



**CANSAT**  
SPAIN

**IES Paco Ruiz**  
Bigastro



**PARQUE de las CIENCIAS**  
ANDALUCÍA - GRANADA

# BAS

## BigAstroSat



## BigAstroSat

Equipo BAS, integrado por: Carmen, Rocío, Walid, Moad, Álvaro y Jose María.  
Nuestro mentor: Fernando Haro Martínez.  
Realizado en IES Paco Ruiz, alumnado de 2BACC.

# ÍNDICE

## 1.Introducción

## 2.Misión Primaria y Secundaria

### 2.1.Misión Primaria

#### 2.1.1.Medida de presión atmosférica y temperatura

#### 2.1.2.Diseño del paracaídas

#### 2.1.3.Análisis de datos

### 2.2.Diseño de la carcasa

### 2.3.Misión Secundaria

## 3.Planificación

## 4.Presupuesto

## 5.Plan de difusión y patrocinio

## 6.Bibliografía/Referencias/Recursos utilizados

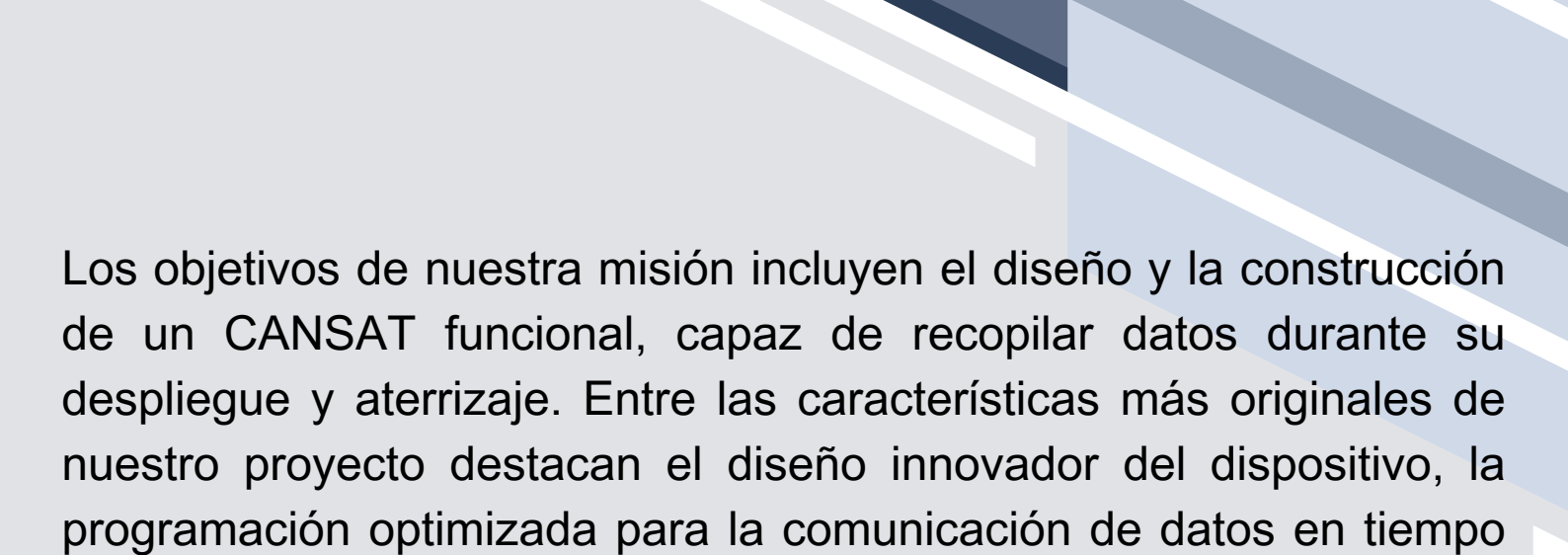




# 1. INTRODUCCIÓN

El equipo BAS está formado por seis integrantes: Carmen, Walid, Álvaro, Moad, Jose María y Rocío. Somos estudiantes de 2º de Bachillerato de Ciencias en el IES Paco Ruiz, ubicado en Bigastro, Alicante. Nuestro proyecto se desarrolla dentro del horario escolar en las clases de laboratorio de Física y Química, donde llevamos a cabo las prácticas necesarias para la realización del proyecto CANSAT.

A lo largo de este desafío, hemos adquirido conocimientos en programación básica y hemos llevado a cabo experimentos relacionados con óptica y diferenciación, lo que nos ha permitido mejorar nuestras habilidades tanto técnicas como de trabajo en equipo. Nuestra motivación para participar en este proyecto radica en el deseo de aplicar los conocimientos teóricos en un contexto práctico y desafiante, así como en la oportunidad de experimentar de primera mano cómo se desarrolla una misión espacial en pequeña escala.

The top right corner of the page features a series of overlapping geometric shapes in shades of blue and grey, creating a modern, abstract design.

Los objetivos de nuestra misión incluyen el diseño y la construcción de un CANSAT funcional, capaz de recopilar datos durante su despliegue y aterrizaje. Entre las características más originales de nuestro proyecto destacan el diseño innovador del dispositivo, la programación optimizada para la comunicación de datos en tiempo real y el enfoque científico en la recolección y análisis de información atmosférica. Con este proyecto, esperamos no solo desarrollar nuestras habilidades técnicas, sino también fomentar el interés por la investigación y la exploración espacial en nuestra comunidad educativa.

Para optimizar nuestro trabajo, nos hemos dividido las tareas en parejas: Moad y Walid se encargan de la programación y la comunicación del CANSAT, Álvaro y Jose María trabajan en el diseño del dispositivo, mientras que Rocío y Carmen gestionan las redes sociales y la difusión del proyecto.

## **2. MISION PRIMARIA Y SECUNDARIA**

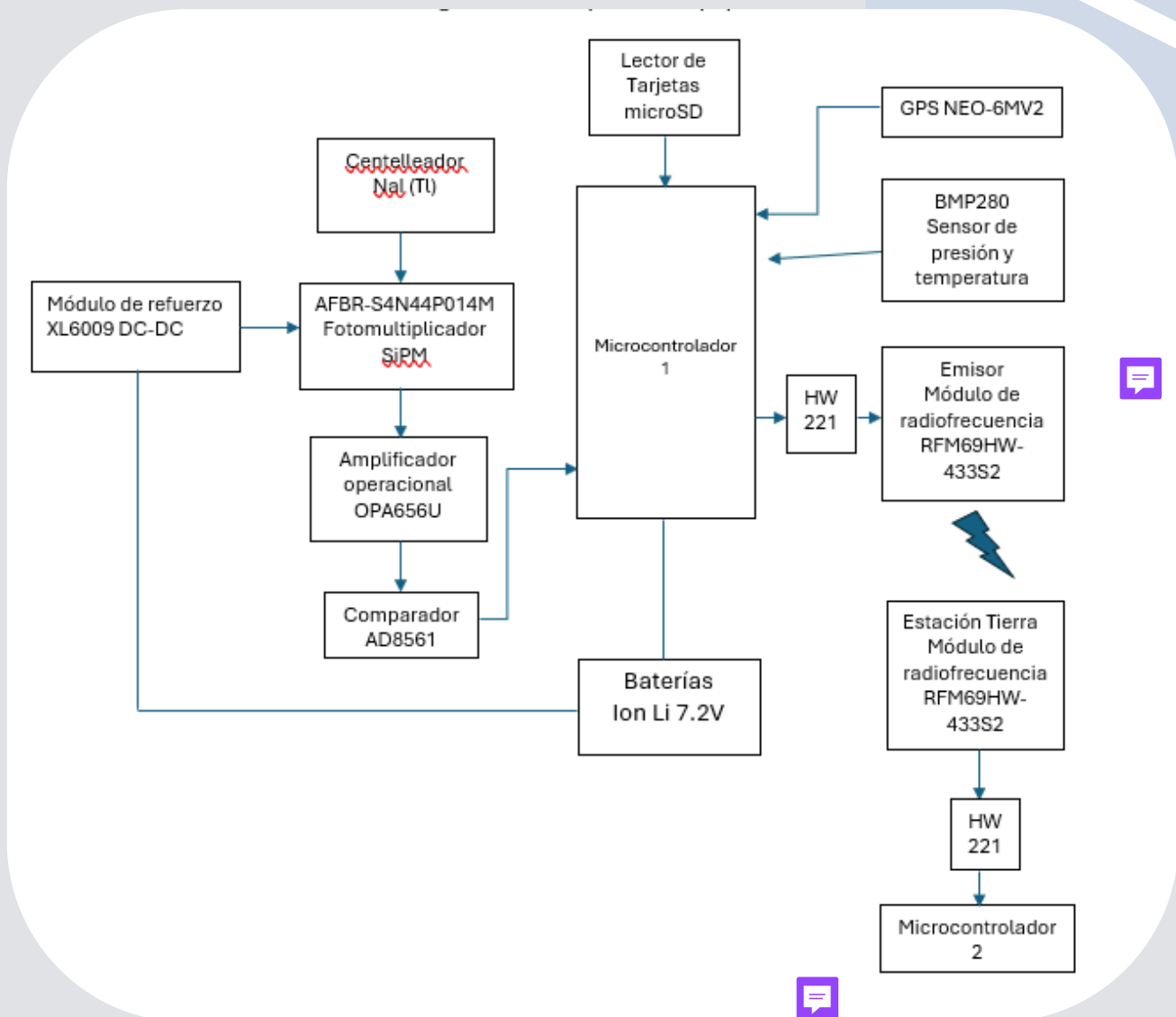
En la misión primaria, mediremos la presión y la temperatura durante el descenso para obtener información sobre las condiciones atmosféricas. Esto nos permitirá entender mejor cómo cambian estos parámetros a medida que descendemos.

En la misión secundaria, nos enfocaremos en la detección de muones, partículas subatómicas que provienen de la interacción de la radiación cósmica con la atmósfera. Estudiar estos muones nos ayudará a obtener datos sobre la atmósfera superior y su interacción con la radiación, proporcionando información útil para investigaciones en física de partículas.

### **2.1 MISIÓN PRIMARIA**

En la misión primaria, hemos utilizado el sensor BMP280 para medir la presión atmosférica y la temperatura. Para garantizar la precisión de las mediciones de temperatura, además del sensor, hemos empleado un secador de pelo y un termómetro de mercurio como métodos de validación. Realizamos las mediciones de temperatura cada 5 segundos, lo que nos permitió recoger los datos de manera precisa y consistente, evitando posibles errores y asegurando que las lecturas fueran lo más exactas posible. De esta manera, pudimos corroborar la fiabilidad de los resultados obtenidos durante la misión.

## 2.1.1 MEDIDA DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y TEMPERATURA



Descripción del diagrama de Bloques:

Misión primaria: Medida de presión y temperatura

- Sensor BMP280: Es un sensor de presión y temperatura de alta precisión. Permite obtener la presión atmosférica, con la cual se puede estimar la altitud, y la temperatura ambiente.
- Microcontrolador 1: Se encarga de leer los datos del BMP280 y procesarlos para su posterior transmisión o almacenamiento.
- Módulo de radiofrecuencia RFM69HW-433S2: Transmite los datos recopilados del sensor BMP280 a la estación en tierra.



- Lector de tarjetas microSD: Posible almacenamiento de los datos en caso de pérdida de comunicación.
- Baterías Ion Li 7.2V: Suministran energía a todos los componentes.

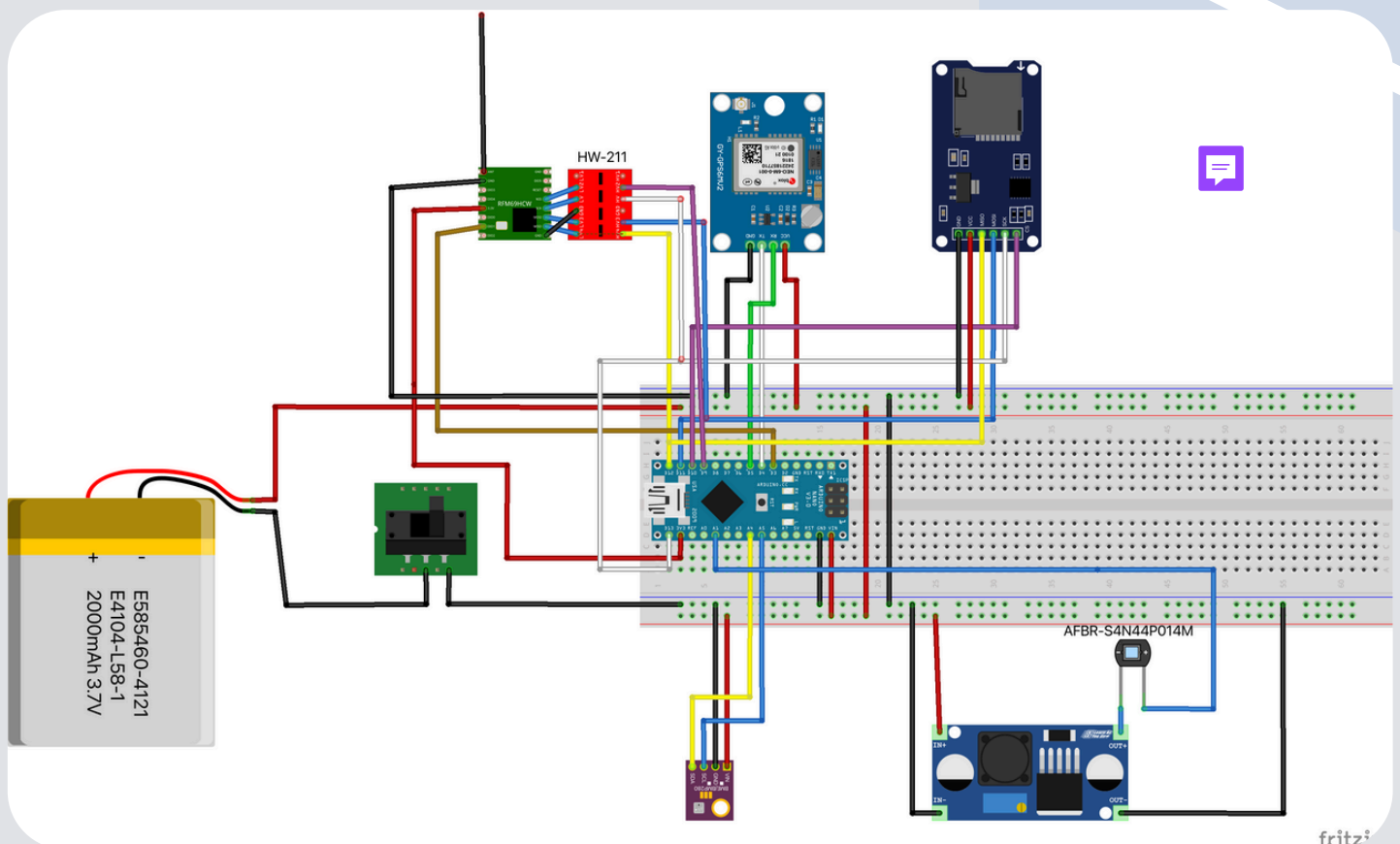
#### Misión secundaria: Detector de muones

- Centelleador NaI (TI): Es un material centelleador basado en yoduro de sodio dopado con talio. Emite destellos de luz cuando una partícula (como un muón) interacciona con él.
  - Fotomultiplicador SiPM (AFBR-S4N44P014M): Convierte los destellos de luz del centelleador en señales eléctricas.
  - Amplificador operacional OPA656U: Refuerza la señal generada por el SiPM para mejorar su detección.
  - Comparador AD8561: Detecta pulsos significativos en la señal del SiPM, eliminando ruido y mejorando la precisión de la detección de muones.
- Microcontrolador 2: Procesa los datos del detector de muones y los envía mediante el módulo RFM69HW-433S2 a la estación en tierra.
  - Módulo de refuerzo XL6009 DC-DC: Asegura una alimentación estable y adecuada para el fotomultiplicador SiPM y otros componentes.

#### Comunicación con la Estación Tierra

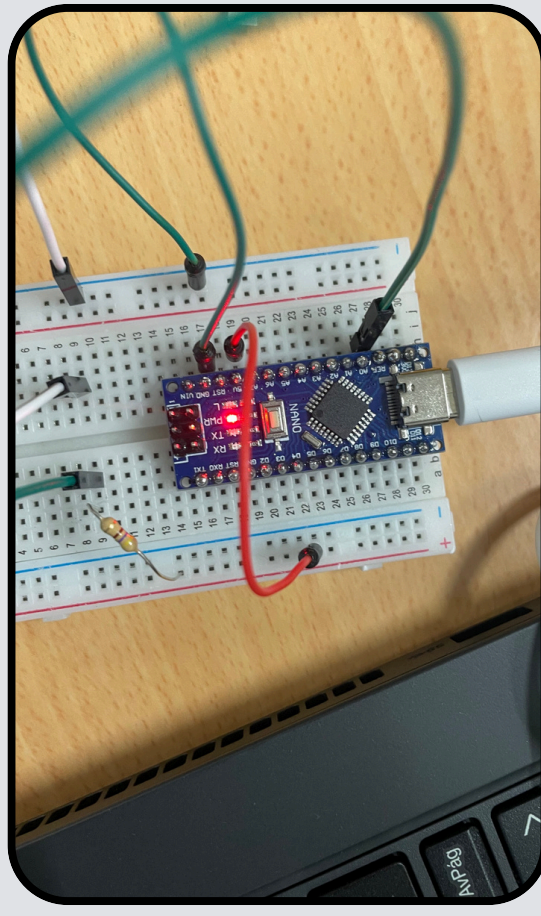
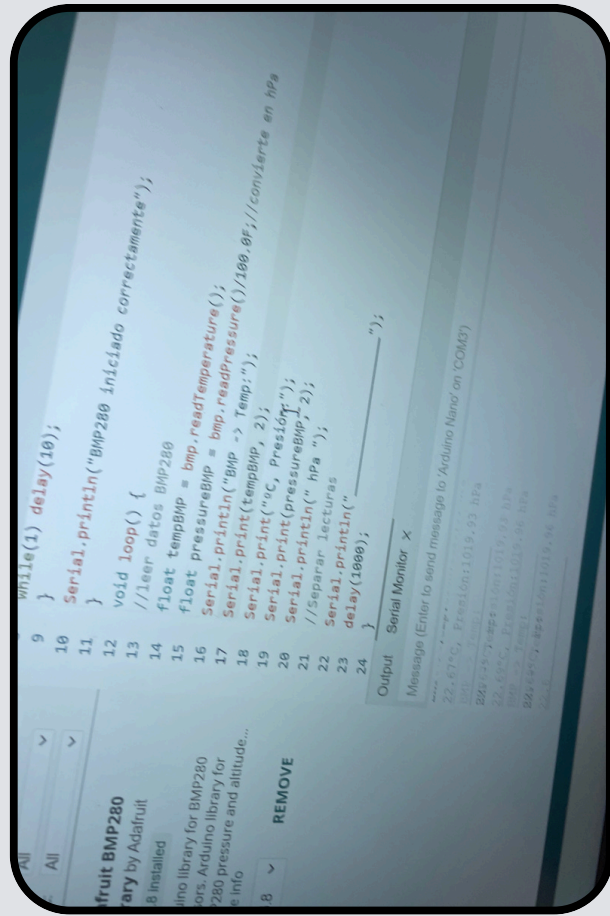
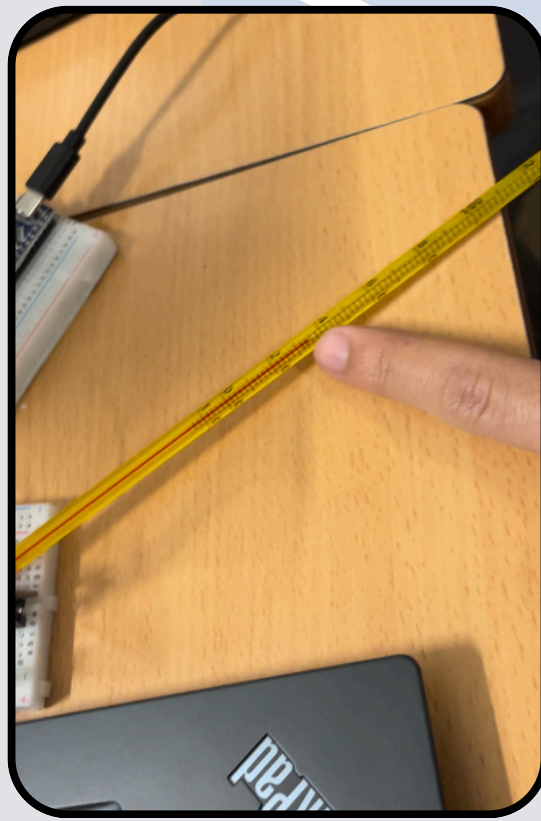
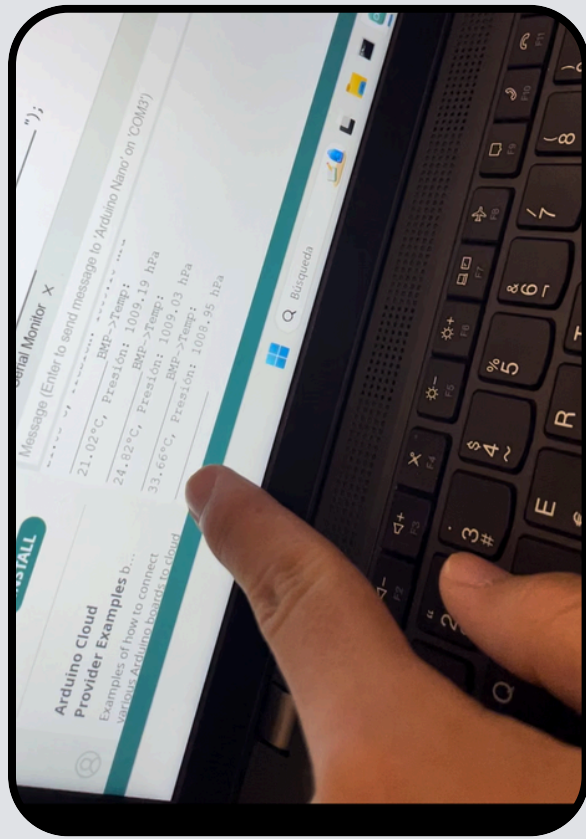
- Módulo de radiofrecuencia RFM69HW-433S2: Se encarga de la transmisión de datos desde el CanSat a la estación en tierra.
- GPS NEO-6MV2: Proporciona la ubicación del CanSat en tiempo real.
- HW221: Es un convertidor lógico bidireccional de 3.3V y 5V

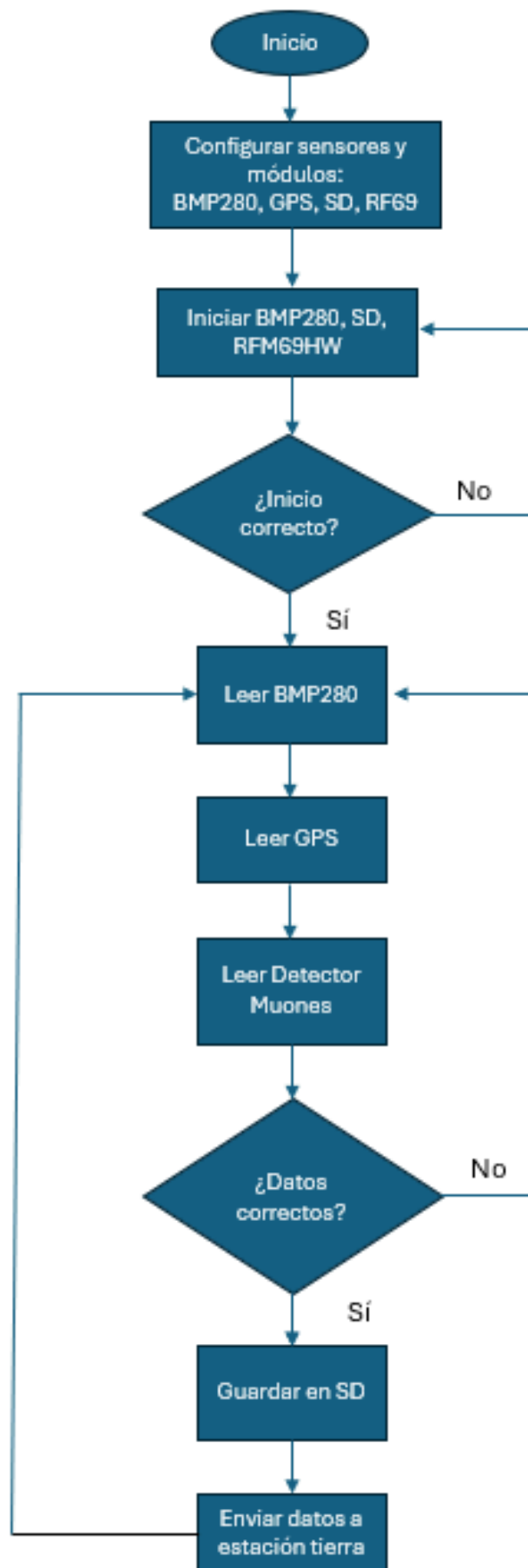




La imagen muestra el sistema eléctrico del Cansat, el cual es una parte fundamental de nuestro proyecto. Este sistema se encarga de gestionar la energía que alimenta todos los componentes del dispositivo, garantizando su correcto funcionamiento durante las diferentes fases del experimento.







## 2.1.2 DISEÑO DEL PARACAÍDAS

El paracaídas seleccionado para nuestra misión es de tipo cruz, debido a sus ventajas en estabilidad y control de la velocidad de descenso. Este diseño permite minimizar oscilaciones durante la caída y asegura un aterrizaje más seguro para el CANSAT. Para determinar las dimensiones adecuadas del paracaídas, hemos realizado los cálculos pertinentes basándonos en la relación entre la fuerza de arrastre y el peso del CANSAT. Se ha considerado que la velocidad de descenso ideal es de 8 m/s, lo que garantizará un aterrizaje estable y controlado. El CANSAT tiene una masa de 300 gramos, lo que equivale a 0.3 kilogramos. Con una constante de arrastre de 0.8 y una densidad del aire de  $1.225 \text{ kg/m}^3$ , se ha calculado que el área necesaria para generar la resistencia adecuada es de aproximadamente 0.095 metros cuadrados. El paracaídas estará construido con un material ligero pero resistente para soportar las condiciones de caída. El sistema de enganche estará compuesto por cuerdas distribuidas uniformemente en los extremos de la cruz para garantizar una apertura eficiente y una caída estable. Se han realizado pruebas para evaluar su funcionamiento, y en caso de ser necesario, se ajustará el diseño para optimizar su rendimiento

$$F_d = m \times g$$

Sustituyendo los valores:

$$F_d = 0.3 \times 9.81 = 2.943 \text{ N}$$

Para calcular el área del paracaídas, hemos usado la ecuación:

$$A = \frac{2 \times F_d}{C_d \times \rho \times v^2}$$

Sustituyendo los valores:

$$A = \frac{2 \times 2.943}{0.8 \times 1.225 \times 8^2} = 0.095 \text{ m}^2$$

Dado que el paracaídas tiene una forma circular, también se ha calculado su radio con la fórmula:

$$A = \pi \times r^2$$

Despejando el radio y sustituyendo los valores:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.095}{3.1416}} = 0.174 \text{ m}$$



A continuación, calculamos el área real del paracaídas dividiendo el área efectiva por el coeficiente de arrastre:

#### Cálculo del área real del paracaídas

$$A_{\text{real}} = \frac{A}{C_d}$$

Sustituyendo los valores:

$$A_{\text{real}} = \frac{0.0938}{0.8} = 0.117 \text{ m}^2$$

---

#### Relación entre el ancho $W$ y el largo $L$

Sabemos que:

$$L = 3.6W$$

La ecuación del área del paracaídas es:

$$A_{\text{real}} = 2L \times W - W^2$$

Sustituyendo  $L = 3.6W$ :

$$0.117 = 2(3.6W) \times W - W^2$$

Resolviendo para  $W$ :

$$W \approx 0.138 \text{ m}$$

Ahora calculamos  $L$ :

$$L = 3.6 \times 0.138 = 0.495 \text{ m}$$

---

### **Cálculo de la longitud de las cuerdas**

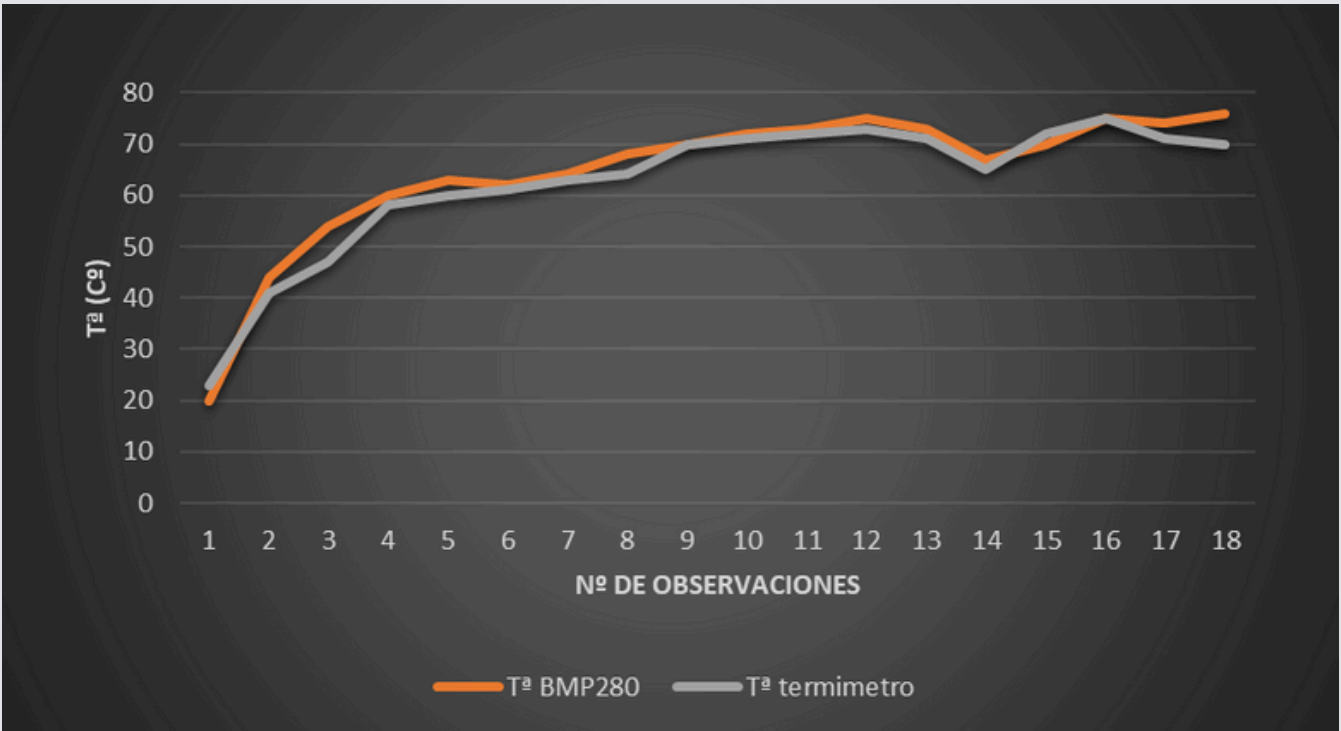
$$\text{Cuerda} = 1.6 \times L$$

Sustituyendo los valores:

$$\text{Cuerda} = 1.6 \times 0.495 = 0.792 \text{ m}$$

### 2.1.3 ANÁLISIS DE DATOS

Nº obs	Tª BMP280	Tª termimetro
1	20	23
2	44	41
3	54	47
4	60	58
5	63	60
6	62	61
7	64	63
8	68	64
9	70	70
10	72	71
11	73	72
12	75	73
13	73	71
14	67	65
15	70	72
16	75	75
17	74	71
18	76	70





## 2.2 DISEÑO DE LA CARCASA



La carcasa tendrá dos partes, en el interior una estructura formada por secciones circulares unidas mediante separadores de latón. El conjunto estará rodeado por una carcasa en dos piezas, fabricadas en impresión 3D y sujeta con precinto para su lanzamiento.



## 2.3 MISIÓN SECUNDARIA

### CONTEXTO CIENTÍFICO Y MOTIVACIÓN DE LA MISIÓN

Los muones son partículas elementales que forman parte de los rayos cósmicos secundarios. Se generan en la atmósfera superior cuando los rayos cósmicos de alta energía interactúan con los núcleos de átomos en la atmósfera. Estudiar su flujo y distribución es clave para entender la radiación cósmica y su impacto en la Tierra.

La misión CSES (China Seismo-Electromagnetic Satellite), en la que colabora Italia, estudia partículas de alta energía en la ionosfera para comprender su relación con fenómenos geofísicos. Nuestro CanSat replicará este tipo de medición a pequeña escala, detectando muones en la baja atmósfera.

### OBJETIVO DE LA MISIÓN

- Detectar la presencia de muones atmosféricos mediante la detección de la luz de centelleo generada en un material plástico dopado.
- Analizar la variación del flujo de muones en función de la altitud.
- Comparar los datos obtenidos con modelos teóricos de flujo de muones en la atmósfera.

Este experimento permitirá estudiar cómo la atenuación de la atmósfera afecta el flujo de muones y cómo estas partículas pueden ser utilizadas en aplicaciones científicas como la tomografía de estructuras geológicas o la física de partículas.

## 2.3.1 MISIÓN SECUNDARIA

### DISEÑO Y MONTAJE DEL DETECTOR DE MUONES

El sistema está compuesto por:

- Centelleador Bicron BC-408 dopado con TI: Emite fotones en la región de los 420 nm cuando un muón lo atraviesa.
- Silicon Photomultiplier (SiPM): Convierte la luz emitida por el centelleador en una señal eléctrica.
- Amplificador operacional OPA656U: Refuerza la señal del SiPM para mejorar la relación señal/ruido.
- Comparador AD8561: Filtra y digitaliza la señal para contar los eventos de detección de muones.
- Microcontrolador: Registra los pulsos detectados y los sincroniza con los datos de altitud.

### CALIBRACIÓN Y SENSORES

Para garantizar la precisión de las mediciones:

- Fuente de luz calibrada 405 nm (púrpura). El máximo de respuesta del sensor se encuentra a 420 nm. Es preciso atenuar el láser, dispersando la luz con papel vegetal, con pulsos cortos para no dañar el sensor.
- Medición del voltaje del SiPM: Para asegurar que opera dentro del rango óptimo (32V - 33V).
- Conteo de eventos de detección de muones en función de la altitud y tiempo de vuelo.

## 2.3.2 MISIÓN SECUNDARIA

### DATOS A ANALIZAR

#### Antes del lanzamiento

- Calibración del SiPM con una fuente de luz de 405 nm.
- Pruebas de ruido y ajustes del umbral del comparador AD8561.

#### Durante el vuelo

- Conteo de eventos de detección de muones en cada intervalo de tiempo.
- Registro de la altitud y variación de flujo de muones.

#### Después del vuelo

- Análisis de la atenuación del flujo de muones con la altitud.
- Comparación con modelos teóricos de flujo de muones en la atmósfera.

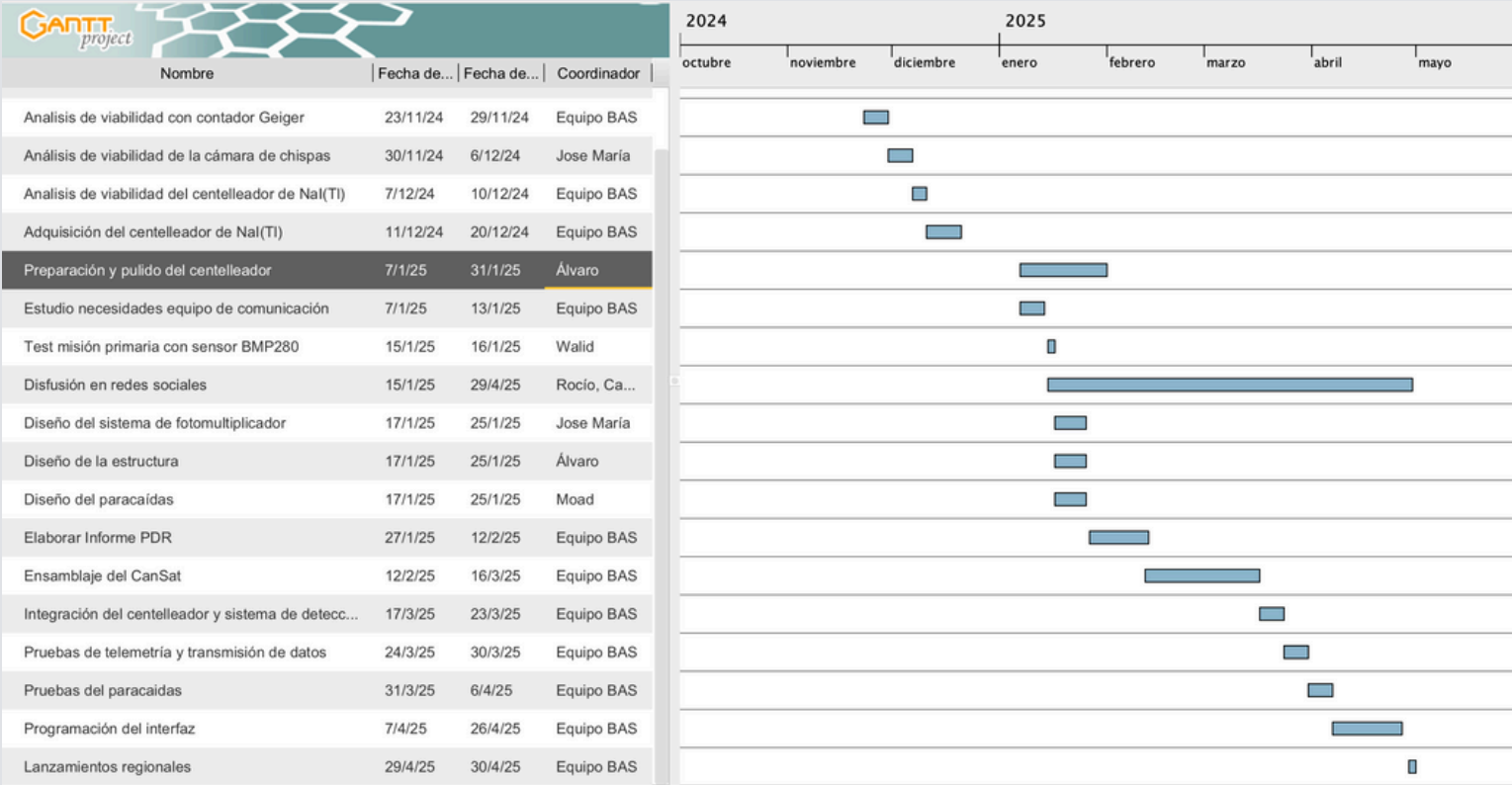
### RESOLUCIÓN DEL DETECTOR

El detector puede registrar eventos individuales de muones con alta eficiencia gracias a la sensibilidad del SiPM y la amplificación de la señal. Se prevé un conteo de eventos por segundo (cps) que dependerá de la altitud y la actividad atmosférica.

#### Relación con una misión real de la ESA

La misión CSES estudia partículas de alta energía en la ionosfera y su relación con fenómenos terrestres. Nuestro CanSat replicará este enfoque a menor escala, detectando muones en la atmósfera baja y analizando su variación con la altitud.

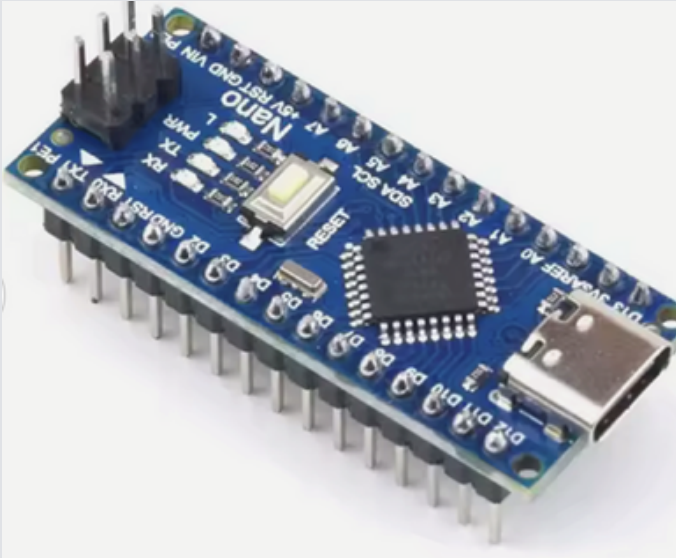
### 3. PLANIFICACIÓN



Contamos con un total de 4 horas semanales para trabajar en el proyecto, un tiempo que hemos distribuido de manera eficiente entre los 6 integrantes del grupo. Cada miembro tiene asignadas tareas específicas para maximizar nuestro rendimiento en el proyecto

## 4.PRESUPUESTO

### ARDUINO NANO



Controlador Mini, compatible con  
arduino CH340, 16Mhz,  
ATMEGA328P

Voltaje: 5 – 12 V

Dimensiones: 44 x 19 mm

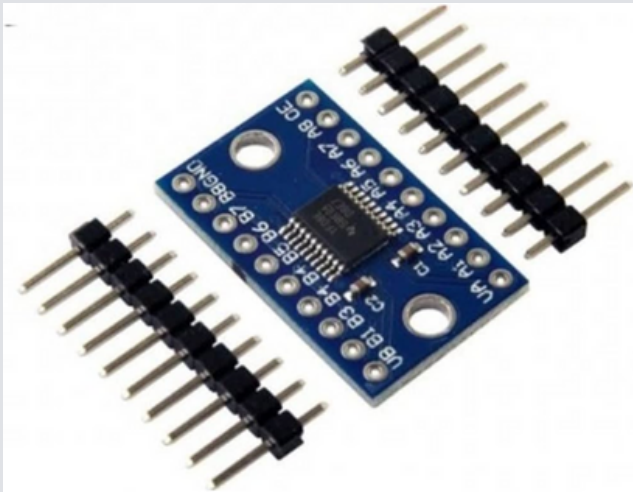
Precio: 5,99 EUR (x2)

Controlador Mini, compatible con  
arduino CH340, 16Mhz,  
ATMEGA328P Voltaje: 5 – 12 V  
Dimensiones: 44 x 19 mm  
Precio: 5,99 EUR (x2)

### RFM69HW



## HW-221



Convertidor bidireccional de voltaje

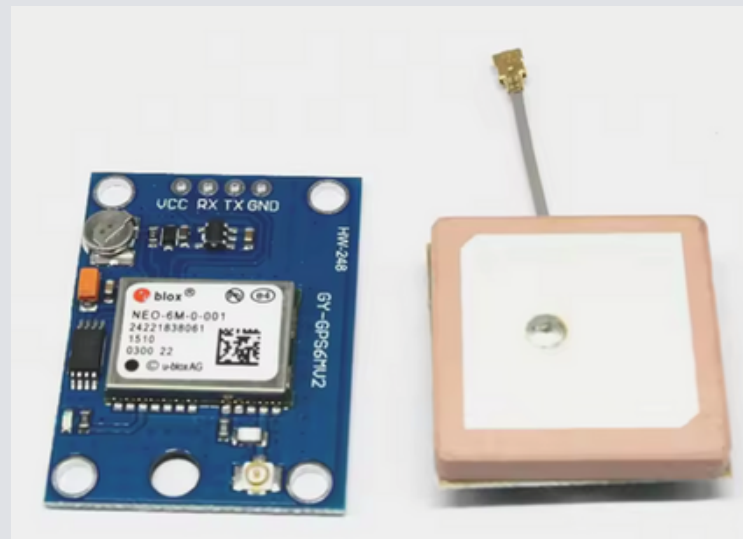
Voltaje: 5V – 3.3V

Dimensiones: 25 x 15 mm

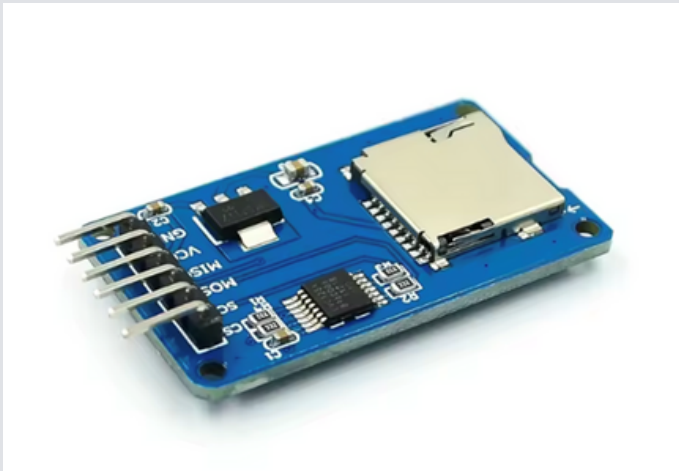
Precio: 1,40 EUR (x2)

## Módulo GPS NEO-6MV2

Controlador Mini, compatible con arduino CH340, 16Mhz, ATMEGA328P Voltaje: 5 – 12 V  
Dimensiones: 44 x 19 mm  
Precio: 5,99 EUR (x2)



### Lector de tarjetas Micro SD



Interfaz: SPI

Voltaje: 4.5V – 5.5 V (Regulador 3.3V incorporado)

Dimensiones: 42 x 12 mm

Precio: 1,08 EUR

### Batería ion Litio 14430

Batería ion-litio 1050 mAh

Voltaje: 3,6 - 3,7V

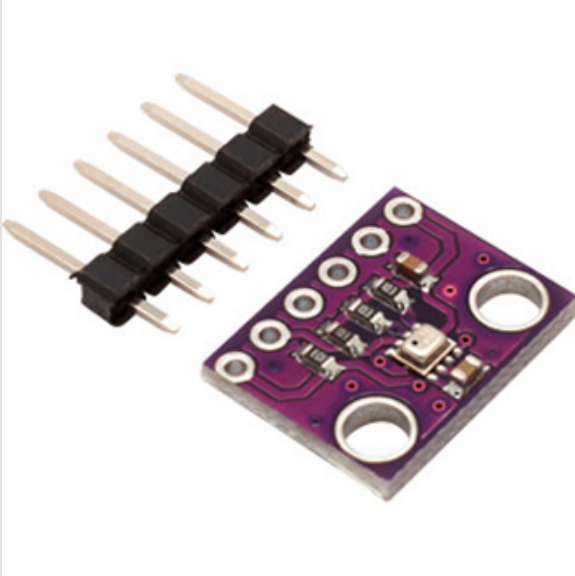
Dimensiones: 42,63 x 14.4 mm

Precio: 6.85 EUR





### BMP280



Sensor de presión y temperatura

Voltaje: 1,71 – 3.6 V

Interfaz I2C

Dimensiones: 15,3 x 11,5 x 2,5 mm

Precio: 1,07 EUR

### SMA Hembra

SMA hembra, 90° para PCB

Dimensiones: 13.1 x 14.7 x 6 mm

Precio: 0,42 EUR (x2)



### Antena 433 MHz



3dBi SMA conector macho  
Dimensiones 50 mm  
Precio: 3,59 EUR

### Tela paracaídas

Tela poliéster Ripstop  
Gramaje: 35 g/m<sup>2</sup>  
Precio: 14,39 EUR/m



### Quita vueltas



Rodamiento con bolas de acero.  
Resistencia: 12 Kg  
Precio: 0,254 EUR

Tela poliéster Ripstop  
Gramaje: 35 g/m<sup>2</sup>  
Precio: 14,39 EUR/m

### Separadores Hexagonales



### Hoja de fibra de vidrio G10 FR4



Dimensiones: 200 x 200 x 1.5 mm

Precio: 8,39 EUR

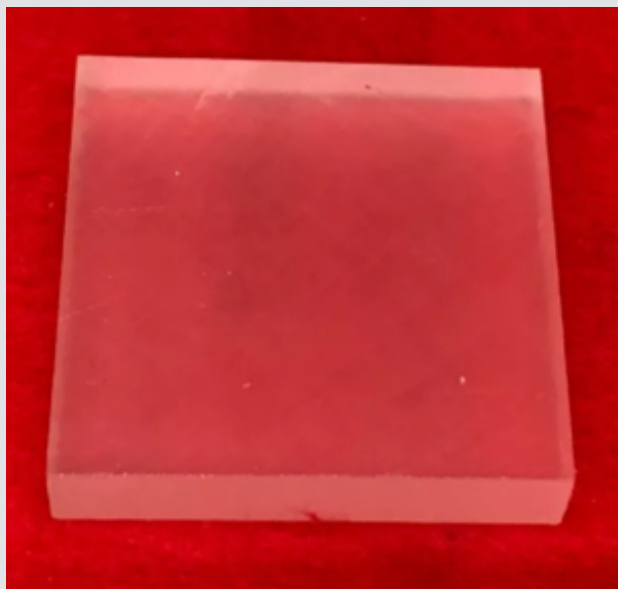
### Centelleador

Bicron BC408

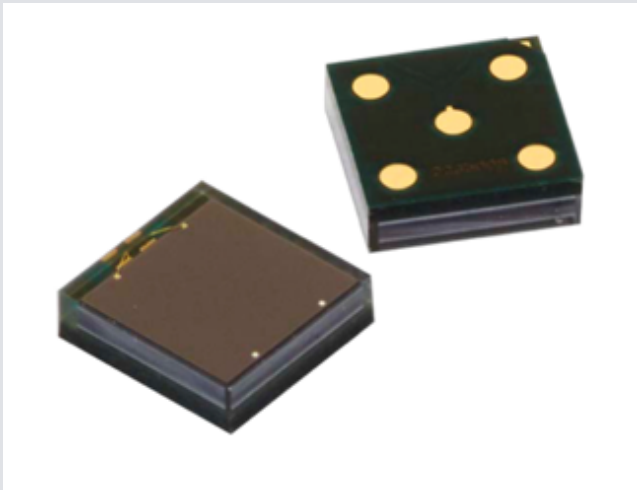
Nal dopado con TI

Dimensiones: 50 x 50 x 10 mm

Precio: 18 EUR



### AFBR-S4N44P014M



Silicon photomultiplier (SiPM)

Voltaje: 32V - 33V

Peak sensitivity wavelength:  
420nm

Dimensiones: 4,31 x 4,31 mm

Precio: 25,72 EUR

### Módulo de refuerzo XL6009 DC-

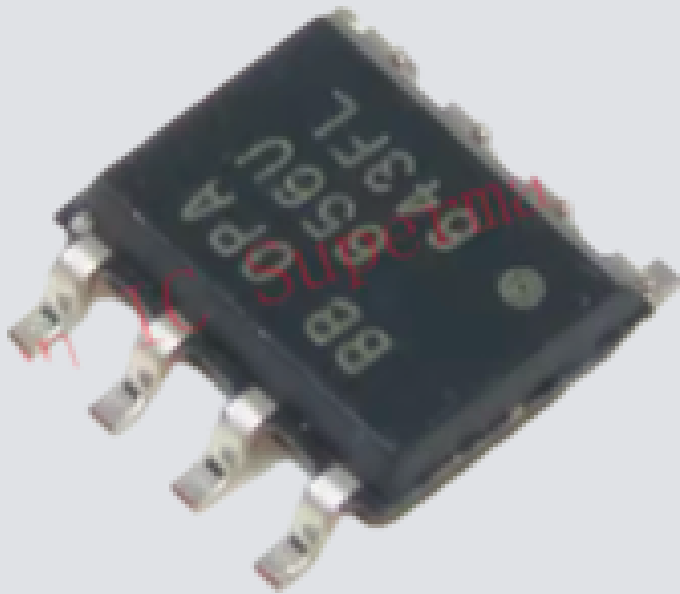
Voltaje: 3.2V – 32V

Dimensiones: 21x43 mm

Precio: 2,17 EUR



### Amplificador operacional



Amplificador de transimpedancia  
Voltaje: 5V  
Formato SOP8  
Precio: 1,93 EUR

### Comparador AD8561

Comparador para convertir señal  
a pulsos  
Voltaje: 5V  
Formato SOP8  
Precio: 0,419 EUR



Nombre del Material	Precio (EUR)
Arduino Nano (x2)	5,99
RFM69HW (x2)	4,98
HW-221 (x2)	1,40
Módulo GPS NEO-6MV2	0,79
Lector de tarjetas Micro SD	1,08
Batería ion Litio 14430	6,85
BMP280	1,07
SMA Hembra (x2)	0,42
Antena 433 MHz	3,59
Tela paracaídas (por metro)	14,39
Quita vueltas	0,25
Separadores Hexagonales (por unidad)	0,36
Hoja de fibra de vidrio G10 FR4	8,39
Centelleador	18,00
AFBR-S4N44P014M	25,72
Módulo de refuerzo XL6009 DC-	2,17
Amplificador operacional	1,93
Comparador AD8561	0,41
TOTAL	97,80



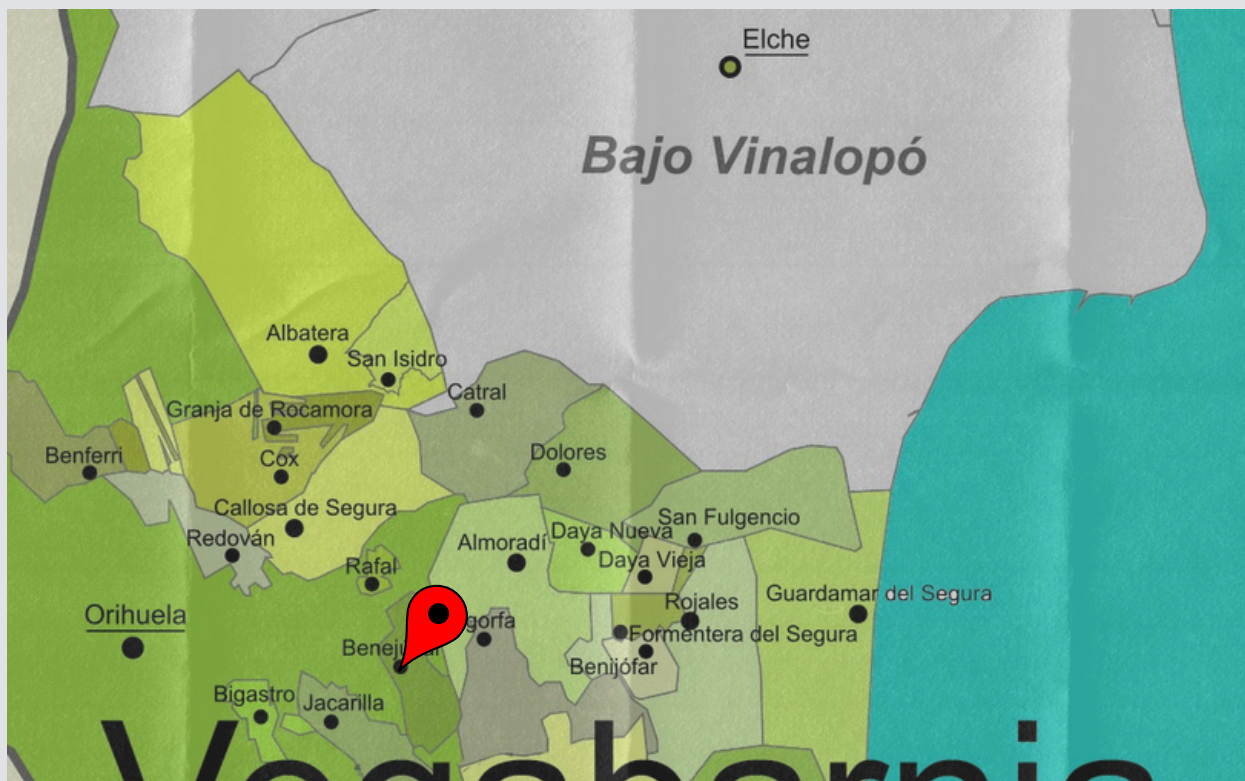
## 5. PLAN DE DIFUSIÓN Y PATROCINIO

Vamos a participar en la Feria de Ciencias de Benejúzar, un evento en el que estaremos durante dos días presentando y exponiendo nuestro trabajo, compartiendo nuestros proyectos y conocimientos con los asistentes. Además, tendremos la oportunidad de ser entrevistados en una emisora de radio local, que tiene un alcance similar al de Bigastro, nuestro pueblo, lo que nos permitirá llegar a una audiencia más amplia y dar a conocer nuestro trabajo en la comunidad. Sin duda, será una experiencia enriquecedora y emocionante.

INSTAGRAM:@b.a.s\_proyect

[https://www.instagram.com/b.a.s\\_proyect?](https://www.instagram.com/b.a.s_proyect?igsh=MWo3dHZqZHBsenQybg==)

[igsh=MWo3dHZqZHBsenQybg==](https://www.instagram.com/b.a.s_proyect?igsh=MWo3dHZqZHBsenQybg==)



## 6.BIBLIOGRAFÍA, REFERENCIAS Y ELEMENTOS UTILIZADOS

SiPMe:

<https://docs.broadcom.com/doc/afbr-s4xx-sipm-faq>

[https://www.aptechnologies.co.uk/images/Data/Broadcom/SiPMs/AN101\\_EVK\\_AFBR-S4NxxC01y\\_09Jul18.pdf](https://www.aptechnologies.co.uk/images/Data/Broadcom/SiPMs/AN101_EVK_AFBR-S4NxxC01y_09Jul18.pdf)

Módulo transmisión:

[https://www.tecneu.com/blogs/tutoriales-de-electronica/tutorial-uso-del-modulo-rfm69hcx-con-arduino?](https://www.tecneu.com/blogs/tutoriales-de-electronica/tutorial-uso-del-modulo-rfm69hcx-con-arduino?srsltid=AfmBOoqmMMpueA0keLVNzhC5MC23halpolAZ1wRn0D13Bg95zprMMNLU)

[srsltid=AfmBOoqmMMpueA0keLVNzhC5MC23halpolAZ1wRn0D13Bg95zprMMNLU](https://www.tecneu.com/blogs/tutoriales-de-electronica/tutorial-uso-del-modulo-rfm69hcx-con-arduino?srsltid=AfmBOoqmMMpueA0keLVNzhC5MC23halpolAZ1wRn0D13Bg95zprMMNLU)

Paracaídas:

<https://www.youtube.com/watch?v=X2egYw8kd3s>