



# Diseño, Integración y Operaciones de un CubeSat (POLITECH-1) para Aplicaciones de Astrofísica y Observación de la Tierra

**V. Boria, L. Caballero, M. Bayarri**

GAM ITEAM-UPV, IFIC CSIC-UV

**Marzo 2024, Alicante**

# Objetivos

El PoliTech-1 es el primer satélite diseñado por la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), y será el **primer satélite integrado completamente en la Comunidad Valenciana**. La misión propuesta consiste en un nanosatélite que incluye diferentes cargas útiles, desarrolladas por diversos grupos universitarios de investigación (UPV y Universitat de Valéncia, UVEG).

- Diseño, desarrollo y validación de las Cargas Útiles que irán embarcadas en el PoliTech-1
- Diseño, desarrollo, integración y validación de la plataforma PoliTech-1
- Puesta en marcha y operación de la Estación Terrestre de seguimiento satelital
- Diseño y validación de la Misión Espacial



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia

GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria d'Educació,  
Universitats i Empleo

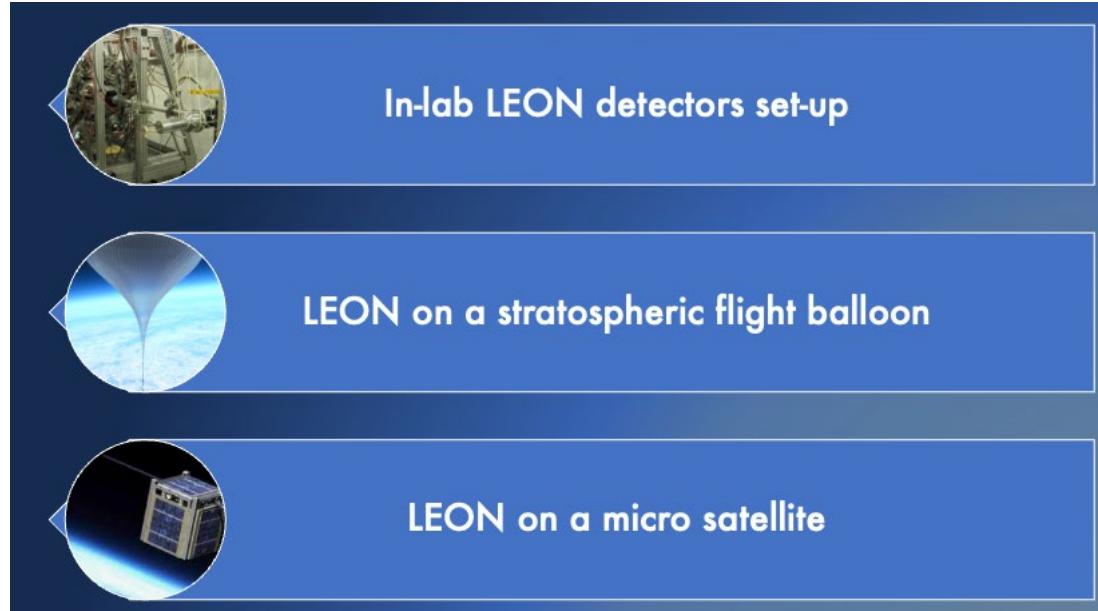


Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

# Cargas Útiles embarcadas

## LEON – Low Earth Orbit compact Neutron detector

Objetivo: medir el flujo de neutrones en diferentes altitudes y órbitas LEO con un sistema de detección compacto compatible con nanosatélites



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GVA NEXT  
Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

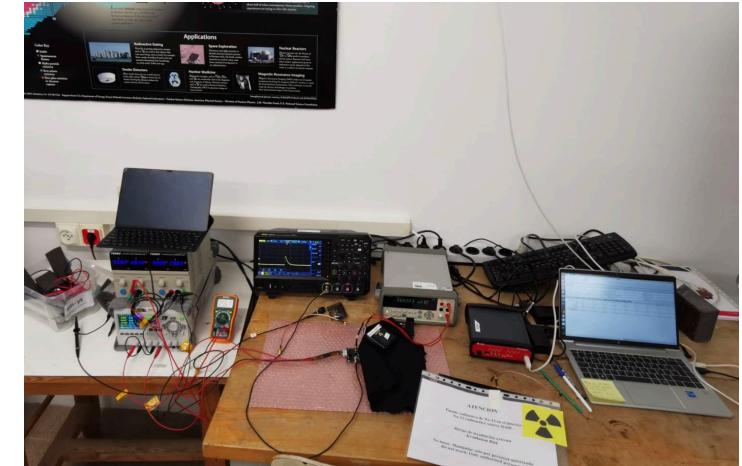
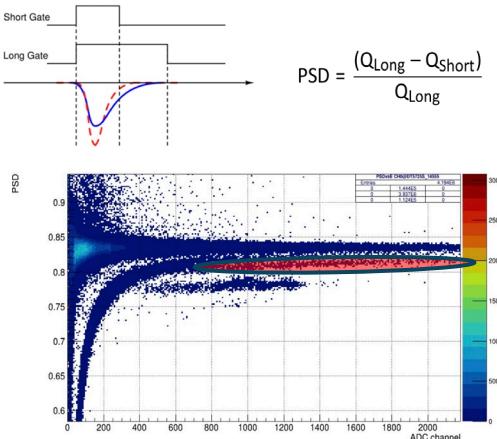
# Cargas Útiles embarcadas

## LEON – Low Earth Orbit compact Neutron detector

Objetivo: medir el flujo de neutrones en diferentes altitudes y órbitas LEO con un sistema de detección compacto compatible con nanosatélites



### Pulse shape discrimination



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria d'Educació,  
Universitats i Recerca

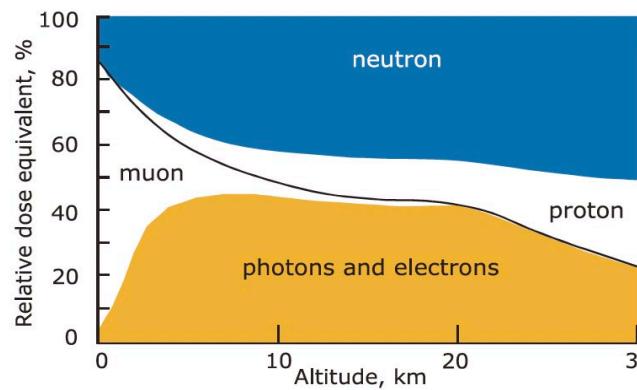
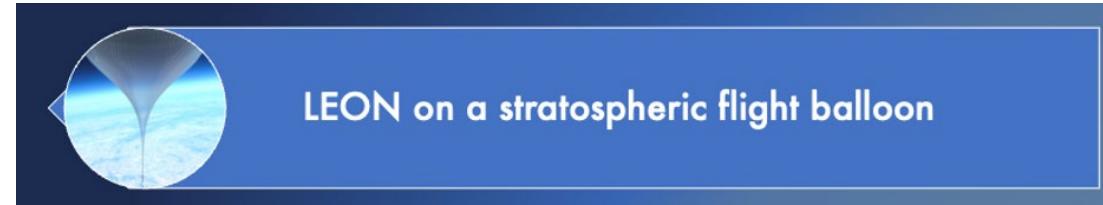


GVA NEXT  
Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

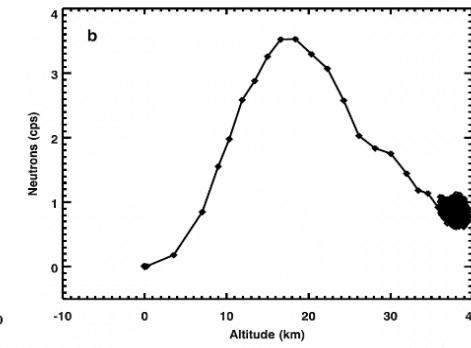
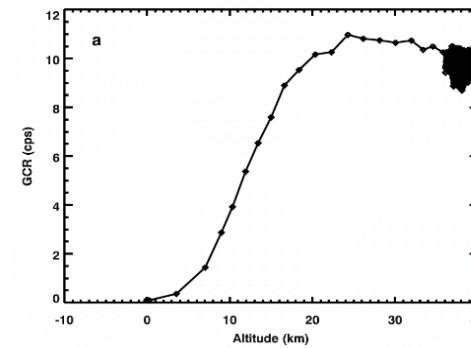
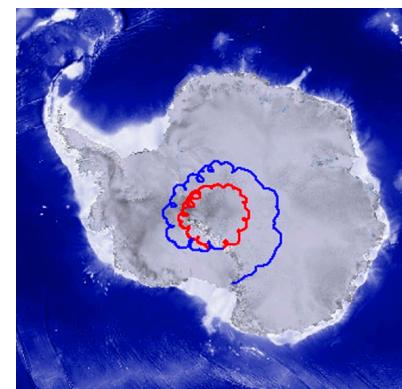
# Cargas Útiles embarcadas

## LEON – Low Earth Orbit compact Neutron detector

Objetivo: medir el flujo de neutrones en diferentes altitudes y órbitas LEO con un sistema de detección compacto compatible con nanosatélites



Radiation Protection Dosimetry (2004), Vol. 109, No. 4, pp. 349–355 DOI: 10.1093/rpd/nch311



Near-space operation of compact CsI, CLYC, and CeBr<sub>3</sub> sensors: Results from two high-altitude balloon flights  
David J. Lawrence, et al. Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 905 (2018) 33–46



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES

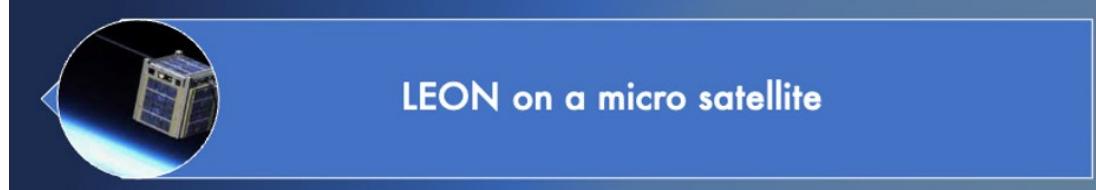


GVA  
NEXT  
Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

# Cargas Útiles embarcadas

## LEON – Low Earth Orbit compact Neutron detector

Objetivo: medir el flujo de neutrones en diferentes altitudes y órbitas LEO con un sistema de detección compacto compatible con nanosatélites



LEON on a micro satellite

MISIÓN CIENTÍFICA: medir la dinámica de los neutrones del albedo terrestre de baja energía en función del nivel de actividad solar, el tiempo, y las coordenadas espaciales del nano-satélite

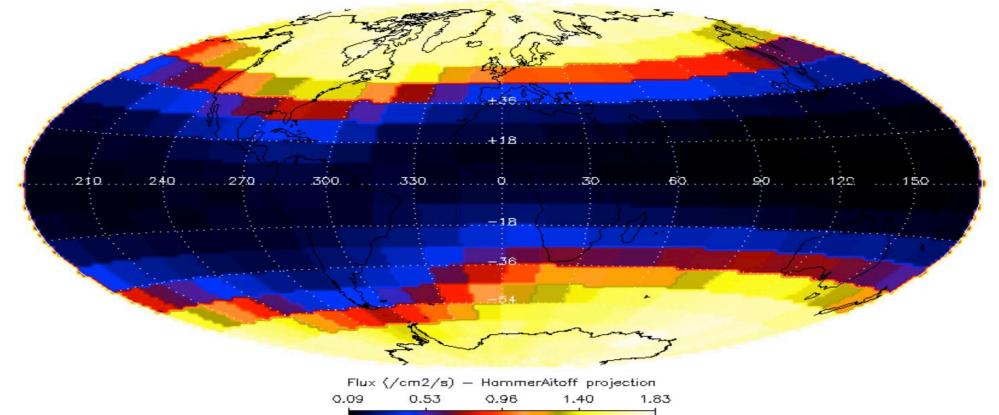
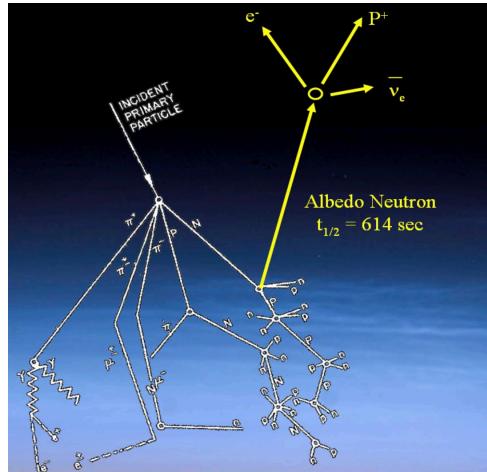


Fig. 3. Map of the albedo neutron flux integrated over the entire energy range ( $< 1 \text{ TeV}$ ) and encountered all around the Earth at 75 km, with the IGRF 2005 magnetic field and solar min conditions, where we clearly see higher fluxes in polar regions. The calculation mesh is  $9^\circ \times 15^\circ$ , twice smaller in both directions with respect that of the previous model and delimited by the dotted parallels and meridians.

Natacha Combiez, Arnaud Claret, Philippe Laurent, Vincent Maget, Daniel Boscher, et al.. Improvements of FLUKA Calculation of the Neutron Albedo. IEEE Transactions on Nuclear Science, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2017, 64 (1), pp.614-621. ff10.1109/TNS.2016.2611019ff. fthal01510381



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU

GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES

Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia

GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria d'Educació,  
Universitats i Recerca

GVA NEXT

Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

# Cargas Útiles embarcadas

## GEODEYE – Cámara de Observación de la Tierra

Tomar imágenes de un determinado lugar, para observación de cambios temporales (teledetección) y validar enlace RF de alta tasa de datos.

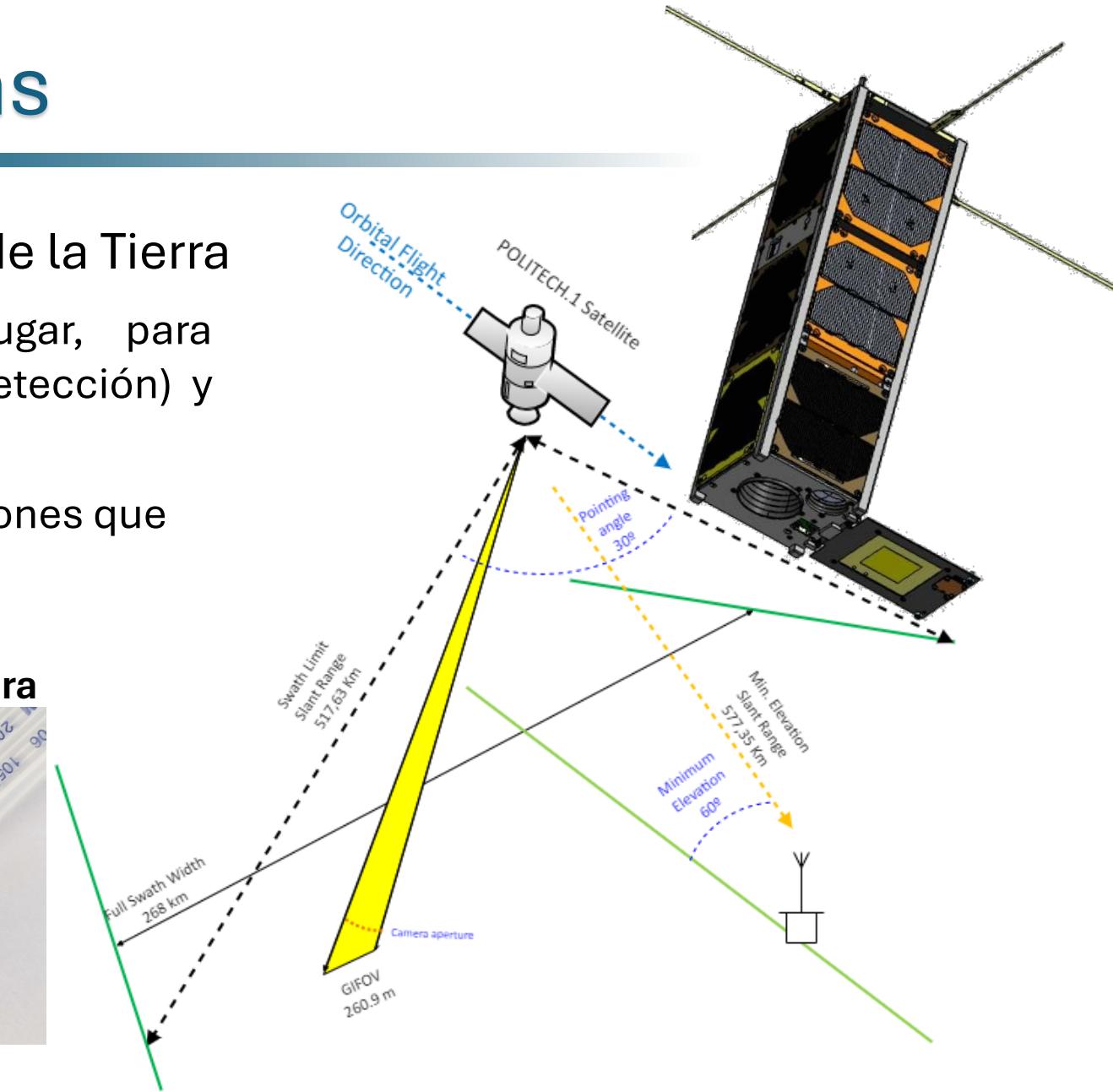
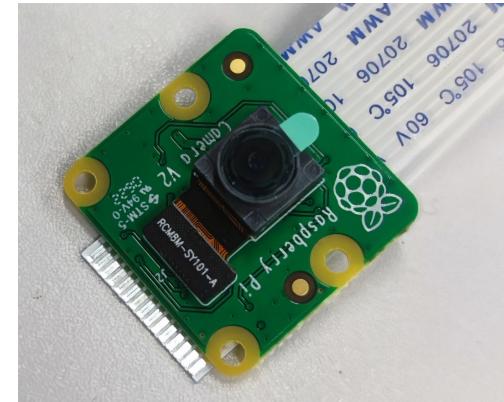
Se están valorando y testeando diversas opciones que cumplen:

- Espectro visible (VIS)
- 2 - 8 Mega Pixels

Ximea xiX



ArduCAM Mini camera



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia



GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria de Educació,  
Universitats y Empleo

GVA  
NEXT

Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

# Cargas Útiles embarcadas

## HiDAC – Hight Data C-Band Communication Downlink(5,8 GHz)



### Banda Base + Transceiver

Frecuencia central: 5,85 GHz

BW: 100 kHz

Data rate: 2,048 Mbps

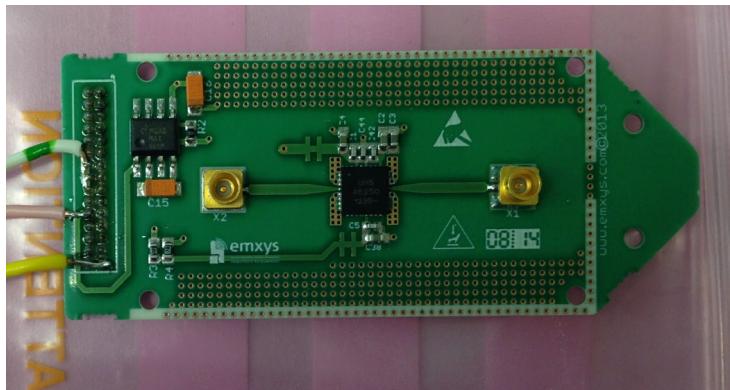
Pout: 21dBm

Modulación: 2-FSK

Codificación: Turbo codigos + DSSS

Estándar CCSDS

Procesador AMR Cortex M4  
(168MHz, 4kB RAM)



### Amplificador de Potencia (PA)

Pout: 32 dBm (2W)

Problemas de sobrecalentamiento



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia

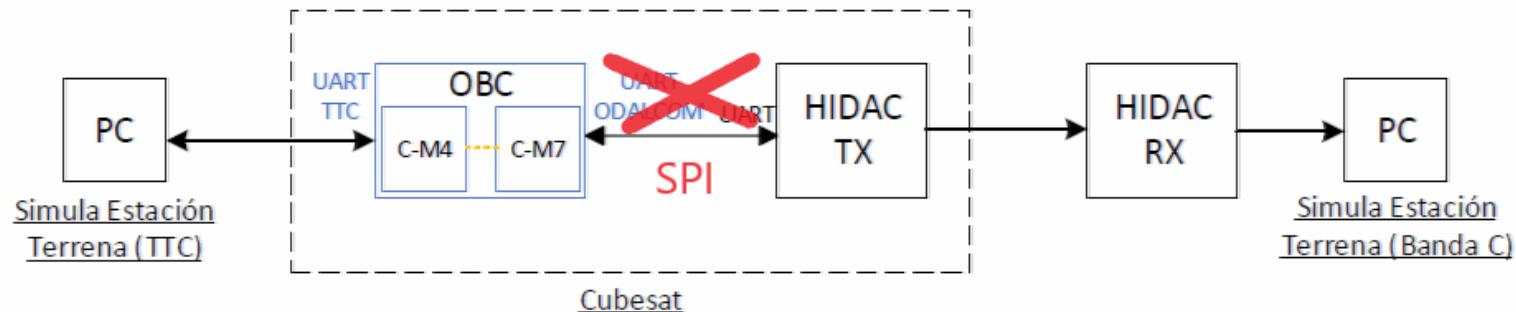
GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria d'Educació,  
Universitats i Empleo

GVA NEXT  
Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

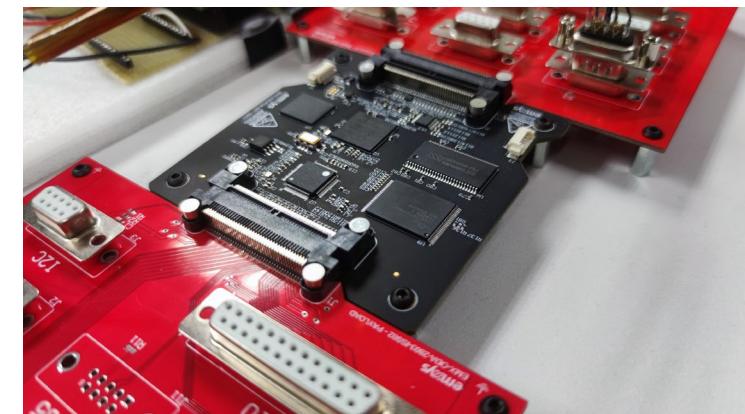
# Cargas Útiles embarcadas

## HiDAC – Hight Data C-Band Communication Downlink(5,8 GHz)

Se está trabajando para sustituir la comunicación entre el HiDAC y el OBC de **UART por SPI** → Mayor tasa binaria



**OBC (On-Board Computer)**



Líneas futuras:

- Trasladar la **codificación al OBC** → agilizar procesamiento de datos
- **Rediseño de la Banda Base** del HiDAC (mayor capacidad de procesamiento)
- Validar soluciones de **disipación térmica del PA** en condiciones de espacio



# Cargas Útiles embarcadas

## Pruebas de Vuelo en Globo Estratosférico



Altitud máxima: 36 km

Tiempo de vuelo aproximado: 3h

Experimentos embarcados:

- Sensores: temperatura, luminosidad-radiación, gases, humedad, presión, IMU (*Inertial Measurement Unit*)
- Enlaces de radio (433 MHz y 868 MHz)
- Cámara de video embarcada
- GPS satelital y rastreador de telefonía móvil



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



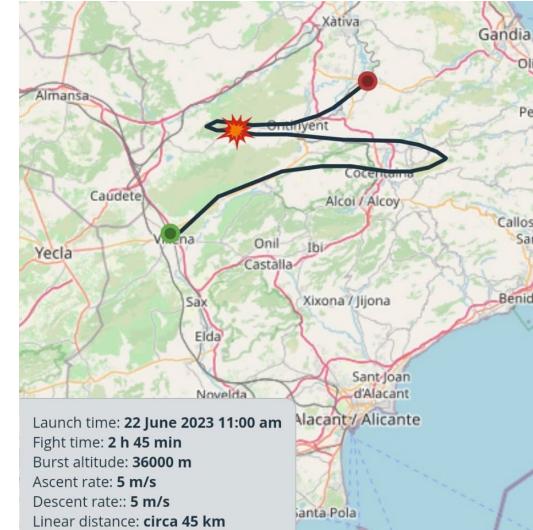
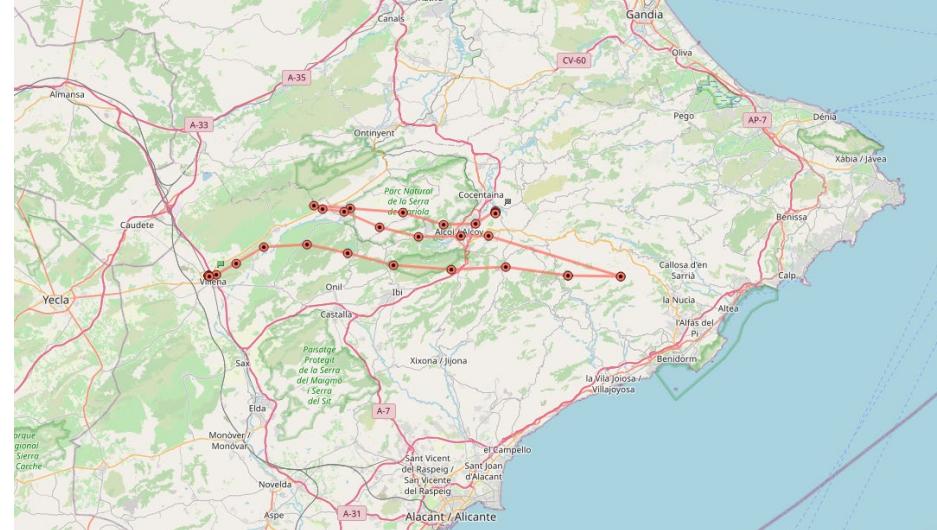
Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



# Cargas Útiles embarcadas

## Pruebas de Vuelo en Globo Estratosférico

Hasta 3 lanzamientos: todos con recuperación exitosa (sistemas embarcados)



Líneas futuras: se esperan más lanzamientos para probar enlace las distintas cargas útiles del POLITECH-1:

- Captación de imágenes con la cámara adquirida (**GEODEYE**),
- Envío de estas imágenes mediante la Banda C (**HiDAC**) en vuelo,
- Captación de datos por el detector compacto de neutrones (**LEON**)



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



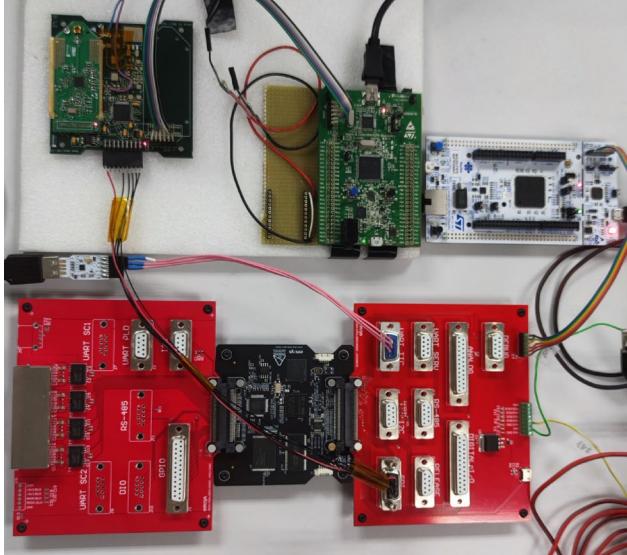
GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria d'Educació,  
Universitats i Treball

GVA  
NEXT  
Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

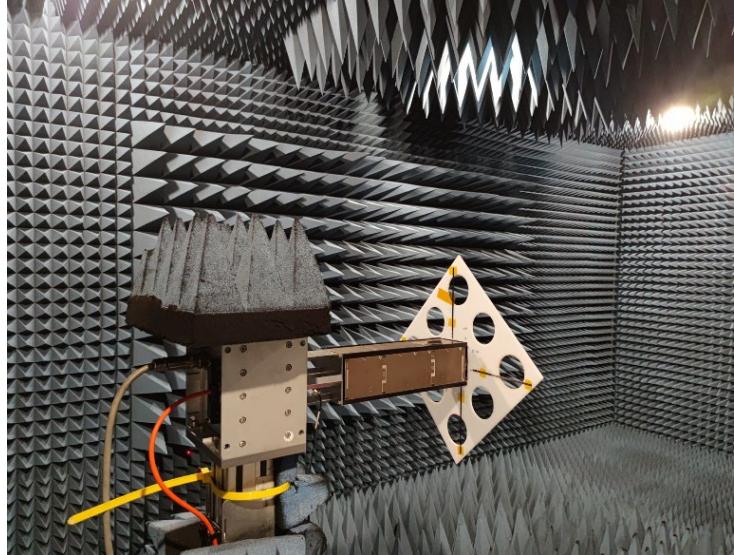
# Plataforma CubeSat

- **OBC** – Comunicación con las cargas útiles (HiDAC)
- **TTC** – Medidas en Cámara anecoica antenas desplegables UHF / VHF
- **ADCS** – Magnetotorquer de 3-ejes + IMU (Inertial Measurement Unit)
- **Paneles solares y estructura base** – comprada y testeada

Interconexión OBC + HiDAC



Medida antenas TTC y Estructura  
en cámara anecoica



Sistema ADCS



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia



GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria d'Educació,  
Universitats i Empleo



GVA NEXT

Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

# Estación Terrestre de seguimiento satelital

Montaje Hardware finalizado y Estación Terrestre completamente funcional



Antenas: Parabólica en banda C, 2 Yagis (pol. circular) VHF y UHF  
Rotor seguimiento en 3 ejes

- Prueba ARISS-SSTV (Oct. 2023): Decodificación imágenes



- Prueba ARISS-EU (Feb. 2023): Contacto con la ISS



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



GVA  
NEXT

Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

# Estación Terrestre de seguimiento satelital

## Líneas futuras:

- Validar su funcionamiento con telemetría de nanosatélites en órbita
- Sustituir emisoras hardware por equipo SDR (Software Define Radio)

ICOM 9700



LimeSDR + Raspberry Pi 4



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA  
MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria d'Educació,  
Universitats i Empleo



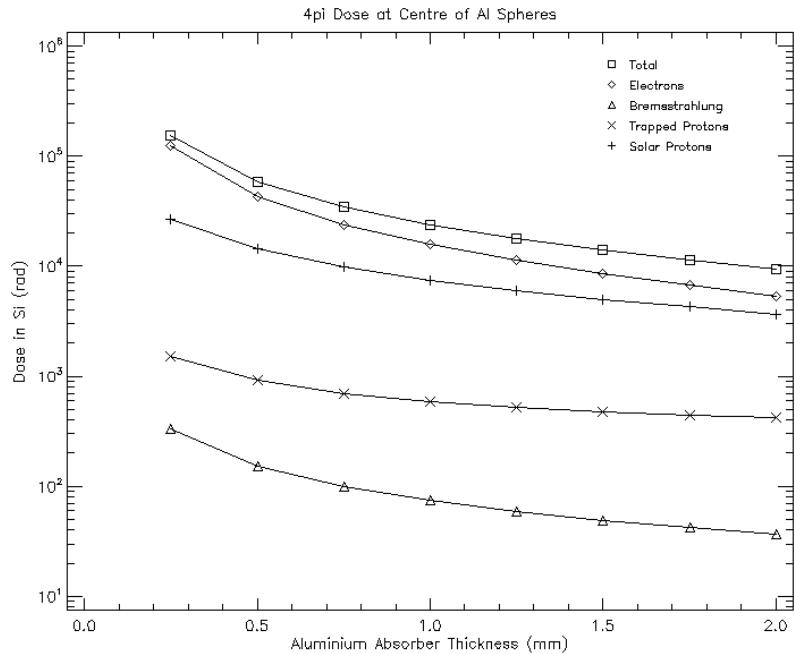
Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia

GVA NEXT

# Misión Espacial

## Órbita objetivo:

- **400 km:** mejor zona detección neutrones y menores pérdidas enlace comunicaciones
- **Helio-síncrona:** mejor observación de la Tierra, siempre con las mismas condiciones de luz en nuestra zona de interés
- **Quasi-polar:** cubrimos todo el globo



Más opciones a 500 km de altura orbital

Simulación SPENVIS flujo protones y electrones a  
3 años en 500 km – Buenos resultados



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



Gobierno de España  
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES



GENERALITAT VALENCIANA  
Consejería de Educación, Universidades y Empleo  
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia



GVA NEXT  
Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana

# Equipo Investigador

## Equipo GAM ITEAM – UPV:



Vicente E. Boria  
(IP1 del proyecto)



Ana Vidal  
(Estación Terrena)



Maria Bayarri  
(carga útil GEODEYE, Integración  
POLITECH-1 y Gestión)



Francisco Giménez  
(carga útil HiDAC)

## Equipo IFIC CSIC – UV:



Luis Caballero  
(IP2 del proyecto)



Enrique Nacher  
(carga útil LEON)



The ASFAE's research projects acknowledge the financial support from the MCIU with funding from the European Union NextGenerationEU and Generalitat Valenciana.



Financiado por  
la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia



GENERALITAT  
VALENCIANA  
Conselleria d'Educació,  
Universitats i Recerca

GVA NEXT  
Fondos Next Generation en la Comunitat Valenciana