

# Critical Design Review

---

Pegasus by Juan

Vermislab



Mentor: Antonio Marín Sánchez

<b>Pegasus by Juan</b>	<b>1</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Organización y roles del equipo	3
1.2. Objetivo de la misión	4
<b>2. Descripción del Proyecto CanSat</b>	<b>4</b>
2.1 Esquema de la misión	4
2.2. Misión secundaria	5
2.3. Diseño y estructura mecánica	5
2.4. Diseño eléctrico	7
2.5. Programación y Control	8
2.6. Estación de Tierra	9
2.6.1 Comunicaciones	9
2.6.2 Software	10
2.7. Sistema de recuperación. Paracaídas	10
<b>3. Planificación</b>	<b>11</b>
3.1. Planificación y diagrama de Gantt	11
3.2. Presupuesto final	12
3.3. Pruebas Realizadas	13
<b>4. Programa de Difusión y Patrocinio</b>	<b>13</b>
<b>5. Referencias</b>	<b>14</b>

# 1. Introducción

## 1.1. Organización y roles del equipo

El equipo Pegasus by Juan está conformado por un grupo de estudiantes de la academia Vermislab en Santiago de Compostela. Todos los años nos presentamos a la Maker Faire Galicia para exponer un proyecto que hagamos en ese año. Este año nuestro mentor, Antonio, nos presentó la idea de participar en el CanSat. Al principio nos sentimos un poco abrumados por el desafío pero tras deliberar un poco decidimos presentarnos al proyecto.

Nuestra motivación para participar es encontrar un reto que nos guste y nos exija para poder aprender y divertirse en el proceso. Llevamos mucho tiempo, muchos proyectos realizados en Vermislab y muchas Makers Faire Galicia asistidas. En este caso pensamos en un cambio de rumbo para ver otras fronteras y vivir otras experiencias dentro de lo que nos gusta hacer: Crear, innovar y aprender.

En Vermislab hemos realizado muchos proyectos Makers, entre los que se encuentran una maqueta de una casa domótica, una caseta para pájaros que era capaz de detectar humo de incendios cercanos, un proyecto de creación de una comunidad de innovación educativa para que los profesores pudieran compartir contenido didáctico. Muchos de estos proyectos fueron presentados a la Maker Faire Galicia y algunos de ellos llegaron a obtener algún premio.

El equipo lo componen 6 personas (Darío, Manuel, Nico, Manuel, Icía y Adrián) y nuestro guía (Antonio). El equipo se reúne todos los viernes para avanzar en el proyecto. Además de los integrantes del equipo, disponemos de dos voluntarios (Álvaro y Andrés). También está Enrique Saavedra que nos asesora en la parte del diseño estructural del cansat debido a su amplia experiencia en diseño de producto.

Nuestro trabajo fue mayormente de forma presencial en Vermislab, aunque contamos con un Whatsapp para comunicarnos de forma más ágil y de un Drive que usábamos para compartir los documentos y guardar nuestro trabajo. Para una mayor eficiencia hemos repartido a los integrantes del grupo en diferentes equipos:

**Comunicación:** El equipo de comunicación se encarga de preparar los informes, planear la estrategia de difusión y realizar las acciones de comunicación. También mantiene al día el Github del equipo.

**Electrónica y hardware:** Este equipo se ocupó de diseñar el sistema electrónico y la búsqueda de los componentes necesarios. También realiza el montaje y testeo de los sensores y su integración en el Cansat.

**Estación de Tierra y software:** Este equipo se encarga de la programación de la estación de tierra y del código final del satélite. También es el responsable de testear la comunicación entre la estación de tierra y el Cansat

**Diseño:** Es el equipo que realiza lo que será la parte externa y visible del satélite. Plantea el diseño y realiza la impresión de la estructura del Cansat y su carcasa, así como el desarrollo del paracaídas

## 1.2. Objetivo de la misión

La medición de CO<sub>2</sub> a través de un sensor de calidad de aire complementando al sensor de temperatura y la presión que combinados pueden darnos una gran visión del estado medioambiental de la zona. Es muy importante establecer los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y poder hacer un mapeo del nivel de contaminación ambiental.

# 2. Descripción del Proyecto CanSat

## 2.1 Esquema de la misión

Nuestra misión se basa en medir las condiciones climáticas de la atmósfera: Temperatura, Presión y CO<sub>2</sub>. Para ello se diseñará un satélite que sea capaz de medir dichos parámetros con sensores específicos y transmitirlos a una estación de tierra. El desarrollo del CANSAT consta de 3 partes diferenciadas: El desarrollo del diseño electrónico y su programación, el diseño mecánico del satélite donde irán integrados los componentes y el sistema de recuperación para que el descenso del satélite sea seguro y se pueda identificar su posición una vez haya descendido. Por otro lado se hará un desarrollo de la estación terrena que consta de un módulo receptor de datos y un software para recibirlos en tiempo real.

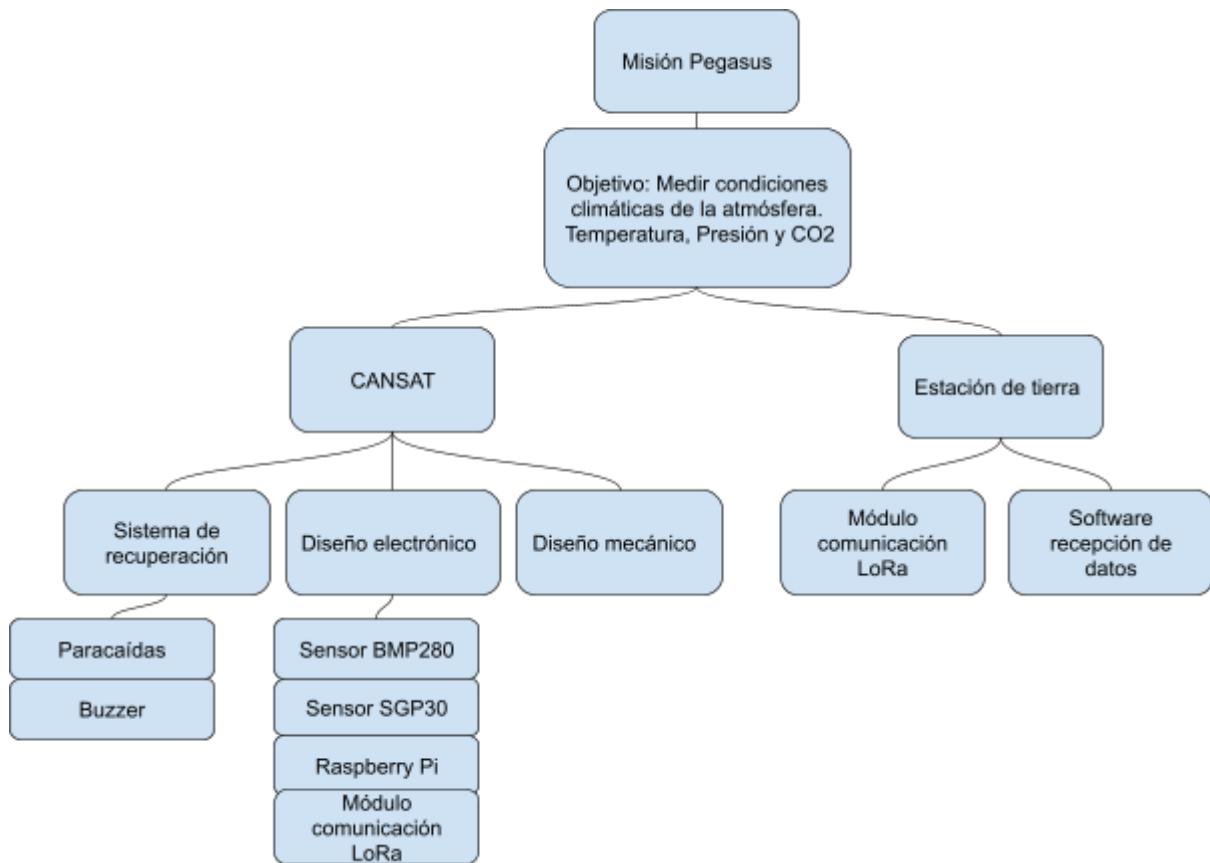


Figura 1. Esquema de la misión

## 2.2. Misión secundaria

La ESA cuenta con numerosas misiones para vigilar el cambio climático. Una de las primeras misiones fue la ERS que consistió en una misión de teleobservación del clima. Nos parece muy importante ser capaces de tomar datos del clima de nuestro planeta, ya que las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentaron en España un 5.9% en 2021 [1]. Este es un problema realmente importante para nuestro planeta ya que tenemos que ser capaces de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> globales. Para eso es necesario realizar una monitorización del CO<sub>2</sub> en las distintas capas de la atmósfera y en cada punto del planeta. Por este motivo nos hemos inspirado en esta temática y hemos escogido medir el CO<sub>2</sub> como misión secundaria.

## 2.3. Diseño y estructura mecánica

Para realizar el diseño tomamos en cuenta que este se ajustara a las medidas preestablecidas 115mm alto y 65mm de diámetro. Nuestro diseño consiste en un cilindro que consta de una guía central donde va atornillada la Raspberry con el

módulo de comunicaciones y apoyadas sobre un soporte inferior. En la guía superior hay unas ranuras donde van colocados los sensores. Debajo del soporte inferior va incrustado el circuito del relé y el buzzer. Pensamos que sería una buena idea dejar en la parte inferior del Cansat los elementos más pesados como la batería o el buzzer de forma que faciliten el vuelo. Finalmente, no incluimos el GPS en nuestro diseño porque no fuimos capaces de hacerlo funcionar correctamente por lo que decidimos modificar el diseño original por el que se muestra a continuación.

Nuestro cuenta con una sección del cilindro que se puede sacar para colocar los componentes y manipular la electrónica del CANSAT. También contamos con una tapa que se coloca al final con una cruceta donde podemos atar el paracaídas. Tanto la sección cilíndrica como la tapa superior están sujetas con tornillos a la carcasa principal.

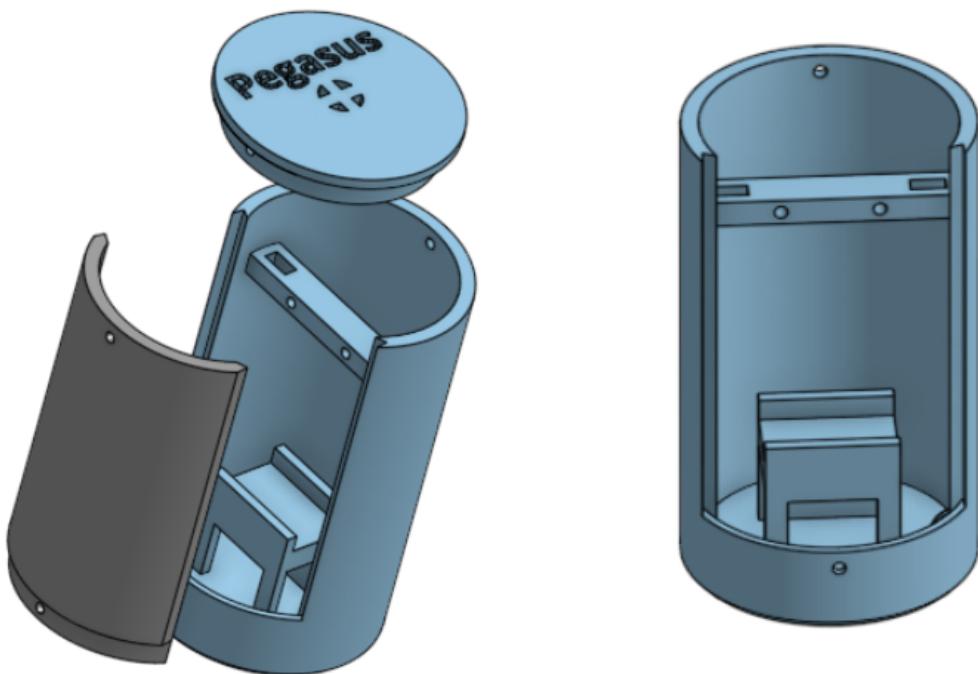


Figura 2. Diseño 3D del satélite

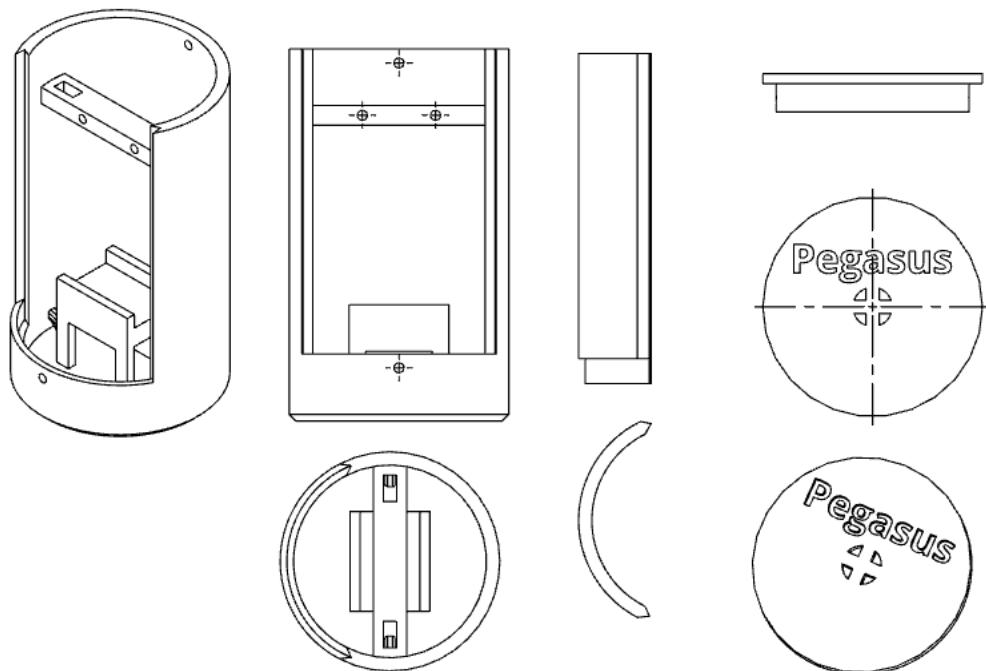


Figura 3. Planos en 2D del diseño mecánico



Figura 4. Foto del CANSAT con la electrónica integrada.

## 2.4. Diseño eléctrico

El diseño eléctrico de nuestro CANSAT está basado en una Raspberry Pi Zero que actúa como unidad de control y procesamiento. La Raspberry Pi lleva acoplada una shield LoRa Hat SX1262 que es la que se encarga del envío y recepción de información mediante el protocolo de comunicación LoRa. El diseño eléctrico consta de 3 subsistemas: El de sensorización, el de alimentación y el de recuperación.

El subsistema de sensorización es el que se conectan los sensores del CANSAT mediante el protocolo serie I2C. Estos sensores son el BMP280, usado para medir presión y temperatura, y el SGP30 usado para medir CO<sub>2</sub>. Al usar I2C como interfaz de comunicación serie somos capaces de conectar varios sensores solo con 4 buses lo que nos permite añadir más sensores a futuro si fuera necesario sin ocupar más pines de las Raspberry Pi.

El subsistema de recuperación es un pequeño circuito con un Buzzer que emite un pitido que nos permite encontrar el CANSAT cuando este haya aterrizado. Debido a que los pines de la Raspberry Pi zero funcionan a 3.3V no son suficientes para que el buzzer funcione correctamente. Por este motivo nos vimos obligados a añadir un Relé con el que activar nuestro buzzer usando la alimentación de 5V que cuenta la Raspberry.

Finalmente el subsistema de alimentación es el encargado de dar energía a la Raspberry Pi para hacer funcionar el CANSAT. Este sistema cuenta con un módulo Lipo Shim con el que podemos conectar una batería de Lipo de 3.7 V y 1900 mAh con la que estimamos que la Raspberry podrá funcionar sin problemas durante el tiempo de descenso.

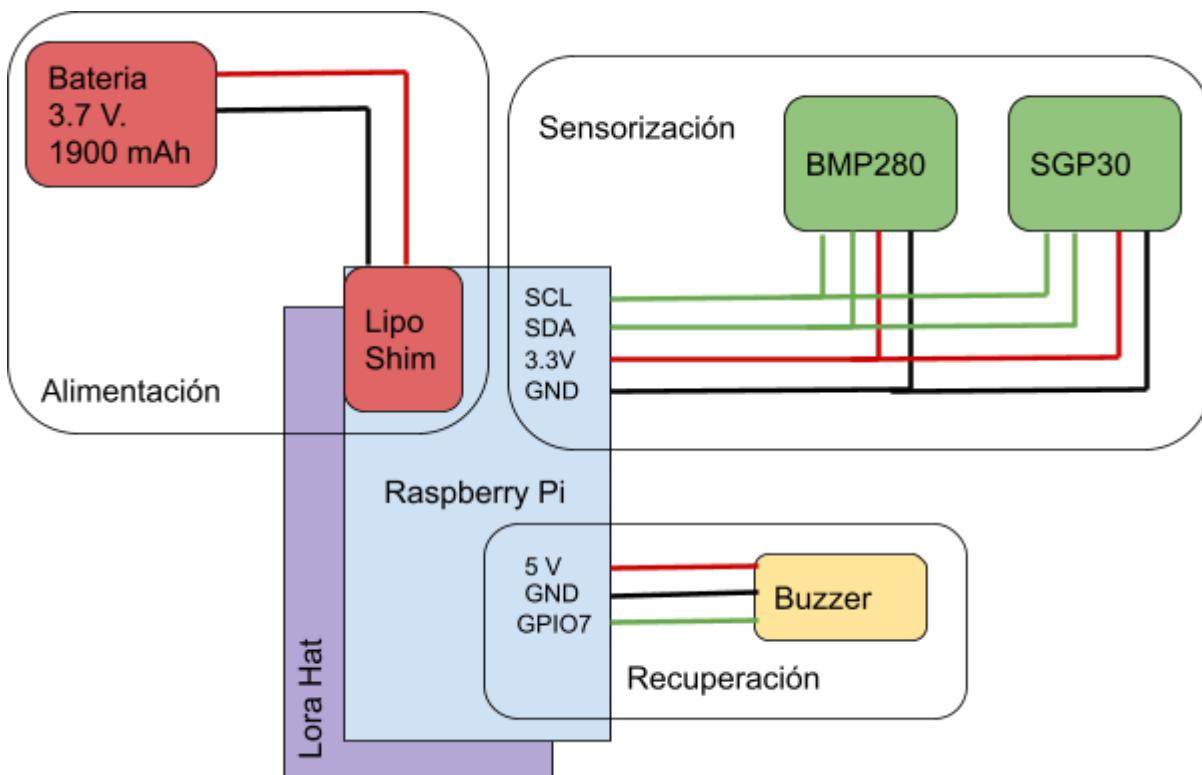


Figura 5. Diseño electrónico del satélite

## 2.5. Programación y Control

En este proyecto se ha utilizado Python para realizar la programación del CANSAT usando Raspberry Pi. El proceso de programación lo hicimos conectándonos a la Raspberry Pi mediante una conexión SSH para facilitar el proceso de desarrollo.

Nuestro programa se basa en el programa de test de la wiki del módulo de comunicaciones Lora Hat SX1262 que hemos modificado para añadir la toma de datos de los sensores y la generación de la cadena de datos que se envían a la estación de tierra. Nuestro programa comienza con la importación de librerías y la configuración de los sensores BMP280 y SGP30 mediante el protocolo de comunicación serie I2C. Además se realiza una configuración de los GPIOs para usar el buzzer en el GPIO7. Posteriormente se realiza la configuración de los parámetros de comunicación del módulo SX1262. Después se inicia el bucle principal donde se toman los datos de los sensores y se crea la cadena de datos. A continuación se activa el sistema de recuperación y se envían los datos cada segundo. Todo el código de nuestro programa puede encontrarse en nuestro Github. En el siguiente diagrama de flujo se puede ver la estructura de nuestro programa:

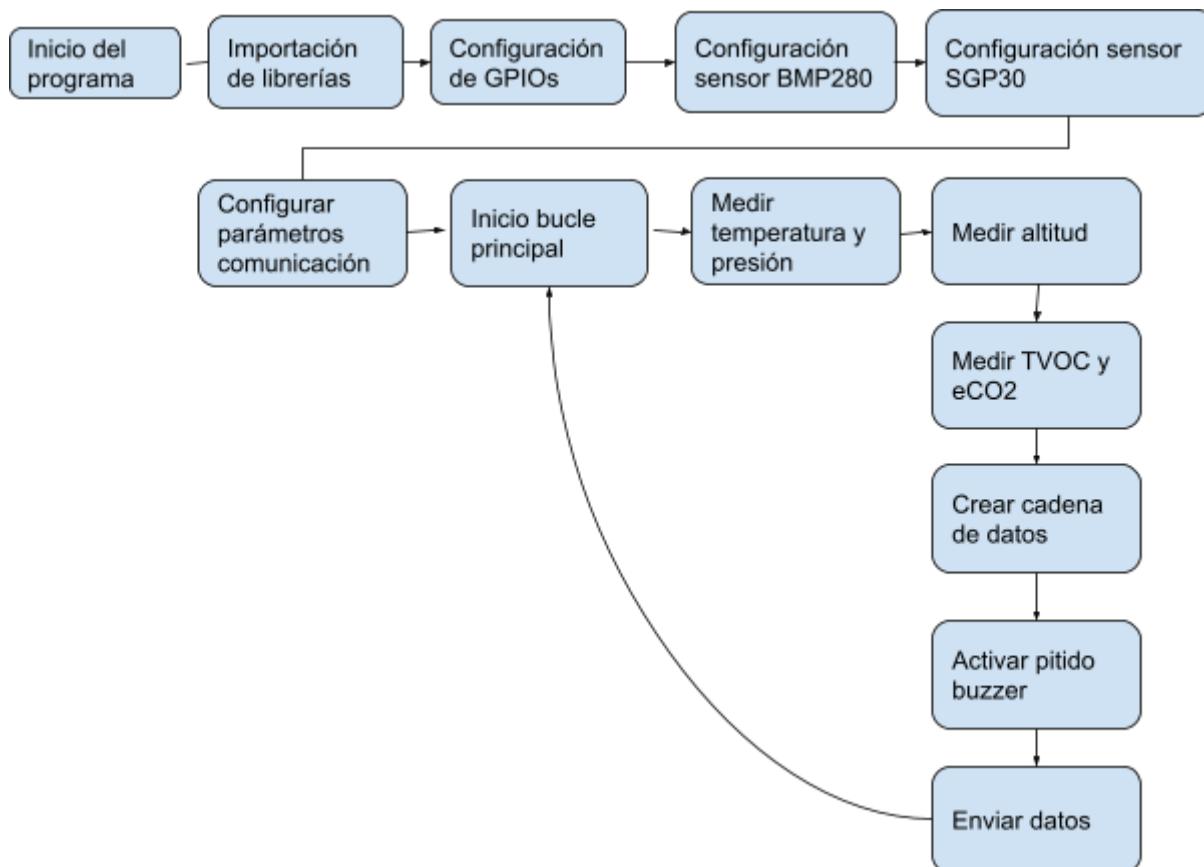


Figura 6. Diagrama de flujo de la programación del CANSAT.

## 2.6. Estación de Tierra

### 2.6.1 Comunicaciones

Para este proyecto valoramos distintas posibilidades para realizar el sistema de telecomunicaciones. Debíamos tener en cuenta el alcance de nuestra comunicación y el ancho de banda que disponíamos. Otro punto determinante era usar una banda no licenciada. Todo esto junto con la limitación que encontramos a la hora de encontrar módulos de comunicación disponibles decidimos usar un sistema de comunicación basado en LoRa.

El módulo que escogimos para que fuera compatible con nuestra Raspberry Pi Zero fue el SX1262 LoRa HAT de Waveshare

Especificaciones:

- SX1262 LoRa



- 3V o 5V
- Compatibilidad con Raspberry Pi
- Antena 868 - 915 MHz.
- 1200 - 115200 bps

## 2.6.2 Software

La estación de tierra de nuestro proyecto es relativamente sencilla. Se usó Python para registrar los datos del módulo receptor SX1262 conectado al ordenador. Este código guarda los datos en un CSV cada 0.5 segundos. Luego usamos una macro de excel de open office para actualizar un excel con las gráficas en tiempo real usando los datos del CSV creado.

## 2.7. Sistema de recuperación. Paracaídas

Nuestro sistema de recuperación consta de un paracaídas fijado a la carcasa de nuestro CANSAT mediante la cruceta que se encuentra en la tapa superior. Tras probar con distintos materiales decidimos fabricar nuestro paracaídas con una bolsa de basura fina e hilo de nylon. Las sujeciones de los cables fueron realizadas con cinta adhesiva y el tamaño de las cuerdas son aproximadamente 1.2 veces el diámetro del paracaídas. Tras hacer los cálculos pertinentes y probar varios diseños decidimos construir un paracaídas circular plano de 67 cm de diámetro.

Además nuestro CANSAT cuenta con un sistema de recuperación que consta de un buzzer que emite un pitido para que podamos recuperar nuestro equipo una vez haya aterrizado. Previamente intentamos introducir un GPS pero no fuimos capaces de hacerlo funcionar correctamente con lo que decidimos finalmente añadirle el buzzer, tal y como se explica en la sección 2.4.



Figura 7. Paracaídas.

### 3. Planificación

#### 3.1. Planificación y diagrama de Gantt

Nuestro equipo se propuso trabajar 2 horas a la semana de forma presencial en el proyecto y decidimos organizarnos de forma que cada miembro del equipo realizará las tareas que mejor se le daban. A continuación se presenta un diagrama de Gantt de las tareas desarrolladas en el proyecto y algunas que faltan aún para acabar el proyecto. En general trabajamos bastante bien pero tuvimos un pequeño inconveniente en Enero. Nuestro proyecto iba a desarrollarse en Arduino porque el equipo se manejaba mejor en esta programación, sin embargo debido a la dificultad para encontrar los componentes de comunicación del sistema tuvimos que virar nuestro proyecto a una Raspberry Pi y usar otros componentes. En el proceso sufrimos un leve retraso pero finalmente pudimos responder bien ante esta dificultad.

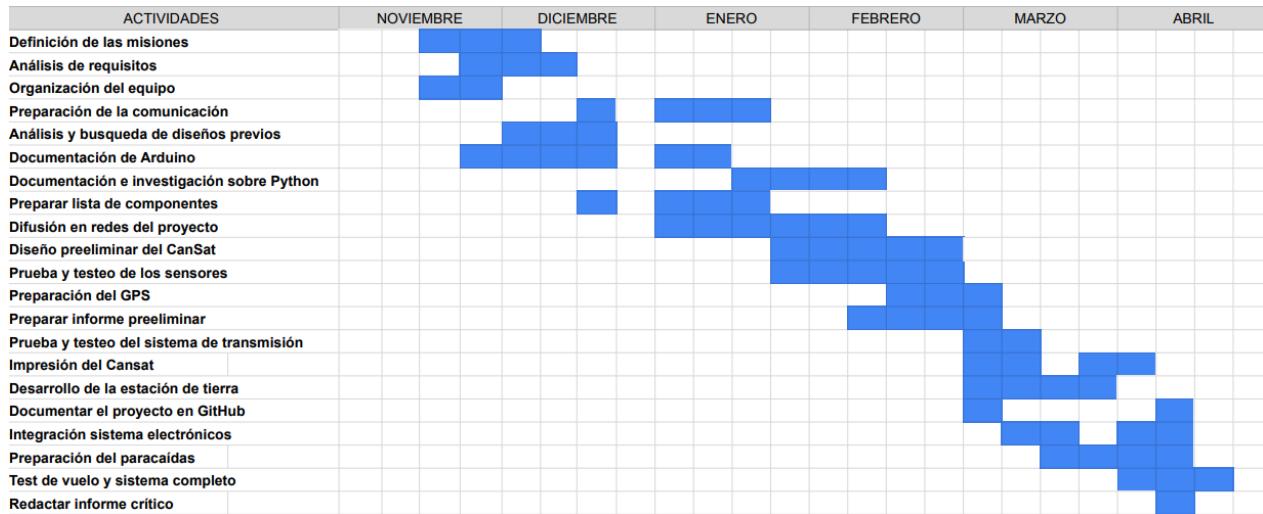


Figura 8. Diagrama de Gantt de la planificación del proyecto

### 3.2. Presupuesto final

A continuación se muestra el presupuesto inicial del desarrollo del Cansat.

Nombre	Cantidad	Precio unidad	Precio total	Enlace
Raspberry Pi Zero W	1	18,6	18,6	<a href="#">Enlace</a>
LipoShim	1	13,07	13,07	<a href="#">Enlace</a>
Sensor BMP280	1	1,59	1,59	<a href="#">Enlace</a>
Sensor SGP30	1	23,52	23,52	<a href="#">Enlace</a>
Módulo GPS	1	9,99	9,99	<a href="#">Enlace</a>
LoRa Hat SX1262	2	34,55	69,1	<a href="#">Enlace</a>
Batería LiPo	1	15	15	<a href="#">Enlace</a>
Buzzer	1	0.69	0.69	<a href="#">Enlace</a>
			151.56	

Tabla 1. Presupuesto final

El apoyo de Vermislab en la financiación de este proyecto ha sido crucial ya que nos ha aportado todo el equipamiento y herramientas necesarias para desarrollar el proyecto.

### 3.3. Pruebas Realizadas

Las pruebas que se han realizado para comprobar el funcionamiento del CANSAT fueron las siguientes:

Prueba	Resultado	Enlace
Testeo de sensores	Ok. Tuvimos un pequeño problema con la calibración del sensor SGP30 pero lo solucionamos realizando una calibración.	
Testeo de las comunicaciones	Ok. Realizamos el testeo del módulo SX1262 basándonos en el código de testeo que nos proporcionaba el fabricante	<a href="#">Enlace</a>
Testeo del paracaídas	Ok. Realizamos pruebas con distintos materiales y dimensiones. Finalmente las pruebas salieron correctamente y el CANSAT aterrizó sin daños.	<a href="#">Enlace</a>

Tabla 2. Pruebas realizadas.

## 4. Programa de Difusión y Patrocinio

La estrategia de difusión que se ha llevado a cabo hasta ahora ha sido la creación de una cuenta de Instagram del proyecto, donde se pretende subir contenido explicativo e informativo periódicamente. Se creó un Github donde se compartió el código del proyecto y los informes presentados. Actualmente nos encontramos realizando la grabación de un video divulgativo que queremos subir a Youtube donde explicamos nuestro proyecto y todo lo que hemos aprendido.

Participamos en una entrevista de un podcast de divulgación que están desarrollando en nuestra academia donde hablamos de nuestra experiencia realizando este proyecto.

[https://www.ivoox.com/espacio-audios-mp3\\_rf\\_106228108\\_1.html](https://www.ivoox.com/espacio-audios-mp3_rf_106228108_1.html)

Nos hemos inscrito a la [Maker Faire Galicia 2023](#) para presentar nuestro proyecto a la comunidad Maker y compartir todo lo que hemos aprendido en este desafío.



<https://www.youtube.com/channel/UC3Vz1xkE5Trdq6qnWKnwyDA>



<https://instagram.com/pegasusbyjuan?igshid=YmMyMTA2M2Y=>



<https://github.com/PegasusByJuan/PegasusByJuan-CanSat>

## 5. Referencias

[1] <https://elperiodicodelaenergia.com/emisiones-co2-espana-2021-2022/>