

MISION CESAR. COOPERACION ESPAÑOLA-ARGENTINA

L. Acedo (*), A. Urech (*), D.Caruso (**), J.Yelós (**)

acedol@inta.es

(* *Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. . Ctra. Ajalvir, Km.4-28850 Torrejón de Ardoz – Madrid, España*

(** *Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Av. Paseo Colón 751 – 1063 – Buenos Aires, Argentina*

RESUMEN

Este trabajo describe la Misión CESAR, una misión de Observación de la Tierra por satélite desarrollada en cooperación entre INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) de España y CONAE (Comisión nacional de Actividades Espaciales) de Argentina. El satélite, con una fecha de lanzamiento propuesta del correspondiente satélite CESAR para el año 2002/2003 estará dedicado a: Cartografía, Estudios Temáticos y Geofísica, estando su Carga Util compuesta de una Cámara Pancromática con 5 metros de resolución geométrica y 10 bits de resolución radiométrica, una Cámara Multiespectral con 6 bandas, 34 metros de resolución geométrica y 10 bits de resolución radiométrica, una Cámara Pancromática de Alta resolución con 1Km de resolución geométrica y un Espectrógrafo.

This paper describes the CESAR Mission, an Earth Observation Satellite Mission developed in cooperation between INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) from Spain and CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) from Argentina. The satellite with a proposed launch date 2002 / 2003, The primary objectives will be: Cartography, Thematic Studies and Geophysics, with a Satellite Payload composed of a Panchromatic Camera with 5 meters geometric resolution and 10 bits radiometric resolution, a Multispectral Camera with 6 bands, 34 meters geometric resolution and 10 bits radiometric resolution, and Panchromatic High Sensibility Camera with 1Km geometric resolution and an Spectrometer.

Palabras clave: teledetección, satélite, pancromática, multiespectral

OBJETIVO

La Teledetección por satélite ha demostrado ser una de las maneras más efectivas de explorar la superficie de la Tierra. Argentina y España, debido a la madurez de las comunidades de Teledetección en ambos países, han decidido unir sus esfuerzos y experiencia en un proyecto denominado CESAR, que supondrá una continuación de sus respectivos programas espaciales nacionales, SAC y Minisat.

INTRODUCCION

El CESAR será un sistema multipropósito de teledetección por satélite con el objetivo de satisfacer las demandas de las comunidades de usuarios de ambos países relacionadas con cartografía, topografía, catastro (básicamente rural), evaluación de cultivos, predicción de cosechas, conocimiento de la calidad del agua, detección de aguas subterráneas, evaluación de masas forestales, recursos minerales y oceánicos, evaluación de la contaminación en suelos y aguas, así como de los daños causados por incendios y otras catástrofes naturales. El sistema también proporcionará datos para aplicaciones de Geofísica, especialmente en el campo de la composición y comportamiento de la atmósfera, el proceso de destrucción del ozono, etc. Para poder llevar a cabo las misiones especificadas

el satélite dispondrá de la siguiente instrumentación:

- Cámara Pancromática (PAN): en el rango visible; se utilizará para cartografía y topografía. Esta cámara será proporcionada por INTA.
- Cámara Multiespectral (MUS): con seis bandas en el espectro visible e infrarrojo próximo; se utilizará para aplicaciones de recursos naturales. Esta cámara será proporcionada por CONAE.
- Espectrógrafo (ESP): para medir la concentración de los gases atmosféricos involucrados en el proceso de destrucción del ozono. Será proporcionado por INTA.
- Cámara Pancromática de Alta Sensibilidad (PAS): en el rango visible, pero con muy alta sensibilidad espectral; se utilizará para tomar imágenes durante la noche de las nubes y del vórtice polar. Esta cámara será proporcionada por CONAE.

Para cumplir los requisitos de misión en cuanto a iluminación y tiempos de revisita, se ha seleccionado una órbita heliosíncrona con una altura media de 613 Km y un tiempo de paso por el nodo ascendente a las 23:30.

La duración de la misión será de 5 años y el lanzamiento se calcula para finales del año 2003.

Completada con éxito la fase A, Viabilidad, el Programa CESAR se encuentra actualmente en el desarrollo de la Fase B, Diseño Preliminar.

EL SISTEMA CESAR

En la configuración aprobada al final de la Fase A, el sistema CESAR está compuesto de los siguientes segmentos:

- Segmento espacial: El satélite, formado por la carga útil y la plataforma o módulo de servicio.
- Segmento terreno: Comprende las estaciones de seguimiento así como los centros de control y de misión.

Tras un análisis del mercado de Vehículos Lanzadores, se preseleccionaron varios lanzadores como viables. Entre ellos se encuentran lanzadores europeos (Cosmos, Rockot), americanos (Athena, Taurus) y asiáticos (CZ-2D). La envuelta del satélite está en el rango de 1.7 m de diámetro del CZ-2D hasta los 2.1 m del Rockot. La envuelta del satélite seleccionada para el diseño preliminar ha sido de 1.7 m para caber en todos los lanzadores preseleccionados y, en caso de utilizar un lanzador con una cofia más ancha y con una capacidad de masa de lanzamiento mayor (como el Rockot), ser capaz de compartir el lanzamiento con otros vehículos en el rango de los microsátélites; por ejemplo un microsátélite del tipo Ariane 5 (60x60x80 cm, menos de 100 Kg) y dos microsátélites del tipo Space Shuttle Gas Can (34x34x40 cm, menos de 68 Kg).

SEGMENTO ESPACIAL

La configuración actual del satélite CESAR es un la de un pequeño satélite que sigue una filosofía modular en su diseño. Funcionalmente está dividido en dos módulos: el módulo de Carga Util, que contiene toda la instrumentación y los equipos específicos para la misión, y el módulo de servicio o Plataforma, que está encargado de soportar la Carga

Util en términos de potencia, apuntamiento, etc.

Para llegar a una configuración viable, el sistema fue enmarcado en el segmento de los pequeños satélites (masa menor de 500 Kg) y la configuración propuesta al final de la Fase A está claramente dentro de este segmento, con una masa de lanzamiento menor de 400 Kg, teniendo en cuenta que este valor es un valor de Fase A, al que se han aplicado todos los márgenes necesarios.

La configuración actual de vuelo del satélite CESAR se muestra en la (Figura 1).

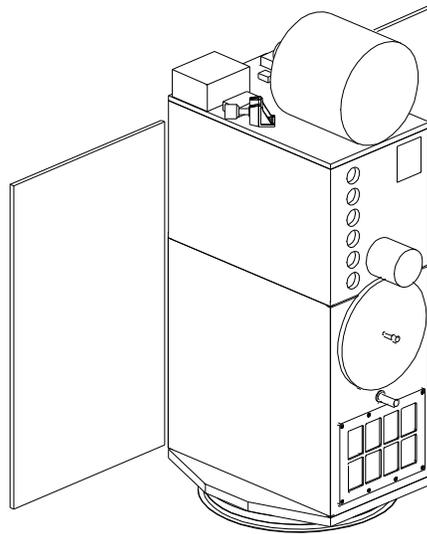


Figura 1. Configuración de vuelo de CESAR

La Carga Util del satélite CESAR está compuesta de los instrumentos mencionados anteriormente y otros equipos específicos de la misión. La (Tabla 1) muestra las características de las cámaras.

Cámara	PAN	PAS	MULTIESPECTRAL VNIR – SWIR					
			B0	B1	B2	B3	B4	B5
Banda	1	2	B0	B1	B2	B3	B4	B5
Rango espectral μm	0.45 - 0.8	0.4 - 0.9	0.43 - 0.45	0.48 - 0.50	0.54 - 0.56	0.62 - 0.66	0.78 - 0.82	1.60 - 1.70
Resolución geométrica m	5	1000	34	34	34	34	34	80
Resolución radiométrica bit	10	8	10	10	10	10	10	10
Ancho de barrido km	60	2100	420	420	420	420	420	420
Revisita@Nadir día	47	2	6/7	6/7	6/7	6/7	6/7	6/7
Sensibilidad $\text{mW} / \text{cm}^2 \text{sr} \mu\text{m}$	0.03	10^{-6}	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.003

Tabla 1. Características de las cámaras

La Carga Util lleva además otros dos instrumentos:

- **Espectrógrafo:** proporcionará espectros verticales de la atmósfera utilizando la técnica de ocultación a Sol directo en dos rangos seleccionables (330-460 nm y 470-600 nm). Proporcionará datos numéricos de concentraciones de gases como [O₃], [NO₂], [OCIO], etc.
- **Sistema de Adquisición de Datos (SAD).** Recogerá a través de un receptor UHF a bordo, los datos ambientales proporcionados por Plataformas Ambientales situadas en tierra. Este sistema servirá de soporte a la MUS.

La Carga Util también incluye otros equipos específicos de la misión:

- **Subsistema de Procesado y Archivo de Datos (PAD):** recogerá los datos proporcionados por los instrumentos y tras algún procesamiento los almacenará a bordo en una memoria de estado sólido con 64 Gbits de capacidad, desde donde se volcarán a tierra a través del subsistema de TMI.
- **Subsistema de Telemetría de Imagen (TMI):** Volcará a tierra los datos de la Carga Util por medio de un enlace en Banda X a 150 Mbps. Utilizará modulación QPSK y una antena de haz conformado.

El módulo de servicio que soporta a esta carga útil incluye todos los subsistemas genéricos y de soporte del satélite. Utilizará una estructura monoalveolar y tendrá los siguientes subsistemas generales:

- **On Board Data Handling (OBDH):** El computador de a bordo estará inicialmente basado en un procesador ERC-32 y estará a cargo de la recolección de la telemetría de estado y de la ejecución de los telecomandos, así como de mantener la integridad del sistema durante los períodos de no contacto. Tanto el software de control de la misión como el software de ADOCS se ejecutarán en este computador.
- **Subsistema de Determinación de Actitud y Control de Órbita (ADOCS):** Encargado del apuntamiento y control orbital del satélite. Utilizará

sensores estelares, sensores solares bastos y magnetómetros como sensores, y cuatro ruedas de inercia y tres magnetopares como actuadores. Controlará el subsistema de propulsión.

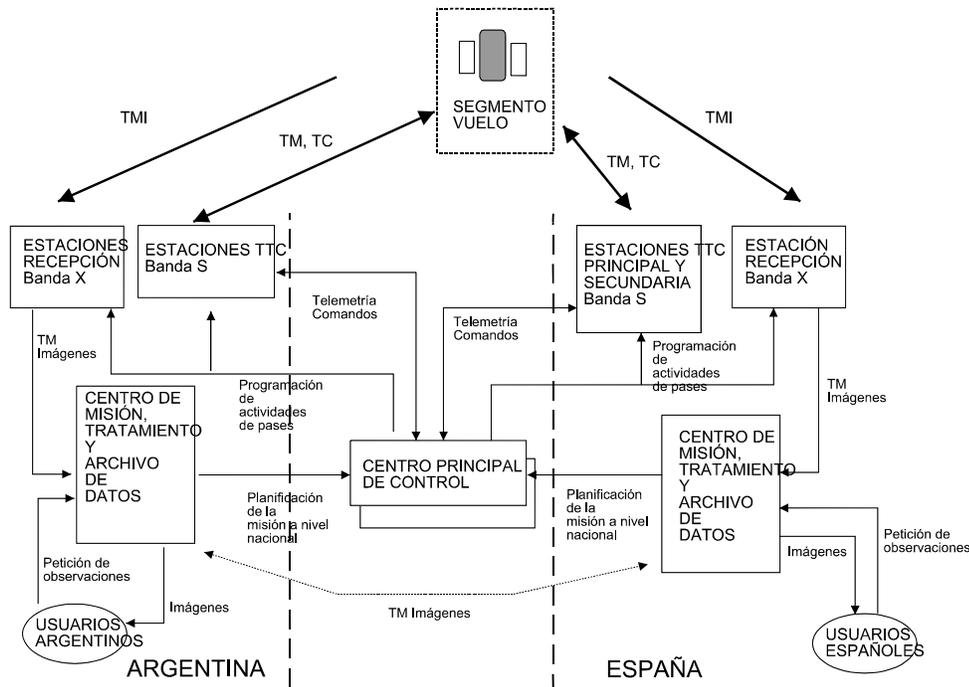
- **Potencia:** Proporcionará la energía necesaria para la operación del satélite por medio de dos paneles solares (3.5 m² que proporcionan ~500 W) y una batería de NiH₂ (con al menos 20 Ah de capacidad. También controlará la generación y distribución de potencia por medio de dos cajas específicas.
- **Subsistema de Telemetría, Seguimiento y Telecomando (TTC):** Por medio de un enlace en Banda S recibirá los telecomandos y transmitirá la telemetría de estado. La configuración continúa en estudio, pero actualmente se compone de un transpondedor de Banda S con capacidad de ranging y dos antenas hemisféricas para proporcionar cobertura omnidireccional.
- **Propulsión:** Proporcionará la capacidad de corrección de la inyección en órbita, así como la corrección de órbita durante el tiempo de vida del satélite. Será un sistema monopropelente (Hidracina). Será controlado por el ADOCS que podrá usar los motores como actuadores de control de actitud en casos de emergencia.

SEGMENTO TERRENO

El Segmento terreno está encargado de la operación del sistema CESAR. Entre sus funciones están la recolección de las peticiones de los usuarios, la planificación de la misión, determinación orbital, subida de telecomandos, recepción de telemetría de estado y de la carga útil y el procesamiento y distribución de los datos.

Argentina y España pretenden utilizar las instalaciones ya existentes en ambos países para llevar a cabo las funciones asignadas al Segmento Terreno. Esto incluye especialmente las estaciones terrenas de Maspalomas (España) y Falda del Carmen (Argentina).

La siguiente figura muestra la configuración del Segmento terreno.



Los componentes principales del Segmento terreno son:

- Centro de control: El centro de control es responsable de planificar la misión. También preparará los telecomandos y analizará la telemetría de estado para controlar el estado de salud del satélite. Debido a la naturaleza dual del sistema CESAR (España y Argentina), habrá dos centros de control idénticos (hasta donde sea posible), pero solamente uno de ellos operará alternativamente (en periodos de varios meses) como centro de control principal, mientras que el otro operará como alternativo o como respaldo.
- Centro de misión: Existirán dos centros de misión, uno en Argentina y otro en España. Estos centros recogerán los requisitos observacionales de las comunidades de usuarios de cada país, generando una planificación nacional de observaciones que se enviará al centro de control principal. Los centros de misión CESAR procesarán las imágenes hasta en cinco niveles incluyendo datos brutos en escenas, corrección radiométrica, corrección sistemática estándar, corrección sistemática de precisión y corrección con puntos de control en tierra.
- Estaciones de recepción. Estas estaciones recibirán a través de un enlace en banda X los datos

de la carga útil a una velocidad de hasta 150 Mbps. Los datos se transmitirán al respectivo centro de misión. Se utilizarán la estación de 15m de Maspalomas y la 13m de Falda del Carmen.

- Estaciones de TTC. Estas estaciones utilizarán un enlace en Banda S para recibir la telemetría de estado y para transmitir los telecomandos. Las estaciones de TTC en ambos países serán controladas por el centro de control principal que podrá utilizarlas indistintamente. Se utilizarán las estaciones de 5m y 15m de Maspalomas y las de 3.6m y 13m de Falda del Carmen.

CONCLUSION

El CESAR será una herramienta para las comunidades española y argentina de usuarios de teledetección y puede ser un ejemplo de la manera de conseguir una buena observación de la Tierra y ciencia espacial con un bajo coste nacional por medio de cooperación internacional. Las complicaciones que surgen por las interfaces internacionales se compensan sobradamente con los resultados finales y los costes razonables. El proceso permite una sinergia positiva entre los científicos y los ingenieros de los países participantes, que forja unos lazos gratamente productivos y duraderos con colegas de otras tierras y sociedades.