



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**IMPLEMENTACION DE UNA ESTACION
METEOROLOGICA MOVIL PARA LA OBTENCION DE
DATOS AMBIENTALES EN LA CIUDAD DE AZOGUES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

AUTOR: MANUEL RODOLFO PALAGUACHI CHABLA

DIRECTOR: ING. DIEGO VERDUGO

AZOGUES – ECUADOR

2020

*Yo me gradué en
los 50 años de La Cato!
... y sostuve la Universidad*



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**IMPLEMENTACION DE UNA ESTACION
METEOROLOGICA MOVIL PARA LA OBTENCION DE
DATOS AMBIENTALES EN LA CIUDAD DE AZOGUES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

AUTOR: MANUEL RODOLFO PALAGUACHI CHABLA

DIRECTOR: ING. DIEGO VERDUGO

AZOGUES – ECUADOR

2020

*Yo me gradué en
los 50 años de La Cato!
... y sostuve la Universidad*



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

IMPLEMENTACION DE UNA ESTACION METEOROLOGICA MOVIL
PARA LA OBTENCION DE DATOS AMBIENTALES EN LA CIUDAD DE
AZOGUES.

**TRABAJO DE TITULACIÓN O PROYECTO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

AUTOR: MANUEL RODOLFO PALAGUACHI CHABLA

DIRECTOR: ING. DIEGO VERDUGO

**AZOGUES - ECUADOR
2021**

*Yo me gradué en los
50 años de La Cato!*

©Copyright Manuel Rodolfo Palaguachi Chabla
All Rights reserved

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia en especial a mi madre, ya que gracias a ellos y el apoyo incondicional que me han ofrecido, e culminado esta etapa en mi vida, ya que fueron el pilar principal, guiándome con sabiduría, paciencia y amor durante toda mi vida estudiantil. Ellos han sido para mí un gran ejemplo de dedicación, amor y trabajo.

Manuel Rodolfo Palaguachi Chabla

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y la virgen María por darme uno de los mejores regalos, la vida. A los mejores padres, que pudo haberme otorgado ya que, con su apoyo, consejos, he llegado a ser la persona que actualmente soy.

Expreso mi más sincero agradecimiento al ING. DIEGO VERDUGO, quien desde un inicio tuvo toda la disposición y acogida para el desarrollo de este proyecto, siendo uno de los personajes claves para el desarrollo de este.

Agradezco a todas las personas que han formado parte de mi vida estudiantil en la Universidad Católica de Cuenca extensión Azogues, ya que, gracias a sus conocimientos, y experiencias me han ayudado a formarme tanto en el ámbito profesional, como personal.

.

Manuel Rodolfo Palaguachi Chabla.

RESUMEN

Este trabajo de investigación está enfocado en el desarrollo, análisis e implementación de una estación meteorológica móvil para la obtención de datos medioambientales mediante un dron, basado en la recolección de información en tiempo real, para lo cual se requiere adquirir datos a determinada altura y en lugares estratégicos, los cuales son enviados a una base de datos mediante la tecnología Xbee misma que se utiliza para el transporte de la información, para esto se toma como base de desarrollo a la tarjeta y software Arduino, ya que brindan las prestaciones necesarias para el desarrollo del proyecto en mención, para el censado de las diferentes variables meteorológicas se cuenta con diferentes patrones, tales como humedad, temperatura, presión atmosférica, dióxido de carbono (CO_2) estos se comunican con el Arduino Fio y se incorporan funciones de comunicación inalámbrica mediante módulos de radio frecuencia.

Estos datos adquiridos se transfieren de forma serial hacia el ordenador para el almacenamiento y visualización, los cuales mediante una interfaz gráfica se observan en tiempo real, lo que ayudara a determinar ciertas características básicas del ambiente donde se realiza el estudio.

Palabras clave: Análisis meteorológico, tecnología Xbee, Arduino, transmisión de la información, base de datos, dron, estación portátil, trama de datos, monitoreo, sensores.

CENTRO DE IDIOMAS

Abstract

MANUEL RODOLFO PALAGUACHI CHABLA

This research work is focused on the development, analysis, and implementation of a mobile weather station for obtaining environmental data using a drone, based on the collection of information in real-time, for this, it is required to get data at a certain height and in strategic locations, which are sent to a database using Xbee technology, it is an information transport way, For this purpose, the Arduino card and software are used as the basis for development, since they provide the necessary features for the development of the project in question, for the census of the different meteorological variables there are different patterns, such as humidity, temperature, atmospheric pressure, carbon dioxide (CO₂) these are communicated with the Arduino Fio and wireless communication functions are incorporated employing radio frequency modules. These acquired data are transferred serially to the computer for storage and visualization, which through a graphical interface are observed in real-time, which will help to determine certain basic characteristics of the environment where the study is performed.

Keywords: meteorological analysis, Xbee technology, Arduino, data transmission, database, drone, portable station, data frame, monitoring, sensors

Azogues, 20 de mayo del 2021

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.



Firmado digitalmente por AB. MARIA
LILIANA URGILES AMOROSO
Motivo: Documento certificado
digitalmente por Emergencia
Sanitaria en Ecuador por COVID-19
Ubicación: Azogues-Ecuador
Fecha: 2021-05-20 10:44:05.00

Abg. Liliana Urgilés Amoroso, Mgs.
COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
CAPÍTULO I	1
PROPUESTA	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Definición del problema.....	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5. Metodología	3
CAPÍTULO II	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1. Estación meteorológica	5
2.2. Estación meteorológica móvil.....	5
2.3. Variables a censar	5
2.3.2 Temperatura	7
2.3.3 Humedad ambiental	8
2.3.4 Calidad del aire	8
2.4. Componentes de una estación meteorológica móvil.....	16
2.5. Estructura General.....	16
2.6. Módulo de transmisión y recepción de datos	17
2.7. Micro SD shield	18
2.8. Tarjeta microSD	18

2.9.	Arduino Fio	19
2.10.	Batería de alimentación de polímero de litio.....	19
2.11.	Tecnología Drones.....	20
2.12.	Arquitectura del sistema de registro meteorológico.....	20
CAPÍTULO III.....		22
DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE LA PLACA METEOROLOGICA MOVIL.		22
3.1.	Diseño de la estación meteorológica.....	22
3.2.	Software	23
3.3.	Elección de la tarjeta base	23
3.4.	Visualización de los datos	24
3.5.	Descargar Visual Studio.....	24
3.6.	Instalación de Visual Studio.....	25
3.7.	Selección de cargas de trabajo de visual Studio.....	26
3.8.	Asignación de la instalación.....	26
3.9.	Introducción al desarrollo de Visual Studio.....	27
3.10.	Instalación de Arduino con Visual Studio.....	27
3.11.	Instalación de la extensión para Arduino.	27
3.12.	Comando de la extensión VS Code Arduino.....	28
3.13.	Activación de los módulos	29
3.13.1	BPM180 sensor Barometrico.....	30
3.13.2	Sensor de temperatura y humedad DTH11	32
3.14.	Sensor de dióxido de carbono.....	33
3.15.	Sensor de partículas de suspensión en la atmosfera	34
3.16.	Diseño de la placa electrónica	36
3.17.	Configuración de sensores Xbee	37
3.18.	Sistemas de comunicación.....	38
3.19.	Algoritmo de adquisición de datos	38

3.20.	La trama de información.	40
3.21.	Base de datos	41
3.22.	Diseño de la caja de protección	43
3.23.	Pruebas de campo	44
3.24.	Análisis de coste de la estación meteorológica	44
CAPÍTULO IV	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
4.1.	Conclusiones	46
4.2.	Recomendaciones.....	47
1	ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala meteorológica de la velocidad del viento.	10
Tabla 2. Análisis coste de los componentes de la estación meteorológica.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sensor barométrico BMP180.....	7
Figura 2. Sensor de temperatura y humedad DHT11	8
Figura 3. Contaminantes que inciden en la calidad del aire.	9
Figura 4. Calibración del sensor MQ135	11
Figura 5. Sensor de ozono MQ-131.....	13
Figura 6. Sensor de material particulado PTS.....	14
Figura 7. Índice de la calidad del aire actualizado.	15
Figura 8. Shield Xbee.....	17
Figura 9. Shield MicroSD.....	18
Figura 10. Arduino Fio.....	19
Figura 11. Batería de ion de Litio	20
Figura 12. Arquitectura general del sistema meteorológico.....	21
Figura 13. Diseño inicial de la estación meteorológica.....	23
Figura 14. Arduino Fio.....	24
Figura 15. Página oficial de Visual Studio.....	25
Figura 16. Términos y condiciones de licencia.....	25
Figura 17. Cargas de trabajo en Visual Studio.....	26
Figura 18. Ubicación de la instalación de Visual Studio.....	27
Figura 19. Software de extensión Visual Studio.....	28
Figura 20. Asignación de Visual Studio Code.....	28
Figura 21. Comandos de la extensión Arduino	29
Figura 22. inicialización del sensor.....	31
Figura 23. Estructura de conexión del sensor.....	31

Figura 24. Código de inicialización del sensor.	32
Figura 25. Estructura de conexión del sensor de temperatura y humedad.	33
Figura 26. Estructura de conexión del sensor de Co2.	33
Figura 27. Código de inicialización del sensor.	34
Figura 28. Estructura de conexión del sensor.	35
Figura 29. Código de inicialización del sensor.	35
Figura 30. Circuito electrónico.	36
Figura 31. Diseño del circuito en PCB.	37
Figura 32. Proceso para la activación de los módulos Xbee.	38
Figura 33. Algoritmo de control del proyecto.	39
Figura 34. Código de activación por sensor.	40
Figura 35. Tramas de información.	41
Figura 36. Base de datos en Excel.	42
Figura 37. Análisis de datos recolectados en tiempo real.	42
Figura 38. Estructura inferior de la caja.	43
Figura 39. Estructura superior de la caja.	43
Figura 40. Tablas de datos en tiempo real.	44

CAPÍTULO I

PROPUESTA

Este capítulo tiene como finalidad dar a conocer el problema a tratar, en el cual se analizará los posibles factores que afectan e intervienen en el desarrollo de este proyecto.

1.1. Antecedentes

La sociedad en la última década ha puesto en marcha campañas de concientización ambiental, orientada a diferentes ámbitos ya que el ambiente en el cual habitamos ha presentado un cambio significativo, debido a la contaminación atmosférica, la cual se ve afectada directamente por el adelanto de la agricultura y ganadería, en este caso en especial es necesario la enfocar la desforestación para que estas actividades mencionadas anteriormente prevalezcan.

Es notable la existencia del cambio climático en el lapso de la historia del hombre, lo cual ha generado un campo de estudio de variables sobre la calidad del aire, este cambio climático y la constante contaminación por la industria afectan claramente la calidad de vida. En la actualidad se puede adquirir estaciones meteorológicas desarrolladas las cuales se pueden implementar, y transmitir información por cualquier tipo de medio de comunicación estas tienen un coste elevado, por lo que se ha propuesto desarrollar una estación meteorológica móvil la cual transmitirá los datos mediante la tecnología Xbee, apegada a los estándares de calidad. Para el desarrollo se ha propuesto usar el Arduino Fio la tecnología XBEE, y los diferentes sensores que se involucraran en este proyecto, una vez desarrollado la estación meteorológica esta se pondrá a prueba y los datos obtenidos, se podrán visualizar en tiempo real mediante un cuadro de control y una base de almacenamiento de datos creando un mini sistema informático en tiempo real.

1.2.Justificación

En la actualidad las estaciones meteorológicas se han establecido como una de las principales alternativas para el monitoreo las variables ambientales, para así determinar el comportamiento climático. Estos datos del clima analizados presentan características de acuerdo a la zona en la que se encuentren, determinando de esta forma la afección que sufrirá la atmosfera (Encalada, 2018).

Las estaciones meteorológicas son utilizadas en su mayoría para la implementación de la agricultura de precisión, este tipo de agricultura se presenta como una tendencia que cada vez toma fuerza permitiendo ahorrar insumos y recursos lo que permite mejorar las siembras, rendimiento y evolución de los cultivos. La mayoría de las estaciones meteorológicas presentes a nivel comercial carecen de interfaces de comunicación inalámbrica las cuales son indispensables cuando se requiere conocer la información de manera remota, el cual se fundamenta en el uso de sensores, software, transmisión de datos uso de radio frecuencia entre otros factores a considerar (Omar, León, & Valdivieso, 2011.).

1.3.Definición del problema

El analizar las variaciones climáticas es necesario ya que mediante estas se podrá realizar determinadas tareas, sin que estas sean afectadas por las inclemencias climáticas, así de esta manera se podrá tomar las precauciones necesarias. El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), es la entidad encargada del monitoreo del clima, el cual ofrece información a nivel general, pero la necesidad se crea ya que algunas empresas necesitan un informe específico del sector en el cual se encuentran.

Este proyecto está orientado al análisis meteorológico de una forma eficiente de bajo coste y por nivel de altura, dentro de las variables a monitorear se encuentran, temperatura, humedad, calidad del aire, presión atmosférica además de visualizar los

datos en tiempo real con sus respectivas gráficas y almacenarlas en una base de manera eficiente.

1.4.Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollo e implementación de una estación meteorológica móvil, la cual permita monitorear los datos de los diferentes sensores usados en este proyecto en tiempo real, administrarlos y guardarlos en una base.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar una delineación de los parámetros meteorológicos a analizar en este proyecto.
- Desarrollar el sistema de medición de datos, transmisión en tiempo real, almacenamiento de estos.
- Diseñar un sistema meteorológico que cubra las necesidades de este proyecto.
- Desarrollar la base de datos en donde se almacenen registros de cada sensor, para luego visualizarlos en un cuadro de análisis individual.

1.5.Metodología

La meteorología es una rama de la geofísica que tiene por objeto el estudio detallado de la envoltura gaseosa de la corteza terrestre, estos datos se los obtiene en varias estaciones durante un determinado tiempo y son usados a futuro definen el clima y predicen el tiempo es por esta razón que en este trabajo se necesita recolectar información y tener conocimientos previos del proyecto.

El desarrollo se centra en instrumentos de precisión dotados con sensores tales como: temperatura, humedad, velocidad del viento, dióxido de carbono y procesamiento de datos. (Murillo, 2017).

Se estudiará a algunos ensayistas de tal manera que se resuman todas las ideas que puedan ser útiles para tener solidez en la información, ya que estos exponen sus experiencias en este campo. La idea fundamental es obtener los datos exactos para el desarrollo del algoritmo en el software Open CV.

El software se ejecuta analizando datos del clima, basadas en análisis, obtención y transmisión de datos. En la segunda fase del trabajo, se analiza el método de transporte y almacenamiento de datos para esto se opta utilizar el Arduino Fio y una comunicación mediante la tecnología Xbee, además se podrá graficar en un software los datos censados.

Los aportes de este trabajo son los siguientes:

- Integración de recursos necesarios de hardware y software con el fin de desarrollar un equipo móvil capaz de implementarse en diferentes lugares de la ciudad.
- Desarrollo de algoritmos y optimización de recursos de memoria necesarios en este proyecto, así como los sistemas de transmisión de datos.
- Metodología de integración de recursos para manejo adecuado de recursos, para manejo adecuado del consumo de energía y administración de datos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Esta sección da a conocer el análisis de los temas que intervienen en el desarrollo del proyecto, tales como: marco conceptual, características de diseño, variables ambientales, programación, manejo de datos, software y hardware de comunicación remota y equipos electrónicos a utilizar.

2.1.Estación meteorológica

Una estación meteorología es un instrumento que permite obtener datos de las condiciones ambientales las cuales son medidas por equipos electrónicos, estos datos son acondicionados para luego pasar por una fase de procesamiento mediante microcontroladores para transmitirlos mediante un sistema de comunicación remota con el uso de comunicadores inalámbricos Xbee. En la mayoría de los casos el funcionamiento de estas estaciones es autónomo ya que estos sistemas censan, registran y transmiten la información sin la intervención humana (Espinoza, 2013).

2.2.Estación meteorológica móvil

Una estación meteorológica móvil es un sistema que maneja funciones de almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos que permiten integrar toda la información que debe presentar el sistema completo. El sistema desarrollado posee un enlace de comunicación mediante radio frecuencia lo cual permite manipular datos en tiempo real. El sistema está orientado al análisis de variables ambientales mediante un sistema de transmisión de datos usando radio frecuencia, para el análisis de la información. (Fernando et al., 1993).

2.3.Variables a censar

La variable a analizar se desarrolla tomando en cuenta las necesidades de esta aplicación, en la cual se procede a analizar las siguientes:

- Presión Atmosférica.
- Temperatura.
- Humedad ambiental.
- Calidad del aire.
- Dióxido de carbono.
- Ozono.
- Material Particulado.

2.3.1 Presión Atmosférica

Está definida como la presión que ejerce el aire sobre la superficie de la tierra, mientras mayor sea la altura de la superficie terrestre menor es la presión del aire, por lo tanto, existe una menor cantidad de aire en su cima. Las unidad de medida de la presión atmosférica en el SI son: N/m^2 o Pa , (Martínez, 2003).

El sensor de presión atmosférica BMP180 es diseñado por Bosh para aplicaciones de consumo, siendo su programación simple y posee una gran estabilidad, viene calibrado de fábrica con los coeficientes grabados en una memoria ROM, es compatible con Arduino lo que lo hace ideal para trabajar con estos microcontroladores (Morales, 2014). A continuación, se detalla las características de este sensor.

- Interfaz digital I2C.
- Amplio rango de precisión.
- Alimentación 1.8 – 3.6 VDC.
- Mediciones exactas.
- Calibración de fábrica.
- Rango de medición de 300 a 1100hPa.

El funcionamiento se basa en una membrana que se deforma cuando sobre ella se aplica una presión, esta a su vez deforma un elemento piezo eléctrico que crea una variación en su resistencia, esta micro deformación oscila el voltaje entre 0 y 5V. el sensor usado se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Sensor barométrico BMP180.
Fuente. (Access & Shield, 2012)

2.3.2 Temperatura

Es una variable utilizada para describir el estado de la atmosfera, se basan en un aparato dedicado a la medición térmica, esta variable se deriva de la idea de medir lo caliente o lo frio por lo que se logra tener una escala de movimiento de las partículas del aire atmosférico, existen factores de variación que afectan al ambiente, uno de los principales es la incidencia de los rayos solares ya que estos están presentes en el calentamiento de la tierra.

Estas variaciones de temperatura se dan con respecto a las variables del aire que influyen de manera constante en el entorno por lo que se generan grados máximos y mínimos. La unidad de medida en el ámbito científico es los °C, así como medida en el SI tenemos los °K. Existen distintos equipos o sensores para la medición, (Astron, Hurtado, Co-director, & Godoy, 2017).

El sensor a usarse en este proyecto es el DHT 11, ya que presenta una gran precisión y rango de medición, el cual requiere un pin para comunicarse con un microcontrolador, A continuación, se detalla las características de este sensor, compatible con sistemas electrónicos o microcontroladores.

- Voltaje de operación 3-5 VDC.
- Corriente máxima de 2.5 mA.
- Detección de humedad de 0 – 100% precisión de 2-5%.

- Sensa temperatura de -40 a 80 °C presicion de 5°C.
- Frecuencia de muestreo 0.5 Hz (cada 2sg).
- 3 pines de conexión.
- No requiere componentes externos.

2.3.3 Humedad ambiental

El agua es uno de los principales componentes del ambiente para que pueda existir como gas, líquido y sólido, La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, la cual no es constante, sino que depende de diversos factores tales como: lluvia reciente cerca del mar, presencia de plantas, entre otros factores (Astron et al., 2017).

La humedad ambiental se debe al vapor de agua que se encuentra en la atmósfera, la cual depende la temperatura ambiente. A continuación, se aprecia el sensor en la Figura 2



Figura 2. Sensor de temperatura y humedad DHT11
Fuente.(Access & Shield, 2012)

2.3.4 Calidad del aire

La calidad del aire proporciona información sobre una determinada zona, y en escalas que sean comprensibles para una identificación diaria de este, se considera una escala que va de 0 a 500 que refleja la cantidad de contaminantes presentes en el aire. Cuando la calidad del aire es buena las personas pueden respirarlo indefinidamente sin que su

salud sea afectada. El índice de calidad de aire en Azogues (ICA) es 25 la cual presenta poco o ningún riesgo hacia la salud de sus habitantes (“Calidad del aire en Azogues, Ecuador,” 2021.). A continuación se detalla los contaminantes que inciden en el análisis de la calidad del aire como se aprecia en la Figura 3.



Figura 3. Contaminantes que inciden en la calidad del aire.
Fuente. (“Calidad del aire en Azogues, Ecuador,” 2021.)

El módulo detector de la calidad del aire es un sensor que se encarga de detectar gases como son amoníaco, alcohol, benceno humo, dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono, dióxido de azufre, partículas finas, con un rango de medición de 10-1000ppm (partes por millón), se utiliza para medir altos niveles de contaminación, los cuales son recomendables en las industrias (Millan, 2016).

Cuando estas mediciones se las realiza a altura existe variaciones de la velocidad del viento con respecto a los diversos cambios climáticos, la incidencia solar aumenta la velocidad del viento, existen variaciones con respecto a la altura, mientras se encuentre cerca del suelo la velocidad del viento es menor y se incrementa la velocidad según aumenta la altura. Las unidades de la velocidad del viento que se utiliza en meteorología fue implementada por el almirante Beaufort en el siglo diecinueve que son: *Km/h* y *m/s* (Jiménez, Capa, & Lozano, 2004).

Tabla 1. Escala meteorológica de la velocidad del viento.

Escala de Beaufort	Denominación	Efectos observados	Nudos	Km/H
0	Calma	El humo se eleva en vertical	-1	0-1.9
1	Ventolina o brisa	El viento inclina el humo	1 a 3	1.9-7.3
2	Fresco	El viento agita las ramas de los arboles	22 a 27	41-51
3	Duro	El viento arranca ramas pequeñas	34 a 40	63-75
4	Tempestad	Devastación extensa	56 a 63	104-118
5	Huracán	Huracán catástrofe	64	119

Fuente:(Jiménez et al., 2004)

Para establecer el índice de calidad del aire, se tomó en cuenta diversas experiencias de otros países, estos se establecen a partir de los niveles sugeridos por el grupo de estandarización (GESTA - Aire) de la Comisión Técnico Asesora de Medio Ambiente COTAMA, por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Se calcula para cada contaminante por separado, tomando 100 ppm (partículas por millón) como base, valor a partir del cual se considera que la concentración de ese contaminante en el aire supera el valor estándar (Murillo, 2017).

Para definir los parámetros de la calidad del aire se procede a analizar el estado del mismo, evaluando, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas presentes. Para estaciones automáticas, este se basa en el peor valor obtenido en el periodo de referencia, el valor más alto obtenido se lo asume como parámetro predominante. Estableciendo de esta forma el (ICA), por ejemplo, en este caso se definen cuatro parámetros y tres tienen muy buena y uno aceptable, se considera que el índice de calidad del aire es aceptable y el ICA se denomina como parámetro predominante (Murillo, 2017), A continuación, se detallara los componentes a analizar en esta estación móvil para definir la calidad del aire.

2.3.5 Dióxido de carbono.

Es un gas incoloro sin olor este afecta a la salud ingresando al torrente sanguíneo e interacciona con la hemoglobina. Existe una gran gama de sensores del tipo MQ los cuales están destinados a sensar propano, metano, butano, lpg, humo, alcohol, etanol,

gas natural, hidrogeno, amoniaco, tolueno, acetona, monóxido de carbono, etc. Para este proyecto usaremos el sensor MQ135, antes de tomar medidas fiables con este sensor se procede a realizar un proceso de puesta en marcha y calibración, este consta de dos etapas precalentamiento y la calibración propiamente dicha. El precalentamiento se lo realiza dejando conectado a la fuente de alimentación, lo cual ayuda a eliminar humedad o contaminación del proceso de fabricación y debe efectuarse únicamente una vez.

La calibración consiste en detectar la desviación del sensor respecto a la realidad y aplicarlo a la hora de realizar el muestreo, la señal de salida de estos sensores es una tensión variable, lo difícil es relacionar la salida del sensor y la concentración del gas que se mida. La Figura 4 presenta la curva de referencia de calibración del sensor.

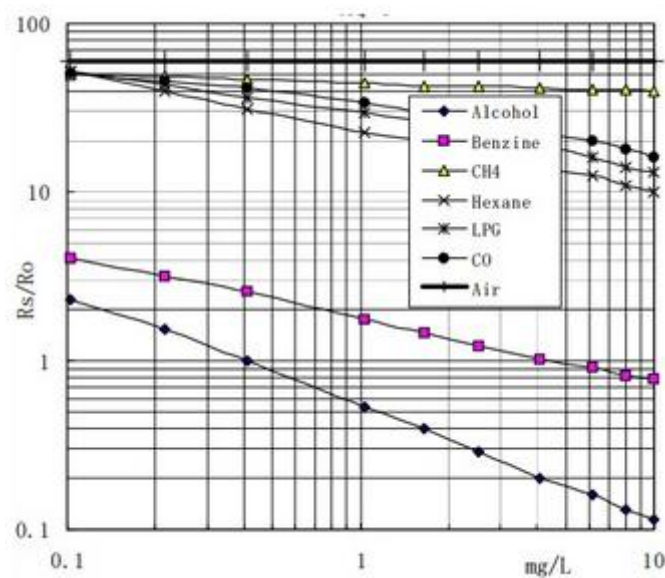


Figura 4. Calibración del sensor MQ135
Fuente. (Access & Shield, 2012)

La calibración del sensor se aprecia en la Figura 4, la cual se basa en las escalas a las que se puede ajustar a una función de potencia del tipo $y = a x^b$, simplificando se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 1. Sensibilidad de distintos gases

$$\frac{\left(\frac{R_s}{R_o}\right)}{a} = a \cdot (ppm) \rightarrow$$

$$\frac{\left(\frac{R_s}{R_o}\right)}{a} = (ppm)^t \rightarrow ppm = \left[\frac{\left(\frac{R_s}{R_o}\right)}{a} \right]^{1/b}$$

$R_s =$ resistencia del sensor aire puro

$R_o =$ resistencia del sensor

Tomando varios puntos a partir de la Figura 4 y utilizando una aproximación por mínimos cuadrados podremos obtener el factor de escala y el exponente para el gas que se requiera sensor. Aplicando una relación entre la resistencia real que tenga el sensor y la resistencia del sensor en aire limpio teniendo en cuenta la relación $\frac{R_s}{R_o}$ para 1000 ppm de dióxido de carbono donde R_s es la resistencia del sensor aire puro, R_o es la resistencia del sensor a 1000 ppm de dióxido de carbono en aire limpio $R_{s_q4} = \left(\frac{V_c}{V_o} - 1\right) * R_l$

Siendo:

- V_c : la tensión del sensor, 5 VDC.
- V_o : la tensión de salida del sensor.
- $V_o = adc \cdot \frac{5}{1023}$ 5 número de muestras 1023 tiempo de muestreo
- R_l : resistencia de carga

2.3.6 Ozono.

Está presente de manera natural en las capas altas de la atmósfera y protege la superficie de los rayos ultravioletas, Sin embargo, este se encuentra a nivel del aire que respiramos (troposfera), es un contaminante importante responsable del llamado smog fotoquímico y conocido como el mal ozono.

El módulo sensor de ozono a usarse en este proyecto es el MQ131, el cual funciona mediante un comparador de voltaje el mismo es ajustable a través de un trimmer, de esta manera se puede cambiar el nivel de concentración de ozono que dispara la señal del módulo el cual entrega 5V. en su salida cuando la concentración de ozono alcanza el nivel establecido con el trimmer. La Figura 5 presenta el sensor de ozono.



Figura 5. Sensor de ozono MQ-131.
Fuente.(Access & Shield, 2012)

A continuación, detallaremos las características del sensor:

- Voltaje de alimentación 5VDC.
- Corriente de trabajo 180mA.
- Rango de concentración 10 a 1000PPB.
- Sensibilidad del 3%.
- Tiempo de respuesta 1sg.
- Temperatura de trabajo -10°C a 50°C.
- Humedad 95% RH.

2.3.7 Material particulado PTS.

Se mide en tres estaciones, colon, curva de moroñas y la teja. Dado que las guías de estándares de calidad del aire de la OMS, no recomiendan este parámetro para evaluar la calidad del aire (material particulado menor a 10 micras).

Al respirar inhalamos los gases, vapores y partículas que hay en suspensión en el aire, estas al ingresar al organismo pueden causar efectos graves sobre la salud.

Un sensor de partículas de aire es básicamente un detector de polvo el cual mide la suspensión de este componente en el medio que habitamos, la mayoría de sensores detectan partículas de 2,5PM las cuales son capaces de llegar hasta los pulmones al respirarlas, el sensor a emplear en este proyecto es el módulo GP2Y1010AUOF el cual se aprecia en la Figura 6.

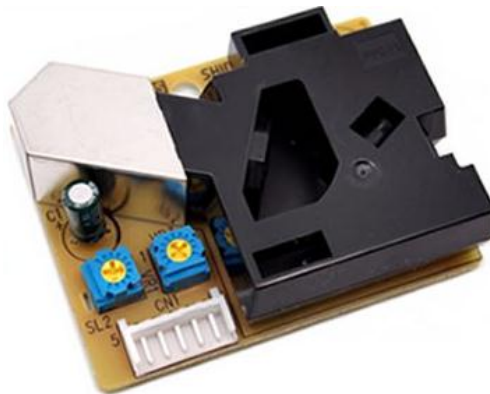


Figura 6. Sensor de material particulado PTS
Fuente.(Access & Shield, 2012)

Este es un sensor óptico desarrollado por la empresa Sharp, el cual es práctico detectando partículas de polvo en el aire, internamente está compuesto de un diodo led y un fototransistor, colocados de tal forma que son capaces de detectar las reflexiones de luz sobre las partículas de polvo suspendidas en el aire que ingresan al dispositivo. A continuación, se detalla las características

- Alimentación máxima 7VDC.
- Corriente de bajo consumo 20mA.

- La salida del sensor es una tensión analógica.
- Sensibilidad 0.5V/0.1mg/m3.
- Temperatura de funcionamiento -10°C a 65°C.
- Dimensiones(mm)46*30*17.6.
- Peso 16g.

Esta función relaciona la concentración del contaminante monitoreado en un lapso preestablecido permitiendo identificar los diferentes contaminantes (Millan, 2016). A continuación se detalla la forma en la que se estima la calidad del aire como se aprecia en la Figura 7 .



Figura 7. Índice de la calidad del aire actualizado.

Fuente. (Millan, 2016)

Muy Buena. Si el índice de calidad del aire esta entre 0 y 25 se considera que la calidad es muy buena.

Buena. Si el índice de calidad del aire esta entre 26 y 50 se considera que la calidad del aire es buena.

Aceptable. Se encuentra entre 51 y 100 la calidad del aire es aceptable, a pesar que existen algunos contaminantes presentes, los niveles en los que se presentan no son de riesgo para la mayoría de las personas.

Inadecuada. Se encuentra en un rango de 101-200, existe aparición de molestias en personas con problemas respiratorios, aunque la mayor parte de personas no se ven afectadas cuando se presenta estos rangos.

Mala. Se establece en un rango entre 201 y 301 Todas las personas presentan síntomas en la salud.

Muy mala. Aparición de síntomas e intolerancias en toda la población.

2.4.Componentes de una estación meteorológica móvil

Una estación móvil es aquella que maneja funciones de almacenamiento, funcionamiento y procesamiento de datos la cual cuenta con un componente esencial siendo este la tarjeta electrónica Arduino Fio, la cual funciona como sistema de adquisición procesamiento y transporte de datos hacia la base de forma remota. (Martínez, 2003).

2.5.Estructura General

Las estaciones meteorológicas automáticas y móviles están dotadas de un conjunto de sensores, conectados a un sistema de control y registro, los datos climatológicos analizados son captados por los sensores que se están utilizando los cuales registran las diferentes inclemencias del lugar analizando estos datos, las captan y almacenan de forma temporal en la tarjeta de control y luego proceden a transmitir la información al servidor del proyecto. Para el transporte de información de datos hacia la tarjeta de

control es necesario el uso de la tecnología Xbee y para el transporte de estos se encriptarán para que no interfiera con alguna otra señal (Martínez, 2003).

2.6.Módulo de transmisión y recepción de datos

Los módulos Xbee proporcionan un compartimiento en múltiples plataformas incluyendo multipunto estas operan entre los 2.4 GHz, y 900 Hz. Son ideales para aplicaciones que requieran baja latencia y tiempo de comunicación predecibles. Proporcionan una comunicación rápida robusta en configuraciones multipunto y punto a punto, además permiten una conectividad de punto final robusta con facilidad (Arduino, 2018).

Ventajas de los módulos Xbee.

- Comunicaciones RF simple no requiere configuración.
- Topología de red punto a multipunto.
- 2.4Ghz para uso a nivel mundial.
- Espacio en placa Xbee común para una variedad de módulos de RF.
- Actualizaciones del firmware via UART, SPI o por aire.
- Migración de datos a protocolos DigiMesh y ZigBee y viceversa.



Figura 8. Shield Xbee.
Fuente.(Arduino, 2018)

2.7. Micro SD shield

La tarjeta microSD almacena temporalmente la información para luego transmitirla en tramas de información esta comunicación la realiza mediante el interfaz SPI (Interfaz Periférica del Serial), los pines SCLK. El socket microSD son adaptados para trabajar con los pines SPI estándar de un microcontrolador, mientras que CS trabaja con el pin D8 cuenta con un conector microSD, un led indicador de alimentación y un botón reset, posee un voltaje de 3.3-5 VDC (Access & Shield, 2012)



Figura 9. Shield MicroSD.
Fuente. (Access & Shield, 2012)

2.8. Tarjeta microSD

Tarjeta de memoria flash para el almacenamiento de archivos digitales en dispositivos electrónicos, A continuación, se detallan las características:

- Tiene un tamaño de 15x11x0.7mm (con un área de $165mm^2$).
- Pesa 0.258 gramos.
- Voltaje de funcionamiento 1.8-3.3VDC.
- No posee botón de protección contra escritura.
- Posee 8 pines.
- Soporte para DRM.
- Tasas de transferencia de 90 y 95 MB/s a una velocidad de 60MB/s.

2.9.Arduino Fio

Es un microcontrolador basado en el ATmega328P, el cual funciona a 3.3 VDC y 8 MHz posee 14 pines de entrada/salida digital de los cuales 6 se puede usar como salidas PWM, 8 como entradas analógicas, un botón de reinicio, y orificios para montar los cables de los pines. Se optó usar este Arduino por la disponibilidad de una toma Xbee en la parte inferior de la placa, ya que este se diseñó para aplicaciones inalámbricas, el usuario puede cargar bocetos con un cable FTDI o una placa de conexión. (Arduino, 2018)

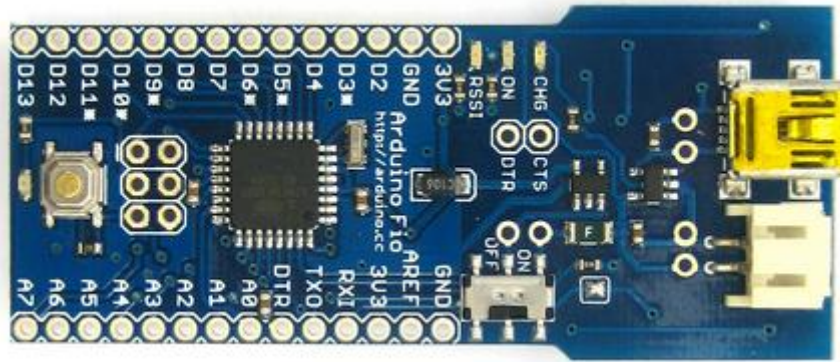


Figura 10. Arduino Fio.
Fuente. (Arduino, 2018)

2.10. Batería de alimentación de polímero de litio

son baterías recargables, se caracteriza por ser ligera y almacenar una gran cantidad de energía, estas se conforman por celdas teniendo un voltaje nominal de 3.7V, estas son bastante delicadas y pueden realizar un máximo de 300 ciclos de carga y descarga, el uso incorrecto o sobrecarga puede hacer que estas ardan, es necesario asignar un cargador específico, no cargar las baterías por encima del voltaje de referencia y la temperatura de funcionamiento de esta oscila entre los 30 y 40°C.



Figura 11. Batería de ion de Litio

Fuente. (“Baterías LiPo, características y cuidados! - DynamoElectronics,” 2020.)

2.11. Tecnología Drones

El VANT (Vehículo Aéreo no Tripulado) se define como un vehículo sin tripulación controlados remotamente, capaz de mantener un nivel de vuelo inspeccionado y sostenido propulsado por motores de reacción, tienen múltiples funciones y existen diferentes modelos los cuales se detallarán a continuación:

- Dron de ala fija.
- Dron de ala rotativa.
- Dron de ala mixta.

Dependiendo de la tarea a realizar uno de estos modelos se impondrá sobre el otro, por ejemplo, en aquellos casos donde se requiera que el dispositivo realice maniobras de forma estacionaria o a baja velocidad el más adecuado sería el de ala rotativa, en cambio sí se desearía utilizar estos equipos para realizar vuelos a velocidades y alturas superiores, por ejemplo, para recolectar datos cartográficos la opción más prudente sería optar por uno de ala fija (Encalada, 2018).

2.12. Arquitectura del sistema de registro meteorológico

Están diseñados para el análisis de datos mediante la aplicación de varios sensores a través de una programación establecida, los cuales analizan, almacenan y posteriormente guardan estos datos. Para lo cual se selecciona el software y hardware a usar para el desarrollo de la programación, en este caso se utilizará Arduino, el micro controlador característico del proyecto será el Arduino Fio ya que este presenta como

característica especial una conexión con la placa Xbee. Los elementos seleccionados son capaces de realizar un enlace entre ellos debido a que mantienen el mismo código en lo que es referente a la programación permitiendo la accesibilidad al sistema de forma remota.(Martínez, 2003).

Los sistemas de adquisición de datos se encargan de recibir información analógica obtenida de los sensores y convertirlas en datos digitales (bits) por medio de un conversor analógico digital, los sistemas de adquisición se encargan del procesamiento y almacenamiento de las señales obtenidas para luego ser visualizadas por el usuario en un ordenador (Jiménez et al., 2004) A continuación se detallan las características del sistema en la Figura 12.

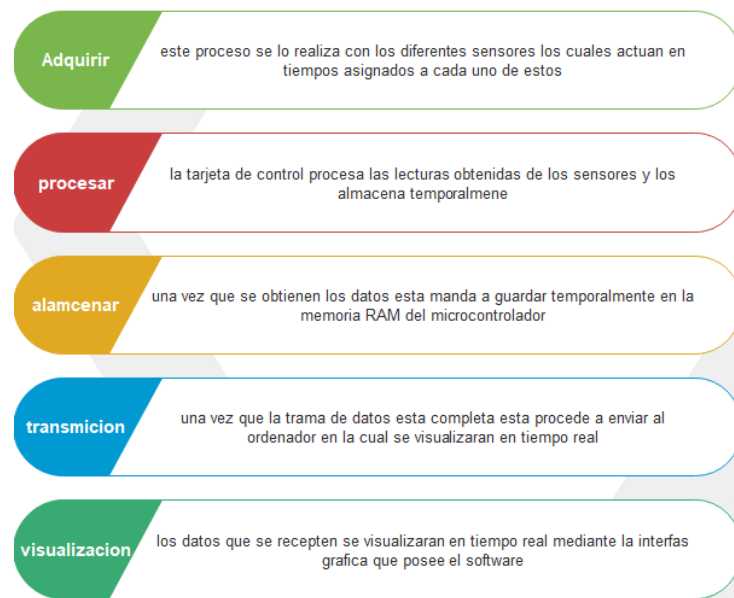


Figura 12. Arquitectura general del sistema meteorológico.

Fuente. (Jiménez et al., 2004)

CAPÍTULO III

DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE LA PLACA METEOROLOGICA MOVIL.

Este capítulo tiene como finalidad describir el diseño y desarrollo del sistema, los dispositivos que lo conforman e integran las funciones automáticas, la calibración y comprobación, ya que estos sensores entregan una señal digital lineal, calibrada, robusta y compatible con otros dispositivos.

En la primera parte, se desarrolla la programación en la cual se habilita cada sensor y se le asigna una tarea específica, mediante tiempos de muestreo, obtención de datos y almacenamiento de estos.

En la parte final se analiza la transmisión de los datos obtenidos, mediante la tecnología Xbee, para lo cual se procede a aislar la frecuencia a la que opera el dron de la que se va a transmitir los datos deseados.

3.1.Diseño de la estación meteorológica

Está basado en la selección de variables a ser analizadas de acorde a la aplicación y enfoque del proyecto, se procede a indagar los elementos para trabajar en función de estos. Inicialmente se calibra y prueba los diferentes sensores, como se detallan en los apartados posteriores, ya superadas estas etapas se procede a crear la transmisión de información y base de datos.

Luego se realiza el diseño de la estructura en PCB y la caja de protección al realizar las conexiones preliminares con la base de datos se crea un acceso remoto a estos permitiendo graficarlos en tiempo real. A continuación se explica el diseño en la Figura 13.

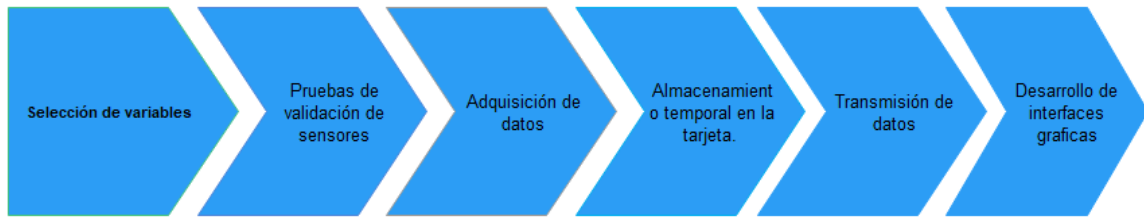


Figura 13. Diseño inicial de la estación meteorológica
Fuente. (Encalada, 2018)

3.2. Software

El proyecto se desarrolla en el software Arduino en el cual se define los sensores, tiempos de muestreo y almacenamiento de cada uno. Luego para la visualización de los datos adquiridos se utiliza Visual Studio, ya que este software maneja gráficos de datos en tiempo real. Se trata de un entorno para sistemas operativos de Windows, el cual soporta múltiples lenguajes de programación, debido a la gran cantidad de información y librerías existentes, al igual que entornos de desarrollo Web. Estas estructuras están creadas mediante eventos, los cuales están programados para ejecutar diferentes secciones de código en respuesta.

3.3. Elección de la tarjeta base

La tarjeta electrónica que se escoge para este proyecto es la Arduino Fio ya que integra un microcontrolador ATmega328P, en la parte posterior la placa cuenta con un sócalo para la Shield Xbee. Arduino Fio ha sido diseñada para ser reprogramable inalámbricamente. En base al análisis y prestaciones de esta tarjeta electrónica, se determina que es la tarjeta con mejores prestaciones para el desarrollo de este proyecto.

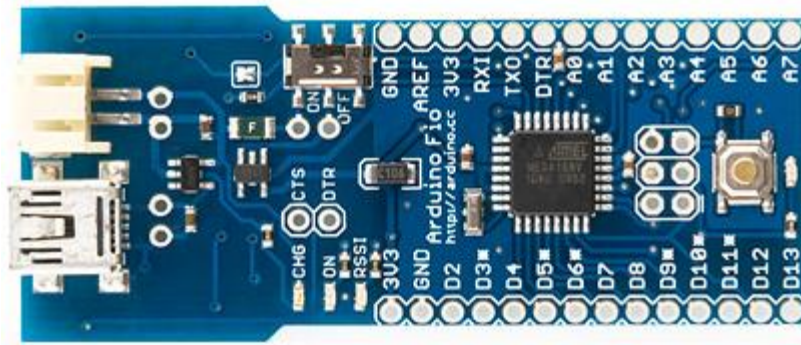


Figura 14. Arduino Fio.
Fuente. (Arduino, 2018)

3.4. Visualización de los datos

Para la visualización de los datos se realiza un acoplamiento de este con el software Visual Studio el cual es el encargado del manejo y administración de datos en tiempo real, la transmisión de la información lo realiza mediante una comunicación inalámbrica con una línea de vista, este envía una trama concatenada desde el Arduino Fio hacia el ordenador en el cual esta una Shield Xbee, la cual recibe los datos bajo el comando de Arduino e interfaz con Visual Studio, visualizando los datos obtenidos, en esta plataforma la cual desfragmenta la trama para presentarla ordenadamente de manera gráfica los datos de cada sensor

3.5. Descargar Visual Studio

Para trabajar en el desarrollo de manejo de datos se procede a la descarga de Visual Studio accediendo <https://www.visualstudio.com> para este proyecto se descargó la versión de Visual Community 2019, (Microsoft, 2019). A continuación se aprecia la página oficial de Visual Studio en la Figura 15.

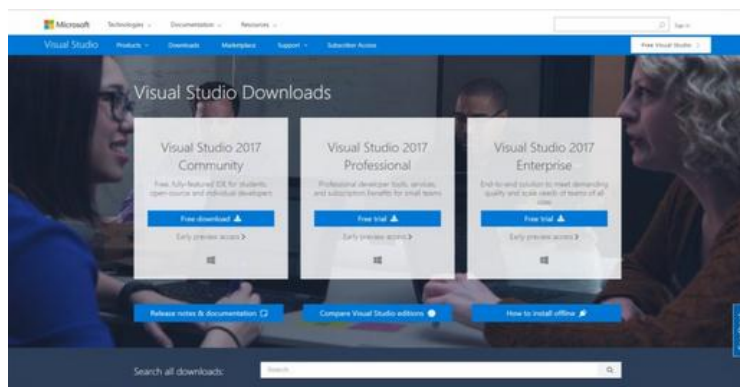


Figura 15. Página oficial de Visual Studio.

Fuente. (“Instalar Visual Studio,” 2018)

3.6.Instalación de Visual Studio.

Ya descargado se procede a instalar ejecutándolo como administrador, este incluye todos los paquetes necesarios para personalizar el entorno de desarrollo, desde la carpeta que contiene el programa hacemos clic en el archivo y se verifica que coincida con el siguiente dato.

- **Vs_community.exe** para Visual Studio Community.

Una vez analizado se recibirá un aviso de control de creación de cuenta de administrador el cual se admite y se continua con la instalación, en este se aceptará términos de uso de licencia y declaración de privacidad como se aprecia en la Figura 16.



Figura 16. Términos y condiciones de licencia.

Fuente. (“Instalar Visual Studio,” 2019)

3.7. Selección de cargas de trabajo de visual Studio.

Ya instalado y reiniciado el ordenador, se procede a personalizar el entorno de desarrollo, asignando las cargas de trabajo las cuales son necesarias para el desarrollo del manejo de base de datos, como nos muestra la Figura 17.

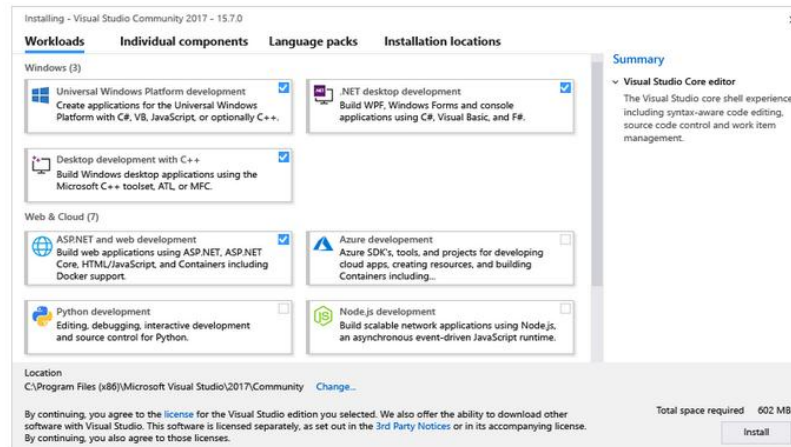


Figura 17. Cargas de trabajo en Visual Studio.
Fuente. (“Instalar Visual Studio,” 2018)

3.8. Asignación de la instalación.

Para optimizar recursos en la memoria del ordenador, se puede mover a la memoria cache los componentes compartidos, SDK y herramientas a distintas unidades, de esta manera el procesador trabajara en condiciones óptimas. A continuación, se aprecia la ubicación del software instalado en la Figura 18.

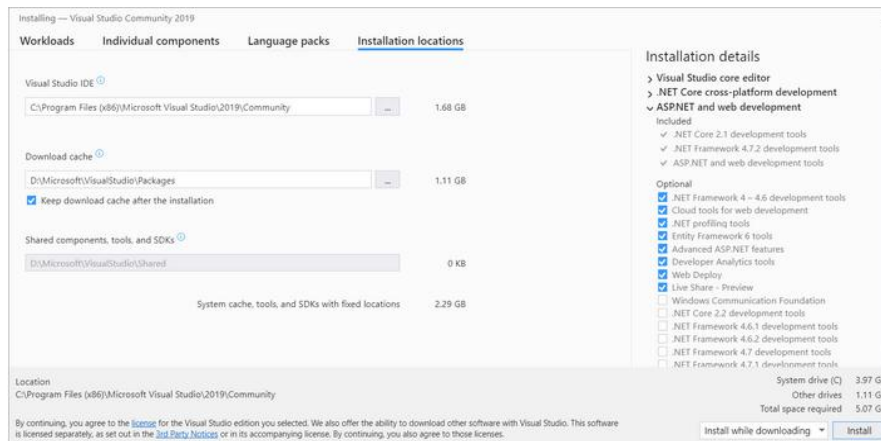


Figura 18. Ubicación de la instalación de Visual Studio.
Fuente. (“Instalar Visual Studio,” 2018)

3.9. Introducción al desarrollo de Visual Studio.

Cuando la instalación haya finalizado, elija la opción iniciar en Visual Studio y luego proceda a crear un nuevo proyecto, en el cuadro de búsqueda escriba el tipo de aplicación, que requiera para que escoja de las plantillas disponibles, estas dependen de las cargas de trabajo que eligió durante la instalación. Se puede filtrar la búsqueda de un lenguaje de programación específico, mediante una lista desplegable, en este caso está enlazado con Arduino (Microsoft, 2019).

3.10. Instalación de Arduino con Visual Studio.

La base de datos se vincula con Visual Studio Code y su extensión para Arduino, el IDE estándar es limitado ya que al iniciarse y configurarlo procede a colgarse careciendo de funciones habituales en cualquier IDE moderno, es editor de texto Open Source desarrollado por Microsoft el cual destaca por ser ligero, extensible y personalizable añadiendo funciones indispensables, resaltando código.

3.11. Instalación de la extensión para Arduino.

Ya instalada la extensión de Arduino para Visual Studio Code se realiza click en el gestor de extensiones se busca la aplicación Arduino y se procede a instalar las dependencias necesarias para la extensión como se detalla en la Figura 19.

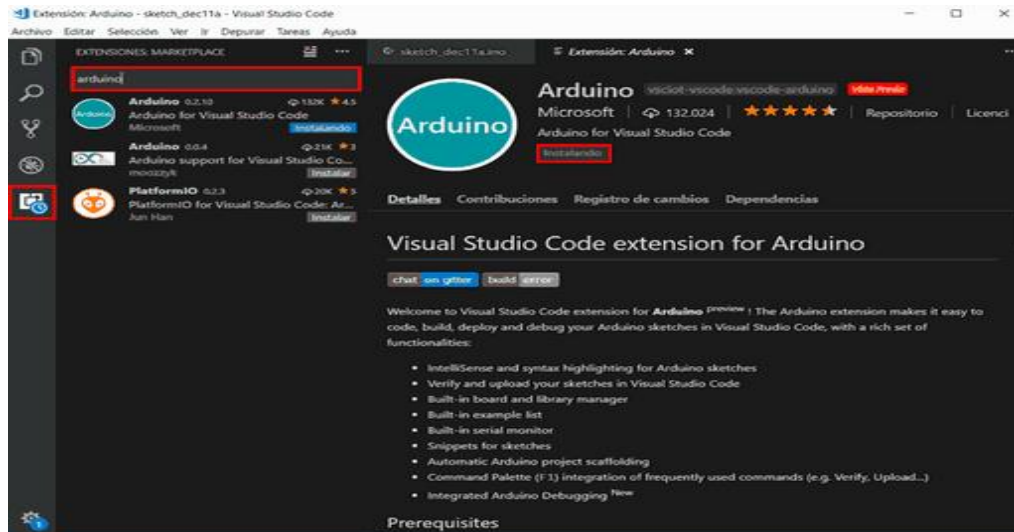


Figura 19. Software de extensión Visual Studio.
Fuente. (Microsoft, 2019)

Ya instalado la extensión para Arduino se podrá usar Visual Studio Code para editar ficheros y funcionalidades resaltando la sintaxis como se observa en la Figura 20.

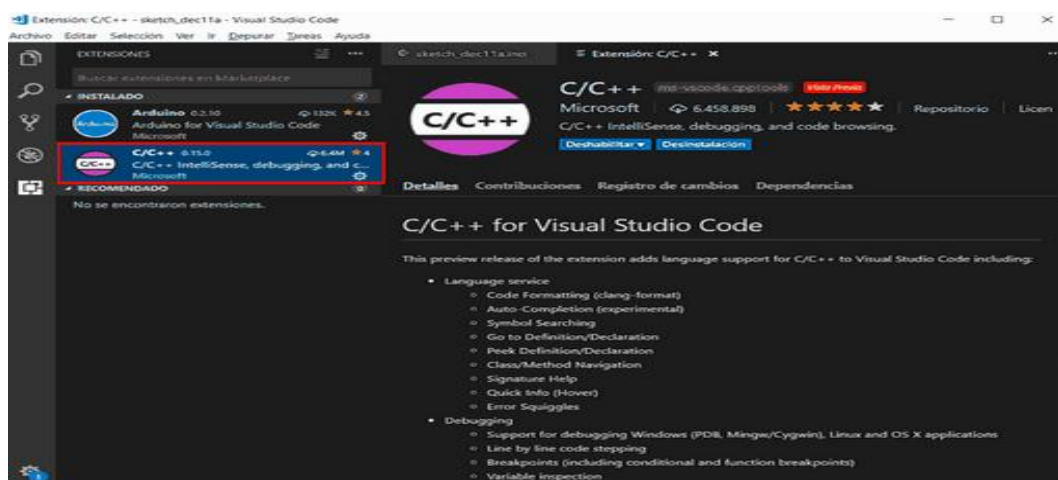


Figura 20. Asignación de Visual Studio Code
Fuente. (Microsoft, 2019)

3.12. Comando de la extensión VS Code Arduino

La extensión Arduino añade diversos comandos, para interactuar con los ficheros, estos están activos cuando se está editando un sketch(*.ino).

Para acceder a los comandos se inicia la paleta de control pulsando las teclas F1 y escribimos el comando que se desee, (no hace falta escribir el código entero solo lo suficiente para que aparezca). Estos comandos de la extensión se detallan a continuación en la Figura 21.

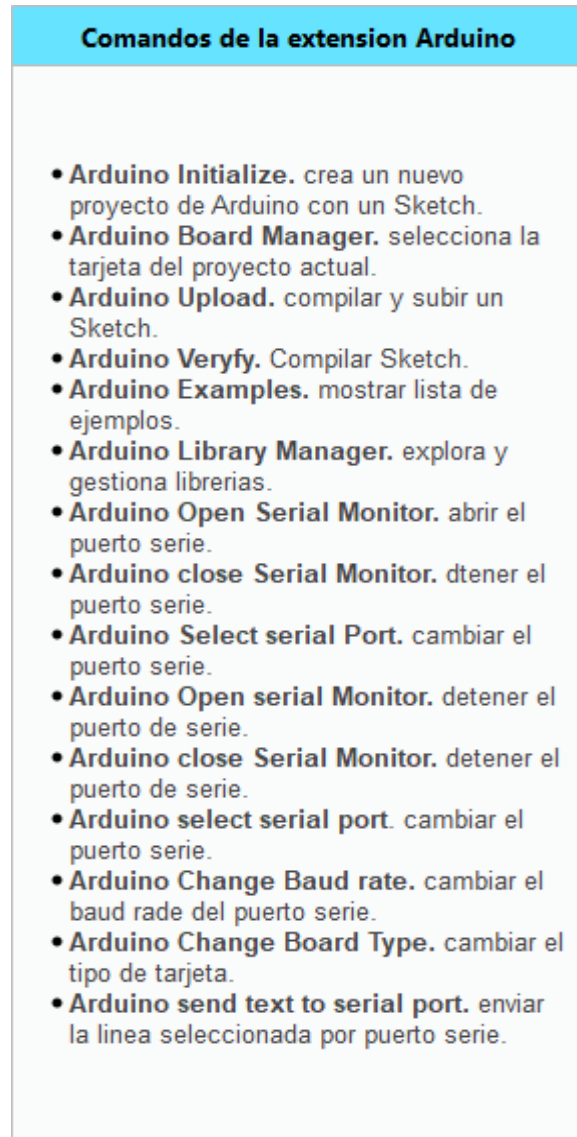


Figura 21. Comandos de la extensión Arduino
Fuente. (Mite Rivera, 2017)

3.13. Activación de los módulos

El proceso de configuración de cada uno de los sensores utilizados en este proyecto, como base de desarrollo se toma el software Arduino, la tarjeta de control es el Arduino

Fio en el cual se asignan las librerías y se activan los puertos de comunicación. Se desarrolla estableciendo tiempos de censado, luego se asigna el espacio en la memoria del microcontrolador para el almacenamiento temporal de los datos, se establece la trama para aislar la frecuencia de transmisión y en el ordenador se establece la base de datos. Se desarrolla la programación con el uso de lenguaje C++ lo que facilita el entorno de desarrollo ya que existen foros en los cuales expertos en programación comparten experiencias previas del manejo de los diferentes sensores.

3.13.1 BPM180 sensor Barometrico

Es un sensor de presión atmosférica de alta precisión, el cual se comunica mediante un puerto I2C es compensado por los datos de calibración del E2PROM. Este sensor se activa con la utilización de la librería <Wire.h> esta librería se utiliza para comunicar la placa Arduino, con dispositivos que trabajen con protocolos I2C/TWI la cual usa dos líneas de transmisión SDA (datos serie) y SCL (reloj serie) (Pedraza & , Garc, 2016). A continuación se visualiza la inicialización del sensor en la Figura 22.

```
#include <SFE_BMP180.h>
#include <Wire.h> //Se declara una instancia de la librería //Se declaran las variables. Es necesario tomar en cuenta una presión inicial
SFE_BMP180 pressure; //esta será la presión que se tome en cuenta en el cálculo de la diferencia de altura
double PresionBase; //esta será la presión que se tome en cuenta en el cálculo de la diferencia de altura
double Presion = 0;
double Altura = 0;
double Temperatura = 0;
char status;
void setup() {
  Serial.begin(9600); //Se inicia el sensor y se hace una lectura inicial
  SensorStart();
}
void loop() { //Se hace lectura del sensor
  ReadSensor(); //Se imprimen las variables
  Serial.print("Presion: ");
  Serial.print(Presion);
  Serial.println(" milibares");
  Serial.print("Altura relativa: ");
  Serial.print(Altura);
  Serial.println(" metros");
  delay(10000); //Cada 10 segundos hará una nueva lectura
}
```

```

void SensorStart() {
  if (pressure.begin())//Secuencia de inicio del sensor
  Serial.println("BMP180 init success");
  else
  {
    Serial.println("BMP180 init fail (disconnected?)\n\n");
    while (1);
  }
  //Se inicia la lectura de presiones
  status = pressure.startPressure(3);
  if (status != 0)
  {
    delay(status);
    //Se lee la presión inicial incidente sobre el sensor en la primera ejecución
    status = pressure.getPressure(PresionBase);
  }}}
void ReadSensor() { //En este método se hacen las lectura de presión y se calcula la altura
  status = pressure.startPressure(3);
  if (status != 0)
  {
    delay(status); //Se lleva a cabo la lectura de presión, </span>
    status = pressure.getPressure(Presion);
    if (status != 0)
    {
      Altura = pressure.altitude(Presion, PresionBase); //Cálculo de la altura en base a la presión leída en el Setup
    }
  }
}

```

Figura 22. inicialización del sensor.

Fuente. El Autor.

La estructura de conexión del sensor se realiza mediante la alimentación al puerto de voltaje VCC input con 5VDC, el cual opera mediante una comunicación digital, el funcionamiento esta basado en dos líneas una llamada SDA (Serial Data), y SCL (Serial Clock) es decir el sensor funciona mediante la transmision de datos a través del puerto serial los cuales van conectados al puerto analógico A4 y el SCL se conecta al puerto analógico A5, Como se observa en la Figura 23.

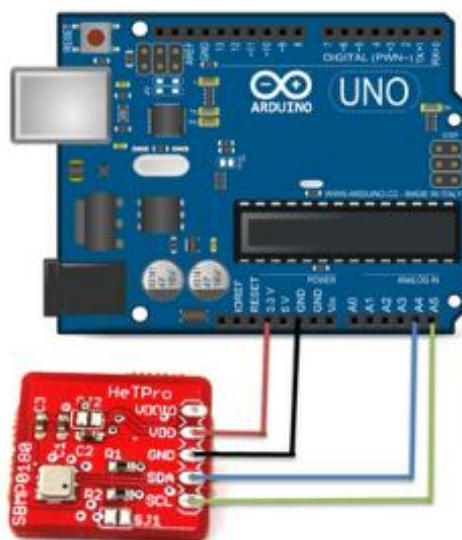


Figura 23. Estructura de conexión del sensor.

Fuente. El Autor.

3.13.2 Sensor de temperatura y humedad DHT11

Se configura con la librería DHT para Arduino la cual se descarga de la siguiente dirección, <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library> con esta librería se activa los sensores y protocolos de comunicación. La activación es simple a continuación se detalla la activación del sensor de la humedad y temperatura en la Figura 24.

```
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 2 // Pin donde está conectado el sensor
#define DHTTYPE DHT11 // Descomentar si se usa el DHT 11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); // inicializacion del sensor
void setup() {
  Serial.begin(9600); // velocidad de muestreo
  Serial.println("Iniciando...");
  dht.begin();
}
void loop() {
  delay(2000); // tiempo de encendido
  float h = dht.readHumidity(); // Leemos la Humedad
  float t = dht.readTemperature(); // Leemos la temperatura en grados Centigrados
  //-----Enviamos las lecturas por el puerto serial-----
  Serial.print("Humedad ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %t");
  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.print(t);
  Serial.print(" *C ");
  tiempoUltimaLectura=millis(); // actualizamos el tiempo de la última lectura
}
digitalWrite(13, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(13, LOW);
delay(100);
}
```

Figura 24. Código de inicialización del sensor.
Fuente. El Autor.

La estructura de conexión de este sensor de humedad y temperatura se ejecuta de la siguiente forma, la señal del sensor se conecta al pin 2 digital del Arduino, la alimentación se la realiza a 5Vdc y se coloca una resistencia en paralelo a la señal de salida, el pin tres del sensor queda libre y al cuarto se le coloca GND como se detalla en la Figura 25.

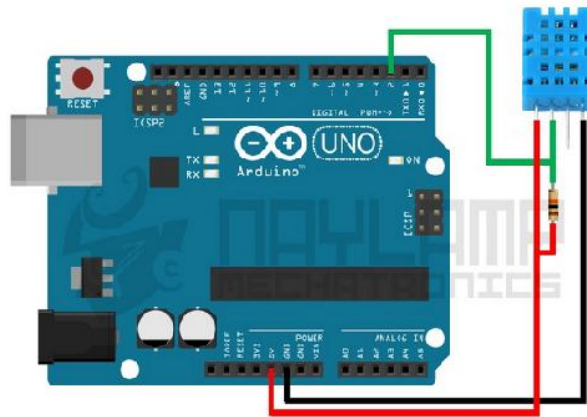


Figura 25. Estructura de conexión del sensor de temperatura y humedad.
Fuente. El Autor.

3.14. Sensor de dióxido de carbono

Son sensores analógicos fáciles de usar con cualquier microcontrolador, se caracterizan por ser electroquímicos variando su resistencia, cuando se expone a determinado gas, internamente posee un calentador encargado de aumentar la temperatura interna y con esto el sensor pueda reaccionar provocando una variación en su resistencia. Este sensor se lo puede encontrar en dos placas y se lo conecta de la siguiente manera DOUT va conectado al puerto digital 2 del Arduino se lo alimenta a 5VDC. Y GND. Como se observa en la Figura 26.

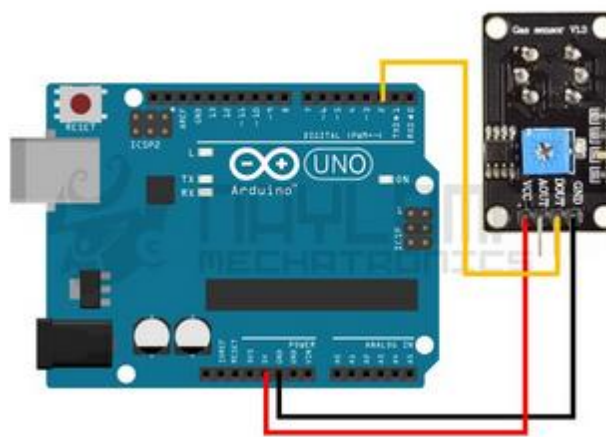


Figura 26. Estructura de conexión del sensor de Co2.
Fuente. El Autor.

La estructura de inicialización del sensor se realiza con el programa que se aprecia a continuación en la Figura 27. En el cual se declara el pin digital al que va a ser conectado, el tiempo de muestreo, luego se activa el estado de lectura del sensor y se procede a imprimir la respuesta cada segundo.

```
int pin_mq = 2;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pin_mq, INPUT);
}
void loop() {
  boolean mq_estado = digitalRead(pin_mq); //Leemos el sensor
  if(mq_estado) //si la salida del sensor es 1
  {
    Serial.println("Sin presencia de CO2");
  }
  else //si la salida del sensor es 0
  {
    Serial.println("CO2 detectado");
  }
  delay(100);
}
```

Figura 27. Código de inicialización del sensor.
Fuente. El Autor.

3.15. Sensor de partículas de suspensión en la atmosfera

Este analiza partículas igual o inferior a $10\mu m$, usualmente estas partículas suelen concentrarse en la atmosfera urbana en un rango de $25 - 40\mu gr/m^3$. el sensor se conecta de la siguiente manera, el pin 1 como el pin 2 se conectan a GND y la fuente de alimentación es de 5VDC. Mediante la placa Arduino al pin 3 se lo conecta a la señal digital, A continuación se muestra la estructura de conexión en la Figura 28.

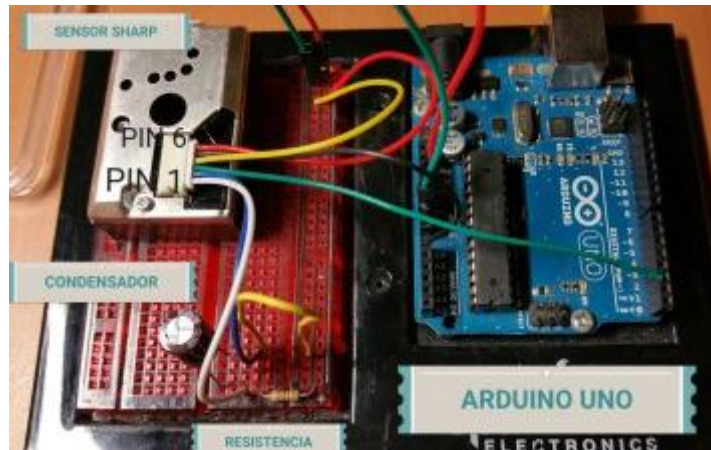


Figura 28. Estructura de conexión del sensor.

La activación del sensor se lo realiza con el siguiente código que se detalla a continuación en la Figura 29, se inicializa haciendo que el led del sensor se encienda y realice la función que se le asigne en la carga de trabajo detallada en el programa asignando tiempos de muestreo.

```

int dustPin=0; //declaracion del PIN
int dustVal=0; // valor
int ledPower=2; // tiempo de encendido
int delayTime=280;
int delayTime2=40;
float offTime=9680; // tiempo de muestreo
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPower, OUTPUT);
}
void loop()
{
  // ledPower is any digital pin on the arduino connected to Pin 3 on the sensor
  digitalWrite(ledPower, LOW); // power on the LED
  delayMicroseconds(delayTime);
  dustVal=analogRead(dustPin); // read the dust value via pin 5 on the sensor
  delayMicroseconds(delayTime2);
  digitalWrite(ledPower, HIGH); // turn the LED off
  delayMicroseconds(offTime);
  delay(3000);
  Serial.println((0.7886*dustVal)-123);
}

```

Figura 29. Código de inicialización del sensor.
Fuente. El Autor.

3.16. Diseño de la placa electrónica

Mediante un software de diseño electrónico Eagle, se realizó el circuito impreso de control que integra todos los sensores y dispositivos que conforman el sistema, de adquisición y transferencia de datos. A continuación, se presenta en la Figura 30 el circuito electrónico en el cual se aprecia la ubicación del microcontrolador los sensores y el módulo de transmisión de datos Xbee.

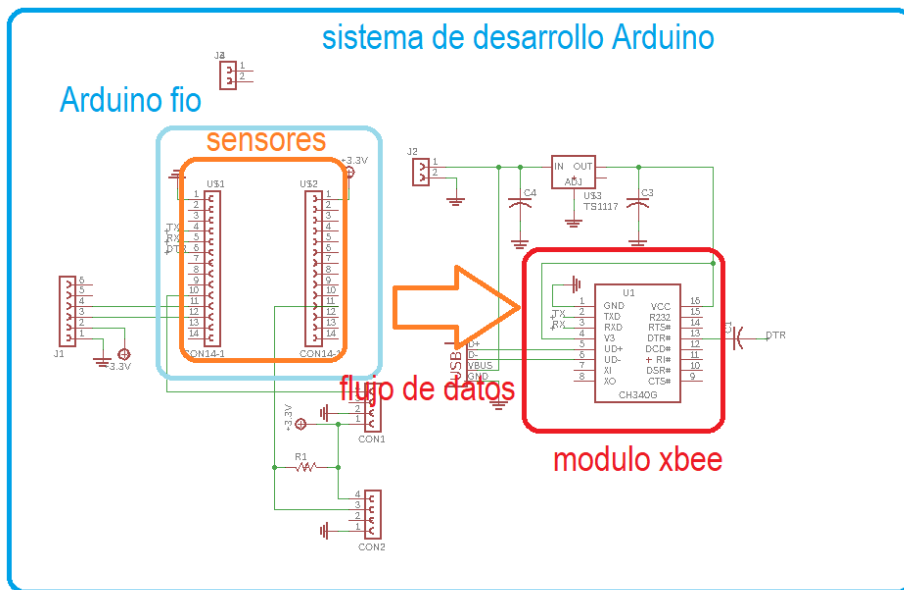


Figura 30. Circuito electrónico.
Fuente. El Autor.

la placa PCB por lo general son diseñadas con el objetivo de unir eléctricamente todo el equipo, permitiendo hacerlo portátil y fácil de implementar en esta se soldaron peinetas hembra y macho con el objetivo de acoplar el microcontrolador y el módulo de transmisión de datos, en la Figura 31 se aprecia el diseño de la placa.

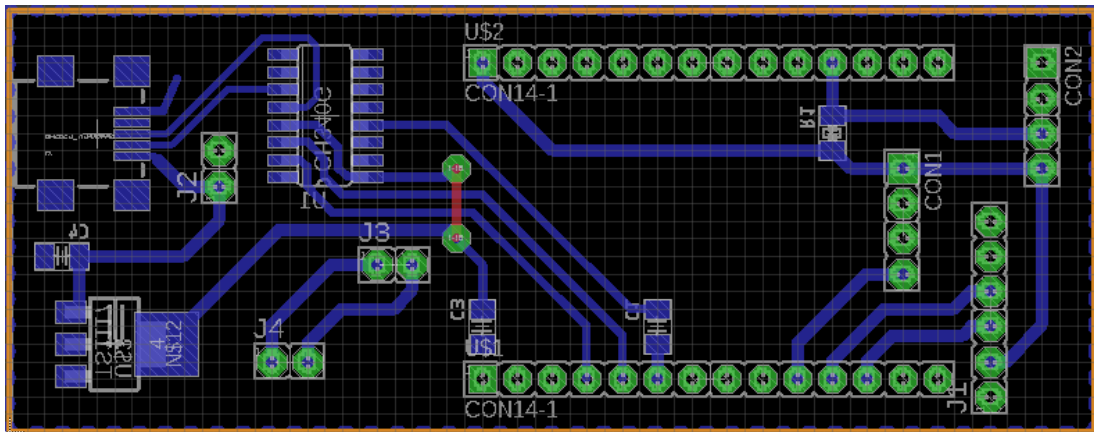


Figura 31. Diseño del circuito en PCB.

Fuente. El Autor.

La etapa de control esta comandada por el Arduino Fio la cual consta de un microcontrolador Atmega328P el mismo integra todos los sensores y un led indicador de inicio, en esta etapa hay que considerar los pines que fueron declarados para la obtención de datos de los diferentes componentes, debido a que algunos son analógicos y otros son digitales, ya definidos estos se procede a implementar el algoritmo de adquisición y transmisión de datos.

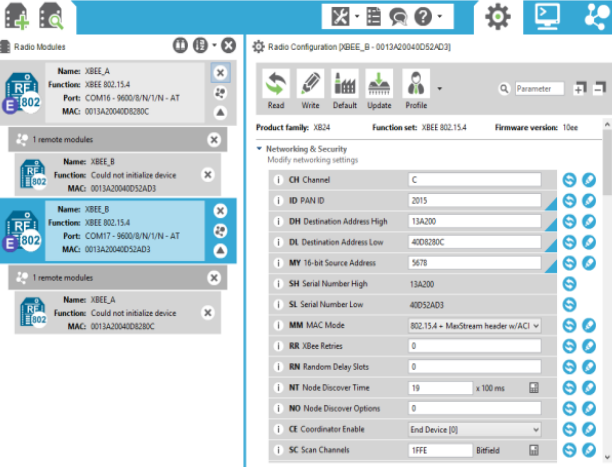
3.17. Configuración de sensores Xbee

Estos sensores vienen configurados de fábrica con un PAN ID (el identificador de la red personal) y asignados con una tasa de transferencia de datos de 9600 *baudios* con datos de 8 bits y 1 bit de paro.

Cada módulo consta con un par de jumpers para definir, si la comunicación se realiza hacia el puerto USB o hacia el módulo Xbee, como prueba inicial se lo configura para interactuar hacia el puerto USB o hacia el módulo Xbee, esto requiere ubicar los jumpers, las pruebas se las realiza con el Serial Monitor que viene en el entorno de programación de software. La comunicación remota se establece al colocar el módulo Xbee con dirección hacia el modulo receptor con un bit de paridad, para ingresar a la base de datos este activa un reconocimiento de paridad, si la trama de información transmitida hacia el microcontrolador está dentro del rango asignado lo deja ingresar y permite la visualización de datos en el ordenador en tiempo real.

3.18. Sistemas de comunicación

Ya adquirido los datos se procede a la comunicación, para lo cual se procede a configurar los shield Xbee, estos permiten enviar información a larga distancia. Estos trabajan a una frecuencia específica como se explicó en el apartado anterior, cada elemento tiene su dirección única y para realizar la comunicación se configura mediante software siguiendo los siguientes pasos como se detalla en la Figura 32 .



The screenshot shows the Xbee configuration software interface. On the left, there is a list of radio modules with their names, functions, ports, and MAC addresses. The main window displays the configuration for a specific module, including networking and security settings. The settings are organized into sections: CH Channel, ID PAN ID, DH Destination Address High, DL Destination Address Low, MY 16-bit Source Address, SH Serial Number High, SL Serial Number Low, MM MAC Mode, KR Xbee Retries, RN Random Delay Slots, NT Node Discover Time, ND Node Discover Options, CE Coordinator Enable, and SC Scan Channels. Each setting has a corresponding input field and a set of control buttons (read, write, default, update, profile).

- Asignar el puerto de comunicación el cual se genera al conectar el Xbee al ordenador.
- Verificar la dirección o serial number de cada Xbee transmisor, receptor.
- Enlazar los Xbee mediante la configuración asignando una dirección.
- Configurar la dirección de destino de los Xbee en dos partes, con Address High, Low.
- configura la velocidad de comunicación definiendo los baudios en este caso 57.600 baudios.

Figura 32. Proceso para la activación de los módulos Xbee.
Fuente. El Autor.

3.19. Algoritmo de adquisición de datos

La Figura 33 muestra el diagrama de flujo que explica las librerías usadas y los interfaces para activar los diferentes sensores.

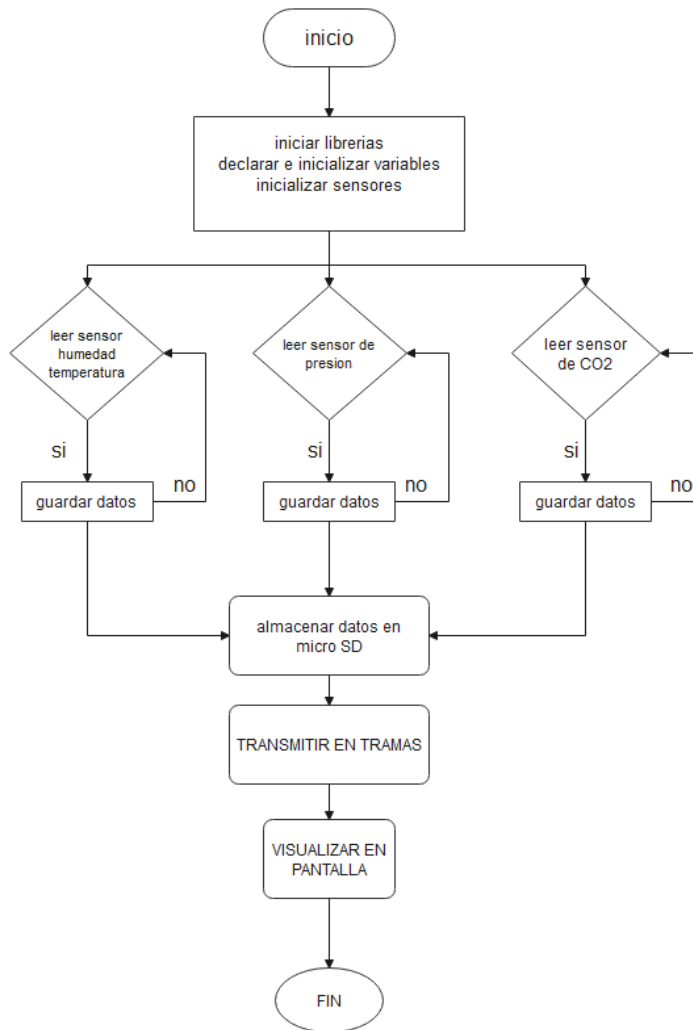


Figura 33. Algoritmo de control del proyecto.
Fuente. El Autor

El programa se inicia declarando las variables, pines y librerías a usar, estas se definen en base, al puerto que requieran ya sea digital o analógico, en el software se asigna una variable que realiza la activación de prueba a cada sensor instalado como se observa en la Figura 34 los códigos detallados sirven para hacer pin a cada sensor utilizado, es decir se procede a preguntar el estado en el que está el sensor.

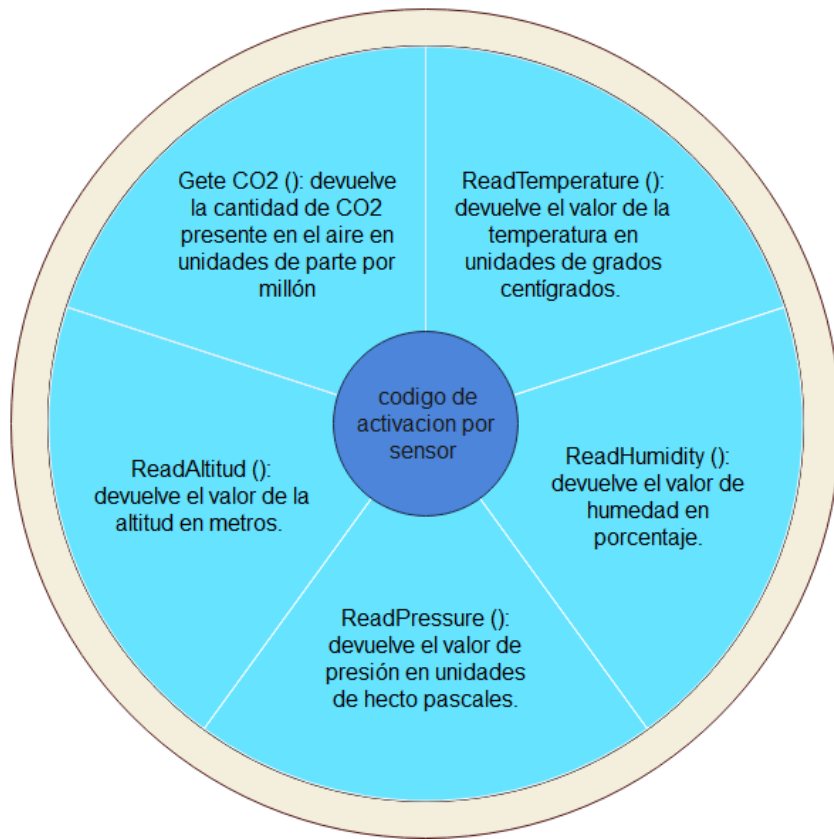


Figura 34. Código de activación por sensor.
Fuente. El Autor.

3.20. La trama de información.

Una trama de datos es una serie sucesiva de bits, cíclica que transportan información desde la placa de censado hacia el ordenador, donde se registra la base de datos y se visualizan en tiempo real, normalmente esta trama constara de cabecera, datos y cola. En la cola suele estar el chequeo de errores, en la cabecera habrá campos de control de protocolo y la parte de datos es el que transmite en nivel de comunicación como se aprecia en la Figura 35.

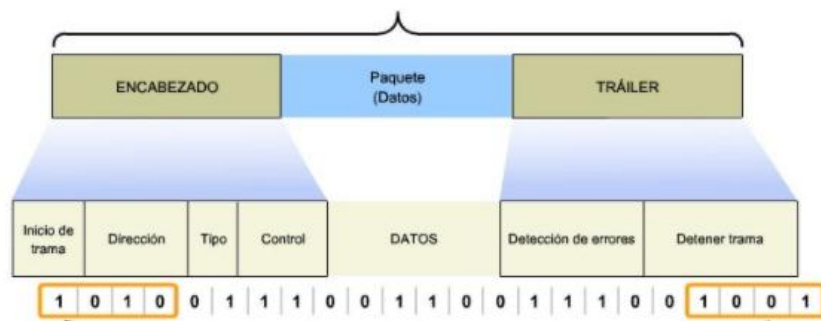


Figura 35. Tramas de información.
Fuente.(Martínez, 2003)

3.21. Base de datos

Se desarrolla en Visual Studio Code, para la obtención de estos se utiliza la función serial realizando la comunicación entre los softwares Arduino y Visual Studio, para el almacenamiento de datos obtenidos es necesario realizar un enlace con Excel mediante el software de Visual Studio, en el cual se le asigna una columna para asignar el ID, Fecha, Humedad Temperatura, Altitud, Ozono, CO2, Impurezas del aire, estos son de tipo (float) ya que presentan decimales, y otros son de tipo (int) lo que representa valores enteros, la fecha está declarada con varchar. A continuación se muestra la tabla de datos en la Figura 36.

Id	Fecha	Humedad	Temperatura	presion atm	Ozono	CO2	Impurezas
1	12/02/2021 09:02	78	20.09	752.78	1.05	277	5.75
2	12/02/2021 09:03	78	20.09	752.78	1.05	277	5.75
3	12/02/2021 15:20	22	28.31	756.92	0.14	270	13.82
4	12/02/2021 15:21	18	28.19	756.88	0.05	214	5.1
5	12/02/2021 15:22	16	28.96	756.85	0.04	169	5.31
6	12/02/2021 15:23	16	28.96	756.78	0.04	138	4.62
7	12/02/2021 15:24	15	29.79	756.82	0.04	113	5.32
8	12/02/2021 15:25	15	29.79	756.73	0.04	96	4.19
9	12/02/2021 15:26	13	32.45	756.68	0.32	82	5.04
10	12/02/2021 15:27	13	33.41	756.8	0.04	69	27.33
11	12/02/2021 15:28	17	26.68	751.28	0.04	9	7.99
12	12/02/2021 15:29	18	25.13	745.82	1.19	1	7.08
13	12/02/2021 15:30	17	26.68	745.75	1.74	6	9.41
14	12/02/2021 15:31	17	26.68	745.8	2.29	1	11.28
15	12/02/2021 15:32	21	20.8	745.72	0.82	16	6.15
16	12/02/2021 15:33	23	19.76	746.55	1.49	18	10.4
17	12/02/2021 15:34	23	19.76	748.6	1.38	9	19.75
18	12/02/2021 15:35	23	19.76	750.19	0.72	16	17.01
19	12/02/2021 15:36	23	19.76	750.19	0.72	16	17.01
20	12/02/2021 15:37	23	19.76	750.19	0.72	16	17.01
21	12/02/2021 15:38	23	20.86	746.11	0.04	10	7.14
22	12/02/2021 15:39	22	21.93	752.67	0.39	39	5.76

Figura 36. Base de datos en Excel.

Fuente. El Autor

A continuación, se observa un análisis grafico de los datos recolectados por los sensores como se observa en la Figura 37

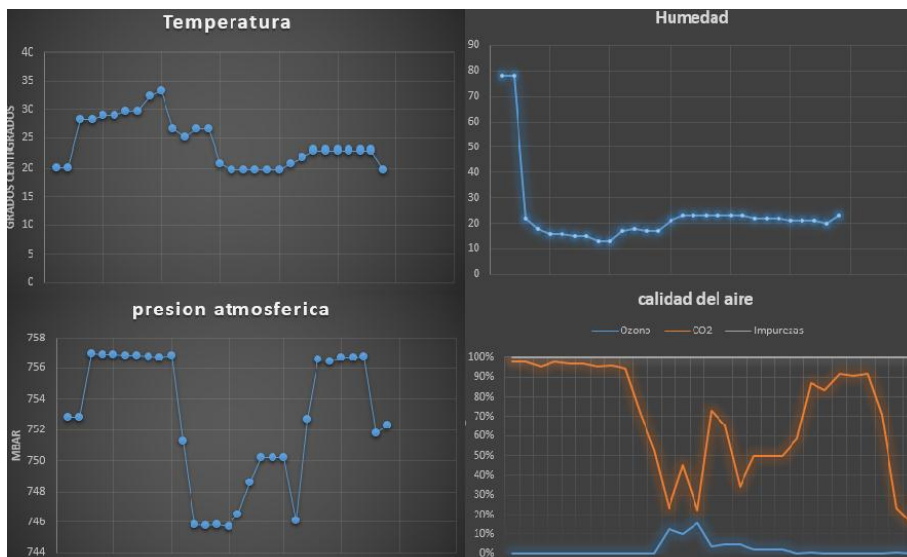


Figura 37. Análisis de datos recolectados en tiempo real.

Fuente. El Autor.

3.22. Diseño de la caja de protección

Para la implementación de la estación meteorológica móvil se realizó una caja de soporte la cual tiene como objetivo, proteger los diferentes componentes electrónicos que forman parte de este proyecto, se diseña en el software Sketch Up analizando las características de cada sensor ya que estos necesitan mostrar una parte específica para la detección del ambiente. La Figura 38. muestra la estructura donde van colocados los sensores

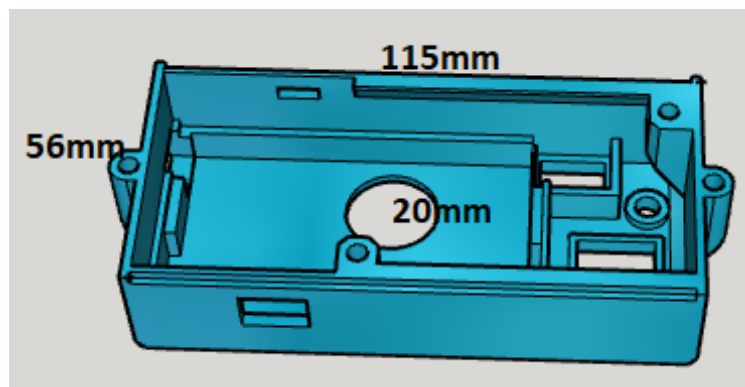


Figura 38. Estructura inferior de la caja.

Fuente. El Autor.

La parte superior de la caja cubre y protege el resto de equipos a utilizar, el sistema de alimentación y comunicación inalámbrica

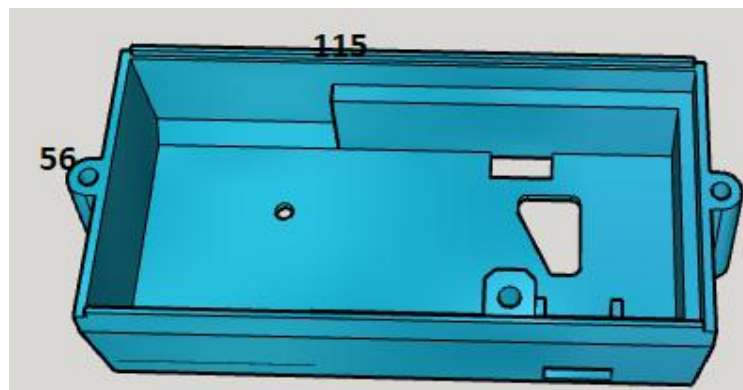


Figura 39. Estructura superior de la caja

Fuente. El Autor.

3.23. Pruebas de campo

Para las pruebas de campo de la estación meteorológica móvil se desarrolló en la ciudad de Azogues, para lo cual se utiliza un dron de hélice rotativa con el cual se realiza la tarea encomendada para la implementación de la tarjeta en este dron se independizo la alimentación de voltaje de los dos equipos, se alimenta independientemente la tarjeta electrónica para lo cual se utiliza una batería de polímero de litio, de 12V a 3A. la prueba se realiza el día 12 de febrero del 2021 obteniendo los siguientes resultados como se observa en la Figura 40. En donde se aprecia gráficos de la humedad, temperatura, presión atmosférica, y la calidad del aire en el cual se analiza ozono, dióxido de carbono e impurezas en el aire.

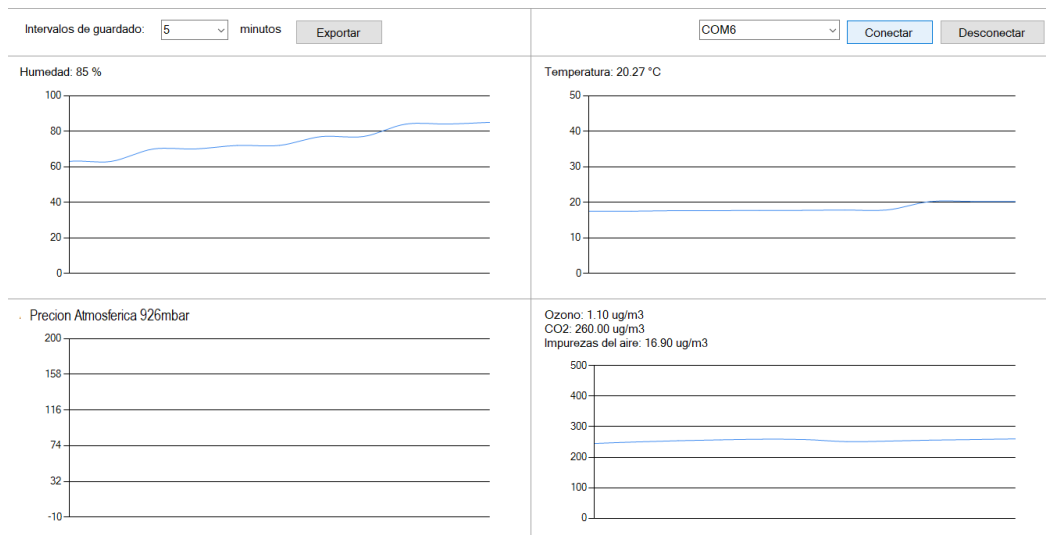


Figura 40. Tablas de datos en tiempo real.

Fuente. El Autor.

3.24. Análisis de coste de la estación meteorológica

El análisis de coste de una estación meteorológica, analiza la factibilidad en ejecución del proyecto, lo que permite visualizar de manera temprana si es viable, en qué condiciones se debe desarrollar para que este alcance el éxito, el factor con mayor incidencia en la factibilidad del proyecto, la precisión en la adquisición de los diferentes equipos a usarse se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis coste de los componentes de la estación meteorológica.

Descripción	unidades	Precio unitario	Precio total
Arduino Fio	1	30	30
Sensor de presión GY-BMP280	1	20	20
Sensor de partículas suspendidas en el aire GP2Y1010AUOF	1	20	20
Sensor de temperatura y humedad DHT11	1	20	20
Sensor de dióxido de carbono MQ135	1	20	20
Sensor de ozono MQ-131	1	48	48
Módulo Xbee	1	40	40
Caja de protección	1	60	60
		Subtotal	258
	IVA	12%	30.96
		TOTAL	288.96

Fuente. El Autor.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

El proyecto se desarrolló con seis unidades de análisis de estado ambiental, el proyecto se conforma de dos etapas, la primera es la de análisis y recolección de información y la segunda es la de transmisión de datos hacia una base la cual permita la visualización de estos en tiempo real.

Al estudiar la variable temporal de las diferentes inclemencias climáticas se determina el estado de este en un determinado lapso de tiempo el cual indica las características que posee determinado sector.

Las pruebas de funcionamiento realizadas a la estación se comprobó la capacidad de los diferentes equipos que conforman los parámetros analizados los cuales son: humedad, temperatura, presión atmosférica, ozono, dióxido de carbono e impurezas en el aire. Se hizo constancia del análisis y transporte de datos en tiempo real.

Las medidas del clima es la función principal del sistema considerando que existe un tiempo de muestreo para realizar estas medidas, estas se la realizan y transmiten en tiempo real, aunque para el almacenamiento de datos en la base se considera el tiempo de 1 segundo, dando como resultado una base de datos sólidos para la toma de decisiones.

La frecuencia de muestreo indica el número de pautas que se tomara en un intervalo de tiempo, en este proyecto se ha tomado como base 1 segundo en el análisis para el almacenamiento en la base se ha fijado el tiempo máximo de 5 minutos para posteriormente presentar una base sólida.

Las bondades que presta el Arduino Fio son limitadas en cuanto a memoria RAM, ya que el almacenamiento de datos en este equipo es temporal lo que ha obligado la transmisión de datos hacia el ordenador.

4.2.Recomendaciones

Tras las pruebas de funcionalidad se ha llegado a determinar que una de las principales recomendaciones es utilizar la tecnología de redes inalámbricas y Shields de internet, de esta manera se abarcaría una mayor distancia de transmisión de datos haciendo posible determinar los estudios meteorológicos a diferente altura.

Escoger sensores robustos para el análisis de datos en lo que hace referencia a la temperatura, humedad, calidad del aire ya que estos son los que más se exponen en este proyecto. .

Revisar la ubicación del equipo móvil en el dron el cual debe estar sujeto para evaluar el análisis del medio ambiente y verificar el enlace de transmisión de datos.

No sumar o agregar más componentes ya que el peso excesivo no permite que el dron se eleve.

No hacer pruebas con el dron en lluvia.

Para establecer la comunicación Xbee debe poseer línea de vista con el receptor.

Bibliografía

- Access, A., & Shield, C. (2012). *Manual de Usuario*.
- Arduino. (2018). Thingspeak | Aprendiendo Arduino. Retrieved May 2, 2020, from <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/23/thingspeak/>
- Astron, C., Hurtado, S. I., Co-director, E. A. S., & Godoy, A. (2017). Tesis de Licenciatura en Meteorología y Ciencias de la Atmósfera “ Estudio de las variaciones en baja frecuencia de la precipitación en la Provincia del Chaco .”
- Calidad del aire en Azogues, Ecuador. (n.d.). Retrieved January 31, 2021, from <https://www.calidadaire.net/azogues.html>
- Dynamo, E. (2019). Baterías LiPo, características y cuidados! - DynamoElectronics. Retrieved February 5, 2021, from <https://www.dynamoelectronics.com/baterias-lipo-caracteristicas-y-cuidados/>
- Encalada, S. I. P. (2018). Diseño, Desarrollo E Implementación De Una Estación Meteorológica Basada En Una Red Jerárquica De Sensores, Software Libre Y Sistemas Embebidos Para La Empresa Elecaustro En La Minicentral Gualaceo Utilizando Comunicación Mqtt Y Modbus. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 0(0)*, 148. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5264/1/UPS-CT002757.pdf>
- Espinoza, E. (2013). Universidad Nacional De Loja Autor. *Universidad Nacional De Loja*, 62. Retrieved from http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf
- Fernando, P., Novoa, Q., Mu, A., Karolina, E., Padilla, Z., Rodr, D. O., ... Rodr, D.

- O. (1993). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title, 00226020(3), 1–8.
- Instalar Visual Studio. (2018). Retrieved July 6, 2018, from <https://visualstudio.microsoft.com/es/vs/getting-started/new-install/>
- Jiménez, R. M. R., Capa, Á. B., & Lozano, A. P. (2004). *Meteorología Y Climatología*. Retrieved from <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- Martínez, F. (2003). Metodología y criterios para el desarrollo de un sistema integrado de información meteorológica y oceanográfica para la navegación, 357. Retrieved from <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6997/TESIS.pdf?sequence=1>
- Microsoft. (2019). Características avanzadas - Visual Studio | Microsoft Docs. Retrieved May 31, 2020, from <https://docs.microsoft.com/es-es/visualstudio/ide/advanced-feature-overview?view=vs-2019>
- Millan, F. M. (2016). Diseño e implementación de un sistema de medida de gases con arduino. Retrieved from <https://zaguan.unizar.es/record/59102/files/TAZ-TFG-2016-2689.pdf>
- Mite Rivera, J. O. (2017). Diseño de un generador de señales para estudiantes en la Facultad de Ingeniería Industrial. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27431>
- Murillo, A. N. (2017). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID Tesis Doctoral*.
- Pedraza, D., & , Garc, B. (2016). Autor : David Pedraza López Titulación : Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

1 ANEXOS

Anexo 1. Pruebas de la estación meteorológica en la universidad.



Anexo 2. Código del programa

```
#include "DHT.h"
#include <Wire.h>
#include <DELduino.h>
#include "DSM501.h"
#include <Adafruit_MPL3115A2.h>
#include "DFRobot_OzoneSensor.h"
#define COLLECT_NUMBER 20 // collect number, the collection range is 1-100
#define Ozone_IICAddress ADDRESS_3
Pin_O Led(12);
int Sen_Hu, Sen_Co;
float Sen_Te, Sen_al, Ref_al, Sen_Po, Sen_Oz;
DFRobot_OzoneSensor Ozone;
```

```

DSM501 dsm501;
DHT dht(10, DHT11);
Adafruit_MPL3115A2 baro = Adafruit_MPL3115A2();
void setup() {
  Led.Out(0);
  Serial.begin(9600);
  //Serial.println("Inicio!");
  dht.begin();
  baro.begin();
  dsm501.begin(2,3, 10); //PinPWM1, PinPWM2, SAMPLE
  Ozone.begin(Ozone_IICAddress);
  delay(250);
  Ozone.SetModes(MEASURE_MODE_PASSIVE);
  Sen_al = 0;
  for(int vec = 0; vec < 10; vec++) {
    Sen_al = baro.getAltitude();
    Led.Tog();
  }
  Ref_al = baro.getAltitude();
}
void loop() {
  Sen_Hu = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  Sen_Te = dht.computeHeatIndex(t, Sen_Hu, false);
  Sen_Co = map(analogRead(A3), 235, 1000, 0, 500);
  //Sen_al = baro.getAltitude() - Ref_al;
  Sen_al = baro.getPressure()/100;
  if (dsm501.update()) {Sen_Po = dsm501.getConcentration();}
  float ozoneConcentration = Ozone.ReadOzoneData(COLLECT_NUMBER);
  Sen_Oz = double(ozoneConcentration / 1000);
  Sen_Oz = ((Sen_Oz * 0.048) / 24.5) * 1000;
  Serial.print(Sen_Hu);
  Serial.print(",");
  Serial.print(Sen_Te);

```

```
Serial.print(",");  
Serial.print(Sen_al);  
Serial.print(",");  
Serial.print(Sen_Oz);  
Serial.print(",");  
Serial.print(Sen_Co);  
Serial.print(",");  
Serial.println(Sen_Po);  
delay(1000);  
}
```

Tesis - Manuel Palaguachi Rev3

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	montevideo.gub.uy Fuente de Internet	2%
2	documentop.com Fuente de Internet	1%
3	es.wikipedia.org Fuente de Internet	1%
4	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	www.econstor.eu Fuente de Internet	1%
6	repositorio.espe.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Jose Maria Vargas University Trabajo del estudiante	<1%
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Tecnológica Israel Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
14	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
15	rambal.com Fuente de Internet	<1 %
16	www.imm.gub.uy Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
18	Submitted to Universidad EAFIT Trabajo del estudiante	<1 %
19	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Politécnica Estatal de Carchi Trabajo del estudiante	<1 %

21 Submitted to Universidad Cesar Vallejo <1 %
Trabajo del estudiante

22 fenomenosdelanaturaleza3.blogspot.com <1 %
Fuente de Internet

23 Submitted to Universidad Carlos III de Madrid <1 %
Trabajo del estudiante

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía Activo

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Manuel Rodolfo Palaguachi Chabla portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0302205349**. Declaro ser el autor de la obra: **“IMPLEMENTACION DE UNA ESTACION METEREOLÓGICA MOVIL PARA LA OBTENCION DE DATOS AMBIENTALES EN LA CIUDAD DE AZOGUES”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, 21 de mayo de 2021

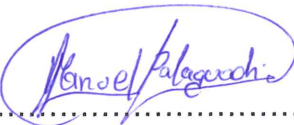
F: 

Manuel Rodolfo Palaguachi Chabla

C.I. 0302205349

MANUEL RODOLFO PALAGUACHI CHABLA portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0302205349**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**IMPLEMENTACION DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA MÓVIL PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS AMBIENTALES EN LA CIUDAD DE AZOGUES**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, **20 de mayo de 2021**

F: 

MANUEL RODOLFO PALAGUACHI CHABLA

0302205349



El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que, **Manuel Rodolfo Palaguachi Chabla** portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **0302205349** de la Carrera de **Ingeniería Electrónica**, Sede Azogues, Modalidad de estudios presencial no adeuda libros, a esta fecha.

Azogues, **21 de mayo de 2021**

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

.....
Sr. Byron Alonso Torres Romo

1.- DATOS GENERALES

Tema del trabajo de titulación:

IMPLEMENTACION DE LA ESTACION METEREologica MOVIL PARA LA OBTENCION DE DATOS AMBIENTALES EN LA CIUDAD DE AZOGUES

Unidad Académica:

INGENIERIA, INDUSTRIAS Y CONSTRUCCION

Carrera:

INGENIERIA ELECTRONICA

Modalidad de estudio:

SISTEMA PRESENCIAL

Matriz, Sede o Extensión:

SEDE AZOGUES

2.- DESCRIPCIÓN

2.1.- DOCUMENTOS HABILITANTES PARA LA APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN EN BIBLIOTECA	SI
Revisión del resumen y palabras clave previa traducción en el Centro de Idiomas	X
Carátulas actualizadas (pasta azul y blanca)	X
Declaración con firma	X
Declaración de Autoría y Responsabilidad con firma	X
Certificación del tutor con firma	X
Autorización de publicación en el repositorio digital	X
Certificado del Sistema de prevención de plagio (Turnitin)	X
Certificado de no adeudar libros a biblioteca	X
Revisión del contenido del CD (Documento Word: Carátula con fondo blanco, resumen y abstract;	X
Documento pdf del trabajo de titulación, (Apellidos y nombres en cada archivo)	X
Solicitud de embargo de obra (cuando aplique)	
Declaración de embargo de obra (cuando aplique)	



Universidad
Católica
de Cuenca

**REVISIÓN DE DOCUMENTOS HABILITANTES
PARA LA APROBACIÓN DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN EN BIBLIOTECA**

CÓDIGO: F – DB – 32
VERSION: 01
FECHA: 2021-04-15
Página 2 de 2

Sr. Byron Alonso Torres Romo
BIBLIOTECARIO
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA

FECHA: 21/05/2021