

# Aniversario más que feliz

## Segundo año de operaciones del MINISAT

DAVID CORRAL HERNANDEZ

### UN PROYECTO DE FUTURO

**E**l programa de minisatélites español, iniciado en 1990 por el INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) con impulso y apoyo del Ministerio de Defensa, surgió con una pretensión muy determinada, lograr que el sector aeroespacial español adquiriera las capacidades necesarias para diseñar, fabricar, integrar y operar un sistema espacial completo. Este programa pertenece al Plan Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, aprobado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), con el soporte del Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI). El objetivo específico fijado para el programa de minisatélites era la construcción y desarrollo de una plataforma estándar multiuso y polivalente, de bajo costo y desarrollada en un tiempo récord de dos años. Surge así MINISAT, un minisatélite de diseño y fabricación totalmente españoles.

En estos dos años de operaciones, cumplidos el pasado abril, las previsiones más optimistas han sido incluso escasas. Hasta el momento no han aparecido signos de degradación en la nave por influencia del medio externo espacial y todavía no ha funcionado ninguno de los sistemas redundantes a bordo, necesarios si fallan los sistemas principales. El tiempo de vida útil previsto ha sido superado y la nave está "al cien por cien" de salud y capacidades, por lo que MINISAT 01 prolongará al menos un año o más su trabajo. Sus planteamientos de desarrollo y elaboración han sido muy distintos a los tradicionales, de hecho fue casi precursor en lanzamientos de minisatélites y ha sido uno de los primeros programas en llevar a la práctica las políticas de más barato, más rápido y más lejos, resultados posibles por la mejora en calidad y gestión y fundamentales por la escasa plantilla disponible. Su concepción técnica es un sistema completo de satélite pero con plataforma multipropósito, factor que convierte a este sistema en uno de los más baratos del mercado

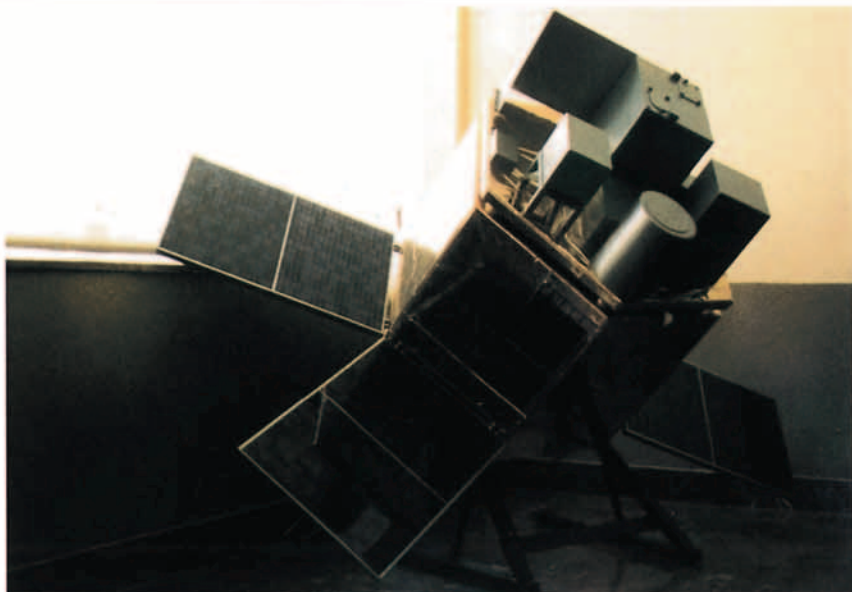




aeroespacial internacional y el que necesita los plazos de fabricación más cortos, unos dos años, sin perder las prestaciones que ofrecen grandes sistemas con presupuestos mucho más elevados.

## LOS PASAJEROS. TRES INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS Y UN EXPERIMENTO TECNOLÓGICO

**EURD.** Espectrógrafo Ultravioleta extremo de Radiación Difusa. Estudia la radiación difusa que se encuentra en el medio interestelar galáctico en el extremo ultravioleta (EUV), con una rango de espectro de 350 a 1100 Angstroms. Sus investigaciones se centran fundamentalmente en la fase caliente del medio interestelar, brillo atmosférico nocturno, los espectros de estrellas brillantes interpuestas en su dirección de observación, el espectro de luna llena cada mes y la emisión producida por la desintegración de los neutrinos que podría ser el componente fundamental de la materia



Maqueta 1:1 del Minisat 01.

oscura del Universo. Su desarrollo se realizó por el INTA y la Universidad Berkeley de Estados Unidos. Con él se ha conseguido el mejor espectro de brillo nocturno conocido.

**CPLM.** Comportamiento de Puentes Líquidos en Microgravedad. Ins-

trumento desarrollado por la Universidad Politécnica de Madrid destinado a estudiar el comportamiento de puentes líquidos en microgravedad o gravedad reducida. Esta tecnología tiene una alta aplicación en campos tan dispares como la microelectrónica o el farmacéutico.

**LEGRI.** Cámara de Imagen de Rayos Gamma de Baja Energía (Low Energy Gamma-ray Imager). Desarrollo internacional compuesto por el INTA, CIEMAT y Universidad de Valencia, y por las universidades británicas de Birmingham y Southampton y el Rutherford Appleton laboratory (RAL). Su concepción es ensayar la posible construcción de telescopios con capacidad para la obtención de imágenes y espectros en rango gamma basados en detectores en estado sólido. Estudia la radiación Gamma de baja energía (20-100 KeV) por medio de detectores Hg<sub>2</sub>Te. Sus resultados se aplicarán en proyectos próximos y de gran envergadura como la misión INTEGRAL, el futuro observatorio de la ESA en radiación X y gamma.

**ETRV.** Experiencia Tecnológica de un Regulador de Velocidad. Ingeniería de CASA (División Espacio) para estudiar el comportamiento en órbita de un nuevo diseño de regulador de velocidad para despliegue de grandes antenas, paneles solares, reflectores, mástiles, etc. Su prueba



Cuadro 1

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MINISAT 01:

- Masa Total: 200 Kg. (100 Kg. módulo básico y 100 Kg. carga útil).
- Paneles: 4 con 45 W. de potencia cada uno.
- Consumos: 60 W. el módulo básico y 40 W. la carga útil.
- Velocidad de transmisión a la Tierra: 1 Mbps.
- Potencia transpondedor: 5 W.
- Banda de Telemetría: S.
- Memoria total: 32 Mb.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLATAFORMA MINISAT 1:

- Masa total: ~600 Kg. (120 Kg. módulo básico, 180 Kg. equipo específico y ~300 Kg. carga)
- Paneles: 12 con 45 W. de potencia cada uno.
- Consumos: 60 W. el módulo básico, ~360 W. la carga útil y 20 W. equipo específico.
- Velocidad de transmisión a la Tierra: 1 Mbps.
- Potencia transpondedor: 5 W.
- Velocidad de transmisión de datos: 100 Mbps
- Banda de Telemetría: S.
- Banda de transmisión: X.
- Memoria total: 64 Mb.



fue un éxito rotundo al realizar en tres minutos un despliegue total con un giro de 180 grados. Será montado en el Hispasat 1C y muy probablemente sea pasajero en múltiples misiones futuras.

## LA MASA OSCURA DEL UNIVERSO POR EL PROFESOR SCIAMA Y MINISAT

El científico teórico norteamericano Denis Sciama, autor de una de las teorías más aceptadas sobre la composición del Universo, cree que con las observaciones realizadas con MINISAT 01 es posible desvelar la composición del 90% de la materia que forma el Universo, llamada "materia oscura" por no ser observable por métodos directos. Sus planteamientos están basados en la Teoría Elemental de Partículas - existe un protón que choca y se descompone, eliminando un electrón en la capa exterior y dando lugar a una partícula con menos masa, el neutrino - y es la radiación generada en este proceso, en el ultravioleta lejano, la que puede detectar EURD. Los neutrinos tienen una longitud de onda muy particular y específica, por la energía que separará el neutrón del átomo de hidrógeno, y generan una radiación muy difícil de detectar por su carga energética. El tipo de intensidad de las radiaciones medidas por EURD hace que sean necesarias muchas horas de observación y análisis para conseguir resultados fiables y contrastados.

Otro problema añadido es el ruido que aparece por la presencia de átomos de hidrógeno en las cercanías de la Tierra. Como filtro en las observaciones se tiene en cuenta la presencia de un décimo del total de átomos de hidrógeno por unidad de volumen al cubo. Esta elevada densidad de átomos de hidrógeno hace que la observación resulte muy opaca. Hay que conocer además la distancia exacta a la que se encuentra esta radiación para obtener datos fiables, siempre más de un millón y medio de años luz de distancia para obtener observaciones fiables.

Una vez determinada la masa de la materia, paso a realizar en la actualidad, podrá calcularse la masa del



Cuadro 2  
CRONICA DEL LANZAMIENTO

- 12.02. El Lockheed L-1011 con el cohete Pegaso, lanzador del MINISAT, anclado en el exterior de la bodega, despegó de la Base Aérea de Gando (Gran Canaria).
- 12.03. Despegan los dos F-18 de la Fuerza Aérea Española en tarea de escolta. Toman imágenes en directo de la suelta y puesta en marcha del MINISAT 01. Si hay contingencias tienen orden de alejarse lo más posible de la zona de lanzamiento, MINISAT 01 tiene un sistema de destrucción en vuelo.
- 12.59. Final de la cuenta atrás. Altitud: 11.790 m. El avión está en el punto de lanzamiento previsto y los técnicos en control tierra dan orden de lanzar.
- 13.02. Pegaso se separa del avión. Llevará a MINISAT 01 y las esperanzas de muchos años en un viaje de poco más de una hora hasta su destino a 600 kilómetros de altura.
- 13.08. Puesta en órbita del MINISAT. Después de seis segundos de caída libre la primera etapa del Pegaso entra en ignición y comienza un ascenso vertiginoso hacia la órbita deseada.
- 14.28. Pegaso ha cumplido. Separado el MINISAT 01 de la tercera etapa entró en la órbita prevista.
- 17.30. Misión cumplida. A 27.000 Km/h. y en su tercera órbita a la Tierra el MINISAT 01 estaba en plenas condiciones de funcionamiento, condiciones mantenidas hasta la actualidad.



Universo y, conocida ésta, se sabrá si el Universo está en expansión o si está en contracción, evolución que supondría un anti Big Bang por la concentración de toda la materia del Universo en un sólo punto. Por el momento no hay resultados definitivos sobre la composición de esa "materia oscura". Son necesarias entre 1000 y 2000 horas de observación del satélite y las correspondientes de análisis en tierra, procesando datos recibidos del EURD, para poder decir si son realmente neutrinos

o no lo que forma el 90% de la materia oscura del Universo.

## DIARIO DE TRABAJO

En 1993 se eligió el lanzador norteamericano "Pegaso", un cohete de tres etapas aerolanzado en vuelo desde la "panza" de un avión, en este caso un modificado Lockheed L-1011 Tristar. Elegir este tipo de lanzamientos supone eliminar los problemas propios de los realizados desde puestos terrestres, en especial



## Entrevista a EMILIO VARELA, Director General del INTA



Emilio Varela, Director General del INTA, junto a M. Angel García Primo, Jefe de Programas del INTA

**—En estos dos años de actividad y con la aparición de nuevas plataformas ¿se ha perdido el puesto de privilegio alcanzado con MINISAT en el área de Minisatélites?**

*—Sinceramente creo que hemos ganado mucho. Fuimos conceptualmente los iniciadores de esta tecnología en 1990. El proceso ha sido lento porque el número de personal dedicado es relativamente reducido, pero esta carencia ha sido superada con una gran ilusión y en estos momentos puedo asegurar que somos prácticamente líderes en el área de minisatélites. Conseguir el liderazgo pasa por demostrar la eficiencia de la tecnología, el problema es que mantener el liderazgo va a ser muy difícil porque, demostrado que la tecnología es eficiente, cuando grandes países como Estados Unidos inviertan se comprenderá que no podremos mantener el nivel frente a su potencial económico, científico e industrial. Su potencial es tan fuerte que no seremos líderes pero tampoco estaremos fuera del mercado. No miraremos como cuando yo era pequeño y se miraba pasar a*

*un avión por mi pueblo y decíamos que era un pájaro mecánico del que no sabíamos nada y al que mirábamos pasar asombrados.*

**—¿Las dificultades con los programas son por carencia técnica o económica?**

*—MINISAT es un problema de escala, no es que no te concedan dinero, es que España tiene unos recursos y unas limitaciones en absoluto equiparables a Estados Unidos u otras naciones, desgraciadamente. Sin embargo hace nueve años, cuando nadie creía en estos proyectos, nosotros los lanzamos. El problema general es de escala, no es que no se destinen recursos, la necesidad es tal que se deberían absorber para ser competitivos los recursos que el país necesita para atender a la Seguridad Social o Educación, que son prioritarias. Cada país tiene su escala y debe adaptarse a ella. Los presupuestos en un centro de investigación, en cualquier caso, nunca son suficientes, pero aún no siendo suficientes nunca podríamos alcanzar el nivel de potencias como Estados Unidos.*

dependencia meteorológica, implica menores aceleraciones y reduce notablemente el sufrimiento por transporte de los equipos embarcados. El 21 de abril de 1997, después de completar tres órbitas y conectar todos los sistemas, MINISAT 01 estaba operativo.

El centro de control de la misión MINISAT 01 está situado en el INTA, Torrejón de Ardoz (Madrid), desde Maspalomas (Gran Canaria) doce personas vigilan al satélite hasta el fin de su vida útil y en Villafraña del Castillo (Madrid), se operan los instrumentos y explotan los datos científicos obtenidos en los experimentos en el Centro de Operaciones Científicas (COC) y en el Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF). Las operaciones básicas que se realizan con el MINISAT 01, resumidas, son el seguimiento, el envío de telecomandos, recepción de telemetrías y medidas y el "ranging" (velocidad y distancia del satélite).

El objetivo científico, secundario en la misión, ha resultado según las valoraciones incluso más satisfactorio que el principal, la plataforma. Los resultados de la calificación en órbita de los subsistemas de la plataforma y los datos obtenidos de los tres instrumentos científicos son altamente alentadores. Se han implementado en la plataforma más de doce instrumentos llegados de 12 instituciones distintas de todo el mundo, convirtiendo a MINISAT en un proyecto científico español pero con ciencia internacional llegada desde Italia, Gran Bretaña o EE.UU., cuyos resultados se analizarán además en foros internacionales para contrastar resultados entre especialistas.

Además de los cometidos científicos y técnicos, MINISAT 01 ha completado desde su lanzamiento más de 10.500 órbitas a la Tierra, unas 15 diarias, a 600 kilómetros de altura y con una inclinación de 28,5° respecto a la línea del Ecuador Terrestre.

### LA FAMILIA MINISAT

MINISAT 0 es la plataforma destinada a misiones científicas y de in-





Mesa redonda sobre el Minisat, con la presencia, segundo por la izda., del científico teórico norteamericano Denis Sciama.

vestigación. Es la base del desarrollo de las nuevas plataformas y se encuentra ya disponible comercialmente. Es una plataforma multipropósito de bajo coste, encuadrada en el segmento de minisatélites (masas entre 100 y 1000 Kg). La plataforma y sus subsistemas son de diseño modular. El tiempo estimado para preparar una misión con esta plataforma es de sólo 2 años. MINISAT 01 es el primer minisatélite fabricado en serie, diseñado, construido y lanzado en España, con la novedad de que el lanzador va al satélite, no el satélite al lanzador. No es necesario transportar la nave hasta el lanzador y su emplazamiento (como la Guayana Francesa o Cabo Cañaveral, por ejemplo), sino que es el lanzador el que recoge "en la puerta" al satélite y lo lleva a su destino.

MINISAT 1 es la ampliación modular de la Plataforma 0. Su cometido

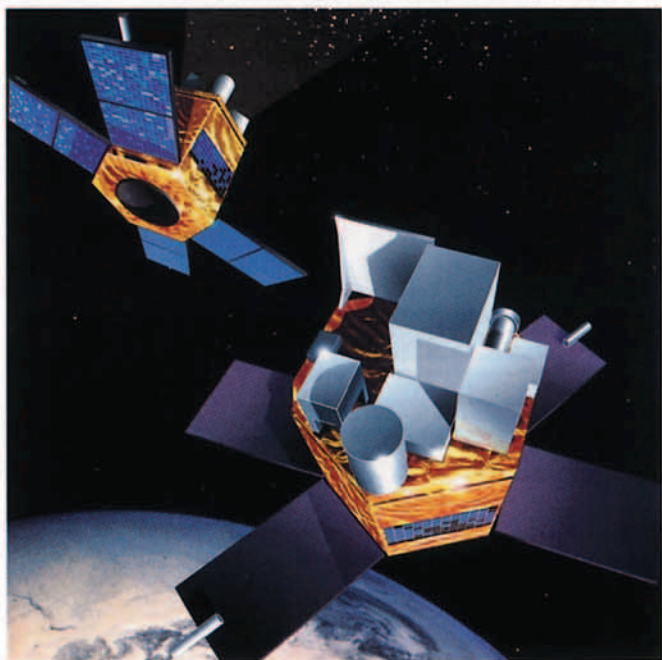
de será la observación de la Tierra en áreas como la evaluación de daños por desastres, control medioambiental, deforestación, cartografía, catastro, vigilancia de accidentes químicos o nucleares, control de cosechas, control de crisis, vigilancia del cumplimiento de acuerdos inter-

nacionales, etc. La primera misión de la Plataforma 1 comenzó la fase de estudio y viabilidad a comienzos de 1995 y su primer lanzamiento está previsto en el año 2001.

La tercera etapa del programa consistirá en desarrollar la plataforma MINISAT 2, una adaptación de la serie 1. Su cometido serán las comunicaciones. El estudio de viabilidad de la primera misión, MINISAT 21, comenzó en 1998 y se ha terminado recientemente.

## MINISAT EN EL MAÑANA

En la actualidad hay firmado un convenio con Argentina para fabricar el CESAR, un proyecto de cooperación español-argentino para la observación de la Tierra, un 50-50 en producción, tecnologías, etc. que se lanzará en el 2003 según lo previsto. Será una plataforma de observación multispectral y óptica para la búsqueda





## Entrevista a MIGUEL ANGEL GARCIA PRIMO, Jefe de Programas del INTA y Director del Proyecto MINISAT



Miguel Angel García Primo, Director del Proyecto Minisat.

—¿Qué supone NANOSAT respecto a MINISAT?

—Es un complemento. Nosotros con el NANOSAT hemos querido apostar por un producto que es distinto al MINISAT. Con NANOSAT hoy todavía no se hacen misiones importantes y con MINISAT sí, pero es el futuro. Tenemos un programa de nanosatélites que nada tienen que ver con el de minisatélites, pero que es así mismo importante. Es un programa mucho menos operativo y más de investigación base, que ahora está en fase de desarrollo y cuyo lanzamiento está previsto hacia el 2001.

—Con el lanzamiento del MINISAT 01 comentabais que quizá fuera interesante la creación de una Agencia Espacial Nacional. ¿Cómo está ahora la situación espacial nacional?

—La situación ha cambiado desde entonces. Sin duda MINISAT es un paso importante, no tanto para una teórica Agencia Espacial Española como para el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo, que actualmente está realizándose para los años 2000-2003. Este Plan tiene

unos objetivos y alcance inmensos y sin duda MINISAT 01 y, en definitiva, las tecnologías asociadas a minisatélites formarán parte importante de ese Plan.

—Con MINISAT 01 os convertisteis en los segundos lanzadores de este tipo de tecnologías, ¿cómo ha evolucionado vuestra posición en el ámbito espacial desde entonces?

—Sí, en aquella fecha la verdad es que no había muchos minisatélites en el mundo. Hoy en día ya hay unos cuantos que se pretenden lanzar pero que todavía no lo han hecho. Sin duda mantenemos una posición de privilegio, que duda cabe, y está claro que el que da primero da dos veces y en este caso nosotros dimos primero.

—¿Qué ha sido del Programa Capricornio?

—La idea de Capricornio es reconvertirlo hacia una actuación más eficiente y esto pasa seguramente por una participación en el lanzador VEGA italo-francés. Es una tecnología que se ha generado y que nos va a permitir participar en programas europeos más ambiciosos.

y control de recursos naturales, catástrofes, evolución medioambiental, etc. con resolución reducida, unos 5 metros, y aplicación netamente civil. En fechas recientes se ha acabado la etapa de estudio y de viabilidad de cargas del MINISAT 02, para el que se han recibido múltiples propuestas de experimentos y para el que lo más complicado no ha sido cómo cargarlo sino con qué, dada la cantidad y calidad de las propuestas científicas y técnicas presentadas.

En el ámbito europeo hay una propuesta presentada a la ESA, Agencia Espacial Europea, para poner en marcha un proyecto de constelación de satélites llamado Fuego, dotado con sistemas de observación en infrarrojo para la detección de incendios en fase temprana, y también con ESA está en preparación el proyecto SMART 2, en el que MINISAT 01 es utilizado como plataforma, y cuyo fin es probar tecnologías sin contrastar para que sean aplicadas en misiones de alto coste y grandes objetivos enmarcadas dentro del programa ESA "Horizonte 2000" y posteriores.

Por ahora MINISAT no puede considerarse un éxito comercial, tampoco era este el fin buscado a corto plazo. En estas fases del proyecto, como son las actuales, lo importante es probar, contrastar y asegurar tecnologías con fiabilidad y seguridad. Para vender un producto como MINISAT hay que estar muy convencidos de la calidad y seguridad ofrecidas al cliente. Para resultados comerciales hay que esperar a medio y largo plazo, sin olvidar que ahí está la cooperación con Argentina como muestra del interés internacional en el producto. "Para nosotros sería una catástrofe mantenernos fuera de la carrera espacial y MINISAT es un producto que nos involucra de lleno". Según Emilio Varela, Director General del INTA, el futuro puede pasar por la cooperación o venta del MINISAT a naciones hispanoamericanas, con menor acceso a tecnologías de este tipo, en general, y que son un mercado abierto y con altísimas posibilidades comerciales. ■