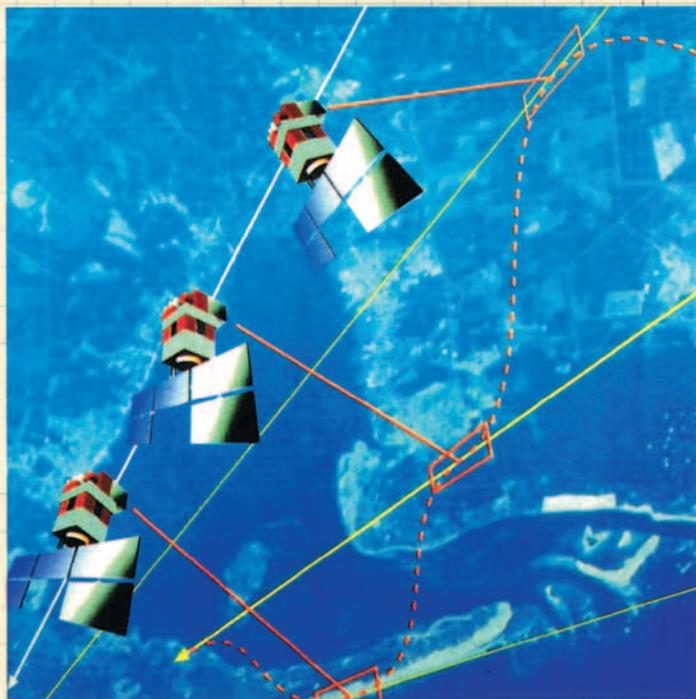
La Componente Suelo de Usuario o CSU está formada por los tres segmentos nacionales que comprenden un Centro Principal Helios y un Centro de Recepción de Imágenes en Francia, Italia y España. Los Centros Principales situados en las Bases Aéreas de Creil (al norte de París), Pratica di Mare (cerca de Roma) y Torrejón y los Centros de Recepción en Colmar (al este de Francia), Lecce (sur de Italia) y Maspalomas (Canarias) se encuentran comunicados por líneas dedicadas de datos.

El CPHF, Centro Principal Helios francés, es además el "Centro Sistema" y asegura la coordinación internacional en la utilización de los mismos recursos, los satélites en vuelo. Un destacamento de oficiales españoles se encarga de facilitar esta labor y mantener permanentemente informados al EMAD y al CPHE de todas las operaciones en curso o previstas.

Cada país recibe del CMP, a través del Centro francés, CPHF, todos los datos necesarios para elaborar lo que se denomina 'plan de trabajo', que consiste en el conjunto de operaciones a realizar por el satélite, plataforma y carga útil, durante las siguientes 24 horas. En cada CPH, franceses, italianos y españoles eligen sus objetivos de interés y los ordenan en una lista de acuerdo con su urgencia y su importancia. Posteriormente estas listas ordenadas de objetivos son enviadas al CPHF donde un simulador, en función de unas reglas de utilización acor-



Vista general del edificio C.P.H.E.



Helios 1. Encadenamiento de tomas de vista.

dadas por los respectivos Estados Mayores de Defensa, elabora automáticamente el plan de trabajo. Los oficiales destacados en el CPHF intervienen en este momento para realizar las modificaciones que las necesidades operativas nacionales o internacionales precisen.

El plan de trabajo se envía al CMP de Toulouse, que verifica su validez técnicamente y procede a telecargarlo en el satélite cuando este sobrevuela la zona de visibilidad de alguna de las estaciones de



Sala de Ordenadores del CCPE (Centro de mando y Programación). La sala de datos de cobertura Helios (BDH) contiene todas las referencias necesarias para la programación y seguimiento de las misiones satélite.



Antena de recepción del C.R.I.E. Maspalomas.



Archivo Central de Soportes. La Gestión del archivo se encuentra totalmente informatizada y dispone de capacidad para toda la vida útil del sistema.

la red de 2 Ghz. El satélite, con estos comandos, efectúa la misión y registra a bordo o transmite directamente a tierra las imágenes. Normalmente, durante los sobrevuelos nocturnos de los Centros de Recepción, la denominada "telemedida imagen" es enviada y registrada en cintas de alta densidad, con capacidad para decenas de Gbytes, para su posterior envío a cada CPH, donde serán descifradas y tratadas para poder ser explotables por los fotointerpretes.

Misión del CPHE

Las misiones que tiene encomendadas el CPHE como integrante de la CSU Helios son las siguientes:

- Deposito, análisis, seguimiento, control y jerarquización de las peticiones de misión nacionales.
- Coordinación operativa y técnica del segmento nacional español.
- Tratamiento de la telemedida imagen. Genera-

ción de diversos tipos de productos imagen, con distintos niveles de calidad y resolución.

- Archivo, control y distribución de las imágenes producidas en el CPHE, o recibidas de otros centros principales del Sistema.

- Interpretación de las imágenes y elaboración de Informes.

Para cumplir estas misiones y de acuerdo con el funcionamiento del sistema esquemáticamente descrito en el punto anterior, el CPHE se mantiene en actividad las 24 horas. Todas las misiones relacionadas con el control de los satélites en vuelo deben estar permanentemente activadas. Los oficiales y suboficiales que realizan el servicio de 24 horas, o de "permanencia" en la jerga Helios, aseguran la coordinación técnica y la generación de productos imagen en las horas de trabajo y además están capacitados para realizar el depósito, seguimiento y jerarquización de las misiones operativas en los casos en los que no se siga la llamada cronología nominal o habitual (que son bastante frecuentes dadas las diversas situaciones de crisis).

Por otra parte, la elevada cantidad de imágenes obtenidas por el sistema obliga a extender al máximo la jornada de trabajo para aprovechar eficazmente el número de puestos de explotación disponibles y generar todas las imágenes que toma el satélite. Así en el CPHE se establecen turnos de trabajo de mañana y tarde-noche que son adaptables a las condiciones operativas del sistema.

El esquema siguiente resume la actividad del CPHE en una jornada de cronología nominal o habitual:

08:00 El Centro de Mantenimiento en Posición informa a los centros principales de las posiciones orbitales previstas para el satélite para el día siguiente.

17:00 Hora límite (en una situación operativa normal) de transmisión de misiones solicitadas por España al Centro Sistema francés.

17:30 Transmisión al CMP de la lista de misiones trinacional.

24:00 Telecarga del plan de trabajo en el satélite.

00:30-04:00 Recepción de las imágenes en los CRI.

07:30-22:00 Horario normal de producción de imágenes.

07:30-22:00 Horario normal de explotación de imágenes.

Misión del CRIE

El Centro de Recepción de Imágenes tiene como función recibir y registrar la telemetrada imagen enviada por el satélite y posteriormente suministrarla a los Centros Principales. Dadas las características de la órbita del satélite se eligió una localización de los CRIE que extendiera lo más posible las zonas de cobertura, los círculos de visibilidad de las estaciones en los cuales es posible la recepción de la señal transmitida.

El elemento fundamental del CRIE es su antena de recepción, capaz de asegurar grandes velocidades angulares con muy variadas posiciones de azimut. El momento crítico en su actividad es el "enganche": de acuerdo con las informaciones suministradas por el CMP la antena se sitúa en un punto de espera, donde una vez adquirida la señal del satélite se inicia el seguimiento automático. Esta operación no admite posibilidad de error, la duración de los sobrevuelos de satélite es tan corta y su velocidad angular respecto a la estación tan elevada que un error en la adquisición o en el seguimiento implicaría siempre la pérdida o la degradación de las imágenes.

Actualmente la telemetrada se graba en cintas de alta densidad debido funda-

mentalmente a la imposibilidad de disponer en el momento de su diseño de un sistema fiable capaz de asegurar la grabación de la señal con la elevada velocidad binaria de transmisión utilizada por el satélite.

EL CENTRO DE TRATAMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE IMÁGENES DEL CPHE

El Centro Principal Helios Español (CPHE), para desempeñar sus misiones relativas a la programación y seguimiento de las misiones satélite nacionales y a la explotación de las imágenes adquiridas, se encuentra funcionalmente constituido por el Centro de Mando y Programación Español (CCPE) y por el Centro de Tratamiento y Explotación de Imágenes Español (CTEIE). En este sentido el CPHE presenta una característica singular y muy im-



Geografía del sistema Helios.



Control de Seguridad. El control de accesos y los sistemas de seguridad física del Centro se encuentran completamente informatizados.



Sala de ordenadores del Sistema de Producción. La información bruta procedente del satélite se transforma en productos normalizados libres de errores.



Puesto de interpretación de imágenes. Los intérpretes realizan un análisis operativo sobre las zonas de interés de una imagen.

portante que lo diferencia de los otros dos centros principales francés e italiano : las aplicaciones informáticas y el diseño de la arquitectura "hardware" y de comunicaciones relativas al tratamiento y explotación de las imágenes han sido desarrolladas exclusivamente por la industria española.

El Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) se constituyó en contratista principal para el desarrollo del sistema de tratamiento y explotación de imágenes del CPHE, coordinando y dirigiendo los trabajos de empresas nacionales de acreditada solvencia tecnológica, para las cuales, por otra parte, supuso un importante reto el abordar un proyecto de tales características.

Pero, ¿cuáles son las funciones de un Centro de Tratamiento y Explotación de Imágenes y cómo se concretan éstas en el CPHE?

La interacción entre el objeto observado y la fuente de energía a la cual es sensible el sensor embarcado en el satélite es un fenómeno físico muy complejo cuya realización se ve afectada por un gran

número de distorsiones que afectan a la calidad y precisión de la imagen. Estas distorsiones son básicamente de dos tipos : geométricas y radiométricas. Son distorsiones geométricas muy comunes las debidas, por ejemplo, a pequeñas variaciones de la órbita real descrita por el satélite respecto de la órbita modelo, las debidas a rotación de la Tierra durante el proceso de adquisición de la imagen, la dispersión producida en la atmósfera por la presencia de aerosoles y partículas en suspensión, etc. Las distorsiones radiométricas más significativas pueden producirse por desplazamientos infinitesimales de los componentes del sistema óptico respecto de su posición nominal, por la diferencia de calibración entre detectores elementales de la retina del sensor, por la completa indisponibilidad de algunos de ellos, etc.

Por otra parte el propio proceso de adquisición lleva implícita la realización de un conjunto de operaciones sobre la información captada, tales como la amplificación, codificación digital, compresión,

formateado y cifrado, que han de ser aplicadas en orden inverso a la imagen una vez ha sido recibida en el centro de tratamiento y de forma previa a su análisis por un intérprete.

La aplicación de un conjunto de tratamientos para obtener la información original captada por el sensor, la corrección de las distorsiones geométricas y radiométricas producidas durante la adquisición y la aportación de funciones, medios y herramientas informáticas para el análisis operativo de la información implícita en una imagen por parte de un intérprete, constituyen las funciones básicas que debe aportar todo centro de tratamiento y explotación de imágenes.

El CTEIE del CPHE se encuentra organizado en los siguientes subsistemas para proporcionar las funciones referidas en el párrafo anterior: Sistema de Producción (SP) y Sistema de Archivo y Tratamiento Interactivo (SATI).

El SP tiene por misión la generación de un producto normalizado corregido geométrica y radiométricamente, según distintos niveles de calidad, que se constituye en la base para un análisis operativo por parte de un intérprete. La información que llega al SP contenida en una cinta de alta densidad (HDDT) generada en un Centro de Recepción de Imágenes (CRI) del Sistema Helios es inventariada, deformateada, descomprimida y descifrada. Al objeto de obtener de la forma más rápida posible una visión macroscópica de la imagen para determinar su calidad y cobertura real de nubes (es necesario recordar en este punto que el satélite Helios I funciona sólo en el espectro visible) se genera un producto denominado Imagen Álbum. El producto Álbum sólo comprende uno de cada ocho pixels (elementos de información básicos) de la imagen, a los cuales se les han aplicado las funciones de corrección radiométricas y geométricas con las que cuenta el "software" de tratamiento.

La imagen Álbum también se utiliza para decidir sobre qué zonas de la misma se generarán productos de mayor calidad que constituirán la base de partida de los trabajos de análisis e interpretación. Estos productos son básicamente de tres tipos: QA, QB y QC.

El producto QA es un producto de urgencia. A cada pixel de la imagen se le aplican un conjunto de correcciones radiométricas y geométricas básicas siendo un condicionante importante la obtención del producto en un tiempo muy limitado.

El producto QB puede considerarse el producto habitualmente generado en el CTEIE; en él se han aplicado todas las correcciones radiométricas y geométricas con las que cuenta el sistema de tratamiento. Su nivel de calidad es por lo tanto muy apto para la mayor parte de los trabajos de explotación.

El producto QC es el producto más complejo generado por el Centro de Tratamiento. Añade a las características del producto QB su calidad cartográfica,

es decir, una imagen QB obtenida para una determinada proyección cartográfica puede utilizarse con la misma precisión y coherencia que una carta de la misma proyección y escala de dicha zona. El producto QC por otra parte requiere un tiempo considerablemente mayor para su elaboración que el invertido en los productos QB.

Las imágenes en sí mismas son síntesis muy complejas de la realidad observada, cuyo contenido es necesario analizar para obtener la información realmente aprovechable desde un punto de vista operativo. Por este motivo, los productos generados por el SP, si bien se encuentran normalizados y libres de errores dentro del nivel de calidad establecido, han de constituirse en la base de posteriores tratamientos, que en términos generales se denominan tratamientos de explotación y que tienen por objeto la obtención de una rentabilidad operativa de la información de la imagen a través de su análisis.

Las funciones realizadas a partir de esta etapa son responsabilidad del denominado Sistema de Archivo y Tratamiento Interactivo (SATI). Este componente funcional del Centro de Tratamiento proporciona un conjunto de herramientas que son utilizadas por los intérpretes en los denominados PTI,s (Puestos de Tratamiento Interactivo). Estas funciones permiten mejorar la interpretabilidad visual de la imagen mediante la aplicación de técnicas de modificación del contraste aparente, el uso de filtros digitales, la aplicación de pseudocolor, la presentación estereoscópica, etc. También permiten la ampliación y reducción de componentes en distintas escalas, la realización de mediciones lineales, de superficie y volumétricas, la aplicación de rotaciones y deformaciones controladas, entre otras muchas. Asimismo se proporciona una variada gama de instrumentos para la edición y representación del trabajo del intérprete, desde editores gráficos especializados hasta bibliotecas de símbolos, permitiéndose la obtención de resultados en múltiples soportes.

Otra función esencial del SATI es el mantenimiento de todo el sistema de catalogación y archivo de la información. Una compleja base de datos permite controlar el estado en el que se encuentra cada trabajo de explotación, el intérprete al que ha sido asignado, sus relaciones con otros trabajos ya concluidos, la existencia de información colateral que pudiera ser útil para un análisis concreto, la realización de estadísticas y el control centralizado del sistema.

Para concluir podemos indicar que el Centro Principal Helios Español dispone de un moderno y eficiente Centro de Tratamiento y Explotación de Imágenes, desarrollado íntegramente por la industria nacional, y que a lo largo de más de tres años de funcionamiento operativo ha demostrado una perfecta adecuación a los requisitos del sistema con un rendimiento, calidad y capacidad productivas altamente satisfactorias. ■