



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA
MEDICIÓN DE VARIABLES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE
LA UTILIZACIÓN DE UN DRON EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título
de Ingeniero en Electromecánica

Autores:

Constante Cruz Freddy Rolando

Erazo Vizcaíno Brayan Argenis

Tutor:

Freire Andrade Verónica Paulina Ing. Ms.C.

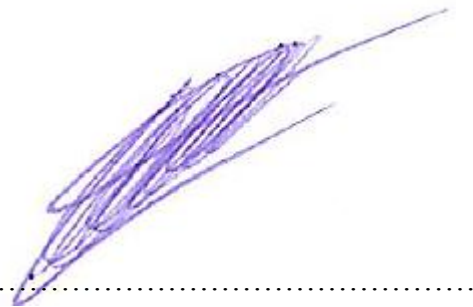
Latacunga – Ecuador

2019 – 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

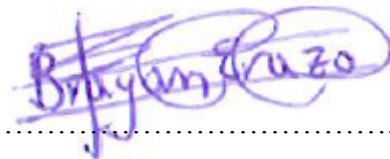
“Yo Constante Cruz Freddy Rolando y Erazo Vizcaíno Brayan Argenis declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DRON EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, siendo la Ing. Ms.C. Paulina Freire Andrade tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....
Constante Cruz Freddy Rolando

CC: 180370816-1



.....
Erazo Vizcaino Brayan Argenis

CC: 050295613-9

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DRON EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, de Constante Cruz Freddy Rolando y Erazo Vizcaíno Brayan Argenis, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero del 2020

El Tutor



Verónica Paulina Freire Andrade Ing. Ms.C.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes: CONSTANTE CRUZ FREDDY ROLANDO Y ERAZO VIZCAÍNO BRAYAN ARGENIS, con el título de Proyecto de titulación: “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DRON EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero, 2020

Para constancia firman:

F. 

Lector 1 (Presidente)

Ing. Navarrete López Luis Miguel Ms. C.

CC: 180374728-4

F. 

Lector 2

Ing. Reinoso Peñaherrera Raúl MBA.

CC: 050215089-9

F. 

Lector 3

Ing. Laurencio Alfonso Héctor Luis Dr.C.

CC: 175836725-2

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de director de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi certifico que mediante el proyecto de propuesta tecnológica:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DRON EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, de los estudiantes; CONSTANTE CRUZ FREDDY ROLANDO y ERAZO VIZCAÍNO BRAYAN ARGENIS realizan la entrega del sistema electrónico programado y de un dron topográfico para toma de variables meteorológicas a diferente altitud para el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

De acuerdo a lo anterior se hace constar que el proyecto de propuesta tecnológica se encuentra en las condiciones adecuadas.

Latacunga, febrero 2020


.....
Ing. MSc. Mauro Darío Albarracín Álvarez
C.C. 050311373-0

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por mi formación académica, y permitirme llevar este gran logro profesional.

Un agradecimiento especial a los Ing. Luis Navarrete, Ing. Raúl Reinoso e Ing. Héctor Laurencio, por el tiempo dedicado a las correcciones de mi Propuesta Tecnológica para alcanzar mi objetivo.

A mi tutora de tesis Ing. Paulina Verónica Freire Andrade Ms.C., por sus conocimientos, asesoramiento, paciencia y apoyo incondicional en la presente tesis.

A mis padres que me brindaron su apoyo incondicional, emocional y afectivo, con el cual he podido emprender mis desafíos estudiantiles y cotidianos.

FREDDY

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios por darme la fortaleza necesaria, a mis padres por sus largos días de incansable lucha, por su amor puro e incondicional por su tenacidad y esfuerzo para hacer de mí una gran profesional. A mis hermanos y sobrinos, que con su apoyo, consejos y confianza fueron un pilar importante durante toda mi carrera universitaria. A mi abuelita por ser mi gran inspiración de vida. A toda mi familia por brindarme la oportunidad de conocer el significado de una familia unida, gracias a todos por estar siempre pendientes. Y a mis amigos por brindarme todo su apoyo.

FREDDY

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y permitirme alcanzar esta meta profesional y personal.

Un agradecimiento especial a los Ing. Luis Navarrete, Ing. Raúl Reinoso e Ing. Héctor Laurencio, por el tiempo dedicado a las correcciones de mi Propuesta Tecnológica para alcanzar mi objetivo y por supuesto al Ing. Jaime Acurio por su apoyo.

A mi tutora de tesis Ing. Paulina Verónica Freire Andrade Ms.C., por sus conocimientos, asesoramiento, paciencia y apoyo incondicional en la presente tesis.

Y principalmente a Dios, a mi madre y hermano que estuvieron a lo largo de mi camino.

BRAYAN

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi hermano por ser una persona muy especial y mi mejor amigo. A mi esposa e hijos que fueron el motor para seguir adelante y lograr alcanzar mí meta. A mi abuela Lola, padre Bayardo y Anita Quinaucho, que antes de fallecer, hicieron de mí una mejor persona. A mis maestros y amigos por su amistad sincera.

BRAYAN

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA.....	ix
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvii
1. INFORMACIÓN BÁSICA.....	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1. Título de la propuesta tecnológica	2
2.2. Tipo de alcance	2
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO:.....	2
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	3
2.5.1. Objeto de estudio	3
2.5.2. Campo de acción	3
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	4
2.6.1. Situación problemática	4
2.6.2. Problema.....	5
2.6.3. Matriz causa-efecto.....	5
2.6.4. Delimitación del problema:	6
2.7. HIPÓTESIS	6
2.7.1. Variables.....	7
2.7.2. Matriz de operacionalización de variables	7
2.7.3. Variable dependiente	7
2.7.4. Variable independiente	8

2.8.	OBJETIVOS	8
2.8.1.	Objetivo general	8
2.8.2.	Objetivos específicos	9
2.9.	DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS	9
3.	MARCO TEORICO	12
3.1.	Meteorología	12
3.1.1.	Estaciones Meteorológicas	12
3.1.2.	Tipos de estaciones meteorológicas	14
3.1.3.	Estaciones meteorológicas en el Ecuador.....	15
3.2.	Hidrografía.....	16
3.2.1.	Ciencias de estudio del cuerpo de agua.	16
3.2.2.	Cuenca hidrográfica.....	17
3.2.3.	Variables medibles importantes para el estudio de Cuencas Hidrográficas.....	21
3.3.	Reconocimientos Aéreos	23
3.3.1.	Tipos vehículos aéreos.....	23
3.3.2.	Descripción de drones	24
3.3.3.	Tipos de drones según la utilización.....	25
3.3.4.	Normativas de vuelo del Dron en Ecuador.....	26
3.4.	Variables del sistema electrónico	26
3.4.1.	Control:.....	27
3.4.2.	Medición.....	28
3.4.3.	Alimentación.	29
3.4.4.	Almacenamiento de datos.....	30
3.4.5.	Programación.....	30
3.4.6.	Factibilidad en un proyecto	32
4.	METODOLOGIA	33
4.1.	Métodos y técnicas de la investigación.....	33
4.1.1.	Método cuantitativo	33
4.1.2.	Método cualitativo	34
4.1.3.	Metodología Científica	36
4.1.4.	Metodología de cálculo	36
4.1.5.	Método Experimental	40
4.1.6.	Método de análisis de campo	41

5.	RESULTADOS	42
5.1.	Alcance.	42
5.1.1.	Dron fotográfico.	42
5.1.2.	Tarjeta electrónica.	42
5.1.3.	Sensores de medición.	42
5.1.4.	Baterías DC.	42
5.1.5.	Dispositivo de almacenamiento.....	43
5.1.6.	Impacto Económico.....	43
5.2.	Selección de equipos, elementos	43
5.3.	Estudio en campo de las variables meteorológicas.....	43
5.3.1.	Ubicación.....	43
5.3.2.	Medición.....	44
5.3.3.	Comparación de datos	45
5.3.4.	Promedios de los datos obtenidos.....	46
5.3.5.	Comparación y precisión	47
5.3.6.	Verificación de las variaciones según la altitud	49
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	52
6.1.	Costo Directo e Indirecto	52
6.1.1.	Costos Directos.....	52
6.1.2.	Costo Indirecto	54
6.2.	Análisis de impactos	54
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
7.1.	Conclusiones.....	55
7.2.	Recomendaciones	56
8.	BIBLIOGRAFIA.....	57
9.	ANEXOS.....	61
9.1.	ELEMENTOS SELECCIONADOS PARA EL PROYECTO.	61
9.2.	MEMORIA TECNICA.....	63
9.3.	DISEÑO DE LA PLACA ELECTRONICA	71
9.4.	PROGRAMACION REALIZADO EN SOFTWARE ARDUINO.....	74
9.5.	ENTREVISTA AL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI).....	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Matriz causa - efecto	6
Figura 3.1. Fenómenos de la atmosfera.....	12
Figura 3.2. Estación meteorológica actual.....	13
Figura 3.3. Estación meteorológica convencional.....	14
Figura 3.4. Estación meteorológica automática.....	15
Figura 3.5. Página virtual del INAMHI de estaciones meteorológicas.....	16
Figura 3.6. Masas de agua	17
Figura 3.7. Esquematzación de una cuenca hidrográfica	17
Figura 3.8. Partes de una cuenca hidrográfica.....	19
Figura 3.9. Cuencas Hidrográficas del Ecuador	20
Figura 3.10. Reconocimiento de Zonas	23
Figura 3.11. Avión de espía EE. UU	24
Figura 3.12. Dron espía	24
Figura 3.13. Dron fotográfico.....	25
Figura 3.14. Drones fotográfico y militar.....	26
Figura 3.15. Señales de comunicación	27
Figura 3.16. Tarjetas de programación.....	28
Figura 3.17. Tipos de baterías	30
Figura 3.18. Memoria flash y microSD.....	30
Figura 3.19. Arduino Nano.....	31
Figura 3.20. Software Arduino	31
Figura 3.21. Viabilidad de un proyecto	32
Figura 4.1. Entrevista con el INAMHI.....	41
Figura 5.1. Estación Meteorológica.....	43
Figura 5.2. INAMHI estación de RUMIPAMBA	44
Figura 5.3. Dron con el sistema de medición	44
Figura 5.4. Gráfico de índice UV INAMHI	46
Figura 5.5. Estación Meteorológica automática INAMHI	49
Figura 5.6. Gráfico de temperatura – altitud	50
Figura 5.7. Gráfico de presión - altitud	50
Figura 5.8. Gráfico de humedad - altitud.....	51
Figura 5.9. Gráfico de radiación UV - Altitud	51
Figura 8.1. Diagrama esquemático de la tarjeta electrónica.....	71
Figura 8.2. Diagrama esquemático de la tarjeta electrónica.....	72
Figura 8.3. Ruteo de las pistas	72
Figura 8.4. Impresión de las pistas ruteadas en el software Inkscape	72
Figura 8.5. Placa diseñada	73
Figura 8.6. Perforación y soldadura de la placa	73
Figura 8.7. Tarjeta electrónica terminada.....	73
Figura 8.8. Visita el INAMHI	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Beneficiarios del proyecto	3
Tabla 2.2. Problemática	4
Tabla 2.3. Variable dependiente	7
Tabla 2.4. Variable independiente	8
Tabla 2.5. Sistema de tareas en relación con los objetivos planteados	10
Tabla 3.1. Clasificación de una cuenca hidrográfica	20
Tabla 4.1. Variables cuantitativas	33
Tabla 4.2. Tipos de medición	34
Tabla 4.3. Tabla de valoración	35
Tabla 5.1. Datos meteorológicos	45
Tabla 5.2. Datos meteorológicos	45
Tabla 5.3. Datos meteorológicos del INAMHI y sistema electrónico.....	46
Tabla 5.4. Datos de la temperatura	47
Tabla 5.5. Datos de la humedad	47
Tabla 5.6. Datos de la Presión	48
Tabla 5.7. Datos de la Radiación UV	48
Tabla 5.8. Datos meteorológicos del sistema electrónico	49
Tabla 6.1. Descripción de costos por artículo	52
Tabla 6.2. Descripción de costos directos e indirectos.....	53
Tabla 6.3. Descripción de costos de imprevisto	54
Tabla 6.4. Descripción de costo total	54
Tabla 8.1. Dispositivos electrónicos con las características.....	61
Tabla 8.2. Comparación entre funciones y alternativas de sensores	63
Tabla 8.3. Comparación entre funciones y alternativas de sensores	63
Tabla 8.4. Comparación entre funciones y alternativas de sensores	64
Tabla 8.5. Comparación entre funciones y alternativas de sensores	65
Tabla 8.6. Comparación entre funciones y alternativas de sensores	65
Tabla 8.7. Comparación entre funciones y alternativas de tarjetas programables	66
Tabla 8.8. Comparación entre funciones y alternativas de sensores	67
Tabla 8.9. Comparación entre funciones y alternativas de baterías	67
Tabla 8.10. Funciones de los drones a elegir.....	68
Tabla 8.11. Comparación entre funciones y alternativas de software de programación	69
Tabla 8.12. Comparación entre funciones y alternativas de métodos de factibilidad	70
Tabla 8.13. Presupuesto del proyecto	70

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADA

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA
MEDICIÓN DE VARIABLES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE LA
UTILIZACIÓN DE UN DRON EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Autores:

Constante Cruz Freddy Rolando
Erazo Vizcaíno Brayan Argenis

RESUMEN

El presente proyecto permite plasmar la investigación en el diseño e implementación de un sistema electrónico para la toma de variables meteorológicas de cuencas hidrográficas utilizando un dron, debido a que el método tradicional se lo realiza de forma manual y utilizando varios equipos, lo que ocasiona desventajas en función del tiempo e incomodidad a la hora del estudio. La implementación tiene por objetivo la exactitud en la toma de valores necesarios para el usuario y optimización del tiempo en la toma de datos meteorológicos de la zona. La compilación de información categorizada dependerá de la buena selección de los elementos electrónicos, desarrollo de la circuitería y programación para la configuración óptima del sistema electrónico. Por otra parte, el dron se ocupará como medio de transporte del sistema electrónico que será el encargado de la toma de datos, logrando realizar un trabajo de forma cómoda en terrenos con difícil acceso, con cierto nivel de peligrosidad y a diferentes altitudes. El sistema electrónico está conformado con una fuente de energía, micro controlador inteligente para la toma y almacenamiento de información por categoría, variable medida y altitud. Esta implementación pretende mejorar el estudio de campo para investigaciones posteriores, reducción de tiempo y costos de un determinado de lugar donde se necesite obtener variables meteorológicas con mayor grado de exactitud de acuerdo a la altura.

Palabras clave: Meteorológica, Dron, Precisión, Altitud

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF SCIENCES OF ENGINEERING AND APPLIED

TITLE: "IMPLEMENTATION OF AN ELECTRONIC SYSTEM FOR THE
MEASUREMENT OF VARIABLES OF WATERSHEDS BY USING A DRON IN THE
PROVINCE OF COTOPAXI"

Authors:

Constante Cruz Freddy Rolando

Erazo Vizcaíno Brayan Argenis

ABSTRACT

This present project allows to capture the investigation in the design and implementation of the electronic system for the taking of methodological variables of watersheds by using a drone due to the traditional method is done by manually way and using several equipments that causes disadvantages in function of time and discomfort at the time of study. The implementation has as purpose the accuracy on necessary stock taking for the user and time optimization in the taking of meteorological data of the area. The compilation of categorized information will depend of the good selection of electronic elements, circuitry development and programming for the optimal configuration of electronic system. On the other hand, the drone will be used as a means of transportation of electronic system that will be in charge of data taking, achieving to perform a comfortably job on lands with difficult access, with certain level of danger and at different altitude. The electronic system is conformed with power source, smart micro controller for the taking and information storage for category, measure variable and altitude. This implementation aims to improve the field study for subsequent investigations, reduction of time and costs of a certain place where it is needed to get meteorological variables with higher degree of accuracy according to the height.

Key words: Meteorological, drone, accuracy, altitude

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la propuesta tecnológica al Idioma Inglés presentado por los señores: Constante Cruz Freddy Rolando y Erazo Vizcaíno Brayan Argenis, egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**, cuyo título “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DRON EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero 2020

Atentamente



Lcdo. Edison Marcelo Pacheco Pruna
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0



1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Constante Cruz Freddy Rolando

Erazo Vizcaíno Brayan Argenis

TEMA APROBADO: “Implementación de un sistema electrónico para la medición de variables de Cuencas Hidrográficas mediante la utilización de un dron en la Provincia de Cotopaxi.”

CARRERA: Ingeniería Electromecánica

DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Ms.C. Verónica Paulina Freire Andrade

EQUIPO DE TRABAJO

Constante Cruz Freddy Rolando

Erazo Vizcaíno Brayan Argenis

Ms.C. Verónica Paulina Freire Andrade

LUGAR DE EJECUCIÓN: Región Sierra, Provincia de Cotopaxi.

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA: Seis Meses

FECHA DE ENTREGA: Febrero del 2020

LÍNEA(S) Y SUBLINEAS DE INVESTIGACIÓN A LAS QUE SE ASOCIA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Línea de investigación de la universidad

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA:

La implementación de un sistema electrónico que será adaptado a un dron para la toma de variables meteorológicas importantes en una cuenca hidrográfica y lugares de interés que beneficia en el estudio meteorológico del país.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

Implementación de un sistema electrónico para la medición de variables de cuencas hidrográficas mediante la utilización de un dron.

2.2. Tipo de alcance

La presente propuesta tecnológica tiene como alcance la medición de variables meteorológicas con respecto a diferentes niveles de altura, mediante la utilización de un dron; las variables a medir son: temperatura del aire, presión atmosférica, radiación UV, humedad relativa, altitud y el tiempo de estudio. La información de las variables se almacena en una tarjeta para su posterior caracterización.

La propuesta tecnológica, consiste en un sistema electrónico para ser adaptado a un dron que permite tomar datos a diferente altitud y así observar el tipo de comportamiento que se produce en las diferentes variables meteorológicas, en lugares de interés y en cuencas hidrográficas de la provincia de Cotopaxi para que estos datos sean aprovechados por la institución como INAMHI para un estudio sobre la calidad de aire que existe en el lugar.

Para lo cual se establecieron los siguientes pasos:

- Estudio y selección de la mejor alternativa que satisfaga los objetivos planteados.
- Selección y evaluación de los diferentes elementos electrónicos, así; como también las diferentes condiciones de trabajo a las cuales estará sometida el dron.
- Almacenamiento correcto de la información del sistema electrónico por categorías y tiempo estudio.
- Finalmente se establecen los costos de la propuesta tecnológica.

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO:

Área:

Ingeniería, Industria y Construcción (UNESCO (1997) - Manual-SNIESE)

Subárea:

52 ingenierías y Profesiones Afines

Subárea específica del conocimiento:

Dibujo técnico, mecánica, metalistería, electrónica, telecomunicaciones, ingeniería energética

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

El presente proyecto se enfocó en el diseño e implementación de un sistema electrónico para un dron, mediante la investigación bibliográfica y experimental, con de la toma de variables meteorológicas en cuencas hidrográficas, prototipo enfocado en el proceso de toma de datos en diferentes tipos de terrenos y altitud, el uso del dron sirve para alcanzar las diferentes altitudes y mediante una tarjeta electrónica programada, se pueden tomar variables (temperatura, radiación UV, humedad relativa, presión atmosférica, altitud) dentro del contorno y perímetro de las cuencas hidrográficas. El dron se utiliza como medio de transporte del sistema electrónico para que adquiera las variables meteorológicas de lugares altos o de difícil acceso para posteriormente utilizar esos datos para en estudios de campo.

Los beneficiarios directos son las personas encargadas de obtener las variables meteorológicas de las cuencas hidrográficas y los tesisistas, los beneficiarios indirectos son las empresas o contratistas que necesitan conocer datos meteorológicos a diferente altitud del lugar que requieran.

En el siguiente cuadro, muestra los beneficiarios del proyecto tecnológico.

Tabla 2.1. Beneficiarios del proyecto

Directos	Personas que requieren datos meteorológicos en cuencas hidrográficas. Tesisistas y los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica.
Indirectos	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Fuente: Autores

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Sistema electrónico para la toma de variables meteorológicas de cuencas hidrográficas.

2.5.2. Campo de acción

Meteorología, control electrónico y programación.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación problemática

La mayor parte de las personas y empresas encargados de la toma de variables meteorológicas en cuencas hidrográficas en la provincia Cotopaxi, realizan el proceso de forma manual y/o con la ayuda de varios dispositivos (como barómetro, higrómetro, termómetro, etc), ocasiona desventajas en función de la precisión, tiempo y el esfuerzo físico de las personas, así como la dificultad de la toma de información en terrenos con difícil acceso y a diferentes altitudes, para poder establecer el comportamiento de las variables en mención.

A continuación, se presenta un cuadro con los aspectos relevantes de la situación problemática:

Tabla 2.2. Problemática

Situación actual	La toma de variables meteorológicas en cuencas hidrográficas, se la realiza de una manera manual y/o por medio de estaciones meteorológicas a una altura de hasta 10 metros.
Identificación del problema	Los profesionales encargados de la toma de variables meteorológicas en cuencas hidrográficas, realizan de forma manual la toma de estos datos, por medio de las estaciones meteorológicas miden la variable en un rango aproximado de 20 km en línea recta sin obstáculos. También obtienen las variables meteorológicas respecto a la altitud mediante la utilización de un globo que es lanzado a la atmosfera, que realiza el trabajo de medición, pero tiene un costo elevado, por eso; lo realizan una vez al mes, en donde según la OMM (Organización Mundial de Meteorología) menciona que es necesario realizar una vez por semana, relacionando las variables meteorológicas respecto a la altitud.

Situación futura deseada	Con la propuesta tecnológica, se logró realizar las medidas de las variables meteorológicas en las cuencas hidrográficas a diferentes altitudes, con un rango de error pequeño y ahorro de tiempo para un estudio de campo con diferentes aplicaciones llegando incluso a poder determinar con estos datos la calidad de aire a diferentes altitudes.
Propuesta de solución	Implementación de un sistema electrónico para la medición de variables de cuencas hidrográficas mediante la utilización de un dron en la Provincia de Cotopaxi

Fuente: Autores

2.6.2. Problema

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) que está ubicado en la ciudad de Quito posee 43 estaciones convencionales ubicadas en diferentes partes del país que se encargan de medir los datos meteorológicos a nivel nacional.

Los datos obtenidos por las estaciones meteorológicas son de 15 a 20 km a la redonda en línea recta sin obstáculos con respecto a donde se encuentra ubicada la estación, con los datos obtenidos realizan un promedio de las variables y obtienen un dato aproximado, este dato es exacto para el lugar en el que se realizó la toma; sin embargo en el trayecto a otra estación meteorológicas lo datos sufren variaciones, otro de los inconvenientes es el hecho de que no se pueden realizar mediciones de variables meteorológicas a más de 10 metros de altura, con la propuesta tecnológica se logra realizar mediciones de estas variables a una altura superior a la mención.

2.6.3. Matriz causa-efecto

La presente matriz causa-efecto muestra las causas reales y potenciales del problema, para así comprender de una manera más adecuada la problemática encontrada, a visualizar las razones, motivos o factores principales y

secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y organizar actividades que logren solucionar el problema como fin principal.

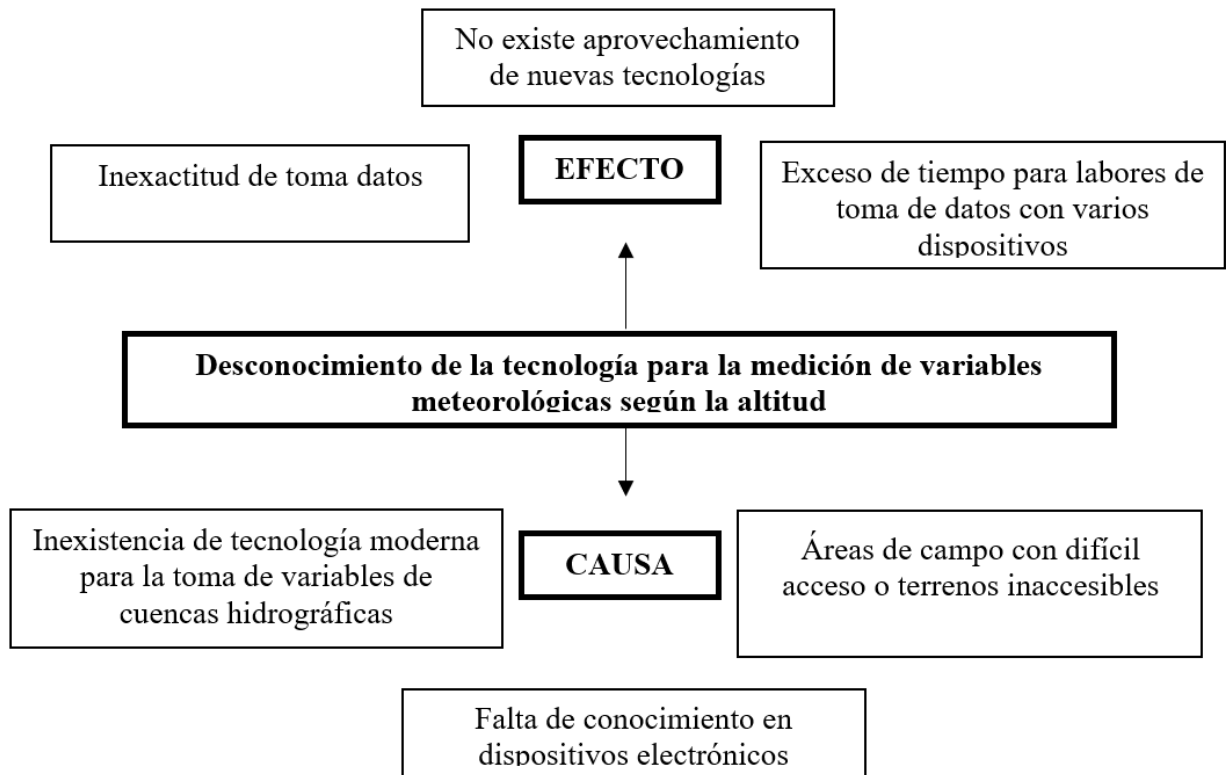


Figura 2.1. Matriz causa - efecto

Fuente: Autores

2.6.4. Delimitación del problema:

En una cuenca hidrográfica existen variables como temperatura, humedad relativa, radiación UV, presión atmosférica, importantes para estudios ambientales u otros proyectos, por ese motivo el sistema electrónico va a permitir obtener variables meteorológicas dentro del lugar de estudio y a diferente altitud mediante el uso de un dron, para así poder llegar a lugares de difícil acceso para el ser humano.

2.7. HIPÓTESIS

La construcción de un sistema electrónico implementado en un dron, permitirá la medición a diferente altura de variables meteorológicas en las cuencas hidrográficas de la Provincia de Cotopaxi.

2.7.1. Variables

Las variables son cantidades que son cambiantes, esa es su cualidad, pero a la vez son susceptibles de ser medidas. Las variables sirven para obtener la consecuencia y causa del proyecto mediante la hipótesis anteriormente redactada.

Variable dependiente: Medición de variables meteorológicas en cuencas hidrográficas.

Variable independiente: Sistema electrónico implementado en un dron.

2.7.2. Matriz de operacionalización de variables

La operacionalización de variables se ha de definir como las operaciones o actividades que han de realizarse para determinar su valor.

2.7.3. Variable dependiente

Es la variable que representa el propósito de la propuesta tecnológica, siendo en nuestro caso: Medición de variables meteorológicas.

Tabla 2.3. Variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE :	Medición de variables meteorológicas en cuencas hidrográficas				
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Cantidad o magnitud meteorológica que puede adquirir distintos valores numéricos dentro de un conjunto de números especificado. Algunas de las principales variables meteorológicas son la presión atmosférica, la	Variables meteorológicas	Presión	Pascal (hPa)	Medición	Barómetro
		Radiación UV	Escala < 2 y 11 >	Calculo	Ecuación Tabla UV índice
		Humedad	Porcentaje 0 a 100 %	Medición	Higrómetro
		Temperatura	Grados centígrados (°C)	Medición	Termómetro
		Latitud	En grados angulares 0° a 90°	Navegar por la web Calculo	GPS Google Earth

temperatura, la humedad, la radiación UV, la altura según el nivel del mar entre otras.	Altitud	En metros (m)	Medición	Metro
	Tiempo	Hora, minuto y segundo. (h, mi, s)	Medición	Cronómetro

Fuente: Autores

2.7.4. Variable independiente

Son las variables que van a influir para el desarrollo de la propuesta tecnológica, siendo en nuestro caso: Sistema electrónico implementado en un dron.

Tabla 2.4. Variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	Sistema electrónico implementado en un dron				
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Un sistema electrónico o eléctrico es un circuito (camino) construido por materiales ya sean conductores o semiconductores que cumplen la función de transmitir o llevar una señal de un punto a otro.	Variables del sistema electrónico	Alimentación	Voltaje $V=I \cdot R$	Calculo Catalogo	Voltímetro
			Corriente $I=V/R$	Calculo Catalogo	Amperímetro
			Consumo total mAh	Medición	Multímetro

Fuente: Autores

2.8. OBJETIVOS

2.8.1. Objetivo general

Implementar un sistema electrónico adaptado a un dron para la medición de variables meteorológicas en cuencas hidrográficas en la Provincia de Cotopaxi.

2.8.2. Objetivos específicos

- Determinar el procedimiento en la que se realizan mediciones de variables meteorológicas a nivel nacional para un posterior análisis comparativo.
- Investigar sobre el tipo de variables meteorológicas que existen dentro de una cuenca hidrográfica.
- Analizar los tipos de drones que existen en el mercado para la correcta elección según el tipo de trabajo a realizar.
- Seleccionar los sensores para el sistema electrónico tomando en cuentas las características físicas y técnicas.
- Verificar el funcionamiento del sistema electrónico adaptado al dron y la correcta toma de variables de la cuenca hidrográfica.

2.9. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Es importante realizar la descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos para orientar el proceso de cumplimiento del proyecto, cada actividad a realizar cumple un papel importante en la realización de la propuesta tecnológica. Ver Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Sistema de tareas en relación con los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MÉTODOS Y TÉCNICAS
<p>Determinar el procedimiento en la que se realizan mediciones de variables meteorológicas a nivel nacional para un posterior análisis comparativo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La explicación de la maquinas que miden variables meteorológicas a nivel mundial. - La identificación del departamento encargado de la obtención y estudio variables nivel nacional. - La visualización de datos meteorológicos en el país de manera categorizada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estaciones meteorológicas. - Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. - Página web INAMHI. 	<p>Investigación bibliográfica</p>
<p>Investigar sobre el tipo de variables meteorológicas que existen dentro de una cuenca hidrográfica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La investigación de las diferentes cuencas hidrográficas que existen en la provincia de Cotopaxi. - La identificación de variables meteorológicas importantes de la cuenca hidrográfica útil para cualquier proyecto o estudio ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de cuencas. Hidrográficas - Variables meteorológicas medibles. 	<p>Investigación bibliográfica.</p>
<p>Analizar los tipos de drones que hay en el mercado para la correcta elección según el tipo de trabajo a realizar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La búsqueda del tipo drones que hay en el país tomando en cuenta la estabilidad, localización y tiempo de vuelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dron volador 	<p>Investigación de mercado.</p>

<p>Seleccionar los sensores para el sistema electrónico tomando en cuenta las características físicas y técnicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La selección de los tipos de sensores a utilizar para la toma de datos de variables como presión, temperatura, humedad, radiación y localización. - La investigación del tipo de baterías a utilizar según el consumo total de los sensores. - El método de almacenamiento de las fotografías y variables obtenidas en una memoria flash o micro tarjeta SD. 	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de variables de la cuenca hidrográfica a tiempo real. - Alimentación adecuada de los sensores. - Almacenamiento de la fotografía y variables en micro SD. 	<p>Investigación técnica.</p> <p>Cálculos.</p>
<p>Verificar el funcionamiento del sistema electrónico adaptado al dron y la correcta toma de variables de la cuenca hidrográfica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar prácticas de vuelo con el dron. - Correcta visualización de los datos meteorológicos por categorías - Verificación de los datos obtenidos con el proyecto y la página oficial del INAMHI 	<ul style="list-style-type: none"> - Dron con el sistema adaptado funcionando de manera requerida. 	<p>Estudio de campo</p> <p>Comparación de datos</p>

Fuente: Autores

3. MARCO TEORICO

Este capítulo está orientado a la familiarización de los conceptos técnicos que se utilizan en el documento: se definen los términos en caracteres macro, meso y micro de distintos campos de investigación para el correcto análisis de las partes del proyecto, también se procede a realizar tipos de métodos de factibilidad para comprobar la viabilidad que tiene realizarlo.

3.1. Meteorología

La meteorología es una rama de la física, que estudia los fenómenos que ocurren en la atmósfera. La medida de variables, fenómenos y condiciones meteorológicas, que han sido monitoreados en los últimos 50 años en la mayor parte del globo terrestre, determinan el clima de una región en particular que presenta una variabilidad en el tiempo. Donde los parámetros más estudiados son: temperatura del aire, humedad, presión atmosférica, viento y radiación solar. Las investigaciones y aplicaciones relacionadas con la meteorología y clima, necesitan datos observados históricamente obtenidos de diversas fuentes como: las estaciones meteorológicas en la superficie, que son herramientas poderosas para monitorear y pronosticar variables atmosféricas [1].



Figura 3.1. Fenómenos de la atmosfera.

Fuente: [2]

Fue solo para inicios del siglo 20 que se pudo tomar mediciones del estado del tiempo en las zonas no cercanas a la superficie. Los métodos de observaciones sistemáticas fueron introducidos durante la Segunda Guerra Mundial [3].

3.1.1. Estaciones Meteorológicas

Se trata de emplazamientos fijos destinados al registro constante (usualmente cada 3 horas y en tiempo real) de las condiciones atmosféricas de una región específica.

Para ello está equipada con diversos implementos de medición, como son:

- Anemómetro, para medir la velocidad del viento.
- Veleta, para indicar la dirección del viento en base a los puntos cardinales.
- Barómetro, para medir la presión atmosférica.
- Heliógrafo, para registrar la cantidad de energía solar que impacta la superficie terrestre.
- Higrómetro, para medir la humedad ambiental.
- Termómetro, para medir la temperatura ambiental.

3.1.1.1. Estaciones Meteorológicas a nivel Mundial

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) clasifica las Estaciones Meteorológicas en:

- Sinópticas: dedicadas al estudio de las variables meteorológicas con el objetivo de prever el tiempo a corto plazo.
- Climatológicas: donde se observa el estado del tiempo acumulando datos con fines estadísticos y permitiendo clasificar el clima de un lugar.
- Agrícolas: donde se observa tanto el estado del tiempo como fenómenos de carácter biológico en íntima relación con la agricultura del lugar.
- Aeronáuticas: Tienen como objeto facilitar la circulación aérea.
- Especiales: Creadas con carácter temporal para el estudio específico de determinadas variables.

Además, todas ellas se pueden clasificar en convencionales y automáticas en función de la cantidad de variables atmosféricas que cuantifiquen [4].



Figura 3.2. Estación meteorológica actual.

Fuente: [5]

3.1.2. Tipos de estaciones meteorológicas

- Estaciones convencionales: Las estaciones sinópticas convencionales tienen un parque meteorológico donde se ubican el heliógrafo, anemómetro, veleta, pluviómetro, pluviógrafo, geotermómetros (termómetros de profundidad), nefobasímetro, visibilómetro, tanque de evaporación y abrigo meteorológico. El abrigo o caseta meteorológica es un “refugio” donde se ubican ciertos instrumentos para no recibir radiación directa del Sol ni ser influenciados por el viento. Se pinta de blanco para disminuir el calentamiento radiactivo y tiene rendijas para que circule el aire. Sus características varían según la región en la que se ubique la estación [6].



Figura 3.3. Estación meteorológica convencional

Fuente: [7]

- Estaciones meteorológicas automáticas:

Una estación meteorológica automática es un equipo de adquisición de datos en el que los instrumentos efectúan, almacenan y transmiten las observaciones de forma automática, sin necesidad de la presencia de personal.

Surgieron de la necesidad de obtener información en ubicaciones con dificultad de acceso o en lugares inhóspitos. Inicialmente se utilizaron para complementar la red de estaciones meteorológicas.

La configuración tipo de una estación automática es:

- Torre o trípode
- Sensores: características para su elección (resolución, etc.)
- Sistema de adquisición de datos (datalogger)
- Comunicaciones (modem, radio)

Ventajas respecto de las estaciones manuales: más consistentes en sus medidas, dan datos a mayor frecuencia, dan datos en todo el tiempo (24 h, todos los días), se pueden colocar en zonas aisladas. Inconvenientes: la captación de cierta información es difícil de automatizar (nieve, nubes), necesidad de inversión, menos flexibles que los observadores modelos de predicción meteorológica [8].



Figura 3.4. Estación meteorológica automática

Fuente: [9]

3.1.3. Estaciones meteorológicas en el Ecuador

En el Ecuador existe 43 estaciones meteorológicas entre ellas convencionales que son manejadas por Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología que es una Institución con representación nacional e internacional, miembro de la Organización Meteorológica Mundial, OMM, organización intergubernamental especializada de las Naciones Unidas para la Meteorología (el tiempo y el clima), la Hidrología Operativa y las ciencias conexas. El objetivo de la institución es ejercer la rectoría y normalización del sector hidrometeorológico nacional, con representación internacional para así satisfacer oportunamente las necesidades de información, productos y servicios hidrometeorológicos, de los usuarios nacionales e internacionales, generando productos científico-técnicos de calidad y brindando servicios de excelencia [10].



Figura 3.6. Masas de agua

Fuente: [13]

3.2.2. Cuenca hidrográfica

Se entiende por cuenca hidrográfica, el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

Una cuenca hidrográfica y una cuenca hidrológica se diferencian en que la cuenca hidrográfica se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica incluye las aguas subterráneas (acuíferos) [14].



Figura 3.7. Esquematización de una cuenca hidrográfica

Fuente: [15]

3.2.2.1. Elementos

- Río principal: Es aquel que se encarga de recoger el agua que se origina por las precipitaciones, su determinación puede ser arbitraria ya que hay

diferentes características que la definen como: el curso fluvial, tipo de caudal, superficie de la cuenca, entre otros.

- Los afluentes: Son los ríos secundarios que desembocan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca hidrográfica.
- Línea divisoria de vertientes: Es la línea que divide a diferentes vertientes, separando a dos o más cuencas vecinas. Puede ser utilizada como límite entre dos espacios geográficos o cuencas hidrográficas.
- Relieve: El relieve de una cuenca consta de los valles principales y secundarios, de la red fluvial que conforma la cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.
- Vegetación: es la cobertura de plantas (flora) salvajes o cultivadas que crecen espontáneamente sobre una superficie de suelo o en un medio acuático. Hablamos también de una cubierta vegetal. Su distribución en la Tierra depende de los factores climáticos y de los suelos.
- Obras y Construcciones: Son estructuras construidas por el ser humano, también denominadas intervenciones andrógenas. Suelen ser viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego y energía.

3.2.2.2. Partes de una cuenca hidrográfica

- Cuenca alta, que corresponde a la zona donde nace el río, el cual se desplaza por una gran pendiente
- Cuenca media, la parte de la cuenca en la cual hay un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Visiblemente no hay erosión.
- Cuenca baja, la parte de la cuenca en la cual el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección.

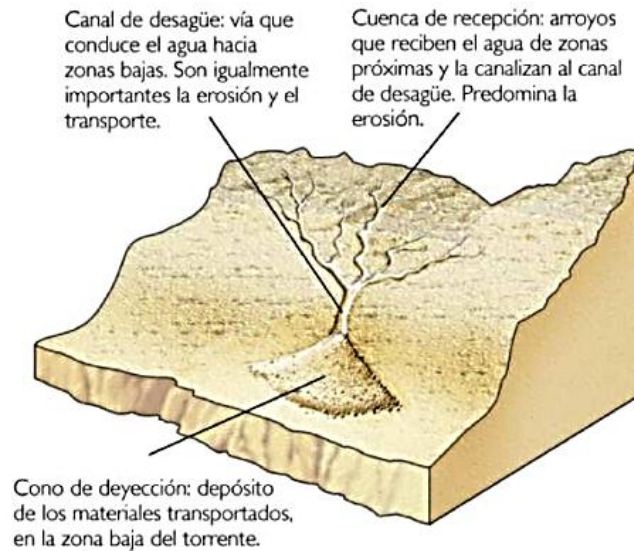


Figura 3.8. Partes de una cuenca hidrográfica

Fuente: [16]

3.2.2.3. Tipos de cuencas hidrográficas

- Exorreicas: Llevan sus aguas hasta el océano o el mar. Un modelo es la cuenca de plata, en América del Sur.
- Endorreica: Desembocan directamente en lagos, lagunas de marea o algunos salares que no tienen correspondencia fluvial con el océano. Por ejemplo, el tazón del río Desaguadero, en Bolivia.
- Arreica: Las aguas se disipan (evaporación) o el suelo las absorbe mediante la filtración antes de que logren drenar sus cauces en alguna red. Los arroyos, aguadas y cañadones del nivel focal patagónico tienen un lugar con este compuesto, ya que no se liberan en ninguna corriente u otro cuerpo hidrográfico esencial.

Además, se aprecian mucho en regiones del desierto del Sahara y en numerosas partes diferentes [17].

3.2.2.4. Clasificación

La clasificación más adecuada se la realiza de acuerdo a su extensión, llegándose a denominar:

Tabla 3.1. Clasificación de una cuenca hidrográfica

TIPO	EXTENSIÓN (HA.)
Sistema	> 300.000
Cuenca	100.000 – 300.000
Subcuenca	10.000 – 100.000
Microcuenca	4.000 – 10.000
Minicuenca o quebrada	< 4.000

Fuente: [18]

En el Ecuador existen 31 sistemas hidrográficos de los cuales 24 pertenecen a la vertiente del Pacífico (incluyendo territorios insulares) y 7 a la vertiente del Amazonas; con un total de 79 Cuencas hidrográficas y 137 subcuencas.

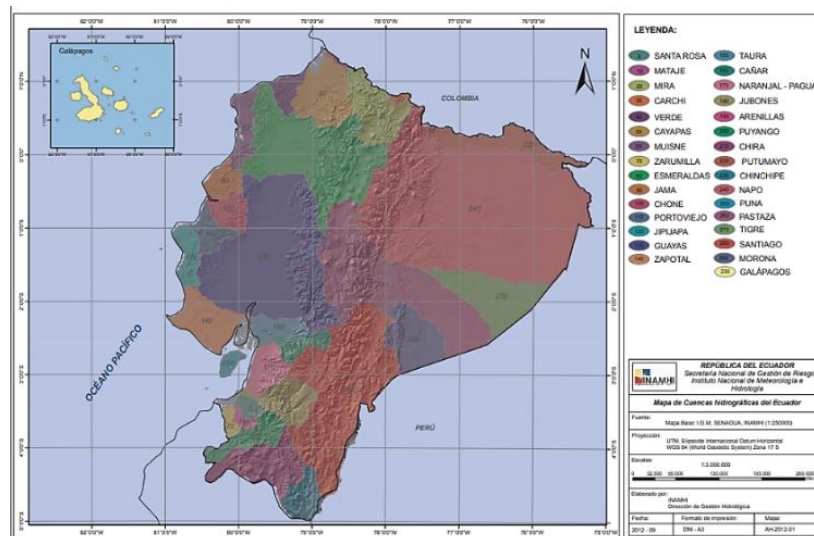


Figura 3.9. Cuencas Hidrográficas del Ecuador

Fuente: [19]

3.2.2.5. Cuencas hidrográficas de la provincia de Cotopaxi

La provincia de Cotopaxi una de las 24 provincias que conforman la República del Ecuador, situada al centro del país, en la zona geográfica región interandina o sierra, principalmente sobre la hoya de Patate en el este y en los flancos externos de la cordillera occidental en el oeste. Su capital administrativa es la ciudad de Latacunga, la cual además es su urbe más grande y poblada.

Ocupa un territorio de unos 6.569 km², siendo la décima séptima provincia del país por extensión. Limita al norte con Pichincha, al sur con Tungurahua y Bolívar, por el occidente con Los Ríos y al oriente con Napo.

La parte hídrica de la provincia de Cotopaxi está dividida de la siguiente manera:

- Cuenca del río Culapachán
- Río Cutuchi

Se complementan con los afluentes siguientes:

- | | |
|------------|--------------|
| - Yanayacu | - Patoa |
| - Nagsiche | - Pumacunchi |
| - Chalupas | - Quindigua |
| - Illuchi | [20] |

3.2.3. Variables medibles importantes para el estudio de Cuencas Hidrográficas.

Según el Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología INAMHI manifiestan que para el estudio meteorológico de una cuenca hidrografía de cualquier parte del país es importante conocer que las variables meteorológicas son las que se pueden obtener de la atmosfera, la cual está presente en la parte alta de la cuenca hidrográfica. Que se enumeran de la siguiente manera:

- Tiempo de medición
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa
- Presión atmosférica
- Radiación Solar
- Viento

3.2.3.1. Tiempo atmosférico

Indica el estado de la atmósfera, en un momento, y, en un lugar determinado es distinto para cada estación y, puede cambiar de un día a otro, e incluso a lo largo del mismo día.

3.2.3.2. Temperatura ambiente

Existen varias definiciones de temperatura como: la magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas; mientras mayor movimiento exista, mayor será la temperatura, también se puede decir que es la propiedad física, que caracteriza el estado termodinámico de la materia.

3.2.3.3. Humedad relativa

Es el grado de saturación, que expresa el cociente del contenido de vapor de la masa de aire, a una temperatura dada y su máxima capacidad de almacenamiento de éste, llamada presión de vapor saturación, a la misma temperatura. Depende de temperatura del aire, presión, radiación solar y movimiento de las masas de aire, está relacionada con procesos de evaporación, transpiración y precipitación.

3.2.3.4. Presión atmosférica

La atmósfera contiene gran cantidad de moléculas de gas que son atraídas hacia la tierra por la fuerza de la gravedad; la medida del peso de la columna de aire sobre unidad de área, que se encuentra en un sitio determinado, se considera presión atmosférica. El valor es inversamente proporcional a la altura, varía de 0.1 mbar por cada metro de altura. Depende además de la situación geográfica, temperatura y humedad.

3.2.3.5. Radiación Solar

Es la energía transferida por el sol a la tierra, que viaja por el espacio, a través de ondas cortas y llevan una determinada cantidad de energía. En un día despejado, su valor corresponde el 75% de la radiación extraterrestre y en un día nublado, el 25 %. Tiene un comportamiento monomodal, durante el día, presenta un máximo al mediodía (tiempo

local). Depende principalmente del ciclo diario de la temperatura, como de sus patrones máximos y mínimos. La radiación y la humedad del medio ambiente dependen de la temperatura y de insumos de precipitación para experimentar cambios en su proceder. [21].

Las variables meteorológicas que se mencionan según el Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) manifiestan que varían según el tiempo y el espacio, de donde se vaya a realizar la medición [22].

3.3. Reconocimientos Aéreos

Es la inspección desde el aire de determinadas zonas mediante aviones de reconocimiento o vehículos aéreos no tripulados. Sus funciones consisten en recoger inteligencia de imágenes, inteligencia de señales e inteligencia de medidas. Normalmente requerido en labores de espionaje sobre potencias enemigas al que lo realiza, se empezó a utilizar en la Primera Guerra Mundial. Comúnmente en la actualidad se usan para la cartografía.



Figura 3.10. Reconocimiento de Zonas

Fuente: [23]

3.3.1. Tipos vehículos aéreos

Según el manejo de los vehículos (avión, dron, aeroplano, caza...etc.) se dividen en:

- Aviones de reconocimiento: es una aeronave que es pilotado por un ser humano es decir no puede volar sin manejo de este.



Figura 3.11. Avión de espía EE. UU

Fuente: [24]

- Vehículo aéreo no tripulado: que es una aeronave pilotada a control remoto RPV del inglés Remotely Piloted Vehicle, y que vuela sin tripulación humana a bordo.



Figura 3.12. Dron espía

Fuente: [25]

3.3.2. Descripción de drones

Dron es un vehículo aéreo que vuela sin tripulación. Su nombre se deriva del inglés drone, que en español significa “abeja macho”. Existen drones de diversos tamaños y con diferentes finalidades.

La característica más resaltante de un dron es que su vuelo es controlado por control remoto, aunque existen algunos que son conducidos mediante la intervención de un software y no de manera directa por un piloto desde tierra. Los drones pueden ser de dos tipos: los que se asemejan a un avión y los que se parecen a un helicóptero, los cuales pueden mantenerse de manera estática en el aire.

Para la investigación se utilizará un dron fotográfico que permita realizar las fotografías en buena calidad para el correcto análisis fotográfico en un tipo de software computacional [26].



Figura 3.13. Dron fotográfico

Fuente: [27]

3.3.3. Tipos de drones según la utilización

Los drones hoy en día son muy utilizados para diversos tipos de campos, ya que permite acceder a lugares sin presencia humana, el campo de utilización se divide en:

- Drones de uso militar: Se utilizan para vigilancia en lugares alejados donde exista riesgo. Suelen estar equipos con material militar por seguridad.
- Drones topográficos: Se utilizan en lugares para realizar un estudio de una determinada área de terreno, usualmente son para proyectos ambientales.
- Drones fumigadores: Se utilizan para el cuidado del cultivo donde abarque entre 20 a 30 hectáreas de terreno.
- Drones infantiles: Son de uso básico para niños que son muy económicos y rentables [28].



Figura 3.14. Drones fotográfico y militar

Fuente: [29]

3.3.4. Normativas de vuelo del Dron en Ecuador

La Dirección General de Aviación Civil (DGAC) emitió el reglamento para la Operación de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia, más conocido como drones o Sistemas de Aeronaves no tripuladas. La resolución fue expedida el jueves 17 de septiembre de 2015.

Las restricciones que pronuncia esta resolución se basan en los siguientes factores:

- Operación de cercanías
- Funciones automatización
- Altura máxima de vuelo
- Limitaciones
- Horas de operación
- Seguros
- Integridad fisiológica del operador

Estos factores son de cumplimiento esencial para el buen manejo del dron en el país Ecuador y evitar así algún tipo de inconveniente más adelante [30].

3.4. Variables del sistema electrónico

Para la implementación del sistema electrónico el cual va a medir los datos meteorológicos debemos tener en cuenta diversos parámetros de estudio para el correcto funcionamiento.

Estos parámetros son:

- Control
- Alimentación
- Medición
- Programación
- Almacenamiento de datos
- Factibilidad

3.4.1. Control:

Aquí se analiza dos tipos de parámetros para obtener los diferentes datos por categorías.

3.4.1.1. Comunicación

Para la comunicación de dos o más dispositivos se necesitan de un tipo de señal que permita el intercambio de datos entre ellos. Estas señales son:

- Señales Bluetooth: Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:
 - a. Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
 - b. Eliminar los cables y conectores entre éstos.
 - c. Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.
- Comunicación Directa: Transmisión y recepción de datos mediante la utilización de unos dispositivos de almacenamiento y una tarjeta electrónica inteligente como Arduino, Raspberry... entre otras opciones.
- WIFI: Se usa el término Wi-Fi (wireless fidelity o fidelidad sin cables) para designar a todas las soluciones informáticas que utilizan tecnología inalámbrica 802.11 para crear redes. 802.11 es el estándar más utilizado para conectar ordenadores a distancia. El uso más frecuente de esta tecnología es la conexión de portátiles a internet desde las cercanías de un punto de acceso o hotspot [31].



Figura 3.15. Señales de comunicación
Fuente: [32]

3.4.1.2. Tarjetas electrónicas de programación.

Existen diversos tipos de tarjetas electrónicas para programar o compilar sensores y dispositivos electrónicos. Estas tarjetas son:

- Arduino: Arduino es una plataforma de hardware y software de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing. Es decir, una plataforma de código abierto para prototipos electrónicos.
- Raspberry PI: es una placa computadora (SBC) de bajo coste, se podría decir que es un ordenador de tamaño reducido, del orden de una tarjeta de crédito, desarrollado en el Reino Unido por la Fundación Raspberry PI (Universidad de Cambridge) en 2011, con el objetivo de estimular la enseñanza de la informática en las escuelas, aunque no empezó su comercialización hasta el año 2012 [33].



Figura 3.16. Tarjetas de programación

Fuente: [34]

3.4.2. Medición

Toda cuenca hidrográfica presenta multitud de variables meteorológicas para la medición que son importante para el estudio de este, donde para cada una de estas existe un determinado dispositivo electrónico que permite la correcta medición.

3.4.2.1. Variables meteorológicas

Para obtener las variables meteorológicas, la misma que está presente en la atmosfera se va utilizar sensores que existen en el mercado para medir las siguientes variables:

- Tiempo atmosférico
- Presión atmosférica
- Humedad relativa
- Radiación solar
- Ubicación geográfica
- Temperatura
- Altitud

3.4.3. Alimentación.

Las baterías son dispositivos que permiten obtener energía DC en cualquier lugar para que se requiera eso si estando cargada, según el uso y caracterización se dividen en:

- Baterías de ácido plomo: Son los acumuladores más comunes hasta ahora utilizadas en coches, motos o barcos, entre muchos otros usos. Estas baterías son formadas por dos electrodos de plomo.
- Baterías de iones de litio: Las baterías de iones de litio destacan por su alta densidad energética, acumuladores pequeños y ligeros con elevada unidad de carga, y por un mínimo efecto memoria, es decir, permiten múltiples cargas y descargas sin verse afectado el rendimiento del acumulador.
- Baterías de polímero de litio: Los acumuladores de polímero de litio mejor que las de iones de litio. Con una densidad energética superior y mejoras en la tasa de descarga. A pesar de ser una clase de baterías que mejoran las de iones de litio su principal inconveniente es que quedan prácticamente inútiles si se descargan por debajo de su mínimo de tres voltios.
- Pilas recargables: Las pilas recargables deberían venir bajo el nombre de baterías o baterías recargables. El precio es mayor que las pilas de un solo uso, pero a largo tiempo se verá compensado.

Los tres tipos de pilas recargables o baterías más comunes son: NiCd, NiMH y Li-ion [35].



Figura 3.17. Tipos de baterías

Fuente: [36]

3.4.4. Almacenamiento de datos

- Memoria Flash: es una clase de chip que se emplea para el almacenamiento y el traslado de datos. Esta tecnología puede encontrarse en tarjetas, dispositivos USB, cámaras digitales, reproductores MP3 y otros elementos tecnológicos.
- Micro SD: se constituye como un accesorio muy útil para guardar y leer fotografías, música, videos y cualquier otro tipo de archivo o documento. Un fotógrafo, por citar un caso, puede usar una memoria flash de este tipo para almacenar imágenes y luego editarlas o exhibirlas en cualquier computadora.
- Disco duro: tipo de almacenamiento externo que permite guardar datos de un computador o dispositivo electrónico que compile con el mismo sin problemas [37].



Figura 3.18. Memoria flash y microSD

Fuente: [38]

3.4.5. Programación

La programación es importante para el correcto funcionamiento del sistema electrónico junto con los sensores que se vaya a utilizar, por eso una vez implementado necesita tener una programación exacta para que pueda realizar el trabajo de manera adecuada sin la necesidad de requerir al cálculo por eso se necesita de un software adecuado y posee las siguientes características:

- Programación con lenguaje JAVA
- Comunicación con placa inteligente
- Permitir la comunicación entre varios sensores.

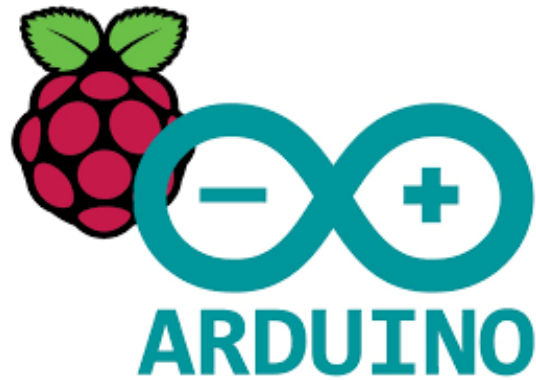


Figura 3.19. Arduino Nano

Fuente: [39]

3.4.5.1. Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont).



Figura 3.20. Software Arduino

Fuente: [40]

3.4.6. Factibilidad en un proyecto

Para poder realizar un proyecto o inversión se debe realizar una serie de métodos para verificar que es factible para no invertir tiempo y dinero en vano. Para ello se debe realizar uno de estos parámetros ya establecidos que son:

- Análisis de mercado: cualquier análisis de mercado girará en torno a la oferta, demanda, precio y venta del artículo o servicio en cuestión. Para conocer el potencial del negocio realiza encuestas sobre el público al que te diriges y así tomarás el pulso a ese mercado al que te diriges. Ese estudio debe recoger los precios, perfil de la competencia, canales de venta, proveedores y un histórico de datos del sector para analizar su recorrido.
- Estructura financiera: debes incluir en tu estudio de viabilidad una previsión de los beneficios y costes a lo largo de tres años como mínimo, además de las necesidades financieras.
- El cálculo de VAN es un instrumento financiero que le permiten a los emprendedores evaluar la rentabilidad de cada proyecto en el que invierten, es decir, determinan si el proyecto es viable o no [41].



Figura 3.21. Viabilidad de un proyecto

Fuente: [42]

4. METODOLOGIA

4.1. Métodos y técnicas de la investigación

En este apartado se menciona los tipos de metodologías que se va a utilizar para describir de manera correcta la cantidad de variables a medir, el tipo de medición, la selección de los diversos dispositivos electrónicos y programas que comprenden para el funcionamiento del proyecto.

Estos métodos se dividen en:

- Cuantitativo
- Cualitativo
- Científico
- Cálculo
- Experimental de campo

4.1.1. Método cuantitativo

Este método permite conocer los parámetros y variables en cuestión de datos, del proyecto.

Se dividen en:

Tabla 4.1. Variables cuantitativas

Variables	Magnitud	Cantidad
Meteorológicas	Tiempo atmosférico	Días, horas, minutos y segundos
	Temperatura ambiente	Según la posición del sol.
	Humedad relativa	Según la región y altura.
	Presión atmosférica	Depende de la altitud de ubicación.
	Radiación solar	Índice UV.

	Ubicación Geográfica	Coordenadas UTM.
	Altitud	Según la ubicación del dron.

Fuente: Autores

4.1.2. Método cualitativo

Este método se va a describir los campos de estudio, así como el tipo de medición para cada una de las variables meteorológicas, y a la vez se detalla el tipo de calificación que se realiza para la correcta selección de sensores, dispositivos de almacenamiento y software según las cualidades de cada uno de ellos.

4.1.2.1. Medición de variables

La medición es la toma de datos de una determinada magnitud física, la misma que se puede realizar de manera directa o indirecta dependiendo el tipo de dispositivo o método que se vaya a utilizar. En la tabla 4.2. se detalla el tipo de medición según el tipo de procedimiento a realizar.

Tabla 4.2. Tipos de medición

Campos de estudio	Dispositivo / Método	Tipo de medición	Variables
Meteorología	Sistema Electrónico	Directa	Tiempo de estudio
			Temperatura
			Altura
			Radiación UV
			Presión atmosférica
			Humedad
			Coordenadas
	Dron	Indirecta	Altura

Fuente: Autores

4.1.2.2. Cuadro valorativo

El cuadro valorativo se utiliza para seleccionar los tipos de sensores, dispositivos, software en donde se toma en cuenta las siguientes cualidades:

Sensores:

- Precisión
- Voltaje de operación
- Amperaje de operación
- Peso

Dispositivos de almacenamiento:

- Mayor capacidad
- Dimensiones
- Peso

Software:

- Funcionalidad
- Rapidez en el procesamiento
- Precisión

Según las cualidades o funciones que se mencionó de las partes que componen el sistema electrónico se va calificar de mediante la utilización de una tabla 4.3 en donde se va detallar las alternativas y funciones de manera más exacta.

Tabla 4.3. Tabla de valoración

ALTERNATIVAS	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa n
FUNCIONES				
Función 1				
Función 2				
Función 3				
Función n				

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 - 10

Fuente: Autores

Según la tabla anterior es la cual se usará para la calificación de los componentes del proyecto. Para poder entender el uso de la tabla se debe tomar en cuenta las siguientes partes que consta:

- Alternativas que existen: en esta fila se detalla el nombre de los tipos de máquinas, sensores, software... etc. que se van a evaluar.
- Funciones: en esta columna se detallan los tipos de características que deben poseer cada máquina, sensores, software...etc. para el posterior análisis de cada uno.
- Calificación: este apartado es el más importante ya que según la calificación un determinado dispositivo será elegido, por eso se debe buscar un respaldo ya sea por alguna persona o empresa que tenga el conocimiento para poder dar dicho valor de puntuación a cada componente del proyecto a realizar.

4.1.3. Metodología Científica

Este método ayuda a enunciar las leyes de cálculo, para obtener datos reales que son los requerimientos mínimos para el dimensionamiento y selección del sistema electrónico y del dron.

4.1.4. Metodología de cálculo

Se analiza las diferentes leyes de cálculo mediante la utilización de fórmulas y métodos para los diferentes aparatos y componentes electrónicos del sistema de toma de variables.

- Cálculo para la selección del dron

Este cálculo permite obtener las características para seleccionar el dron adecuado. Para poder elegir alguna de las características se tomará en cuenta las siguientes formulas:

- Peso que soportara el dron

$$mt = m1 + m2 + mn \quad (4.1)$$

Donde:

mt : Masa total; (kg).

$m1+m2$: Masas; (kg).

mn : Masa adicional; (kg)

- **Peso total del dron**

$$mtd = mts + mb + ma + ms \quad (4.2)$$

Donde:

mtd = Masa total Dron

mts = Masa total sensores

mb = masa de batería

ma = masa del Arduino

ms = masa del soporte

- **Tiempo de vuelo del dron**

$$TOF = TOA - C \quad (4.3)$$

Donde:

TOF : Tiempo de vuelo; (min).

TOA : Tiempo de autonomía; (min).

C : Tiempo de descarga; (min).

- **Cálculo para la selección de la Tarjeta electrónica**

Para el dimensionamiento y alimentación de la tarjeta electrónica usaremos las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{(b \times a)}{2} \quad (4.4)$$

$$I = \frac{V}{R} \quad (4.5)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad (4.6)$$

Donde:

A: Área de un rectángulo; (m).

b: Base; (m).

a: Altura; (m).

V: Voltaje; (V).

I: Intensidad; (A).

R: Resistencia; (Ω).

- **Cálculo para la selección de los sensores de medición.**

Estas fórmulas se usarán solo si no existe en la memoria técnica, datos necesarios para la selección y alimentación de los sensores:

$$\text{dim.} = \text{anch.} \times \text{larg.} \times \text{alt.} \quad (4.7)$$

$$V = I \times R \quad (4.8)$$

$$I = \frac{V}{R} \quad (4.9)$$

Donde:

dim.: Dimensiones; (m).

anch.: Ancho; (m).

larg.: Largo x Alto; (m).

alt.: Ancho; (m).

V: Voltaje; (V).

I: Intensidad; (A).

R: Resistencia; (Ω).

- **Cálculo para la selección de Baterías DC.**

Para la selección de las Baterías DC usaremos las siguientes ecuaciones:

$$\text{dim.} = \text{anch.} \times \text{larg.} \times \text{alt.} \quad (4.10)$$

$$V = I \times R \quad (4.11)$$

$$V_{ba} = \frac{Vt}{2} \quad (4.12)$$

Donde:

dim.: Dimensiones; (m).

anch.: Ancho; (m).

larg.: Largo x Alto; (m).

alt.: Ancho; (m).

W: Peso; (kg).

V: Voltaje; (V).

I: Intensidad; (A).

R: Resistencia; (Ω).

- **Cálculo para la selección del dispositivo de almacenamiento.**

Para la selección del dispositivo que almacenara toda la información obtenida, usaremos las siguientes ecuaciones:

$$\text{dim.} = \text{anch.} \times \text{larg.} \times \text{alt.} \quad (4.16)$$

$$W = m \times g \quad (4.17)$$

Donde:

dim.: Dimensiones; (m).

anch.: Ancho; (m).

larg.: Largo x Alto; (m).

alt.: Ancho; (m).

- **Cálculo para conocer el Impacto Económico del proyecto.**

Para conocer el impacto económico del proyecto, usaremos las siguientes ecuaciones:

$$FNE = F \text{ ent.} - F \text{ sal.} \quad (4.18)$$

$$VAN = -I_0 + \frac{FNE}{(1+i)^1} + \frac{FNE}{(1+i)^2} + \frac{FNE}{(1+i)^n} \quad (4.19)$$

Donde:

FNE: Flujos netos de efectivo; (\$).

VAN: Valor Actual Neto; (\$).

I_0 : Inversión realiza en el momento inicial; (\$).

n: Es el número de periodos de tiempo.

i: Es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión; (%).

$$VAN = -A + \sum_{s=1}^n \frac{Q_s}{(1+i)^s} \quad (4.20)$$

Donde:

A = desembolso inicial

Q_s = Flujo de caja del momento s

n= Número de años que dura la inversión

i = rentabilidad mínima que le exigimos a la inversión.

4.1.5. Método Experimental

Para evitar algún tipo de inconveniente con el Dron una vez adaptado el sistema electrónico debe realizar los siguientes experimentos:

1. Realizar pruebas de vuelo con el sistema adaptado.
 - Mediante la toma de tiempos de vuelo sin carga.
 - Mediante la toma de tiempos de vuelo con la carga.
2. Verificar que la tarjeta trabaje obteniendo los datos de las variables meteorológicas y almacenándolas de manera adecuada.
 - Realizar mediciones en la cuenca hidrográfica o lugar de interés.

- Mediante los datos obtenidos por los sensores de temperatura, presión, radiación UV y humedad.
 - Mediante colocación de un dispositivo de almacenamiento.
3. Verificar la correcta visualización de los datos de las variables obtenidas en campo.
- Una vez obtenido las variables, ingresar a un computador introduciendo el dispositivo de almacenamiento.
 - Ingresar documento de datos en Excel para organizar las variables meteorológicas de manera categorizada y organizada.
4. Estudio de las variables meteorológicas obtenidas.
- Realizar graficas de todas las variables medidas según la altitud obtenida.
 - Comparar los datos con la estación meteorológica más cercana.

4.1.6. Método de análisis de campo

Para el análisis de campo se debe tomar en cuenta de cómo se va a realizar el estudio en este caso en las cuencas hidrográficas, según en las variables meteorológicas que interese a una empresa del país como, es en el caso del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Para conocer las necesidades e intereses que se le presenta al INAMHI se utilizó las siguientes técnicas de recolección de información que son:

- Investigación bibliografía
- Entrevista al personal capacitado del INAMHI



Figura 4.1. Entrevista con el INAMHI

Fuente: Autores

5. RESULTADOS

Este capítulo está orientado a la selección del dron a adquirir, tipo de sensores según funcionalidad a usar, tipo de batería para la alimentación de todo el sistema electrónico y selección de la mejor forma de almacenamiento de información; También el tipo de software a utilizar para la correcta programación y el cálculo de viabilidad del proyecto.

5.1. Alcance.

5.1.1. Dron fotográfico.

Debe poseer una serie de características esenciales que se tomara en cuenta para la selección que son:

- Tiempo de vuelo entre los 15 a 25 minutos.
- Estabilidad de vuelo
- Cámara fotográfica con 4K de resolución.
- Capacidad de elevarse a carga de 200gr.

5.1.2. Tarjeta electrónica.

Debe poseer una serie de características esenciales que se tomara en cuenta para la fabricación que son:

- Debe tener una medida menor a 10x 4 cm de placa PCBs.
- El consumo de todos los sensores menor a 1100 mAh.
- Peso menor a 150 gr.

5.1.3. Sensores de medición.

Debe poseer una serie de características esenciales que se tomara en cuenta para la adquisición que son:

- Precisión de $\pm 1\%$ a $\pm 3\%$.
- Voltaje de trabajo de 5v.
- Peso menor a 5gr.

5.1.4. Baterías DC.

Debe poseer una serie de características esenciales que se tomara en cuenta para la adquisición que son:

- Un nivel de voltaje entre 7 a 8 v.
- Intensidad de menor a 1500 mAh.

5.1.5. Dispositivo de almacenamiento.

Debe poseer una serie de características esenciales que se tomara en cuenta para la adquisición que son:

- Un peso menor a 2 gr.
- Un almacenamiento mayor a 8 Gb.

5.1.6. Impacto Económico.

Debe poseer una serie de características esenciales que se tomara en cuenta para la aplicación del mejor método que son:

- No gastar más de 2000 dólares
- Obtener rentabilidad en menos de 2 años.

5.2. Selección de equipos, elementos

Para la selección de los componentes del proyecto mencionados se tomó encuentra cuadros de calificación según características de cada uno a más de que cumpla con el respectivo funcionamiento según la metodología de cálculo, el cual se puede observar en la memoria técnica ubicada en el **anexo 8.2**.

5.3. Estudio en campo de las variables meteorológicas

En este apartado se va a comparar los datos meteorológicos medidos por el sistema electrónico adaptado ya al dron, con los datos que facilita la página del Instituto Nacional de Meteorológica e Hidrología (INAMHI).

5.3.1. Ubicación

La medición de las variables meteorológicas se realizó en la Provincia de Cotopaxi, en la Parroquia San Miguel, Barrio Rumipamba de las Rosas.



Figura 5.1. Estación Meteorológica

Fuente: Autores

Con el consentimiento de las autoridades del INAMHI se pudo ingresar a la estación para poder realizar las mediciones en el perímetro de un metro de ella para poder comparar los datos del sistema electrónico y la estación y así obtener el rango de error que posee la tarjeta.

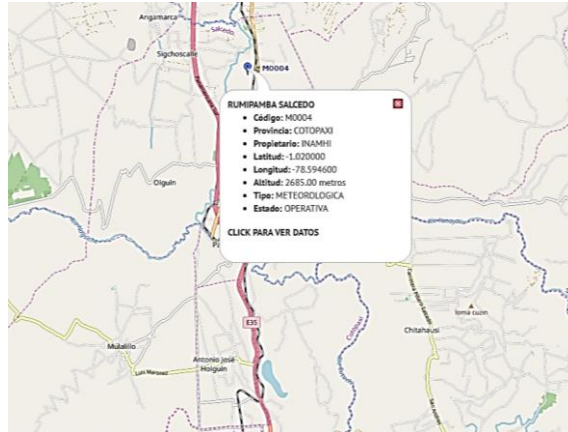


Figura 5.2. INAMHI estación de RUMIPAMBA

Fuente: [11]

5.3.2. Medición

Para la toma de datos se utilizó el dron ya adaptado con el sistema de medición de variables meteorológicas.



Figura 5.3. Dron con el sistema de medición

Fuente: Autores

Y también ayuda la página del INAMHI en donde muestra los datos de manera online que ya se detalló anteriormente.

5.3.3. Comparación de datos

Los datos obtenidos por el sistema electrónico son:

Tabla 5.1. Datos meteorológicos

RAYOS UV	HUMEDAD %	TEMPERATURA °C	ALTITUD msnm	PRESION mbr	LATITUD	LONGITUD	FECHA
0.64	46	27	2538.13	743.29	0.00000	0.00000	02/03/2020 13:55
0.64	47	27	2538.29	743.27	-102.015	-7.859.466	02/03/2020 13:56
0.64	47	27	2538.01	743.30	-102.015	-7.859.466	02/03/2020 13:56
0.64	47	27	2538.38	743.27	-102.015	-7.859.466	02/03/2020 13:56
0.64	47	27	2537.86	743.31	-102.015	-7.859.466	02/03/2020 13:56
0.64	47	27	2538.45	743.26	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
0.84	47	27	2540.58	743.06	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.19	47	27	2538.83	743.22	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.19	47	27	2538.57	743.25	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.19	47	27	2538.23	743.28	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.19	47	27	2538.21	743.28	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.19	47	27	2538.22	743.28	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.19	47	27	2539.74	743.14	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.19	47	27	2538.58	743.25	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.15	46	27	2537.58	743.34	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.11	46	27	2538.52	743.25	-102.013	-7.859.463	02/03/2020 13:56
1.04	46	27	2538.45	743.26	-102.013	-7.859.464	02/03/2020 13:56
1.07	46	27	2538.42	743.26	-102.013	-7.859.464	02/03/2020 13:56
1.19	46	27	2538.91	743.22	-102.013	-7.859.464	02/03/2020 13:56
1.15	46	27	2538.41	743.26	-102.013	-7.859.464	02/03/2020 13:56
1.19	45	27	2538.81	743.23	-102.013	-7.859.464	02/03/2020 13:56
1.19	45	27	2539.17	743.19	-102.013	-7.859.464	02/03/2020 13:56
1.23	45	27	2539.24	743.19	-102.013	-7.859.464	02/03/2020 13:56

Fuente: Autores

Ahora se observa los datos medidos por la estación meteorológica RUMIPAMBA.

Tabla 5.2. Datos meteorológicos

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD (%)	PRECIPITACION	PRESION ATMOSFERICA	TEMPERATURA AIRE (°C)
		(mm) SUM	(hPa) INST	
03/02/2020 16:00	65	0	737.9	18.9
03/02/2020 15:00	63	0	738.5	18.7
03/02/2020 14:00	64	0	739.4	19.7
03/02/2020 13:00	68	0	740.1	19.5
03/02/2020 12:00	72	0	740.6	19.2
03/02/2020 11:00	73	0	741.5	17.9
03/02/2020 10:00	76	0	741.9	16.1

Fuente: [11]

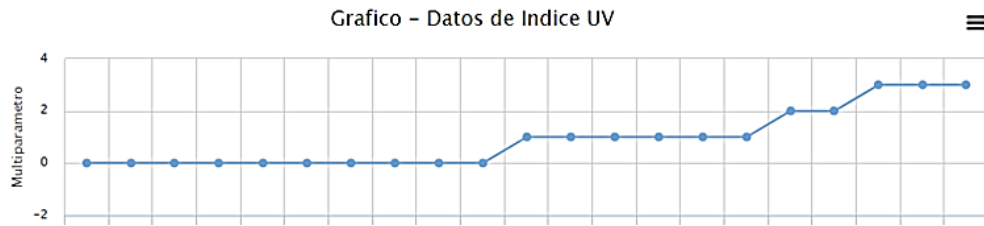


Figura 5.4. Gráfico de índice UV INAMHI

Fuente: [43]

Para la comparación de datos se realizó una estrategia al igual que realiza el INAMHI, debido a que mide cada hora en un perímetro de 20 km y con una altura máxima de 10 metros, con el sistema se realizaron mediciones desde la 13:00 p.m. hasta las 14:00 p.m. en un rango de 5 min y a diferente altitud.

5.3.4. Promedios de los datos obtenidos

Según el INAMHI entre las 13:00 pm y 14:00 pm de la tarde se obtuvo las medidas descritas en la tabla 5.2 y en el sistema electrónico en la tabla 5.1.

Una vez visualizado los datos se pretende realizar un promedio de las mediciones obtenidas por la estación y del sistema electrónico, en la tabla 5.3 se puede observar los datos según categorías de lo manifestado.

Tabla 5.3. Datos meteorológicos del INAMHI y sistema electrónico

	Estacion Meteorologica				
	Temperatura del aire	Presion	Humedad	Radiacion UV	
13:00	19,5	740,1	64	1	
14:00	19,7	739,4	68	2	
	19,6	739,75	66	1,5	
Promedio	19,6	739,8	66	1,5	
	Sistema electronico				
	Temperatura del aire	Presion	Humedad	Radiacion UV	Altura (m)
13:00	21	744,8	59	0,82	0
13:05	21	744,1	60	0,69	1
13:10	21	743,95	67	1,66	2
13:15	22	743,56	62	1,6	3
13:20	21	743,18	66	1,5	4
13:25	19	743,78	70	1,3	5
13:30	20	742,34	60	1,6	6
13:35	18	742,8	73	1,42	7
13:40	18	742,5	72	1,38	8
13:45	18	741,31	72	1,67	9
13:50	19	740,9	66	2,33	10
13:55	27	742,9	48	1,21	10
14:00	18	742,9	57	2	10
	20,23076923	743,0015385	64	1,475384615	
Promedio	20,2	743	64	1,5	

Fuente: Autor

5.3.5. Comparación y precisión

En este apartado se va hablar de la comparación de los datos obtenido en campo tanto de la estación meteorológica como del sistema electrónico. También se evalúa la precisión del sistema electrónico según las variables guías de la estación meteorológica.

5.3.5.1. Temperatura

Se va calcular y verificar las pequeñas variaciones de la medición de ambos métodos.

Tabla 5.4. Datos de la temperatura

Dispositivo	Medición (°C)
Sistema Electrónico	20,2
Estación Meteorológica	19,6

Fuente: Autores

Cálculo de la precisión del sensor:

$$Error = \frac{Valor\ real - Valor\ calculado}{Valor\ real} \times 100\%$$

$$Error = \frac{19,6\text{ }^{\circ}C - 20,2\text{ }^{\circ}C}{19,6\text{ }^{\circ}C} \times 100 = -3,06\%$$

5.3.5.2. Humedad

Se va calcular y verificar las pequeñas variaciones de la medición de ambos métodos.

Tabla 5.5. Datos de la humedad

Dispositivo	Medición
Sistema Electrónico	64
Estación Meteorológica	66

Fuente: Autores

Cálculo de la precisión del sensor:

$$Error = \frac{Valor\ real - Valor\ calculado}{Valor\ real} \times 100\%$$
$$Error = \frac{66 - 64}{66} \times 100 = 3,03 \%$$

5.3.5.3. Presión atmosférica

Se va calcular y verificar las pequeñas variaciones de la medición de ambos métodos.

Tabla 5.6. Datos de la Presión

Dispositivo	Medición (hPa)
Sistema Electrónico	743
Estación Meteorológica	739,8

Fuente: Autores

Cálculo de la precisión del sensor:

$$Error = \frac{Valor\ real - Valor\ calculado}{Valor\ real} \times 100\%$$
$$Error = \frac{739,8 - 743}{739,8} \times 100 = -0,43\%$$

5.3.5.4. Radiación UV

Se va calcular y verificar las pequeñas variaciones de la medición de ambos métodos.

Tabla 5.7. Datos de la Radiación UV

Dispositivo	Medición
Sistema Electrónico	1,47
Estación Meteorológica	1,5

Fuente: Autores

Cálculo de la precisión del sensor:

$$Error = \frac{Valor\ real - Valor\ calculado}{Valor\ real} \times 100\%$$

$$Error = \frac{1,5 - 1,47}{1,5} \times 100 = 2 \%$$

Según los datos obtenidos por las dos maneras existen pequeñas variaciones en la medida, esto es debido a la precisión que presenta los sensores ante la estación. Según el IHAMHI son rangos moderados que se puede corregir mediante una ecuación y así poder obtener el valor exacto o parecido al de la estación.



Figura 5.5. Estación Meteorológica automática INAMHI
Fuente: Autor

5.3.6. Verificación de las variaciones según la altitud

En el estudio de campo en la estación meteorológica RUMIPAMBA se midió mediante el dron a diferente altura en donde se procedió al estudio de las variables meteorológicas medidas que se observa en la tabla 5.8.

Tabla 5.8. Datos meteorológicos del sistema electrónico

	Sistema electrónico				
	Temperatura del aire	Presión	Humedad	Radiación UV	Altura (m)
13:00	21	744,8	59	0,82	0
13:05	21	744,1	60	0,69	1
13:10	21	743,95	67	1,66	2
13:15	22	743,56	62	1,6	3
13:20	21	743,18	66	1,5	4
13:25	19	743,78	70	1,3	5
13:30	20	742,34	60	1,6	6
13:35	18	742,8	73	1,42	7
13:40	18	742,5	72	1,38	8
13:45	18	741,31	72	1,67	9
13:50	19	740,9	66	2,33	10

Fuente: Autores

Según se observó se llegó a la conclusión que existe pequeñas variaciones en cada categoría medida. Para una mejor visualización se plasma a continuación cada variable de manera separa con el respectivo grafico entre la magnitud y la altura respectiva.

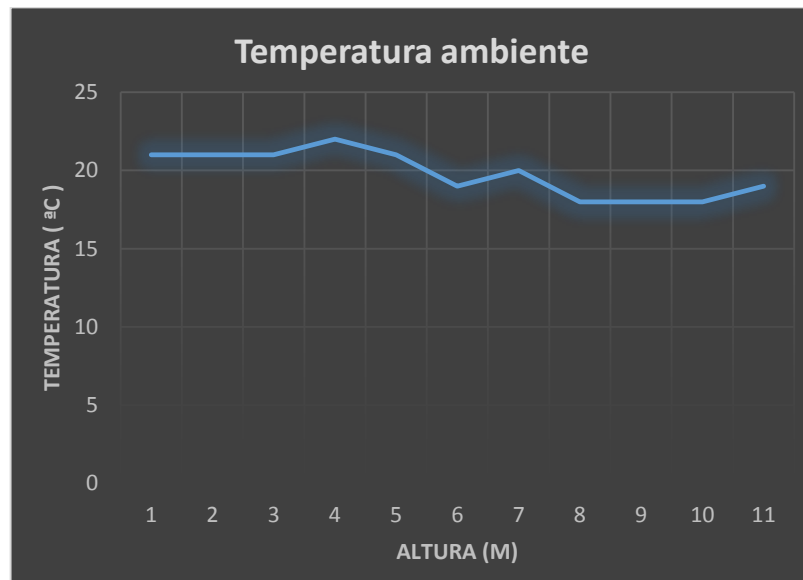


Figura 5.6. Gráfico de temperatura – altitud
Fuente: Autor

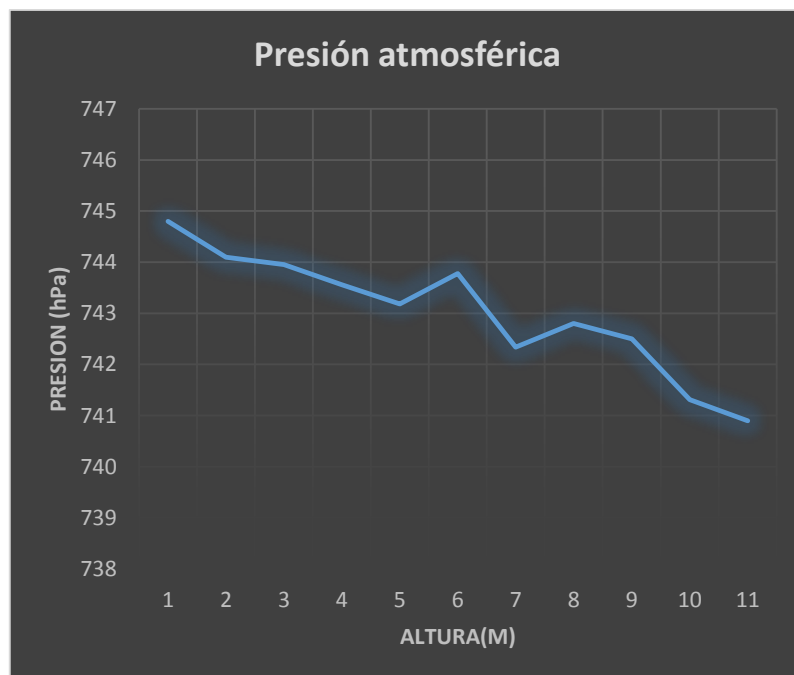


Figura 5.7. Gráfico de presión - altitud
Fuente: Autor

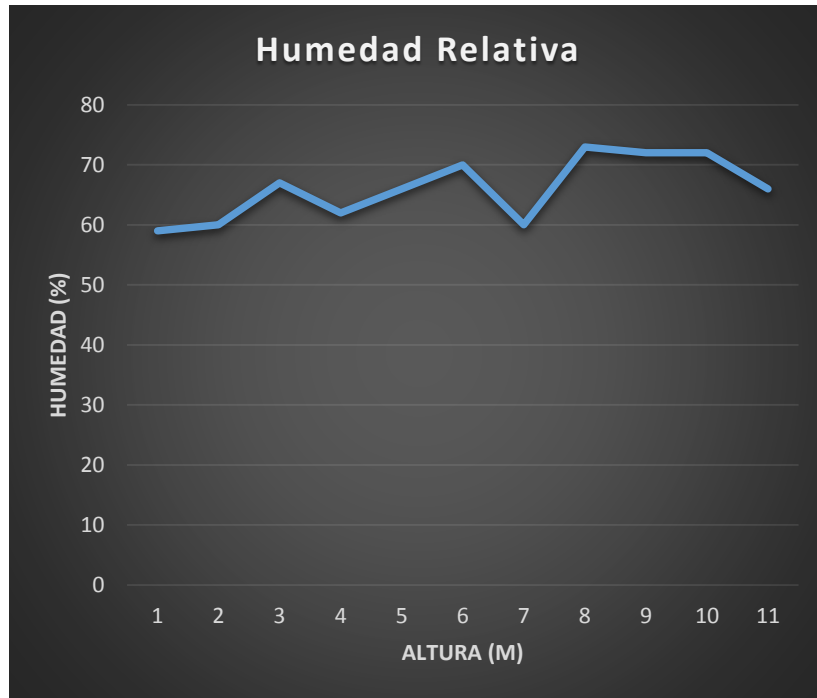


Figura 5.8. Gráfico de humedad - altitud

Fuente: Autor

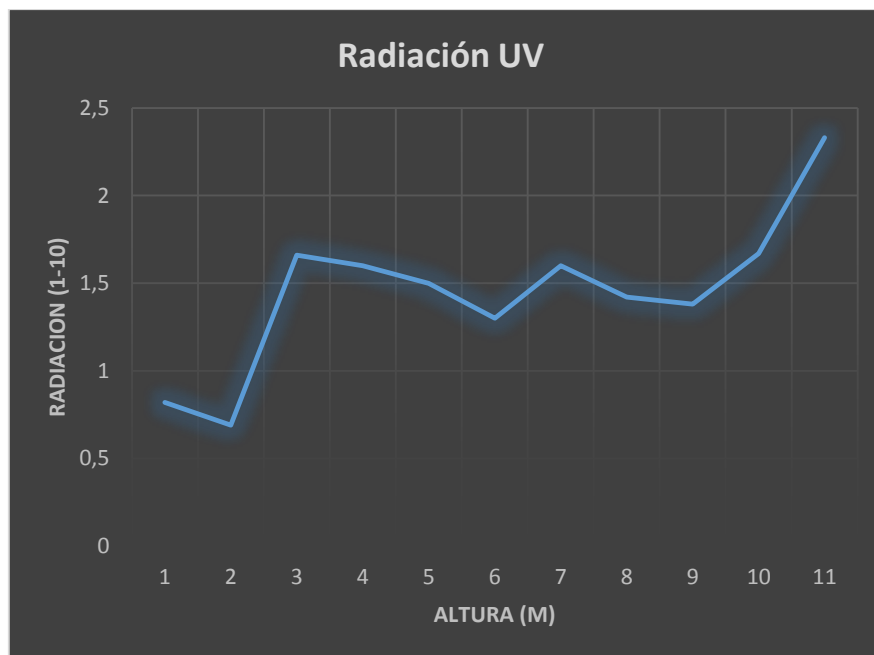


Figura 5.9. Gráfico de radiación UV - Altitud

Fuente: Autor

Según se observa la altitud repercute en todas las variables meteorológicas medidas que es debido a la altitud, tipo de terreno y latitud. También es afectado por cuerpos de agua cercanos y sus corrientes. [44].

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

Para la realización de la tarjeta electrónica y la adquisición del dron se requiere de un presupuesto inicial para poder realizar la propuesta tecnológica. Dicho presupuesto se lo debe cuantificar según el costo de materiales, mano de obra e imprevistos.

6.1. Costo Directo e Indirecto

En este apartado se va mencionar sobre la materia prima que se ocupó para la realización del proyecto, y también el costo de otras acciones que hicieron posible la ejecución del proyecto. Estos se dividen en:

6.1.1. Costos Directos

6.1.1.1. Componentes electrónicos

Tabla 6.1. Descripción de costos por artículo

Cantidad	Descripción	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
1	Dron Phantom 4	\$ 1000	\$ 1000
2	Sensor mg System DHT11	\$10	\$10
2	Sensor Ds3231 Modulo Reloj Rtc De Precisión	\$15	\$15
2	Sensor Bmp 280 Presión	\$12	\$12
2	Uv Arduino - MI8511	\$12	\$12
2	Receptor GPS Ublox NEO 6M	\$15	\$15
1	Arduino Nano	\$15	\$15
1	Batería Lipo 7.4v 2s 1100mah	\$20	\$20
1	Placa PCBs	\$8	\$8
1	Memoria Micro SD 8Gb	\$10	\$10
80cm	Estaño	\$3	\$3
		Total	\$800

Fuente: Autores

6.1.1.2. Soporte de la placa electrónica y batería

Tabla 6.2. Descripción de costos de impresión 3D

Cantidad	Descripción	Tiempo de impresión (h)	Precio por hora (\$)	Precio total (\$)
6	Soporte para la placa y batería	12 horas	\$ 2	\$ 24
1	Base de la placa sin tapa	3 horas	\$ 2	\$ 6
1	Base de la batería con tapa	4 horas	\$ 2	\$ 8
1	Caja de almacenamiento para la batería y placa	5 horas	\$ 2	\$ 10
1	Caja de almacenamiento de los soportes	6 horas	\$ 2	\$12
			Total	\$ 60

Fuente: Autores

6.1.1.3. Costo por mano de obra

Tabla 6.3. Costo de la mano de obra

Mano de obra				
Detalle	Cantidad	# Horas	# Valor por hora	Total
Electrónico	1	35	\$ 6	210
Programador	1	20	\$ 5	100
		Total	\$70	310

Fuente: Autores

6.1.2. Costo Indirecto

6.1.2.1. Imprevistos

Tabla 6.4. Descripción de los gastos indirectos

Cantidad	Descripción	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)
1	Combustible	\$50	\$50
1	Viáticos	\$30	\$30
1	Peajes	\$100	\$100
		Total	\$180

Fuente: Autores

6.1.2.2. Costo total de proyecto

Tabla 6.5. Descripción de costo total

Parámetro	Costo (\$)
Material Directo	860
Mano de obra	310
Material Indirecto	180
Inversión Total	1350

Fuente: Autores

6.2. Análisis de impactos

- Impacto práctico

La tarjeta electrónica implementada en un Dron está diseñada para medir variables meteorológicas como son temperatura del aire, presión atmosférica, radiación UV, humedad relativa y el tiempo de estudio de acuerdo a la altitud; Permitiendo llegar a áreas de difícil acceso y facilitando la caracterización al evitar usar varios aparatos para realizar el estudio.

- Impacto tecnológico

La tarjeta electrónica posee varios sensores con $\pm 3\%$ de precisión y al ser implementada en un Dron podrá utilizarse cada vez que el operario lo necesite, dejando obsoletos a los globos de helio, reduciendo considerablemente un gasto económico al momento de caracterizar variables meteorológicas con respecto a la altitud.

- Impacto ambiental

La tarjeta electrónica se diseñó para operar mediante energía eléctrica suministrada por una batería recargable evitando usar baterías desechables, y al ser implementada en un Dron eliminamos el uso de globos de helio que al desinflarse o explotar caen y contaminan los ecosistemas por su composición plástica.

- Impacto epistemológico

La tarjeta electrónica implementada en un Dron para toma de variables en cuencas hidrográficas abre varios campos para investigación, como son el uso de drones para medir variables meteorológicas e hídricas, que está dentro de campo meteorológico y climatológico.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- En el país existen 43 estaciones convencionales y automáticas que se encargan de la medición de las variables meteorológicas presente en el aire para ser evaluadas y realizar un posterior estudio de las mismas. Al realizar la comparación de datos se pudo verificar que el sistema electrónico presenta una precisión de $\pm 3\%$ respecto a medida real de la estación.
- En una cuenca hidrográfica existen las variables como presión, temperatura, humedad, radiación UV entre otras, que son necesarias para el estudio de la calidad de aire, debido a que varían debido a la vegetación y al río que está presente en el interior.
- El dron es un vehículo aéreo no tripulado que existen en diferentes formas y es debido al tipo de utilización que se le vaya a realizar por ello el dron adecuado para el proyecto es según la estabilidad, el tiempo de vuelo y rango de altitud en donde se encontró el DJI PHAMTON 4 que es un dron topográfico ideal para el sobrevuelo a más de 200 metros de altura.
- Los sensores existen de diferentes tamaños, costo y precisión según el proyecto se buscó el más preciso, menor tamaño y a buen precio, en donde se tuvo el asesoramiento de un

Ingeniero electrónico dueño de la electrónica DELTATRONIC, que nos asesoró para la adquisición de los sensores adecuados para poder realizar la tarjeta sin complicaciones.

- En definitiva, el sistema electrónico se adaptó al dron mediante la utilización de unos soportes realizados en una impresora 3D los cuales son cómodos de armar y desarmar, una vez el sistema electrónico este en el aire con el dron ya permite las mediciones de las variables y las va almacenado cada 5 segundos, en un documento de datos dentro de una memoria para el posterior estudio de cada una, respecto a la altitud y ubicación geográfica.

7.2. Recomendaciones

- Las estaciones meteorológicas presentes en el país deberían ser reprogramadas para que obtengan variables a una altura mayor a 10 metros, de manera categorizada y por cada minuto, para así poder tener varios datos con relación a la altura y así realizar un estudio de la capa límite de la atmosfera.
- Para la medición de variables meteorológicas en la cuenca hidrográfica se debería utilizar un solo equipo para así evitar contratiempo, esfuerzo físico y poder tomar las variables de manera más segura y saludable.
- Para obtener variables a mayor altitud se debe adquirir un dron MAVIC PRO 2 debido a que permite llegar a 1 kilómetro de distancia, mayor tiempo de vuelo y mejor estabilidad que puede soportar hasta vientos de 20 km por hora.
- Los sensores presentes en la tarjeta deberían ser sustituidos por unos de mayor precisión eso si conservando el tamaño para poder obtener variables meteorológicas con mayor grado de exactitud.
- En definitiva, sistema electrónico adaptado al dron, aparte de medir variables meteorológicas, también debería enfocarse en parte hidrografía para estudiar la calidad de agua del lugar, y así poder prevenir algún tipo de problema con respecto a la fuente vital para los seres vivos como es el agua que por calentamiento global que se presenta, cada vez va escaseando.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Anonimo, «Todo coleccion,» 20 Mayo 1970. [En línea]. Available: <https://www.todocoleccion.net/antiguedades-tecnicas/antigua-estacion-meteorologica-termometro-barometro-higrometro-toledo-damasquinado-anos-60-70~x37724908>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [2] R. David, «Slideshare,» 13 mayo 2016. [En línea]. Available: https://es.slideshare.net/NatashaMartin10/estacion-meteorologicas?from_action=save. [Último acceso: 2019 julio 05].
- [3] Anonimo, «MeteoroGalicia,» 12 octubre 2010. [En línea]. Available: https://www.meteogalicia.gal/web/informacion/glosario/est1.action?request_locale=es. [Último acceso: 8 julio 2019].
- [4] Anonimo, «Estacion meteorologica,» 23 marzo 2010. [En línea]. Available: <https://www.estacionmeteorologica10.com/instrumentos-meteorologicos/>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [5] Anonimo, «Meteo fisica,» 10 julio 2017. [En línea]. Available: <http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/climatologia/practico%20climatologia%202012/Practico%201/notas.pdf>. [Último acceso: 12 Diciembre 2019].
- [6] Anonimo, «Observaciones Meteorologicas,» 23 Abril 2000. [En línea]. Available: <http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/climatologia/practico%20climatologia%202012/Practico%201/notas.pdf>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [7] Anonimo, «Meteorologica y climatologia,» 1 enero 2010. [En línea]. Available: http://meteo.navarra.es/definiciones/estaciones_automaticas.cfm. [Último acceso: 12 julio 2019].
- [8] Anonimo, «Meteorología y climatología de Navarra,» 12 enero 2008. [En línea]. Available: http://meteo.navarra.es/definiciones/estaciones_automaticas.cfm. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [9] Anonimo, «INAMHI,» 12 abril 2010. [En línea]. Available: <https://www.preventionweb.net/organizations/6569>. [Último acceso: 3 enero 2020].
- [10] Inamhi, «RED DE ESTACIONES AUTOMÁTICAS,» 15 octubre 2000. [En línea]. Available: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [11] J. Radamonte, «Mis pasos dejo,» 17 marzo 2016. [En línea]. Available: <https://mipazosdejo.wordpress.com/2016/03/17/893/>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [12] C. p. niños, «Youtube,» 6 febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=zfHPJiwkQyA>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [13] Anomino, «contenidosdigitale,» 13 marzo 2010. [En línea]. Available: http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/geo1/qu_es_una_cuenca_hidrogrfica.html. [Último acceso: 2019 julio 05].

- [14] anonimo, «Learn Science W.Hackus,» 12 septiembre 2009. [En línea]. Available: <http://learnsceincewhackus.blogspot.com/p/principales-cuencas-hidrograficas-de.html>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [15] Anonimo, «Mi sistema solar,» 12 marzo 2010. [En línea]. Available: <http://misistemasolar.com/cuenca-hidrografica/>. [Último acceso: 12 julio 2019].
- [16] Anonimo, «Principales cuencas hidrográficas del Ecuador,» 20 abril 2009. [En línea]. Available: <https://franzpc.com/principales-cuencas-hidrograficas-del-ecuador/>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [17] C. N. d. R. H. d. Ecuador, «Comunidad andina,» 1 Agosto 2002. [En línea]. Available: http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Reuniones/DTrabajo/SG_REG_E MAB_IX_dt%203_Ax2.pdf. [Último acceso: 2019 julio 5].
- [18] Anonimo, «Servicio Meteorologico,» 1 septiembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/gisweb/Historicos/HIDROLOGIA/CUENCAS%20HIDROGRAFICAS/CUENCAS%20INAMHI/pdf/cuencas%20hidrograficas%20del%20ecuador.pdf>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [19] Anonimo, «Wikipedia,» 23 junio 2017. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Cotopaxi#Hidrograf%C3%ADa. [Último acceso: 5 julio 2019].
- [20] I. I. Cordero, «Universidad de Cuenca,» 29 junio 2013. [En línea]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3358/1/TESIS%20.pdf>. [Último acceso: 5 julio 2019].
- [21] G. C. Lopez, «Selección ruta,» 28 abril 2011. [En línea]. Available: <http://seleccionruta.blogspot.com/2011/04/reconocimiento-aereo.html>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [22] Anonimo, «Aviones de combate,» 13 agosto 2010. [En línea]. Available: <https://avionesdecombate.org/de-reconocimiento/>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [23] J. Ranchal, «Muy seguridad,» 19 diciembre 2014. [En línea]. Available: <https://www.muysseguridad.net/2014/12/16/drones-espia/>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [24] Humanidades, «Concepto definición,» 23 Agosto 2016. [En línea]. Available: <https://conceptodefinicion.de/dron/>. [Último acceso: 5 julio 2019].
- [25] Anonimo, «Compra mejor,» 23 mayo 2010. [En línea]. Available: <http://www.compramejor.es/mejores-drones-fotograficos/>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [26] Anonimo, «Blogger,» 13 enero 2018. [En línea]. Available: <http://dronesdediferentestipos.blogspot.com/2018/01/tipos-de-drones-los-drones-se.html>. [Último acceso: 13 enero 2020].

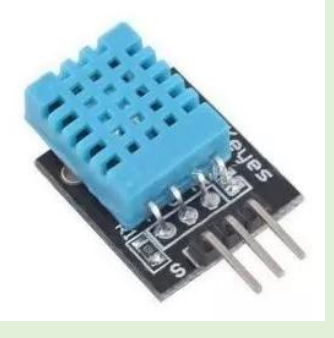



- [27] Anonimo, «aerial insights,» 12 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.aerial-insights.co/blog/tipos-de-drones/>. [Último acceso: 5 Julio 2019].
- [28] Anonimo, «Prometec,» 23 julio 2010. [En línea]. Available: <https://www.prometec.net/03-tipos-de-drones/>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [29] Anonimo, «Drone y mas,» 23 abril 2011. [En línea]. Available: <https://www.droneymas.com/tipos-de-drone/>. [Último acceso: 14 junio 2019].
- [30] Anonimo, «Area tecnologia,» 2 julio 2010. [En línea]. Available: <https://www.areatecnologia.com/aparatos-electronicos/drones.html>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [31] Anonimo, «El comercio,» 18 septiembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/drones-ecuador-reglamento-resolucion-dac.html>. [Último acceso: 16 julio 2019].
- [32] T. tecnologico, «trio Transmision,» 18 octubre 2012. [En línea]. Available: http://triotransmission.blogspot.com/2012/10/wifi-bluetooth-e-infrarrojo_18.html. [Último acceso: 13 julio 2019].
- [33] Anonimo, «La flecha,» 23 octubre 2010. [En línea]. Available: <https://laflecha.net/una-alternativa-al-bluetooth-emplea-tu-cuerpo-para-enviar-las-senales-de-comunicacion/>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [34] Anonimo, «Hacedores,» 12 mayo 2014. [En línea]. Available: <https://hacedores.com/arduino-o-raspberry-pi-cual-es-la-mejor-herramienta-para-ti/>. [Último acceso: 8 julio 2019].
- [35] Y. FM, «Xataka,» 28 agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/arduino-raspberry-pi-que-cuales-sus-diferencias>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [36] INAMHI, «RED DE ESTACIONES AUTOMÁTICAS,» 12 marzo 2010. [En línea]. Available: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/M004>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [37] Anonimo, «Baterias de grafeno,» 19 enero 2010. [En línea]. Available: <http://bateriasdegrafenopara.com/tipos-de-baterias/>. [Último acceso: 12 junio 2019].
- [38] Anonimo, «Tecnologia informatica,» 23 noviembre 2010. [En línea]. Available: <https://tecnologia-informatica.com/pilas-recargables-pilas-y-baterias-de-litio/>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [39] J. P. Porto, «Definicion,» 30 mayo 2018. [En línea]. Available: <https://definicion.de/memoria-flash/>. [Último acceso: 6 julio 2019].
- [40] Anonimo, «Componentes de PC,» 12 julio 2010. [En línea]. Available: <http://compopc.blogspot.com/2015/11/dispositivos-de-almacenamiento.html>. [Último acceso: 13 enero 2020].

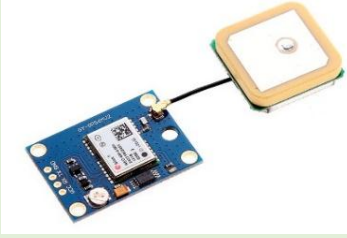
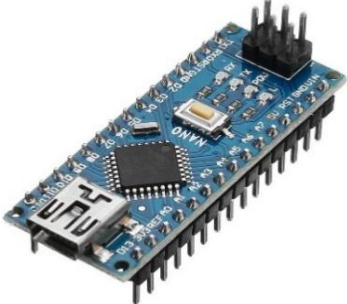


- [41] «Blog Historia de la Informatica,» 18 diciembre 2013. [En línea]. Available: <https://histinf.blogs.upv.es/2013/12/18/raspberry-pi/>. [Último acceso: 7 julio 2019].
- [42] «Robotshop,» 11 febrero 2016. [En línea]. Available: <https://www.robotshop.com/community/blog/show/arduino-vs-raspberry-pi>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [43] J. Carlos, «Matlab,» 1 enero 2015. [En línea]. Available: <https://juancarlosusomatlab2015.weebly.com/definicion-matlab.html>. [Último acceso: 19 enero 2020].
- [44] «3D CAD PORTAL,» 15 julio 2010. [En línea]. Available: <http://www.3dcadportal.com/mastercam.html>. [Último acceso: 19 enero 2020].
- [45] «SOLIDBI,» 28 enero 2009. [En línea]. Available: <https://solid-bi.es/solidworks/>. [Último acceso: 9 enero 2020].
- [46] I. Garcia, «Economia simple,» 19 septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.economiasimple.net/glosario/viabilidad>. [Último acceso: 15 julio 2019].
- [47] «Viabilidad y Factibilidad de un proyecto,» 26 febrero 2017. [En línea]. Available: <http://angelmarcanoelectivav.blogspot.com>. [Último acceso: 12 enero 2020].
- [48] «INAMHI,» 23 enero 2000. [En línea]. Available: <http://186.42.174.236/IndiceUV2/>. [Último acceso: 16 enero 2020].
- [49] P. Cazau, «Definicion,» 16 Marzo 2006. [En línea]. Available: <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>. [Último acceso: 10 Diciembre 2019].
- [50] K. M. Ríos Pérez, «Repositorio de la Universidad César Vallejo,» 16 Febrero 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10338?show=full>. [Último acceso: 10 Diciembre 2019].
- [51] Anonimo, «Wikipedia,» 4 abril 2005. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor. [Último acceso: 9 enero 2020].
- [52] Anonimo, «Concepto Definicion,» 12 noviembre 2000. [En línea]. Available: <https://conceptodefinicion.de/impresion-3d/>. [Último acceso: 9 enero 2020].
- [53] Anonimo, «Inahmi,» 12 junio 2010. [En línea]. Available: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/valores-mision-vision/>. [Último acceso: 13 enero 2020].
- [54] I. M. Carvajal, Interviewee, *Ingenieria en medio ambiente*. [Entrevista]. 12 abril 2008.
- [55] I. M. Carvajal, Interviewee, *Ingenieria en Medio Ambiente*. [Entrevista]. 12 Abril 2008.

9. ANEXOS

9.1. ELEMENTOS SELECCIONADOS PARA EL PROYECTO.

Tabla 9.1. Dispositivos electrónicos con las características

Referencia	Nombre	Características	Imagen dispositiva
01. Temperatura y humedad	Sensor mg System DHT11	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño reducido. - Voltaje de operación: 3V-5.5V - Rango Humedad: 20-90% de Humedad Relativa. - Rango temperatura: 0-50°C. - Resolución Humedad: 1RH / 8 bits - Resolución Temperatura: 1°C / 8 bits. 	
02. Hora y fecha	Sensor DS3231 Modulo Reloj Rtc De Precisión	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje de entrada 3.3V-5V - Referencia integrada RTC DS3231. - Onda de salida Cuadrada programable. - Soporte calendario Hasta el año 2100. - Capacidad memoria EEPROM 32K 	
03. Presión absoluta	Sensor Bmp180 Barométrico Presión Arduino	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje de Operación: 3.3VDC - 5VDC. - Interfaz de comunicación: I2C. - Rango de Presión: 300 a 1100 hPa. - Resolución: 1 Pa. - Precisión absoluta: 1 hPa. - Medición de temperatura incluida. - Resolución de temperatura: 0.1°C. - Precisión Temperatura: 1°C. 	
04. Radiación UV	Modulo Sensor De Luz Ultravioleta Uv Arduino - MI8511	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de Operación: 3.3V DC • Salida analógica • Longitud de onda captada: 280-390nm • Consumo ultra bajo de energía • Aplicaciones Meteorológicas, cuidado de la piel, medición industrial de nivel UV 	

<p>05. Latitud y altitud</p>	<p>Receptor GPS Ublox NEO 6M</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje de alimentación: 3.0 a 5.0 volts. - Voltaje en pines de comunicación: 3.3 volts. - Rango de altura de 0 – 7 ft. - Rango de latitud con posicionamiento y dirección. 	
<p>06. Tarjeta de programación</p>	<p>Arduino Nano</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Microcontrolador ATmega328 con cargador de inicio preprogramado - Tensión de entrada (recomendada): +7 a + 12 V - Corriente DC por pin de E/S: 40 mA - Dimensiones: 73x 17mm - Peso: 5g - Poder Consumido: 19 mA 	
<p>07. Batería de alimentación</p>	<p>Batería Lipo 7.4v 2s 1100mah</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad mínima: 1100mAh. - Configuración: 3S1P / 7.4v / 2CELL. - Descarga constante: 20C - Descarga máxima (10 seg): 30C. - Peso del paquete: 45g. - Tamaño del paquete: 56 x 30 x 19 mm. - Tipo: Recargable. 	
<p>08. Dron fotográfico</p>	<p>Phantom 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Grabación de video H.264 4K a 60 fps o H.265 4K a 30 fps a una velocidad de bits de 100 Mbps - Grabación de fotografías en rafaga de 14 fps. - Evita obstáculos por delante entre 0.7 a 15 metros. - Hasta 72 Km/h de velocidad punta. - Altitud máxima operativa de 400 metros - Dimensiones de 289.5 x 289.5 x 196 mm - Peso de 1368 gramos. 	

Fuente: Autores

9.2. MEMORIA TECNICA

- Selección del sensor de temperatura

De acuerdo con nuestra investigación, tomaremos en cuenta las memorias técnicas de estos sensores de temperatura y humedad para seleccionar las mejores características.

Tabla 9.2. Comparación entre funciones y alternativas de sensores

ALTERNATIVAS	Mg System DHT21	Mg System DHT11		
FUNCIONES				
Voltaje de operación: 3.3V-5.2V	8	6		
Rango Humedad: 0-99.9% de Humedad Relativa	7	7		
Rango temperatura: -40°C a 80°C	9	6		
Resolución Humedad: +-3%RH	8	7		
Resolución Temperatura: +-0.5°C	7	7		
Puntuación	39	33		
Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 – 10

Fuente: Autores

- Selección del sensor de hora, fecha y día.

De acuerdo con nuestra investigación, tomaremos en cuenta las memorias técnicas de estos sensores de hora, fecha y día para seleccionar las mejores características.

Tabla 9.3. Comparación entre funciones y alternativas de sensores

ALTERNATIVAS	Sensor Lm 35	Ds3231 Modulo Reloj Rtc De Precisión
FUNCIONES		
Voltaje de operación: 3.3V-5.2V	8	8

Variables de tiempo: fecha, hora y día.	0	9
Rango temperatura: -40°C a 85°C	8	8
Resolución Temperatura: +/- 0.5°C	7	8
Puntuación	23	33

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 – 10

Fuente: Autores

- **Selección del sensor de presión absoluta.**

De acuerdo con nuestra investigación, tomaremos en cuenta las memorias técnicas de estos sensores de presión absoluta para seleccionar las mejores características.

Tabla 9.4. Comparación entre funciones y alternativas de sensores

ALTERNATIVAS	Bmp	Sensor De Presión
FUNCIONES	180	Mpx5500
Voltaje de alimentación de 0,2V a 4.7V de salida	9	8
Presión: medición de 0 a 50 kPa.	8	7
Error de medición mínimo de ±2%	5	8
Medición de temperatura de 0 a 50°C	9	5
Puntuación	30	28

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 – 10

Fuente: Autores

- **Selección del sensor de radiación UV**

De acuerdo con nuestra investigación, tomaremos en cuenta las memorias técnicas de estos sensores de radiación UV para seleccionar las mejores características.

Tabla 9.5. Comparación entre funciones y alternativas de sensores

ALTERNATIVAS FUNCIONES	UV MI8511	VEML 6070
Sensibilidad en espectro UV: 320-410 nm (pico a 355 nm)	8	8
Voltaje de alimentación: 2.7- 5.5V	7	9
Consumo ultra bajo de energía	9	6
Puntuación	24	23

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 – 10

Fuente: Autores

- **Selección del sensor de ubicación.**

De acuerdo con nuestra investigación, tomaremos en cuenta las memorias técnicas de estos sensores de ubicación para seleccionar las mejores características.

Tabla 9.6. Comparación entre funciones y alternativas de sensores

ALTERNATIVAS FUNCIONES	Receptor GPS Ublox NEO 6M	Modulo básico Shield
Voltaje de alimentación: 3.0 a 5.0 volts	8	8
Voltaje en pines de comunicación: 3.3 volts	7	0
Rango de altura de 0 – 7 ft.	9	6
Rango de latitud con posicionamiento y dirección.	9	5
Puntuación	26	19

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 - 10

Fuente: Autores

Estas calificaciones de los sensores por características, fue elegido con la comparación de datos según cada sensor y la funcionalidad verificada mediante catálogo de la empresa Mercado Libre del Ecuador, en donde se puede verificar la funcionalidad y características de cada uno. [45].

- **Peso de los Sensores.**

Para calcular la masa total (peso total) de los sensores en gramos, debemos usar la ecuación (4.1):

$$\begin{aligned}
 mts &= m1 + m2 + mN \\
 mts &= m1 + m2 + m3 + m4 + m5 \\
 mts &= 8gr + 9gr + 5gr + 8gr + 10gr \\
 mts &= 40gr \text{ masa sensores}
 \end{aligned}$$

- **Selección de la tarjeta de control para los sensores**

Según especificaciones mencionadas anteriormente el Arduino es la mejor tarjeta electrónica debido a que es rápido, moderadamente resistente, programación sin mayor complicación, existen de diferentes tamaños y lo más importante, es económico.

Tabla 9.7. Comparación entre funciones y alternativas de tarjetas programables

ALTERNATIVAS	Arduino	Raspberry PI
FUNCIONES		
Voltaje de operación: 5V.	9	9
Voltaje de alimentación (Recomendado): 7-12V.	8	9
I/O Digitales: 14 (6 son PWM)	9	6
Entradas Analógicas: 8 a 10	9	8
Memoria Flash: 32KB a 1MB.	5	7
Puntuación	40	39

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 - 10

Fuente: Autores

- **Selección del dispositivo de almacenamiento**

Tabla 9.8. Comparación entre funciones y alternativas de sensores

ALTERNATIVAS FUNCIONES	Memoria Flash USB	Disco duro externo	Memoria micro -SD
Almacenamiento mayor de 8Gb	9	10	9
Dimensiones mínimas	4	2	10
Peso menor de 10gr	2	1	9
Puntuación	15	13	28

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 - 10

Fuente: Autores

- **Selección de la batería para la alimentación de los sensores.**

Para la selección de la batería se tomó en cuenta lo voltajes de trabajo de los sensores a alimentar para ello lo obtenemos mediante la Ecuación (4.12) para el Voltaje total y (4.14) para el Voltaje de la batería respectivamente:

$$Vt = V1 + V2 + Vn$$

$$Vt = v1 + v2 + v3 + v4 + v5$$

$$Vt = 3,5V + 3,5V + 2V + 3V + 3,5V = 15,5V$$

$$Vbateria = \frac{Vt}{2} ; Vbateria = \frac{15,5V}{2} ; Vbateria = 7,7$$

Tabla 9.9. Comparación entre funciones y alternativas de baterías

ALTERNATIVAS FUNCIONES	Batería Lipo 2s 7,4v 1100mah	Batería Turnigy 11.1v 3s 500mah	Batería Turnigy Nano-tech 3.7v 500mah
Voltaje de operación: 11.1 V	9	8	8
Capacidad de 250 a 500 mAh	6	9	3
Peso regulable de 10 a 50 gr	8	5	9

Puntuación	23	22	21
Calificación:	Deficiente	Regular	Buena
	0 – 2	3 – 5	6 – 8
			Excelente
			9 - 10

Fuente: Autores

Cabe recalcar que debemos calcular masa total en gramos que debe soportar el dron con la ecuación (4.2):

$$mtd = mts + mb + ma + mp$$

$$masa\ total\ Dron = 40gr + 54gr + 12gr + 2gr = 108gr$$

Estas calificaciones de los sensores, fue elegido con la comparación de datos según cada sensor y sus características, verificada mediante un experto de la empresa **DELTATRONIC**, en donde me recomendó la más adecuada para el proyecto.

- Selección del Dron adecuado

Según catálogo de Drones existen en la página de **Mr. DRON** se eligió el Dron adecuado según la estabilidad, tiempo de vuelo que presenta y la masa a soportar para cargar, lo cual se especifica en la Tabla 8.9.

Tabla 9.10. Funciones de los drones a elegir

ALTERNATIVAS FUNCIONES	Drone Dji Mavic Pro	Dron Phamton 4	Drone Syma X8hg 2017
Tiempo de vuelo entre los 5 a 15 minutos.	10	7	3
Estabilidad de vuelo	7	9	6
Cámara HD de 10 a 12 megapíxeles.	8	8	6
Costo entre los 500 – 700 dólares americanos	5	9	9
Puntuación	30	33	24

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 - 10

Fuente: Autores

Estas calificaciones de los drones por características, fue elegido con la comparación de datos según cada dron y la funcionalidad, verificada mediante un experto de la empresa **Mr. DRON** del Ecuador, en donde me recomendó el más adecuado para el proyecto.

- **Selección del software para la programación.**

Según el análisis que requiere el proyecto para la correcta organización y compilación se requiere del siguiente software.

Tabla 9.11. Comparación entre funciones y alternativas de software de programación

ALTERNATIVAS	Arduino	Raspberry Pi
FUNCIONES		
Interfaz GUIDE y simulación de variables	9	7
Comunicación con placa Arduino o Raspberry Pi	8	8
Asesoría en programación bibliográfica	8	2
Puntuación	25	17

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 - 10

Fuente: Autores

Estas calificaciones del software por características, fue elegido con la comparación de datos según cada programa y la funcionalidad, verificada mediante material bibliográfico y asesoramiento de la Ingeniería Paulina Freire, en donde se puede verificar la funcionalidad y características de cada uno.

- **Selección de tipo de análisis de factibilidad del proyecto.**

Estas calificaciones de los métodos de viabilidad por características, fue elegido con la comparación de datos según cada método y la funcionalidad, verificada mediante material bibliográfico y asesoramiento del ingeniero en finanzas Ángel Esquivel, en donde se puede verificar la funcionalidad y características de cada uno.

Tabla 9.12. Comparación entre funciones y alternativas de métodos de factibilidad

ALTERNATIVAS FUNCIONES	Análisis de mercado	Estructura financiera	El cálculo de VAN y TIR	
Rapidez de la obtención de resultado	6	7	7	
Cálculo mínimo y comprensible	5	6	8	
Capacidad de realizar correcciones de manera sencilla.	5	5	6	
Puntuación	16	18	21	

Calificación:	Deficiente	Regular	Buena	Excelente
	0 – 2	3 – 5	6 – 8	9 - 10

Fuente: Autores

- **Cálculo del VAN y TIR**

Aplicando en el proyecto según presupuesto calculado y la ecuación (4.18), (4.19) tenemos la siguiente Tabla 16. y cálculo matemático realizado en Excel:

Tabla 9.13. Presupuesto del proyecto

FLUJO DE CAJA				
Periodos	Inversión Inicial	Ingresos	Egresos	FNE
0	1350			-1350
1		1100	120	980
2		1122	122,4	999,6
3		1144,44	124,85	1019,59
4		1167,3288	127,33	1040
5		1190,675376	129,87	1060,81
Porcentaje de Incremento		2%		
Tasa		10%		
VAN		2.502,07 \$		
TIR		69%		

Fuente: Autores

Hacemos para 5 años y comprobar la factibilidad con un interés del 10% y un incremento mutuo de 2%.

Con lo observado el proyecto es viable y tendrá rentabilidad durante un periodo de tiempo de 5 años, en donde se puede concluir que la inversión ha tenido éxito.

9.3. DISEÑO DE LA PLACA ELECTRONICA

Se tiene que realizar las siguientes actividades para tener la tarjeta electrónica lista:

- Partiendo con los resultados del **anexo 8.1** y el uso del Software Proteus v8 se diseñará el diagrama esquemático de la tarjeta electrónica.
- Armar el diagrama del circuito en un protoboard.
- Comprobar en el software Proteus como en el protoboard, su correcto funcionamiento.
- Ruteo de las pistas.
- Usar el software Inkscape para imprimir el diagrama ruteado y transferir el contenido en una placa PCBs.
- Perforar con ayuda de un taladro los diferentes elementos.
- Soldar y encajar de uno en uno los elementos en la tarjeta electrónica.

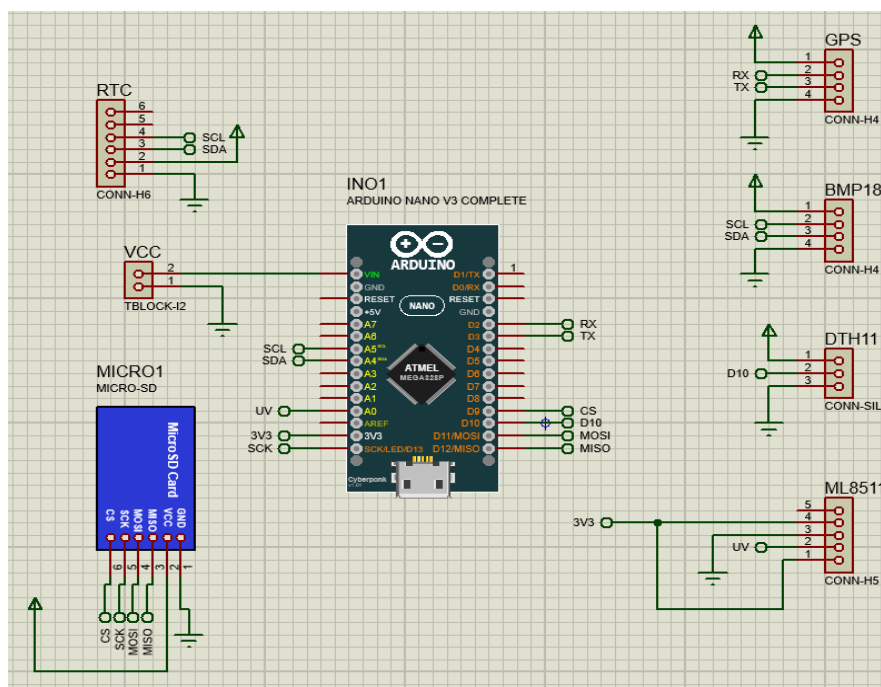


Figura 9.1. Diagrama esquemático de la tarjeta electrónica

Fuente: Autores

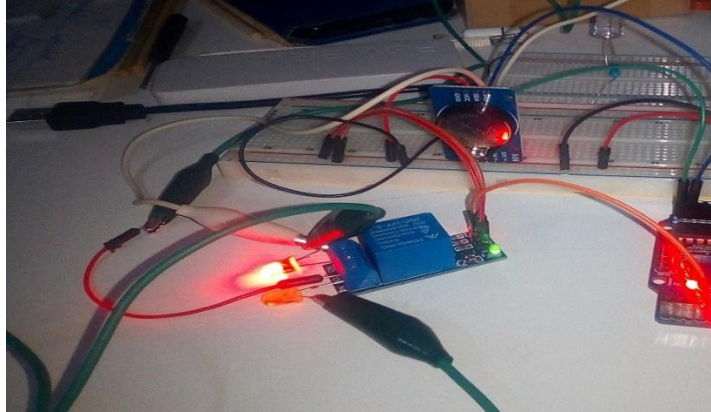


Figura 9.2. Diagrama esquemático de la tarjeta electrónica

Fuente: Autores

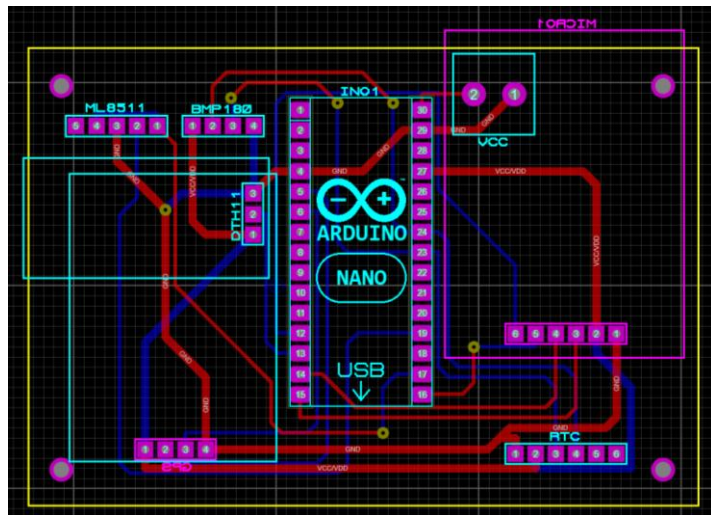


Figura 9.3. Ruteo de las pistas

Fuente: Autores

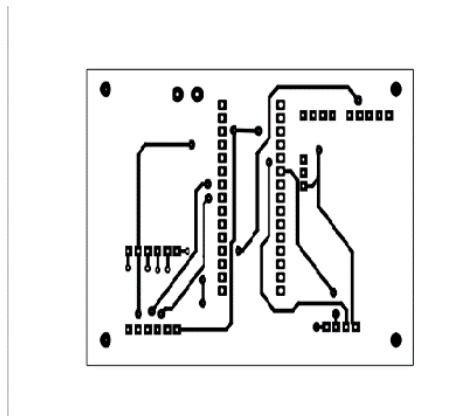


Figura 9.4. Impresión de las pistas ruteadas en el software Inkscape

Fuente: Autores

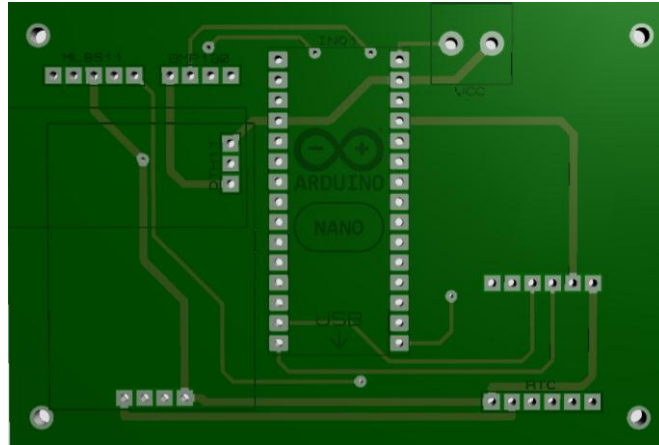


Figura 9.5. Placa diseñada

Fuente: Autores



Figura 9.6. Perforación y soldadura de la placa

Fuente: Autores

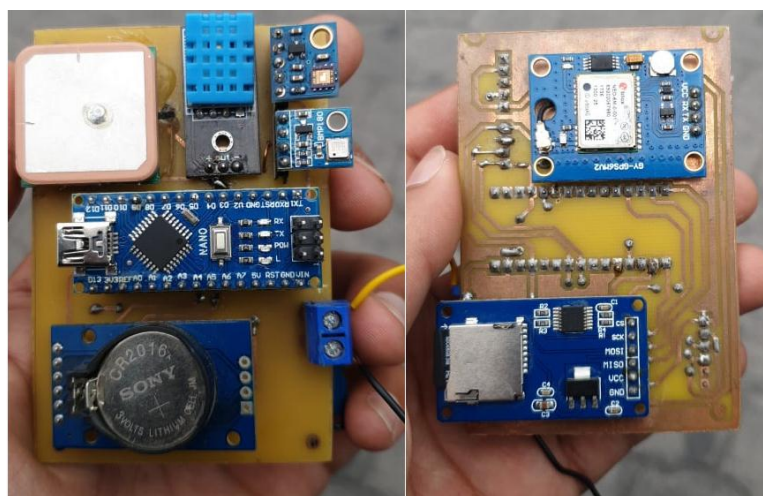


Figura 9.7. Tarjeta electrónica terminada

Fuente: Autores

9.4.PROGRAMACION REALIZADO EN SOFTWARE ARDUINO

```
#include <SoftwareSerial.h>//incluimos SoftwareSerial
#include <DHT.h>
#include <SFE_BMP180.h>
#include <Wire.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <TinyGPS.h>//incluimos TinyGPS
#include "Sodaq_DS3231.h"

TinyGPS gps;//Declaramos el objeto gps
SoftwareSerial serialgps(3,2);//Declaramos el pin 4 Tx y 3 Rx

//Declaramos las variables para la obtención de datos
int year;
byte month, day, hour, minute, second, hundredths;
unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed_checksum;

///PINES Y VARIABLES DE SENSOR DHT11
#define Stemp 10
DHT dht (Stemp,DHT11);

///PINES Y VARIABLES DE MODULO MICRO SD
#define CS_PIN 9

///PINES DE SENSOR UV
#define UVOUT A0
#define REF_3V3 A1

//VARIABLES DE SENSOR BMP180
SFE_BMP180 bmp180;
double T,P,A;

//GPS
float latitude;
float longitude;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  serialgps.begin(9600);
  dht.begin();
  bmp180.begin();
  rtc.begin();
  if (!SD.begin(CS_PIN)) {
    // Serial.println("MICRO SD INSERTADA");
    return;
  }
  File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);
  if (dataFile) {
```

```

    dataFile.println(String("RAYOS UV")+","+String("HUMEDAD
%")+","+String("TEMPERATURA °C")+","+String("ALTITUD
msnm")+","+String("PRESION
mbr")+","+String("LATITUD")+","+String("LONGITUD")+","+String("FECHA"));
    dataFile.close();
}
else {
}
}
void loop() {
    String dataString = "";

    /////LECTURA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD/////
    int h = dht.readHumidity();
    int t = dht.readTemperature(false);

    /////LECTURA DE INTENSIDAD UV/////
    float uv=intensidad_Uv();

    /////LECTURA DE TEMPERATURA PRESION Y ALTURA/////
    presion();
    while(serialgps.available())
    {
        byte c = serialgps.read();
        if(gps.encode(c))
        {
            gps.f_get_position(&latitude, &longitude);
            //Serial.print("Latitud/Longitud: ");
            //Serial.print(latitude,5);
            //Serial.print(", ");
            //Serial.println(longitude,5);
            gps.crack_datetime(&year,&month,&day,&hour,&minute,&second,&hundredths);
            // Serial.print("Fecha: "); Serial.print(day, DEC); Serial.print("/");
            // Serial.print(month, DEC); Serial.print("/"); Serial.print(year);
            // Serial.print(" Hora: "); Serial.print(hour, DEC); Serial.print(":");
            // Serial.print(minute, DEC); Serial.print(":"); Serial.print(second, DEC);
            // Serial.print("."); Serial.println(hundredths, DEC);
            // Serial.print("Altitud (metros): "); Serial.println(gps.f_altitude());
            // Serial.print("Rumbo (grados): "); Serial.println(gps.f_course());
            // Serial.print("Velocidad(kmph): "); Serial.println(gps.f_speed_kmph());
            // Serial.print("Satelites: "); Serial.println(gps.satellites());
            // Serial.println();
            gps.stats(&chars, &sentences, &failed_checksum);
        }
    }
    File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);
    if (dataFile) {
        dataFile.println(String(uv)+","+String(h)+","+String(t)+","+String(A)+","+String(P)+","+String(latitude,5)+","+String(longitude,5)+","+String(DateLogEntry()));
    }
}

```

```

    dataFile.close();
Serial.println(String(uv)+" "+String(h)+" "+String(t)+" "+String(A)+" "+String(P)+" "+String
(latitude,5)+" "+String(longitude,5)+" "+String(DateLogEntry()));
    delay(500); // Ogni 5 secondi
}
else {
}
}

//////////ADQUISICION DE RAYOS UV//////////
float intensidad_Uv()
{
    int uvLevel = averageAnalogRead(UVOUT);
    int refLevel = averageAnalogRead(REF_3V3);
    float outputVoltage = 3.3 / refLevel * uvLevel;
    float uvIntensity = mapfloat(outputVoltage, 0.99, 2.9, 0.0, 15.0);
    return(uvIntensity);
}

//////////FILTRO//////////
int averageAnalogRead(int pinToRead)
{
    byte numberOfReadings = 8;
    unsigned int runningValue = 0;
    for(int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)
        runningValue += analogRead(pinToRead);
    runningValue /= numberOfReadings;
    return(runningValue);
}
float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
{
    return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}

//////////ADQUISICION DE PRESION//////////
void presion(){
char status;
status = bmp180.startTemperature();//Inicio de lectura de temperatura
if (status != 0)
{
    delay(status); //Pausa para que finalice la lectura
    status = bmp180.getTemperature(T); //Obtener la temperatura
    if (status != 0)
    {
        status = bmp180.startPressure(3);//Inicio lectura de presión
        if (status != 0)
        {
            delay(status);//Pausa para que finalice la lectura
            status = bmp180.getPressure(P,T);//Obtenemos la presión
            if (status != 0)

```

```

    {
        //-----Calculamos la altitud-----
        A = bmp180.altitude(P,1013.25);
    }
}
}
}
}
}

```

//////////MODULO RELOJ RTC

String DateLogEntry()

```

{
    String dateEntry;
    String year;
    String month;
    String day;
    String hour;
    String minute;
    String second;
    DateTime now = rtc.now();
    year = String(now.year());
    month = String(now.month());
    day = String(now.date());
    if(now.hour()<10)
    {
        hour = "0"+String(now.hour());
    }else
    {
        hour = String(now.hour());
    }
    if(now.minute()<10)
    {
        minute = "0"+String(now.minute());
    }else
    {
        minute = String(now.minute());
    }
    if(now.second()<10)
    {
        second = "0"+String(now.second());
    }else
    {
        second = String(now.second());
    }
    dateEntry = month+"/"+day+"/"+year+" "+hour+":"+minute+":"+second;
    return dateEntry;
}

```

9.5. ENTREVISTA AL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI)

Tema: Variables meteorológicas de cuencas hidrográficas, y el comportamiento según la altitud y longitud.

Fecha: 30 de enero del 2020

Nombre del entrevistado: Ing. Carvajal Ortiz Manuel Ricardo (1)

Ing. Cesar David Tonato Peralta (2)

Institución pública o empresa: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

OBJETIVO:

Investigar los problemas que posee el INAMHI a la hora de obtener datos meteorológicos y verificar si el sistema electrónico adaptado al dron les ayuda a la hora de la toma de mediciones.

Preguntas:

1. ¿Qué cargo desempeñan en el INAMHI?

(1) Especialista en gestión de la red de observación meteorológica laborando más de 10 años en el instituto.

(2) Analista en calibración y mantenimiento de instrumental meteorológico laborando más de 8 años en el instituto.

2. ¿Cuáles son las variables meteorológicas que miden a nivel nacional?

(1)(2) Las variables meteorológicas las medimos según el lugar de ubicación debido a que dependiendo de donde estemos varían de diferente manera. Ya sea por el tipo de suelo a latitud respecto al nivel de mar,

Las variables meteorológicas de mayor importancia a nivel general son:

- Temperatura ambiente
- Presión atmosférica
- Humedad relativa

- Radiación solar
- Velocidad del viento
- Dirección del viento
- Precipitación

3. ¿Cuáles son las variables meteorológicas de una cuenca hidrográfica?

(1)(2) Las variables meteorológicas de una cuenca hidrográfica en nuestro país, debido a que es como una cúpula que en el interior hay vegetación, un río, y parte montañosa, nos interesa saber la evolución que existe en ella debido a que la vegetación y el río expulsan al aire vapor de agua y humedad estas hacen variar dichas variables como:

- Temperatura ambiente
- Presión atmosférica
- Humedad relativa
- Radiación solar

Cuando estas variables se alteran por lo mencionado se necesita realizar un estudio de campo dentro de ella y ver la variación que existe entre las variables fuera de la cuenca y dentro de la misma para que con estos datos comparativos podemos observar la calidad de aire que existe dentro de ella.

4. ¿Qué variación existen en las variables meteorológicas según la longitud y altitud?

Las variables meteorológicas son cambiantes es decir según el tiempo de medición hay una medida diferente, por ejemplo, la medida aquí en el CCI a CARCELEN no es la misma debido a que en la parte de longitud las medidas cambian a una distancia de solo 0,35 m, varían en décimas, pero eso es importante para nosotros porque realizamos gráficas y observamos el gradiente de las variables mencionadas según la longitud. Estas variaciones van desde metros hasta kilómetros de distancia para saber que inversiones térmicas existen.

En la parte de la altitud, hablando de unos 10 metros para arriba respecto al suelo donde tenemos un poco de inconvenientes. Las variables meteorológicas cambian con un 1 metro ya es distinta, aunque sea en décimas, pero es importante tener mediciones respecto a la altura y observar que está pasando en la parte superior ya sea de 10 a 100 metros o más, con los datos realizamos estudios mediante el plasmado de gráficas para observar los gradientes que existen en las variables respecto a la altitud para poder tener control de la parte superior y actuar si hay

inconvenientes y proceder a los lugares donde se presenta ya sea para realizar un informe hacia una alguna fábrica debido a la variantes..

5. ¿Cómo funcionan las estaciones meteorológicas del país, y como miden las variables en las cuencas hidrográficas?

Las estaciones meteorológicas es un conjunto de sensores destinados a la toma de variables meteorológicas en una destinada zona. El rango de medición de las estaciones es de 15 a 20 km alrededor de la estación sin obstáculos y con una altura de hasta 10 metros en donde realiza un promedio en esa zona y envía la información a la central y esta es visualizada en la página de INAMHI de manera online y es actualizada cada hora.

Las estaciones meteorológicas pueden medir un valor aproximado de las variables de la cuenca hidrográfica pero como mencione anteriormente existe zona montañosa, la vegetación y el rio dentro de la cuenca donde las mediciones no son exactas por ello se necesita acercarse para realizar la medición en campo para obtener las variables meteorológicas con mayor exactitud.

6. ¿Qué les parece sobre el sistema electrónico adaptado al dron para la toma de mediciones?

(1) Según como idea inicial y como me han explicado el sistema veo que nos beneficiara en el ahorro de tiempo a la hora de llevar equipos de medición a la cuenca hidrográfica y aun más en la toma de mediciones con una altura que dicen que alcanza hasta 400 metros donde podremos observar el comportamiento de las variables meteorológicas que se presentan desde la parte inferior hasta donde sube el dron y realizar un estudio de calidad de aire de dicha zona.

(2) Como dijo mi compañero nos ayuda como idea inicial debido a que yo como técnico y calibrador encargo de la toma de variables, para poder realizar mediciones a más de 10 metros de altura se utiliza un globo lleno de helio en donde van adaptados sensores que miden la variables meteorológicas pero el inconveniente es que lo podemos realizar un vez al mes debido al costo elevado a mas que le globo una vez ya sube se pierde y no regresa en donde es un gasto para el Instituto.

El único pero que le veo en el sistema electrónico, es que yo soy electrónico y he trabajado con esos sensores sé que son los mejores que hay respeto tamaño y costo, pero posee un grado de

precisión de 1 a 3 del real y nos presentaría inconvenientes, ahora si aplicamos una ecuación para corregir esos datos si nos sirven como guía y referencia ya que sin ellos no tendríamos nada.

A más sus tesis en este caso podría ir mejorando, tesis posteriores tomando en cuenta el campo de la meteorología o más se empapan más en el tema que en este caso es muy importante sobre todo en estos tiempos que estamos luchando contra el cambio climático.

¿Qué le parece que la Universidad Técnica del Cotopaxi este preocupando se la parte meteorológica del país?

Estamos muy contentos que hayamos sido tomados en cuenta por una Universidad Técnica de Cotopaxi debido a que necesitamos resolver algunos problemas que se nos presentan como el mencionado.

Por eso abrimos las puertas a la Universidad para que venga a conversar con el compañero o mi persona e incluso a tutores para que realicen giras técnicas y puedan observar la clase de trabajo que realizamos con la utilización de la tecnología.





Figura 9.8. Visita el INAMHI

Figura: Autor