

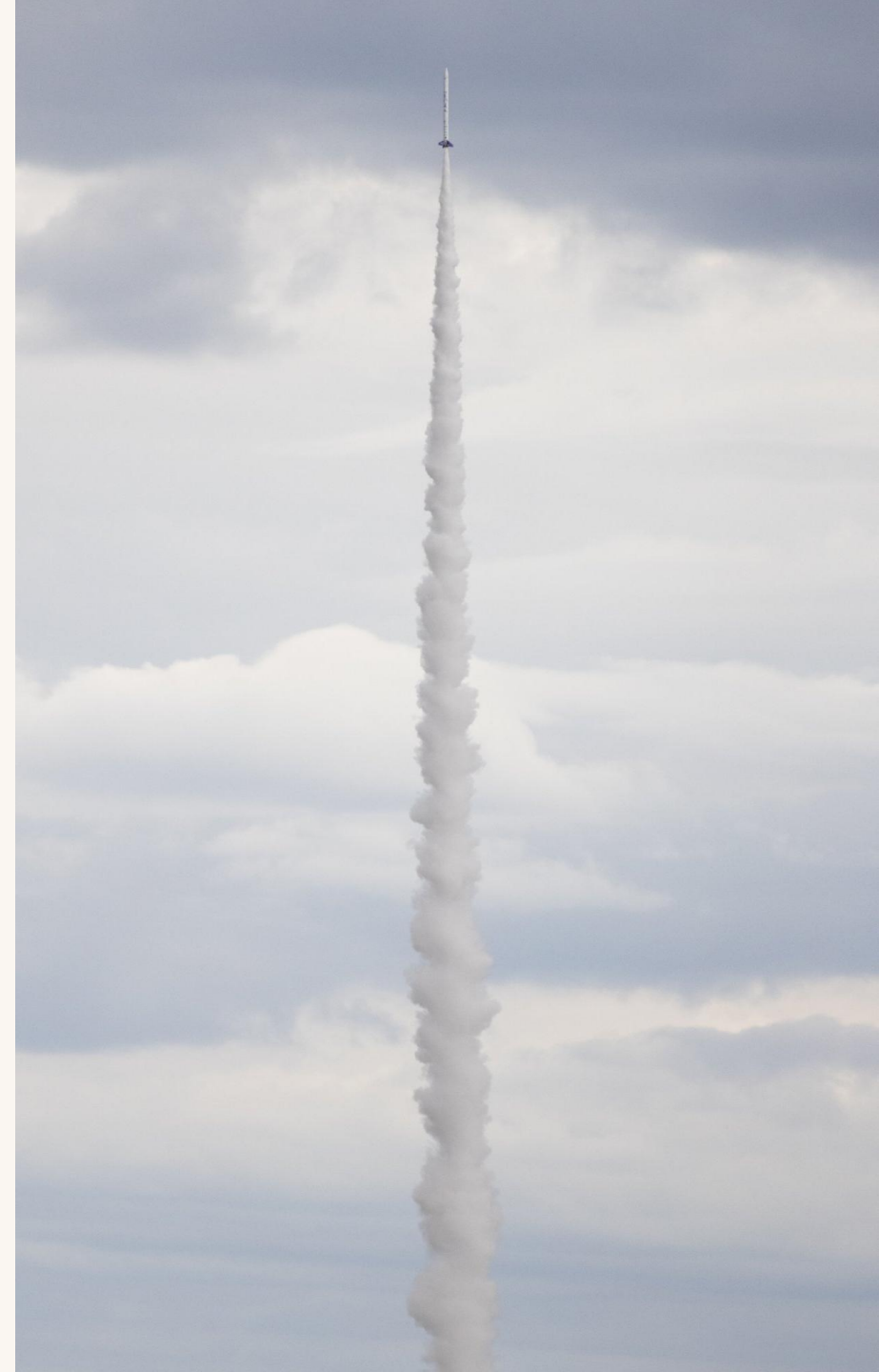
LUNES 28 DE SEPTIEMBRE · AULA A-115 · ETSIAE

Charla técnica

Hackathon PEC MARS3

Payload Engineering Challenge.

Diseñad la carga de pago que volará en el cohete del LEEM.



Esto es un CanSat



330 ml

Stanford, 1998. Nació como herramienta docente; de la misma idea salió el CubeSat.

Un factor de forma normalizado. Es lo que permite que alguien te reserve un hueco en un cohete sin conocerte.

No es una maqueta. Es ingeniería de sistemas completa comprimida en 330 ml.

BLOQUE 1 · QUIÉNES SOMOS

Somos el LEEM

Diseñamos, fabricamos y lanzamos
cohetes en la ETSIAE.

En la foto, en EuRoC 2024.

Hackathon PEC MARS3 · 2



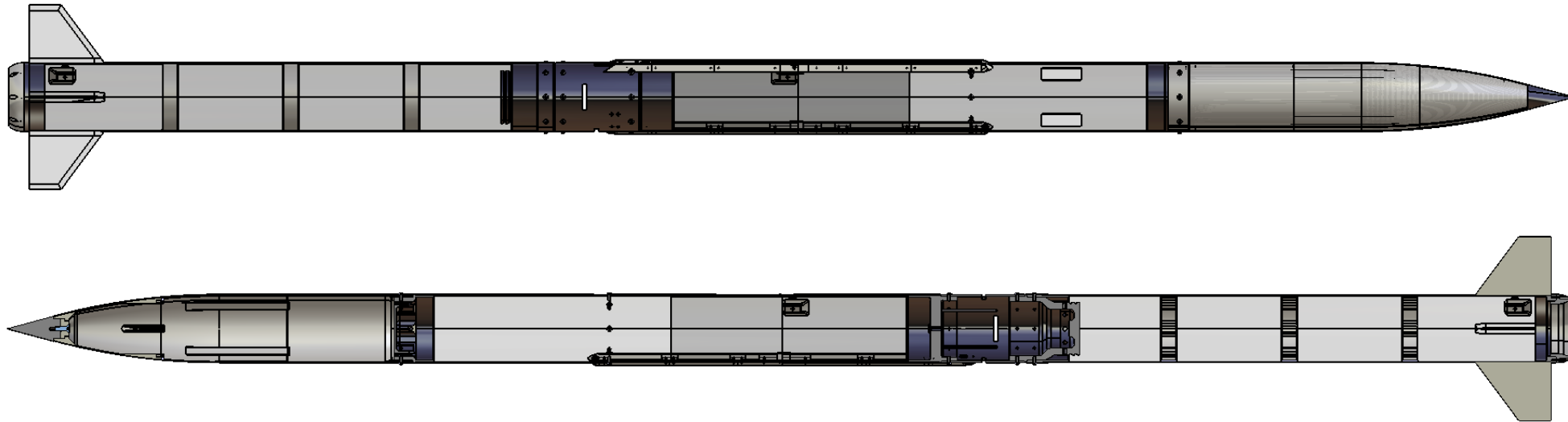
BLOQUE 1 · QUIÉNES SOMOS

URSA ya voló

Camino de la rampa. Lo que se diseña en el LEEM acaba aquí.



ASPID, nuestro cohete para EuRoC 2026



15–21 oct

EuRoC 2026, en Constância (Portugal)

Fuselaje de fibra de vidrio

Uniones de aluminio

BLOQUE 1 · QUIÉNES SOMOS

El estático de Timanfaya



8900 N·s

de impulso total medido. Motor KNSB.

Antes del encendido, y durante.

BLOQUE 1 · POR QUÉ EXISTE ESTE HACKATHON

EuRoC obliga a llevar al menos **1000 g de carga de pago**, con factor de forma normalizado, **independiente del cohete** y **sustituible por lastre** sin que el cohete note la diferencia.

$$3 \times 340 \text{ g} = 1020 \text{ g}$$

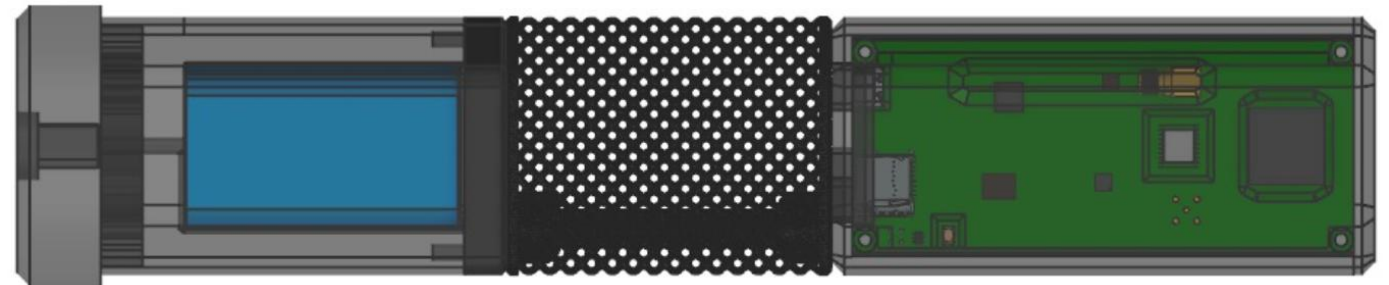
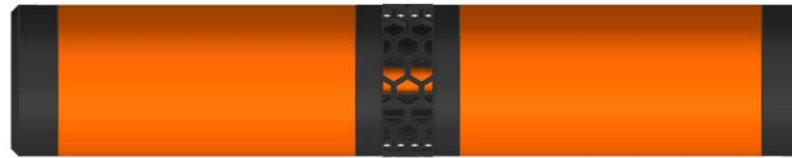
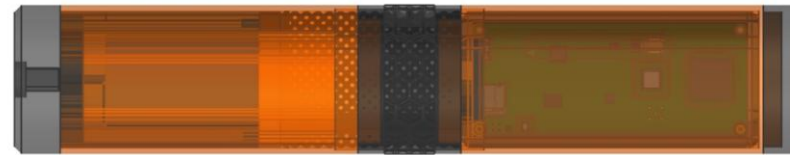
El reto de esta semana es, literalmente, nuestra carga de pago.

La caja negra de EuRoC 2026

La han hecho **antiguos miembros del equipo**. Ocupa las tres ranuras.

Entre las baterías y la electrónica, un **lattice impreso en 3D** absorbe la energía del impacto.

Lo que diseñéis puede sustituirla: **hasta 800 € de beca** por proyecto para construirlo dentro del LEEM.

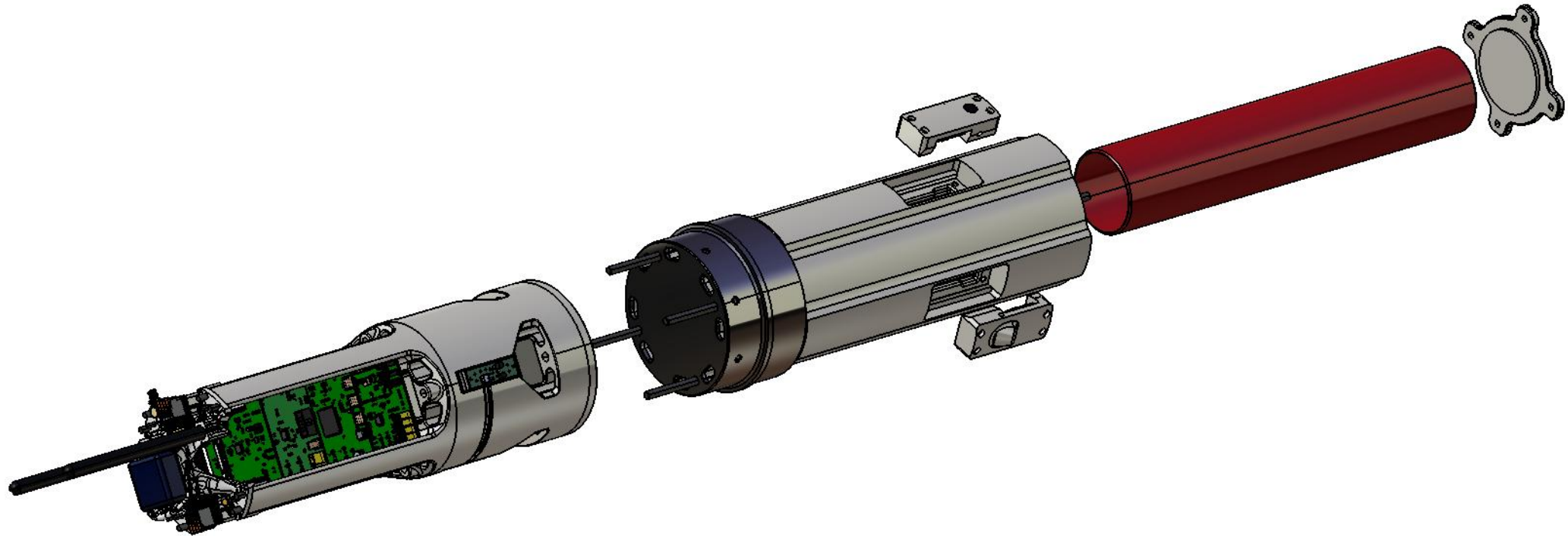


Baterías

Lattice 3D

PCB

Dónde va vuestra carga



Una ranura, una lata



$\varnothing 66 \times 115 \text{ mm}$ y 340–350 g. El cohete lleva tres. Cada equipo decide cuántas ocupa: 1, 2 o 3.

La masa tiene **mínimo**, no solo máximo. En el bloque 4 veréis por qué es una ventaja.

Las tres ranuras pueden venir de tres equipos distintos: vuestro sistema funciona con cualquier vecino, **incluido un bloque de lastre.**

Lo que os da el cohete

Fibra de vidrio

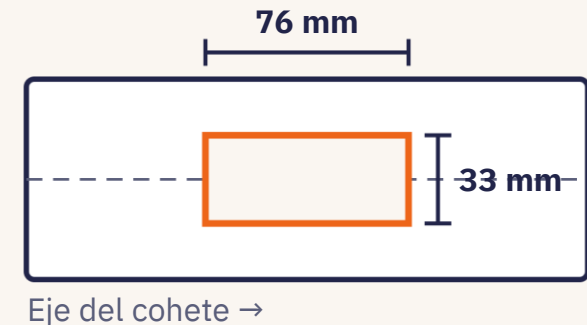
El fuselaje es radiotransparente. La radio y el GNSS pasan: la antena puede ir dentro.

Venting

La presión de la bahía sigue a la de fuera, con retardo. Vale para un altímetro; no para un sensor de gases sin toma propia.

Un registro por ranura

Un recorte de 33 × 76 mm que mecaniza el LEEM. La pieza la diseñáis vosotros, enrasada o con menos de 3 mm de saliente.



Tres líneas que no se cruzan

Nada sale del cohete

Ni sondas, ni paracaídas propios, ni superficies desplegables. El sistema baja con el cohete.

Ninguna interfaz

Eléctrica, de datos ni pirotécnica. Ni energía, ni señal de despegue, ni reloj compartido.

Nada depende del vecino

Si la ranura de al lado es lastre, vuestro sistema funciona igual.

El documento de requisitos manda

42

requisitos en total

14

de admisibilidad: binarios, marcados [ADM]

En la página 2 está el resumen. **Si solo leéis una página, que sea esa.** MARS3-CS-SRD, en #documentos del Discord.

Los 14 requisitos de admisibilidad

0010	Declarar N y la configuración en la portada	0500	Independiente de los vecinos de ranura
0020	Ser carga de pago independiente del cohete	0600	Nada eyectable ni desplegable
0100	Caber en $\varnothing 66 \times 115 \cdot N$ mm	0700	Coste $\leq 300 / 550 / 800$ €, IVA y envío incluidos
0110	Apéndices solo en las tapas, 45 mm como máximo	0900	Dossier en PDF con la plantilla, ≤ 6 páginas
0120	Masa entre $340 \cdot N$ y $350 \cdot N$ g	0910	Libro de presupuestos con sus hojas rellenas
0220	Sin plomo ni materiales peligrosos	0940	Entrega a tiempo: viernes a las 13:00
0330	Celdas permitidas: nada de LiPo	0960	Matriz de cumplimiento completa

Los comprueba el comité técnico antes de que el jurado vea nada.

Qué pasa si falla uno

Elegible

0

Pasa a puntuación sin penalización.

Con observaciones

−0,25

sobre la nota final por observación,
hasta −0,75. Pasa a puntuación.

No elegible

—

Incumplimiento mayor. No se puntúa,
pero recibe evaluación escrita.

Son observaciones, y no descalifican: apéndices subsanables (0110), dossier fuera de formato (0900), libro incompleto (0910) o un fallo mayor que se arregla con un cambio menor y que habéis declarado en la matriz.

Penaliza más el incumplimiento escondido que el declarado.

BLOQUE 3 · ENTORNO DE VUELO

La subida dura menos de de medio minuto.

El problema son las seis horas de antes.



Cargas

20 g

cuasi-estáticos en el eje

30 g

de diseño: factor de seguridad 1,5

140 N

encima, si vais en la ranura de abajo

Una batería de 47 g «pesa» 1,4 kg durante el empuje. ¿La sujetaríais con velcro?

Vibración y choque

~20 s

de vibración de banda ancha en la fase propulsada. Lo que se afloja, se afloja aquí.

decenas de g

en milisegundos, al abrirse el paracaídas. Rompe lo que sobrevivió al despegue.

Todo retenido de forma positiva: tornillo, adhesivo estructural o encapsulado. Nada sujeto solo por su conector.

Térmica

−10 → +60 °C

El cohete al sol en la rampa se calienta por dentro. Afecta a la **capacidad de las celdas** y a la **deriva de los sensores**.

Las seis horas en rampa

EuRoC exige **6 h encendido**, y el SRD pide llegar al final con un **20 % de capacidad sobrante**.

Qué enciendes	Consumo	Energía para 6 h con margen
Microcontrolador, sensores y radio en espera	~50 mA	~380 mAh: una 18650 (3400 mAh) sobra
Raspberry Pi Zero 2 W	~250 mA	~1765 mAh: media batería solo para esperar
Raspberry Pi 4	~900 mA	~6350 mAh: no cabe en la masa de una ranura

Vuestra batería no es para el vuelo: es para la espera.

La radio puede fallar

1

Grabad todo a bordo

Además de transmitir. Es obligatorio.

2

Aguantad un apagado

En cualquier momento, sin perder lo grabado.

3

Éxito parcial sin radio

Un nivel de éxito que se cumpla aunque no llegue ni un paquete.

Y después: el sistema aterriza con el cohete, puede caer en un campo y pasar dos horas al sol antes de que lo recojamos.

Qué se puede y qué no

Prohibido	Permitido
LiPo, con cualquier encapsulado	Li-ion cilíndrica con carcasa metálica (18650, 21700)
Litio primario, incluidas las pilas de botón como alimentación	LiFePO ₄
Li-ion prismática o con carcasa de plástico	NiMH y alcalinas en carcasa metálica

Si lleva LiPo, no vuela.

Requisito de admisibilidad RQT-0330: un diseño con LiPo queda fuera, por bueno que sea lo demás.

Las químicas permitidas pesan

47 g

una 18650

~70 g

una 21700

~120 g

un pack de 4 AA de NiMH

Si os falta masa, no metáis plomo: meted batería.

47 g por unos 9 €, y compra margen de energía y redundancia. Con límite: una batería veinte veces mayor de lo necesario es lastre con forma de batería.

Qué es un requisito

Deberá

obliga

Debería

recomienda

Podrá

permite

La **matriz de cumplimiento** dice, requisito a requisito, Cumple / Cumple parcialmente / No cumple / No aplica, con la evidencia.

Reconocer un incumplimiento suma; esconderlo resta el doble.

Antes de enseñarlo

La misión de este ejemplo es la de siempre: un perfil de presión y presión y temperatura. Sacaría notable en ingeniería y **aprobado aprobado justo en misión.**

Está aquí por los números, no por la idea. No lo copiéis.

MARS3-CS-EJEMPLO-1ranura.xlsx · en #documentos del Discord

Presupuesto de masa, línea a línea

Subsistema	Masa (g)
Estructura: tubo de aluminio, tapas, varillas, tornillería	175
Energía: dos 18650, portaceldas, regulación, interruptor	118
Aviónica: RP2040 y PCB	18
GNSS	12
Cableado y conectores	10
Radio y antena	8
Sensores	5,5
microSD	2,5
Total, sin lastre	349

La mitad es estructura y un tercio batería.

La electrónica «interesante» pesa menos de 60 g.

Faltaban 42 g: se metieron como una segunda 18650.

Potencia y coste

POTENCIA

~89 %

de margen. 48,7 mA de media en espera; 380 mAh necesarios para 6 h; 3400 mAh instalados.

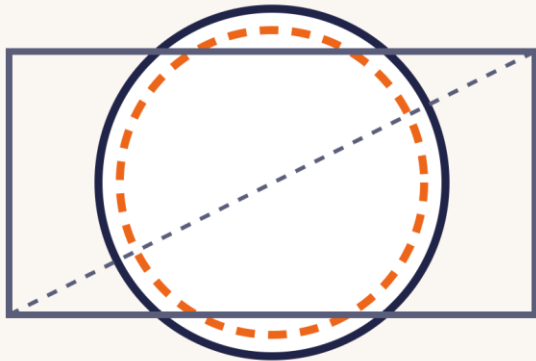
COSTE

269 € de 300

234 € de hardware + 35 € de contingencia (15 %).

Precios reales con IVA y envío, con enlace. **Un precio inventado se nota y cuesta puntos.**

El detalle que nadie ve



50 × 100 mm → diagonal de 111 mm

No cabe en un tubo de Ø66. Usad **placas circulares de unos Ø58 mm** (el círculo naranja).

Y el **concepto de operaciones**: contad el vuelo como una historia, desde que se enciende en el taller hasta que se descargan los datos, con la espera en rampa como una fase más.

BLOQUE 6 · ¿CUÁNTAS RANURAS?

La cuenta

	1 ranura	2 ranuras	3 ranuras
Envolvente	Ø66 × 115 mm	Ø66 × 230 mm	Ø66 × 345 mm
Masa	340–350 g	680–700 g	1020–1050 g
Presupuesto	300 €	550 €	800 €
Registros de fuselaje	1	2	3

El suelo de cualquier sistema son unos **110 € y 120 g**, y se paga una vez: la segunda ranura da 250 € y no 300. Y cada ranura extra son 340 g más que llenar con algo útil.

¿Qué perderíais si os quitáramos una ranura?

BLOQUE 6 · ¿CUÁNTAS RANURAS?

Cómo se reparten las ranuras después

Una sola clasificación. Se recorre de arriba abajo asignando ranuras hasta llenar las tres; el que no cabe, se salta.

1.º · 2 ranuras

Financiado

Queda 1 ranura libre

2.º · 2 ranuras

Se salta

No cabe en la ranura que queda

3.º · 1 ranura

Financiado

Cohete completo

Un sistema de una ranura bien exprimido tiene más opciones de volar, no menos.

PARA LLEVARSE

- 1** La subida dura medio minuto; el problema son las seis horas de horas de antes.
- 2** Si lleva LiPo, no vuela.
- 3** Un presupuesto de masa que no cierra es un proyecto que no existe.

DURANTE LA SEMANA

Preguntadnos

Los mentores del LEEM estamos para eso, en Discord y en el aula. En la industria se pregunta todo el rato.



APERTURA DEL RETO · 16:55

El cohete tiene tres ranuras. Elegid cuántas ocupáis. Que quepa, que pese 340–350 g por ranura, que cueste 300, 550 u 800 €, que haga algo que merezca la pena también si falla la radio. Y contadnos por qué ese tamaño.

¿Qué sabremos después del vuelo que no sabíamos antes? ¿Y qué salvamos si la radio no funciona?

Qué leer y qué rellenar

Documento	Archivo	Qué hacéis con él
Convocatoria	MARS3-CS-CONV	Leer: fechas, equipos, premios y beca
Requisitos	MARS3-CS-SRD	Leer: los 42 requisitos (resumen en la página 2)
El reto	MARS3-CS-RETO	Leer: la pregunta, las misiones y el plan
Ejemplo resuelto	MARS3-CS-EJEMPLO-1ranura.xlsx	Consultar: un libro ya relleno, con sus números
Libro de presupuestos	MARS3-CS-TPL-BOM.xlsx	Rellenar y entregar: EQUIPO_presupuestos.xlsx
Plantilla del dossier	MARS3-CS-TPL-DOSSIER.docx	Rellenar y entregar en PDF: EQUIPO_dossier.pdf

Todo está en #documentos del Discord. Entregáis solo los dos marcados.

El libro de presupuestos, hoja a hoja

Hoja	Qué rellenáis
Instrucciones	Lo primero: la celda del número de ranuras, de la que salen todos los límites. Y los datos del equipo.
Catálogo	Componentes de referencia con masa, precio y consumo. Es un punto de partida, no una lista cerrada.
BOM	Cada componente con referencia, distribuidor y enlace reales, IVA incluido. Contingencia de al menos el 15 %.
Masa	Elemento a elemento, hasta caer entre 340·N y 350·N g. El lastre, como mucho el 10 %.
Potencia	Consumo en espera y en vuelo de cada elemento: 6 h con un 20 % de margen por unidad física.
Cumplimiento	Los 42 requisitos: estado y evidencia (página, celda o cota). Ninguna celda en blanco.
Resumen	Los semáforos. Miradlo cada media hora: es lo primero que abre el comité.

Solo tocáis las **celdas amarillas**. Los totales y los semáforos se calculan solos; las filas de ejemplo en rojo, borradlas.

El dossier, sección a sección

Sección	Páginas	Qué tiene que tener
1. Misión y objetivos	½	Misión en una frase; éxito total, parcial y fracaso
2. Concepto de operaciones	½	El vuelo por fases, con las 6 h en rampa
3. Tamaño y arquitectura	1	Por qué N ranuras, alternativas y diagrama de bloques
4. Mecánica y masa	1	Layout acotado, 20 g y apilamiento, resumen de masa
5. Eléctrica y potencia	1	Diagrama eléctrico, componentes y 6 h con 20 %
6. Datos y telemetría	½	Qué se mide, a qué ritmo, enlace y software
7. Cumplimiento	½	Resumen de la matriz y lo que no cumplís
8. Presupuesto económico	½	Resumen del BOM y dónde habéis gastado
9. Riesgos y plan	½	Cinco riesgos reales y plan a 6 meses
10. Con más tiempo y dinero	anexo	Opcional; no cuenta en las 6 páginas

APERTURA DEL RETO · LO QUE ENTREGÁIS

Una sola entrega

13:00

del viernes 2 de octubre. Sin prórroga.

EQUIPO_dossier.pdf

La plantilla del dossier, exportada a PDF

EQUIPO_presupuestos.xlsx

El libro de presupuestos completo

Los dos juntos, en un mismo mensaje, en el hilo «Entrega final» de vuestro canal. Cuenta el último mensaje antes de las 13:00: a las 12:30, subid ya una versión completa.

Antes de subir: la lista de comprobación del final de la plantilla. Cinco minutos.

CIERRE DE LA SESIÓN · 17:50

La semana

Cuándo	Dónde	Qué
Martes 29, 16:00–18:00	Discord o aula A-115	Taller 1. Control 1 a las 17:15: un mensaje con la misión, cuántas ranuras y por qué
Miércoles 30, 16:00–18:00	Discord o aula A-115	Taller 2. Control 2 a las 17:00: un mensaje con los presupuestos preliminares
Jueves 1	—	Sin sesión. El canal de dudas sigue abierto
Viernes 2, desde las 9:00	Donde queráis	Remate. Entrega a las 13:00 en el hilo «Entrega final» de vuestro canal
Viernes 2, 16:00–19:00	Aula E-1	Defensa presencial: 6 min + 4 de preguntas. Deliberación y premios

Todos los documentos y plantillas, en #documentos del Discord.

CIERRE DE LA SESIÓN · 17:50

Entregas de seguimiento

Voluntarias, en el canal privado de vuestro equipo en Discord, antes de las 23:59:

Hoy	Nombre del equipo, respuesta a la pregunta y una o dos misiones candidatas. Feedback antes del taller 1.
Martes	Misión con sus tres niveles de éxito, ranuras y por qué, diagrama de bloques (una foto vale). Feedback antes del taller 2.
Miércoles	El libro de presupuestos a medias. Feedback el jueves antes de las 20:00, con una revisión previa de los 14 requisitos de admisibilidad.

No puntúan. Sirven para que nadie descubra el viernes que está fuera de la envolvente.

Cinco consejos para una semana corta

- 1 Cerrad la misión y las ranuras el martes**, antes del control 1. Todo lo demás depende de eso.
 - 2 Repartid roles hoy:** misión y dossier; mecánica y masa; electrónica y potencia; BOM, riesgos y plan.
 - 3 Quien lleva el dossier escribe desde el martes.** El dossier no se escribe el viernes.
 - 4 No partáis de cero:** el catálogo, el ejemplo resuelto y las plantillas ya tienen la mitad del trabajo.
 - 5 El viernes, nada de diseño nuevo.** Repasad las cifras y a las 12:30 subid una versión completa.
-

UNA ÚLTIMA COSA

Cuatro días no dan para construir un satélite. Dan para **diseñar uno bien, y es exactamente lo que os pedimos.**

No buscamos el diseño perfecto: buscamos decisiones que sepáis defender. Un croquis a mano vale igual que un CAD, y declarar lo que no cumple suma.

Nos vemos el viernes en la E-1.

