



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
SALESIANA SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO  
NANOSATÉLITE TIPO CANSAT CON POSICIONAMIENTO  
GPS PARA EXPERIMENTOS EN CAÍDA LIBRE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniería Electrónica

AUTORES: Cristhian Roberto Flores Suárez; Cinthia Maite Briceño Mero.

TUTOR: Ing. Bremnen Marino Veliz Noboa, MSc

Guayaquil-Ecuador  
2022

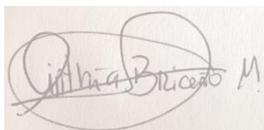
## CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Cinthia Maite Briceño Mero con documento de identificación No.0950557074 y Cristhian Roberto Flores Suárez con documento de identificación No. 1779753236 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico, “Diseño e Implementación de un Prototipo Nanosatélite tipo CANSAT para Experimentos en Caída Libre”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería Electrónica en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 21 de febrero del año 2022

Atentamente,



---

Cinthian Maite Briceño Mero  
C.I: 0950557074



---

Cristhian Roberto Flores Suárez  
C.I: 1719753236

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, MSc. Bremnen Marino Veliz Noboa con documento de identificación N° 0703865139, docente de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación Diseño e Implementación de un Prototipo Nanosatélite tipo CANSAT para Experimentos en Caída Libre, realizado por Cinthia Maite Briceño Mero con documento de identificación N° 0950557074 y por Cristhian Roberto Flores Suárez con documento de identificación N° 1719753236 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil 21 de febrero del año 2022

Atentamente,



---

Ing. Bremnen Marino Veliz Noboa, MSc  
C.I: 0703865139

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO NANOSATELITE TIPO CANSAT CON POSICIONAMIENTO GPS PARA EXPERIMENTOS EN CAÍDA LIBRE.

## DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A CANSAT NANOSATELLITE PROTOTYPE WITH GPS POSITIONING FOR EXPERIMENTS IN FREE FALL

Briceño Mero Cinthia Maite; Flores Suárez Cristhian Roberto; Veliz Noboa Bremnen Marino

e-mail: cbriceno@est.ups.edu.ec; cfloress1@est.ups.edu.ec; bveliz@ups.edu.ec

### Resumen

En la actualidad han destacado muchas tecnologías, como las ciencias aplicadas en lo aeroespacial integrado con la ingeniería electrónica, el nanosatélite tipo CANSAT involucra estas dos ramas de la ciencia. Los nanosatélites tipo CANSAT son de bajo costo ya que los elementos electrónicos implementados en su construcción son comerciales a diferencia de los satélites artificiales lanzados a órbitas, los nanosatélites tipo CANSAT no son lanzados a órbitas por lo que esta iniciativa es un beneficio para los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil para comprender su funcionamiento y en que consiste su misión dado que es un ambiente simulado y controlado. En este trabajo de investigación se implementó un prototipo CANSAT donde todos los componentes electrónicos se ajusten a un modelo impreso en 3D con las mismas medidas que una lata de soda de 355 ml para así realizar pruebas de lanzamiento donde la estación terrestre recibe los datos enviados del nanosatélite tipo CANSAT tales como humedad, temperatura, altura, aceleración y coordenadas GPS. En las pruebas de elevación se usó el dron modelo DJI Mini 2 el cual obtuvo un alcance de hasta 201.06 metros y para la comunicación entre los módulos Xbee S2b pro se utilizó el programa XCTU y para reflejar los valores en tiempo real mediante una plantilla EXCEL se utilizó el programa PLX-DAQ, estos dos programas son de uso gratuito.

**Palabras clave:** Aeroespacial, nanosatélites, sensores, Sistema de control, módulo Xbee.

### Abstract

At present many technologies have stood out, such as applied science in aerospace integrated with electronic engineering, the CANSAT type nanosatellite involves these two branches of science. The CANSAT type nanosatellite are low cost since the electronic elements implemented in their construction are commercial, unlike artificial satellites launched into orbits, so this initiative is a benefit for students of the Salesian Polytechnic University, campus Guayaquil to understand its operation and that its mission is carried out in a simulated and controlled environment. This research works the design and implementation of a CANSAT prototype where all electronic components are adjusted to a 3D printed model with the same measurements as a 355 ml soda can in order to carry out launch tests where the ground station receives the data sent from the CANSAT type nanosatellite such as humidity, temperature, height, acceleration and GPS coordinates, in the elevation tests, a DJI Mini 2 model drone was used, which obtained a range of up to 201.06 meters, for the communication between the Xbee S2b pro modules the XCTU program was used and to reflect the values in real time through an EXCEL template, the PLX-DAT program was used, these two programs are freely and free to use

**Keywords:** Aerospace, Nanosatellite, Sensors, Control System, Xbee-module.

---

<sup>1</sup> Carrera de Ingeniería electrónica, Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil – Ecuador.

Autor para correspondencia: bveliz@ups.edu.ec

<sup>2</sup>Laboratorio de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica Salesiana.



## 1. Introducción

El estándar CANSAT nació en 1999 con la colaboración entre la Universidad Politécnica Estatal de California y la Universidad de Stanford, con el único propósito de proporcionar un estándar para el diseño de nanosatélites y optimizar el costo, desarrollo, tiempo y aumentar así la accesibilidad al espacio a Universidades y centros educativos[1].

La agencia espacial europea define a los nanosatélites tipo CANSAT como una variedad de sistemas electrónicos que simulan las funciones de un satélite en tamaño real, integrado en una lata de soda. Una de las funciones que puede desempeñar un nanosatélite tipo CANSAT son de mediciones meteorológicas a grandes alturas, en este contexto se plantea diseñar e implementar un prototipo nanosatélite tipo CANSAT con posicionamiento GPS para experimentos en caída libre ya que puede ser utilizado como una herramienta didáctica para que así los estudiantes desarrollen y prueben sus propios diseños[2].

Uno de los factores utilizados para clasificar los satélites es por su peso, el centro espacial de Surrey de acuerdo a esta clasificación considera a los satélites pequeños aquellos cuya masa sea menor a 500 kg.[3]

| TIPO     | MASA (Kg)  |
|----------|------------|
| Grandes  | > 1000     |
| Medianos | 500 a 1000 |
| Mini     | 100 a 500  |
| Micro    | 10 a 100   |
| Nano     | 1 a 10     |
| Pico     | 0.1 a 1.0  |
| Femto    | < 0.1      |

**Tabla 1.** Clasificación de los satélites según su peso.

En México, Universidades como la UNAM organizan competencias de nanosatélites tipo CANSAT, donde el objetivo es que los participantes incorporen la mayor cantidad de subsistemas como fuente de poder, sensores y un sistema de comunicación, ocupando el menor espacio posible. Posteriormente el nanosatélite tipo CANSAT es lanzado a unos cuantos cientos de metros usando un cohete o globo meteorológico con la finalidad de obtener mediciones científicas reales y lograr un aterrizaje exitoso[4].

Los nanosatélites tipo CANSAT ofrecen una oportunidad hacia los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana a tener una gratificante experiencia muy práctica de un proyecto de simulación espacial, en todos sus aspectos como lo es el diseño, su objetivo o misión, integración de los componentes electrónicos, pruebas en caída libre, preparación del lanzamiento y resolución de los datos recibidos.

El prototipo CANSAT será capaz de enviar a una estación terrestre los datos de aceleración, coordenadas GPS, humedad y temperatura las cuales se verán reflejadas en una ventana de monitor serial Arduino. Se podrán realizar pruebas de adquisición de datos del nanosatélite tipo CANSAT mediante una comunicación inalámbrica, el cual será elevado por un dron a una altura máxima de 200 metros sobre el nivel del suelo, el prototipo CANSAT tendrá un sistema de paracaídas el cual será ejecutado a una altura determinada.

## 2. Materiales y diseño

El presente proyecto requirió del diseño de hardware del nanosatélite, de un armazón para el nanosatélite y del sistema de comunicación entre la estación terrestre y el nanosatélite tipo CANSAT.

### 2.1 Estación terrestre

Ubicada en tierra, se encarga de recibir los datos recolectados por el nanosatélite tipo CANSAT, para mostrar al usuario final los progresos en los distintos tiempos de prueba de cada sensor. Se utilizó una computadora portátil con las aplicaciones como XCTU para el desarrollo de comunicación entre los módulos Xbee S2b Pro, PLX-DAQ el cual permite al microcontrolador interactuar con una planilla de EXCEL y un módulo de radiofrecuencia que se conecta por puerto USB[5]-[6]-[7].

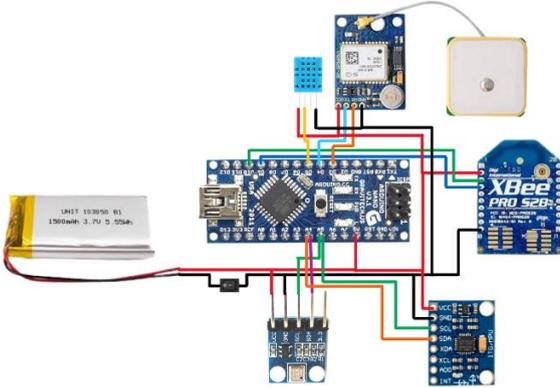
El módulo de radiofrecuencia es un Xbee S2b Pro, que posee un alcance de hasta 200m en línea de vista, estos módulos operan en una frecuencia de 2.4 GHz y pueden transmitir con una velocidad de 250 Kbps[8].



**Figura 1.** Fotografía de la estación terrena

### 2.2 Nanosatélite

En la Figura 2 se puede observar el esquema de conexiones entre las tarjetas electrónicas que conforman el prototipo CANSAT. El sensor DHT11 se conecta al Arduino nano mediante los pines D5, 5V y GND, el sensor BMP 180 mediante los pines A4, A5, GND Y 5V, el sensor MPU 6050 mediante los pines 5V, GND, A5 y A4, el módulo Xbee S2b Pro mediante los pines 5V, GND, D10 y D9 y el módulo GPS mediante los pines 5V, D3, D4 y GND. Como se muestra en la Figura 3, se utilizó una batería compuesta por polímero y litio de 3.7v y 1500mAh[9].



**Figura 2.** Fotografía del diagrama de conexiones



**Figura 3.** Fotografía de la batería

### 2.3 Sistema de sensores

El sensor de temperatura y humedad fue el DHT11 como se muestra en la Figura 4 contiene una señal digitada calibrada de temperatura y humedad. El sensor incluye una sensación resistiva de componente húmedo y un dispositivo de medición de temperatura NTC el cual será conectado con un microcontrolador de alto rendimiento de 8 bits[10].

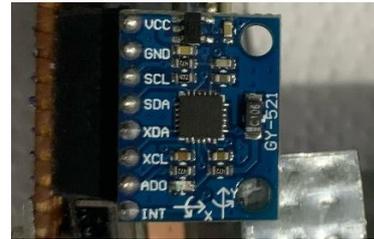
El sensor de aceleración y orientación fue el MPU6050 como se muestra en la Figura 5 el cual es capaz de medir movimiento en 6 grados de libertad que combina un giroscopio de 3 ejes y un acelerómetro de 3 ejes en un mismo chip con un procesador digital de movimiento capaz de realizar algoritmos de captura hasta 9 ejes[11].

En cuanto al GPS, se utilizó el modelo GY-GPS6MV2 como se muestra en la Figura 6 y consta de un módulo 6U-Blox NEO de serie equipado en el PCB, una EEPROM, pila de botón para mantener los datos de la EEPROM intacta, un indicador LED, conectores y una antena de cerámica que permite transmitir los datos mediante una comunicación serial[12].

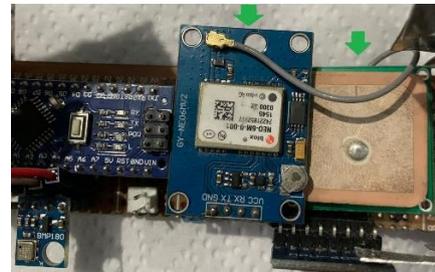
En cuanto al sensor de presión BMP180 como se muestra en la Figura 7 permite medir la altura respecto al nivel del mar, posee alta precisión y bajo consumo de energía. Ofrece un rango de medición entre 300 – a 1100 hPa con una precisión exacta de hasta 0.03 hPa[13].



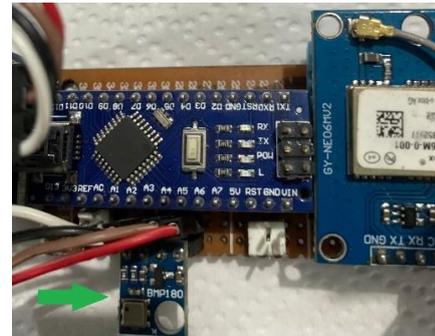
**Figura 4.** Fotografía del sensor DHT11



**Figura 5.** Fotografía del sensor MPU6050



**Figura 6.** Fotografía del Módulo GPS modelo GY-GPS6MV2

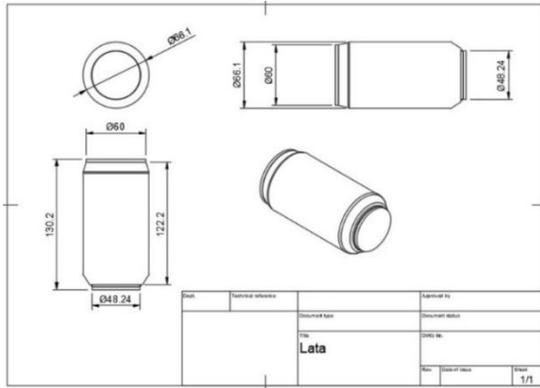


**Figura 7.** Fotografía del sensor BMP180

### 2.4 Armazón del prototipo nanosatélite tipo CANSAT

El equipo utilizado para el armazón del nanosatélite tipo CANSAT fue una impresora 3D con filamento PLA. Para la impresión se consideró 0.28 mm en altura de capa, 50% de relleno y  $50 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$  velocidad de impresión.

La Figura 8 se puede observar el plano de impresión con las medidas en milímetros para la elaboración del armazón. La Figura 9 se observa el diseño antes de la impresión.



**Figura 8.** Dimensiones del armazón



**Figura 9.** Diseño del armazón

## 2.5 Paracaídas

Para el lanzamiento en caída libre se utilizó un paracaídas de resistencia y velocidad como se muestra en la Figura 10, el paracaídas mantiene un cinturón ajustable de 20 a 42 pulgadas, el cual le permite girar 360 grados, mantiene un panel de malla incorporadas lo que evita que las cuerdas del paracaídas se enreden y ayudan a estabilizar la canaleta durante el lanzamiento del nanosatélite tipo CANSAT[14].



**Figura 10.** Fotografía del paracaídas

## 3. Resultados y discusión

Como primera instancia se planteó el prototipo nanosatélite tipo CANSAT con una lata de aluminio de 355 ml, dado que, en la primera prueba realizada en una baquelita y una lata de aluminio, el material de la lata ocasionaba interferencia al momento de adquirir los datos respectivos con la estación terrena, posteriormente se diseñó una lata de soda de 355 ml con todas las dimensiones respectivas para luego imprimirla en una impresora 3D como se muestra en la Figura 9.

En la Figura 11 se observa que el material es de plástico PLA el cual resulta mejor en la adquisición de datos, en la Figura 12 se observa que, en el diseño del armazón las tapas tanto como la base y la cara principal se procedió con dejar descubierto para así colocar todos los componentes electrónicos y posteriormente sellarlos.



**Figura 11.** Fotografía del armazón con los componentes electrónicos



**Figura 12.** Fotografía del armazón con sus respectivas tapas

Una vez integrado todos los componentes electrónicos al armazón impreso en 3D se procedió con realizar las respectivas pruebas de adquisición de datos.

La primera prueba consistió en lograr enviar datos a través de los obstáculos como lo eran paredes y elementos del entorno, como resultado de la primera prueba fue que en la adquisición de datos era particularmente aceptable, la información receptada del módulo GPS fue correcta, ya que se confirmó ingresando a Google Maps las coordenadas. La temperatura tenía un aproximado a la misma y se pudo corroborar con un teléfono móvil.

Con respecto a la aceleración el módulo MPU 6050 reflejaba 0 debido a que esto solamente se podrá apreciar en caída libre o con un movimiento debidamente acelerado.

Luego de haber obtenido una recepción de adquisición de datos aceptable se planifico con la realización de un paracaídas improvisado, para esto se consideró el peso del prototipo nanosatélite tipo CANSAT que es de aproximadamente 162 gramos.

En una posterior prueba de caída libre se colocó un paracaídas a un objeto que se ajuste al peso del prototipo nanosatélite tipo CANSAT, como resultado de esta prueba fue que el paracaídas a pesar de estar diseñado de manera improvisada, este amortiguaba el peso del objeto.

En la tercera prueba todo el equipo de trabajo se dirigió al Parque Samanes ubicado al norte de Guayaquil donde la estación terrestre tuvo una recepción de datos hasta la distancia de 230 metros como se puede apreciar en la Figura 13 y en la Figura 14 se comprueba utilizando Google Maps.



**Figura 13.** Fotografía de los resultados obtenidos en la estación terrestre a la distancia de 230 metros



**Figura 14.** Fotografía de la distancia obtenida en Google Maps

La cuarta prueba se procedió con colocar el paracaídas de resistencia como se muestra en la Figura 10 para el nanosatélite tipo CANSAT y se lo lanzó desde una altura determinada, como resultado de la prueba el paracaídas logró amortiguar el peso del nanosatélite.

La quinta prueba consistió en elevación con dron modelo DJI Mini 2 y se la realizó en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil como se puede visualizar en la Figura 16, para esta prueba se llevó a cabo una trayectoria en campo abierto en el bloque D donde el dron tuvo una elevación de hasta 89.2 metros, debido al software implementado PLX-DAQ la adquisición de datos del nanosatélite tipo CANSAT se verán reflejados en una tabla Excel en tiempo real como se muestra en la Figura 15.

| HORA     | HUMEDAD(%) | TEMPERATURA (°C) | ALTURA (m) | ACELERACION EJE X | ACELERACION EJE Y | ACELERACION EJE Z | LATITUD   | LONGITUD   |
|----------|------------|------------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|------------|
| 16:54:13 | 10,00      | 32,00            | 4,5        | 4,26              | 4,75              | 13,1              | -2,220137 | -79,886672 |
| 16:54:16 | 10,00      | 31,00            | 5,08       | 6,28              | -13,09            | 1,016             | -2,22006  | -79,886632 |
| 16:56:14 | 12,00      | 29,00            | 15,02      | -13,78            | -19,62            | 14,4183           | -2,219929 | -79,886464 |
| 16:56:00 | 12,00      | 29,00            | 23,62      | 19,61             | -5,95             | -0,8183           | -2,219917 | -79,886464 |
| 16:58:00 | 12,00      | 29,00            | 55,35      | 4,95              | 2,8               | 0,6199            | -2,219918 | -79,886456 |
| 16:58:19 | 12,00      | 29,00            | 64,41      | 19,61             | 2,94              | 19,3215           | -2,219917 | -79,886464 |
| 16:58:12 | 13,00      | 28,00            | 71,88      | 4,51              | -4,27             | 12,2215           | -2,219901 | -79,88648  |
| 17:03:05 | 13,00      | 28,00            | 87,26      | 2,98              | -8,98             | -11,524           | -2,219583 | -79,886576 |
| 17:03:12 | 13,00      | 28,00            | 85,92      | 10,32             | 12,99             | -4,7              | -2,219611 | -79,886576 |
| 17:03:20 | 13,00      | 28,00            | 89,2       | 3,05              | -10,12            | 19,6              | -2,219605 | -79,886568 |

**Figura 15.** Fotografía de los resultados obtenidos en tiempo real de la quinta prueba



**Figura 16.** Fotografía de las coordenadas en Google Maps

En una posterior prueba todo el equipo de trabajo se trasladó al Barrio del Seguro ubicado al sur de Guayaquil como se puede visualizar en la Figura 18, donde se realizaron pruebas de elevación con el dron hasta una altura máxima de 201.6 metros, se tomaron los 10 últimos datos donde se puede apreciar que a partir de la altura 173.03 metros hasta 194.59 metros tuvo una aceleración en el eje z desde  $29.109 \frac{m}{s^2}$  hasta  $45.164 \frac{m}{s^2}$ , para lograr el objetivo de los 200 metros en elevación con dron, como se visualiza en la Figura 17 la adquisición de datos del nanosatélite tipo CANSAT fue totalmente satisfactoria.

| HORA     | HUMEDAD(%) | TEMPERATURA (°C) | ALTURA (m) | ACELERACIÓN EJE X | ACELERACIÓN EJE Y | ACELERACIÓN EJE Z | LATITUD    | LONGITUD    |
|----------|------------|------------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------|
| 16:56:43 | 17         | 23               | 173,03     | 10.00             | 0.07              | 29.109            | -2.216.935 | -79.897.672 |
| 16:56:46 | 17         | 23               | 175,18     | 8.45              | -0.14             | 12.109            | -2.216.926 | -79.897.664 |
| 16:56:48 | 17         | 23               | 177,34     | 10.68             | -1.29             | 20.109            | -2.216.908 | -79.897.664 |
| 16:56:51 | 17         | 23               | 179,50     | 9.10              | -1.47             | 13.109            | -2.216.894 | -79.897.680 |
| 16:56:56 | 17         | 23               | 183,81     | 8.09              | -5.33             | 45.164            | -2.216.983 | -79.897.856 |
| 16:56:59 | 17         | 23               | 185,96     | 10.03             | -2.58             | 14.164            | -2.216.964 | -79.897.848 |
| 16:57:02 | 17         | 23               | 188,12     | 10.12             | -1.01             | 39.164            | -2.216.932 | -79.897.936 |
| 16:57:04 | 17         | 23               | 190,28     | 9.66              | -1.14             | 12.234            | -2.216.976 | -79.897.960 |
| 16:57:07 | 17         | 23               | 192,43     | 10.65             | -1.19             | 41.234            | -2.216.990 | -79.897.944 |
| 16:57:10 | 17         | 23               | 194,59     | 10.38             | 0.44              | 33.234            | -2.217.011 | -79.897.952 |
| 16:57:18 | 17         | 23               | 201,06     | 5.57              | 1.68              | -63.187           | -2.217.053 | -79.897.912 |

Figura 17. Fotografía de los resultados obtenidos en tiempo real de la sexta prueba



Figura 18. Fotografía de las coordenadas en Google Maps

La séptima prueba se dio lugar en la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil como se muestra en la Figura 20, esta prueba dio lugar en la terraza del Bloque D para proceder con la elevación en dron.

En esta prueba se tomó como referencia 2

espacios físicos, el primero ubicado en la terraza del Bloque D donde se encuentra la estación terrena, el prototipo nanosatélite tipo CANSAT y el dron preparado para el despegue.

El segundo espacio físico ubicado en la planta baja, en el área de recreación donde se realizó la prueba de aterrizaje y posteriormente la segunda prueba de elevación. Como se puede observar en la imagen 19, las pruebas de adquisición de datos reflejan valores de altura negativos, esto es debido a que el punto de referencia está ubicado en la terraza y el segundo punto de elevación en el área de recreación ubicado en la planta baja, con esto verificamos la funcionalidad del sensor de orientación BMP 180.

| HORA     | HUMEDAD(%) | TEMPERATURA (°C) | ALTURA (m) | ACELERACIÓN EJE X | ACELERACIÓN EJE Y | ACELERACIÓN EJE Z | LATITUD   | LONGITUD   |
|----------|------------|------------------|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|------------|
| 16:57:03 | 13,00      | 28,00            | -14        | 9,92              | -1,07             | 3,5144            | -2,219942 | -79,886456 |
| 16:57:05 | 13,00      | 28,00            | -12,75     | 9,82              | -1,02             | 3,668             | -2,219941 | -79,886456 |
| 16:58:05 | 12,00      | 29,00            | -1,91      | 8,5               | -2,48             | 5,3192            | -2,219927 | -79,886464 |
| 16:58:14 | 12,00      | 29,00            | 5,83       | 0,78              | -0,66             | 15,1183           | -2,21993  | -79,886464 |
| 16:58:17 | 12,00      | 29,00            | 15,02      | -13,78            | -19,62            | 14,4183           | -2,219929 | -79,886464 |
| 16:59:15 | 13,00      | 27,00            | 37,09      | -9,93             | -19,62            | 16,0203           | -2,21958  | -79,88656  |
| 16:59:18 | 14,00      | 26,00            | 23,29      | 1,01              | 0,91              | 15,4219           | -2,219594 | -79,88656  |
| 17:00:18 | 14,00      | 26,00            | 11,59      | 6,59              | 2,55              | 18,4235           | -2,219832 | -79,886592 |
| 17:01:03 | 13,00      | 27,00            | 0,25       | 9,86              | -1,41             | 3,4231            | -2,220142 | -79,886648 |

Figura 19. Fotografía de los resultados obtenidos en tiempo real de la séptima prueba



Figura 20. Fotografía de las coordenadas en Google Maps

#### 4. Conclusiones

En conocimiento a los resultados obtenidos, se han cumplido todos los objetivos planteados en el proyecto, las posiciones GPS arrojados por el prototipo nanosatélite tipo CANSAT

fueron corroborados en Google Maps. Se logró diseñar e implementar un nanosatélite tipo CANSAT el cual puede servir como inicio de exploración y estudio en diseño y trabajos de investigación a los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. [6]

Las pruebas realizadas expusieron pocos aspectos a mejorar en diseño y realización del hardware, uno de los puntos importantes es la conexión que presentaba el módulo GY-GPS6MV2 ya que tardaba alrededor de 5 minutos en detectar correctamente el nanosatélite tipo CANSAT, ya que posiblemente la antena GPS estaba siendo obstruida por la batería. También se debe considerar pruebas del paracaídas interno en el nanosatélite tipo CANSAT con el hardware funcionando ya que en este proyecto solo se hicieron pruebas del paracaídas con un peso similar al del hardware. [8]

En la realización del prototipo CANSAT uno de los objetivos fue de transmitir datos a una altura máxima de 200 metros, sin embargo, cambiando pocos aspectos del hardware y presentando una mejor versión del prototipo CANSAT la altura puede ser mayor que 200 m. [9]

## 5. Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los docentes y directivos de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, por su apoyo, consideración y predisposición en que el proyecto sea todo un éxito. [11]

## Referencias

- [1] "(PDF) CubeSat Design Specification Rev. 13 The CubeSat Program, Cal Poly SLO CubeSat Design Specification (CDS) REV 13 Document Classification X Public Domain ITAR Controlled Internal Only | mariela mendoza - Academia.edu." [https://www.academia.edu/11525487/CubeSat\\_Design\\_Specification\\_Rev\\_13\\_The\\_CubeSat\\_Program\\_Cal\\_Poly\\_SLO\\_CubeSat\\_Design\\_Specification\\_CDS\\_REV\\_13\\_Document\\_Classification\\_X\\_Public\\_Domain\\_ITAR\\_Controlled\\_Internal\\_Only](https://www.academia.edu/11525487/CubeSat_Design_Specification_Rev_13_The_CubeSat_Program_Cal_Poly_SLO_CubeSat_Design_Specification_CDS_REV_13_Document_Classification_X_Public_Domain_ITAR_Controlled_Internal_Only) (accessed Aug. 21, 2021).
- [2] L. A. Anchino, A. F. Torti, E. M. Dovis, E. Bernardi, and R. Podadera, "Implementación de una Plataforma de Desarrollo CANSAT Multipropósito," *Elektron*, vol. 3, no. 2, pp. 120–127, Dec. 2019, doi: 10.37537/REV.ELEKTRON.3.2.93.2019.
- [3] "Satélites pequeños - GOR." [http://smallsats.cicese.mx/wiki/index.php/Satélites\\_pequeños](http://smallsats.cicese.mx/wiki/index.php/Satélites_pequeños) (accessed Feb. 24, 2021).
- [4] P. De Estadía, E. Fabian, C. Martínez, A. F. Simón, I. J. Carlos, and L. Lovera, "UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE ATLACOMULCO Ingeniería en Robótica."
- [5] "CanSat desarrollado. | Download Scientific Diagram." [https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-CanSat-desarrollado\\_fig2\\_339156081](https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-CanSat-desarrollado_fig2_339156081) (accessed Feb. 24, 2021).
- "XCTU - Descarga e instalación de la plataforma de configuración para soluciones XBee/RF | Digi International." <https://es.digi.com/products/embedded-systems/digi-xbee/digi-xbee-tools/xctu> (accessed Jan. 19, 2022).
- "PLX-DAQ Data Acquisition for Excel by Lorenzo M. Oliver Bustos - Issuu." [https://issuu.com/todomicrostamp/docs/plx\\_daq](https://issuu.com/todomicrostamp/docs/plx_daq) (accessed Jan. 19, 2022).
- "Xbee-pro." [https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/ds\\_xbeezbmodules.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/ds_xbeezbmodules.pdf).
- "Batería Polímero De Litio 3.7 V 800 mAh – Embtronik." <https://www.embtronik.com/producto/bateria-polimero-de-litio-3-7-v-800-mah/> (accessed Feb. 24, 2021).
- [10] "Sensor de temperatura y humedad relativa DHT11." <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht11.html> (accessed Feb. 24, 2021).
- "MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4 MPU-6000/MPU-6050 Product Specification," 2013.
- [12] "Módulo GPS (GY-GPS6MV2)." <https://www.epitran.it/ebayDrive/datasheet/NEO6MV2.pdf> (accessed Feb. 24, 2021).
- [13] "BMP180 Digital pressure sensor."
- [14] "Amazon.com: SKL Speed Chute 56 pulgadas paracaídas de velocidad de entrenamiento: Deportes y Actividades al Aire Libre." <https://www.amazon.com/-/es/pulgadas-paracaídas-velocidad-entrenamiento-resistencia/dp/B078X96S7W> (accessed Jan. 21, 2022).