

# MEMORIA DE COMPROMISOS Y RESULTADOS

## Actuaciones Avaladas para la Mejora Docente / Mejora Docente Consolidada

### 2023/2024

Identificación del proyecto	
Código	sol-202300257055-tra
Título	Incentivando las ciencias y tecnologías del espacio en la UCA: Fase de integración del nanosatélite UCAnFly del programa Fly Your Satellite (ESA)
Responsable	Ignacio Mateos

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Copie en las dos primeras filas de cada tabla el título del objetivo y la descripción que incluyó en el apartado 2 de dicha solicitud e incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	Guía y supervisión en los ensayos ambientales a nivel de subsistema
Actividades previstas:	Procesado de datos y documentación de los ensayos ambientales de la carga útil. Los test contemplados a nivel de subsistema son EMC (Electromagnetic Compatibility), TVAC (Thermal Vacuum), Vibración y simulación magnética de la órbita.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	En la campaña de verificación ambiental a nivel de subsistema, los estudiantes tuvieron la oportunidad de realizar los test de EMC en el European Space Research and Technology Centre (ESTEC) de la Agencia Espacial Europea (ESA) en Países Bajos. Los test arrojaron resultados muy satisfactorios consiguiendo cualificar la carga de pago ante el ambiente electromagnético esperado durante la misión [ver figura 1]
	
	<p><b>Figura 1:</b> Estudiantes preparando los test de EMC. (ESTEC, Países Bajos)</p>

Seguidamente, un equipo de cinco estudiantes fue responsable de llevar a cabo los ensayos de TVAC y vibraciones [ver figura 2 y 3]. Para ello, se desplazaron a ESEC-Galaxia (ESA) en Transinne, Bélgica.



**Figura 2:** Estudiantes inspeccionando los resultados del test de vibraciones. (ESEC, Bélgica)



**Figura 3:** Estudiantes analizando los resultados del ensayo de TVAC. (ESEC, Bélgica)

Finalmente, se realizaron también simulaciones del ambiente magnético estimado en órbita mediante el uso de los equipos disponibles en el laboratorio. El campo magnético previsto en cada momento de la órbita del satélite se calculó mediante el uso de software dedicado (GMAT). Tras esto, con un sistema de bobinas de Helmholtz se consiguió recrear los niveles de campo presentes en órbita de manera precisa, facilitando el desarrollo de algoritmos para el correcto procesado de datos [ver figura 4].



**Figura 4:** Equipo usado para la simulación del campo magnético en órbita

Para cada uno de los ensayos planteados, se redactaron las especificaciones y procedimientos del test (TSTP), el procedimiento paso a paso (SBS) y el reporte de resultados del test (TRTP). Los siguientes documentos fueron distribuidos a la ESA.

1. *MELISA-II QM Magnetic Field Radiated Susceptibility TSTP* versión 1.0
2. *MELISA-II QM Magnetic Field Radiated Susceptibility TRTP* versión 1.0
3. *MELISA-II QM Radiated Susceptibility & Emissions TSTP* versión 1.3
4. *MELISA-II QM EMC TRPT* versión 1.0
5. *Vibration Test Procedure for MELISA-II* versión 2.3
6. *Vibration Test Report for MELISA-II* versión 1.0
7. *MELISA-II TVAC Test Procedure* versión 3.2
8. *TVAC Test Report for MELISA-II* versión 1.0

En relación con este trabajo se presentaron dos póster en un congreso sobre la misión LISA (ESA/NASA) en Dublín.

1. Póster titulado *Substraction of in-Orbit Low-Frequency Noise Induced in a Payload for Magnetic Measurements* realizado por Cristian María Moreno. 15<sup>th</sup> International LISA Symposium (7-12 Julio 2024).
2. Póster titulado *UCAnFly Cubesat status: Towards in-orbit demonstration of an AMR-based sub-millibertz magnetometer* realizado por Pablo Cárdenas Fernández. 15<sup>th</sup> International LISA Symposium (7-12 Julio 2024).

**Trabajos académicos** surgidos de las actividades realizadas:

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Aeroespacial titulado <i>Definición, preparación, desarrollo y análisis de los ensayos ambientales de vibración y ciclado térmico en vacío de MELISA-II</i> realizado por el estudiante David López García. <b>Nota: 10 y propuesta a Matrícula de Honor.</b></li> <li>2. Trabajo Fin de Máster en Investigación en Ingeniería de sistemas y de la computación titulado <i>Electromagnetic compatibility tests of the UCAnFly nanosatellite payload</i> realizado por el estudiante Pablo Cárdenas Fernández. <b>Nota: 10 y propuesta a Matrícula de Honor.</b> Nos gustaría mencionar que el trabajo finalmente ha obtenido la Matrícula de Honor.</li> </ol>
--	---

Objetivo nº 2	Guía y supervisión del desarrollo del flatSat e integración Software
Actividades previstas:	Desarrollo de una plataforma de ensayo para realizar las pruebas funcionales entre las diferentes interfaces de comunicación del satélite a nivel de sistema (flatSat). Desarrollo y validación del SW de vuelo.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>Se ha desarrollado y diseñado la placa conocida como <i>FlatSat Motherboard</i>, mejor conocida por sus siglas FLM, para la realización de los ensayos funcionales de los subsistemas que conforman el nanosatélite [ver figura 5].</p>  <p><b>Figura 5:</b> Placa de desarrollo “FlatSat Motherboard”.</p> <p>Esta actividad, así como la satisfactoria producción de la placa, ha sido crucial para el desarrollo de los test funcionales del sistema, realizados como parte de la etapa de FlatSat del proyecto. En dicha actividad, los diferentes subsistemas del satélite se interconectan para verificar su correcto funcionamiento como conjunto [ver imagen 6].</p>



**Figura 6:** Subsistemas de vuelo integrados en la placa de desarrollo para su ensayo funcional.

Asimismo, las primeras versiones del software de vuelo han sido desarrolladas y validadas a través de uno de los ensayos del sistema, precisamente llevado a cabo por medio de la placa de desarrollo antes mencionada. Dicho software se encargará de iniciar todas las subtareas de recogida de información de los diferentes subsistemas y protocolos de seguridad, así como la gestión de los modos operacionales en los que funcionará el CubeSat.

Además, el equipo UCAnFly recibió la visita de Cristina Del Castillo Sancho, representante de la Agencia Espacial Europea (ESA) con el fin de conocer mejor las instalaciones en las que se desarrolla la integración de los subsistemas del satélite y hacer un seguimiento más cercano del trabajo de los estudiantes [ver figura 7]. Entre otras actividades, se realizó la demostración de un ensayo funcional de los subsistemas con una configuración como la que se muestra en la figura 6.



**Figura 7:** Visita al laboratorio de UCAnFly de Cristina Del Castillo Sancho, representante de la ESA.

	<p>Para cada uno de los ensayos planteados, se redactaron las especificaciones y procedimientos del test (TSTP), el procedimiento paso a paso (SBS) y el reporte de resultados del test (TRTP). Los siguientes documentos fueron distribuidos a la ESA.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Flatsat Test Plan &amp; Test Procedures EPS-PAY versión 1.0 publicado el 27 de agosto 2024.</li> <li>2. Flatsat Test Plan &amp; Test Procedures EPS-PAY Step by Step versión 1.0 publicado el 27 de agosto 2024.</li> <li>3. Flatsat Test Plan &amp; Test Procedures EPS-PAY-OBC versión 1.0 publicado el 27 de agosto 2024.</li> <li>4. Flatsat Test Plan &amp; Test Procedures EPS-PAY-OBC Step by Step versión 1.0 publicado el 27 de agosto 2024.</li> <li>5. Flatsat Test Plan &amp; Test Procedures EPS-PAY-OBC-TRA versión 1.0 publicado el 27 de agosto 2024.</li> <li>6. FlatSat Motherboard User Manual versión 1.0 publicado el 9 de marzo 2024.</li> <li>7. Flatsat Test Report EPS-PAY versión 1.0 publicado el 27 de agosto 2024.</li> </ol> <p><b>Trabajos académicos</b> surgidos de las actividades realizadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Informática titulado <i>Placa de Desarrollo y Máquina de Estados Finitos de un Ordenador de a Bordo para Nano-Satélites</i> realizado por el estudiante Juan Francisco Santos Relinque. <b>Nota: 9.5 y propuesta a Matrícula de Honor.</b> Nos gustaría mencionar que a 30/09/2024 se desconoce si el trabajo finalmente se ha llevado la Matrícula de Honor.</li> <li>2. Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Aeroespacial titulado <i>Validación experimental de módulos fotovoltaicos de alta eficiencia para aplicaciones espaciales en el proyecto UCAnFly</i> realizado por el estudiante Félix Sánchez Jiménez. <b>Nota: 9.5</b></li> </ol>
--	--

Objetivo nº 3	Sustituya este texto por el título del objetivo
Actividades previstas:	<p>Evaluación de presentaciones orales para medir las competencias científico-técnicas e idiomáticas adquiridas. Se planea realizar dicha evaluación varias veces a lo largo del curso 2023/24, tanto en reuniones semanales internas como en reuniones de seguimiento con los expertos de la ESA.</p> <p>Realización y análisis de encuestas de satisfacción con la metodología ABP al terminar los hitos más relevantes de la fase D1 del proyecto.</p>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En general, se observa que aquellos estudiantes que se inician en el proyecto tienen una capacidad de comunicación y exposición en un contexto técnico en inglés mucho menor que el estudiantado que lleva más</li> </ol>

tiempo en el equipo. Los estudiantes veteranos, además, se desenvuelven de manera segura respondiendo a las cuestiones que les plantea el personal de apoyo de la ESA en las reuniones periódicas que mantienen juntos.

2. Se han realizado encuestas al estudiantado para evaluar la satisfacción con el proyecto. En una escala de 0 a 5, el 71.4% del estudiantado participante en el proyecto considera que es muy importante en su educación (5), el 23.8% que es importante (4) y un estudiante (el 4.8%) le ha dado la importancia media (3). Esto supone una valoración similar respecto a la misma pregunta hecha en un curso pasado en la que el 75% del estudiantado participante en el proyecto consideraba que era muy importante en su educación (5) y el 25% que era importante (4).

Al preguntar al estudiantado cómo cree que hubiera sido su carrera universitaria si no hubiesen participado en UCAnFly, nos encontramos con respuestas que reflejan la importancia que le dan al proyecto. Por ejemplo: 1) *“No sabría hacia donde orientar mi carrera, sin experiencia ni conocimiento sobre el trabajo de un ingeniero. El proyecto considero que es un impulso para salir de la carrera teniendo experiencia en una misión espacial real.”*, 2) *“Hubiera sido más corta, aburrida y carente de conocimientos únicos que solo se pueden adquirir en un proyecto como este.”*, 3) *“bastante más aburrida”*, 4) *“Se me hubiera pasado volando y hubiera terminado lo antes posible sin siquiera plantearme hacer el máster. Posiblemente pensando en trabajar directamente”*, ó 5) *“Estaría menos motivado y no hubiera tocado el sector espacial, que es el que me interesa”*.

Tras preguntar a los 21 encuestados por el grado de motivación actual en el proyecto (septiembre de 2024) en una escala de 0 a 5 con 0 nada motivado y 5 extremadamente motivado, se obtiene que el 52.4% del estudiantado considera que está extremadamente motivado (5), el 38.1% motivado (4), mientras que el 9.5% restante tiene motivación media (3 puntos). Aunque nuestra experiencia en la guía y acompañamiento de estudiantado en el proyecto, hemos observado que hay estudiantes que pierden la motivación por lo exigente que es el proyecto.

Al preguntar a 21 encuestados acerca de cómo el proyecto ha influenciado a lo que desearían dedicarse en el futuro, se obtiene que el 85.7 % de los encuestados desearía dedicarse a algún ámbito relacionado a las misiones espaciales (Figura 4.2). Estos resultados son similares a los

de años anteriores.

¿Ha influenciado la participación en este proyecto a lo que desearías dedicarte en el futuro?  
21 respuestas



*Figura 4.2* Resumen de los resultados tras preguntar a 21 encuestados sobre la influencia que el proyecto ha tenido sobre su futuro profesional.

Una cuestión que nos parece interesante al analizar en mayor profundidad las respuestas reflejadas en la Figura 4.2 es que 4 de los estudiantes que han respondido que les gustaría dedicarse a algo relacionado a las misiones espaciales, son 2 del grado en Ingeniería Informática, otros 2 del doble grado en Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial y otros 3 del grado en Ingeniería en Electrónica Industrial. La experiencia nos indica que generalmente el estudiantado que se matricula en estas carreras no lo hace para dedicarse al ámbito espacial. Esto nos hace pensar en la importancia y enriquecimiento que puede llegar a tener la introducción de nuevas líneas de investigación y experiencias como este proyecto para el alumnado de la Universidad de Cádiz.

Por otro lado, cabe destacar que de los 21 encuestados **el 95.2% recomendaría a la UCA participar en proyectos similares**, un solo estudiante (4.8%) ha indicado “Tal vez”, lo que refleja el gran grado de satisfacción del estudiantado con el proyecto.

Entre los 21 encuestados mencionados anteriormente, no se encontraban los alumnos egresados de UCAnFly, es decir, aquellos estudiantes que han concluido sus estudios en la UCA y por tanto ya no forman parte del proyecto. Desde el curso 2021/2022 se comenzó a pedir a aquellos alumnos que terminan su vinculación con el proyecto que reflejen sus sensaciones en un libro de visitas, donde encontramos por ejemplo la opinión de un estudiante que concluyó sus estudios en la UCA en julio de 2024: *“Experiencia inolvidable la que me llevo. Un trocito de mí se queda en este lab y junto a mí se viene un trocito de toda la gente del proyecto. Espero encontraros a todos en algún punto y a seguir currando como sabéis.”* Esta opinión no es aislada, sino que

	<p>en general lo que nos transmiten los estudiantes que dejan de participar en el proyecto, es que ha habido mucha sintonía en el equipo y que se alegran de haber formado parte de UCAnFly.</p>
--	--

2. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo<sup>1</sup>.

Descripción de las medidas comprometidas
<p>En la primera quincena de julio de 2024 se organizará en el Edificio Constitución 1812 un Workshop sobre el estado del proyecto UCAnFly, incluyendo charlas divulgativas y especializadas dentro del ámbito de la misión. Se realizarán al menos dos días de charlas de estudiantes y profesores por las mañanas, con actividades de trabajo en equipo por las tardes.</p> <p>Programa (tentativo) del Workshop: 1. Programa Fly Your Satellite de la Agencia Espacial Europea 2. Avances a nivel de subsistema 3. Avances a nivel de sistema 4. Planes futuros 5. UCAnFly como ABP para incentivar las Ciencias y Tecnologías del Espacio 6. Resultados, lecciones aprendidas y conclusiones del proyecto.</p> <p>Adicionalmente, se espera enviar una comunicación con los resultados del proyecto a la sesión paralela “Enseñanza y Divulgación” de la próxima reunión científica de la Sociedad Española de Astronomía.</p>
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
<p>Durante las jornadas de los días 27 y 28 de junio de 2024, se llevó a cabo la celebración de un Workshop en el Edificio Constitución 1812. Los detalles relacionados con el emplazamiento y organización del evento fueron incluidos en una <a href="#">página web</a> creada para la ocasión. Varias investigaciones y avances relacionados con el desarrollo del proyecto UCAnFly fueron presentados en horario de mañana, incluyendo las siguientes charlas a nivel técnico y de gestión:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The Art of conducting an Orchestra: A Brief Dive into Systems Engineering.</li> <li>2. Unmasking Electronic Noise: Understanding and Overcoming This Hidden Challenge.</li> <li>3. Simulating and Subtracting the Low-Frequency Magnetic Field Noise in LEO.</li> <li>4. Structural Verification Of UCAnFly's Satellite, Fundamentals and Application.</li> <li>5. Radio frequencies and how to find them.</li> <li>6. The Electrical Power Subsystem.</li> <li>7. How OBC communicates with the rest of the world, Cubesat Space Protocol (CSP).</li> <li>8. Towards Total Ionizing Dose Testing on MELISA-II: Test Design and Solutions for Sub-Millihertz Noise Characterization.</li> <li>9. Satellite Telecommunications</li> <li>10. Passive Magnetic Attitude Control Systems: Monte Carlo Analysis for Angular Velocity Damping Estimation.</li> </ol>

<sup>1</sup> Si en la solicitud no indicó ningún compromiso de difusión resultados este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación

11. How to survive a day in ESATAN-TMS: Basics of UCAnFly thermal model.
12. Introduction to operations. A friendly compendium of chaos.
13. UCAnFly through numbers - a PM pep-talk.
14. Gitlab Introduction.



**Figura 7:** Presentación oral de un estudiante en el Workshop de UCAnFly

En las sesiones de tarde, distintas actividades de trabajo tuvieron lugar entre los participantes del Workshop. En ellas, los estudiantes organizaron talleres en los que se ponían en práctica los conocimientos aprendidos durante las presentaciones. Varias imágenes del evento fueron difundidas en las redes sociales del proyecto UCAnFly.



**Figura 8:** Sesiones vespertinas de trabajo en equipo durante el Workshop

Aparte de las medidas a las que nos comprometimos en la solicitud, nos gustaría remarcar otras

actividades que hemos llevado a cabo durante el curso para difundir el proyecto: 1) Durante el curso 2023/24 el equipo a publicado 17 posts en su espacio de la red social Instagram ([https://www.instagram.com/ucanfly\\_cadiz/?hl=es](https://www.instagram.com/ucanfly_cadiz/?hl=es)) y 23 tweets en la red social Twitter ([https://twitter.com/UCAnFly\\_ES?t=vZhfgwicNooCYci6VZDhqw & s=08](https://twitter.com/UCAnFly_ES?t=vZhfgwicNooCYci6VZDhqw&s=08)). 2) El laboratorio D11 de UCAnFly forma parte de la ruta de laboratorios de la Escuela Superior de Ingeniería que se muestran a alumnado y profesorado de institutos de la provincia de Cádiz para así divulgar y promover las actividades docentes y de investigación llevadas a cabo en la ESI. 3) Se participó en una jornada dedicada a estudiantes de altas capacidades en la ESI en la que se mostró el laboratorio a estudiantes de secundaria y bachillerato. 4.) Durante la 5ª edición del evento COSMOS, celebrado en la Escuela Superior de Ingeniería, el equipo UCAnFly organizó un stand a modo de difusión del proyecto. 5) Se realizó una charla en la Facultad de Ciencias de la Educación para que los alumnos de dicha escuela tuvieran como referencia el modelo educativo desarrollado en UCAnFly para sus trabajos de psicología en la educación. 6) Se participó a modo de charla en el IV Foro Socioeconómico de la Bahía de Cádiz, organizado por la Sociedad Puertorrealena de Amigos del País. 7) Un estudiante de UCAnFly fue convocado en su antiguo instituto de Vejer de la Frontera para promover el interés por estos proyectos universitarios desarrollados en la ESI.