

DISEÑO Y PROTOTIPADO DE DISPOSITIVO PARA LA DETECCIÓN DE
VARIABLES METEOROLÓGICAS APLICADO A LA TOMA DE DECISIONES EN
APLICACIONES MÓVILES DE DOMICILIOS

DAVID ALEJANDRO MAYAMA QUINTERO

NICOLAS LEON QUINTERO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE TECNOLOGÍAS

INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

PEREIRA

2023

DISEÑO Y PROTOTIPADO DE DISPOSITIVO PARA LA DETECCIÓN DE
VARIABLES METEOROLÓGICAS APLICADO A LA TOMA DE DECISIONES EN
APLICACIONES MÓVILES DE DOMICILIOS

DAVID ALEJANDRO MAYAMA QUINTERO
NICOLAS LEON QUINTERO

Diseño de Prototipo

MSc. JIMMY ALEXANDER CORTES OSORIO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA
PEREIRA
2023

CONTENIDO

	Pág.
CONTENIDO	3
1 INTRODUCCIÓN	5
2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.2 FORMULACIÓN	7
2.3 SISTEMATIZACIÓN	7
3 JUSTIFICACIÓN	7
4 OBJETIVOS	8
4.1 OBJETIVO GENERAL	8
4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	9
5 MARCO DE REFERENCIA	9
5.1 MARCO HISTÓRICO	9
5.2 MARCO CONTEXTUAL	10
5.3 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	11
6 UNIDAD DE ANALISIS	12
7 CRITERIOS DE VALIDEZ	13
7.1 CRITERIOS DE VALIDEZ EXTERNOS	13
7.2 CRITERIOS DE VALIDEZ INTERNOS	14
8 CRITERIOS DE CONFIABILIDAD	15
8.1 ESP32 + SHIELD	15
8.2 SENSOR LLUVIA YL-83	17

8.3	SENSOR DIGITAL DE LUMINOSIDAD GY-2561/TSL2561-LUX	18
8.4	SENSOR HUMEDAD DHT11	19
8.5	SENSOR TEMPERATURA MAX6675 CON TERMOCUPLA	20
8.6	MOTOR DC (ANEMÓMETRO)	21
9	DISEÑO METODOLÓGICO	22
9.1	OBJETIVO 1	22
9.1.1	Actividad 1.1	22
9.1.2	Actividad 1.2	22
9.1.3	Actividad 1.3	22
9.1.4	Actividad 1.4	22
9.2	OBJETIVO 2	23
9.2.1	Actividad 2.1	23
9.2.2	Actividad 2.2	23
9.2.3	Actividad 2.3	23
9.3	OBJETIVO 3	23
9.3.1	Actividad 3.1	23
9.3.2	Actividad 3.2	24
9.3.3	Actividad 3.3	24
10	DISEÑO & SIMULACIÓN	24
10.1	DISEÑO ESTRUCTURAL	24
10.2	DISEÑO DE CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN	27
10.3	PROGRAMA EN IDE ARDUINO	28
10.4	SIMULACIÓN DE CIRCUITO DE INSTRUMENTACIÓN	29
10.5	VINCULACIÓN A BASE DE DATOS	34

10.6	DISEÑO DE DASHBOARD CON INTERFAZ DE USUARIO	35
11	RESULTADOS DEL PROTOTIPO	37
11.1	DISEÑOS 3D DE BASES PARA SENSORES	37
11.1.1	Anemómetro	38
11.1.2	Termocupla	39
11.1.3	TSL2561	40
11.1.4	YL83	40
11.2	CONSTRUCCIÓN DE LA BASE EN TUBERÍA PVC	41
11.3	DASHBOARD	45
11.4	ALGORITMO	47
12	RECURSOS	51
12.1	INSTITUCIONALES	51
13	PRESUPUESTO & CRONOGRAMA	51
14	DISCUSIÓN	54
15	CONCLUSIONES	54
16	BIBLIOGRAFÍA	55
17	ANEXOS	58

LISTAS DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. ESP32 + SHIELD	15
Ilustración 2. YL-83	17
Ilustración 3. TSL2561	18
Ilustración 4. DHT11	19
Ilustración 5. MAX 6675.....	20
Ilustración 6. Motor DC.....	21
Ilustración 7. Plano lamina base	25
Ilustración 8. Plano agarradera sensor.....	25
Ilustración 9. Plano estructura principal.....	26
Ilustración 10. Plano tapón superior.....	26
Ilustración 11. Plano estructura completa.....	27
Ilustración 12. Circuito alimentación 120V a 5V	28
Ilustración 13. Programación IDE Arduino UNO 1.....	28
Ilustración 14. Programación IDE Arduino UNO 2.....	29
Ilustración 15. Programación IDE Arduino UNO 3.....	29
Ilustración 16. Conexión YL-83.....	30
Ilustración 17. Conexión infrarojo	31
Ilustración 18. Representación visualizador terminal.....	31
Ilustración 19. Conexión DHT11	32
Ilustración 20. Representación NodeMCU	32
Ilustración 21. Representación Arduino UNO	33
Ilustración 22. Esquema completo.....	33

Ilustración 23. Resultados de la simulación	34
Ilustración 24. Información recibida en la base de datos	34
Ilustración 25. Gráficos obtenidos de cada variable	35
Ilustración 26. Mockup login interfaz usuario	36
Ilustración 27. Mockup elección de ciudad a estudiar.....	36
Ilustración 28. Mockup gráficos para análisis de datos obtenidos	37
Ilustración 29. Vistas de anemómetro	38
Ilustración 30. Plano rotulado anemómetro	39
Ilustración 31. Base para la termocupla y MAX665	39
Ilustración 32. Base para el TSL2561	40
Ilustración 33. Base para YL83.....	40
Ilustración 34. Etapa inicial construcción de la base.....	42
Ilustración 35. Anemómetro ensamblado	42
Ilustración 36. Cableado	43
Ilustración 37. Base en construcción 2.....	43
Ilustración 38. Instalación de sensores en la base	44
Ilustración 39. Prototipo de base	44
Ilustración 40. Prototipo de base terminada.....	45
Ilustración 41. Login UBIDOTS.....	46
Ilustración 42. Interfaz 1 UBIDOTS.....	46
Ilustración 43. Interfaz 2 UBIDOTS.....	47
Ilustración 44. Recursos financieros	52
Ilustración 45. Cronograma.....	53

1 INTRODUCCIÓN

En un contexto marcado por la creciente importancia de la tecnología en la toma de decisiones cotidianas, la monitorización y comprensión de las variables meteorológicas se posiciona como un aspecto clave para mejorar la calidad de vida y eficiencia en la gestión de actividades diarias. En este sentido, el presente informe aborda el desarrollo del proyecto titulado "Diseño y Prototipado de Dispositivo para la Detección de Variables Meteorológicas Aplicado a la Toma de Decisiones en Aplicaciones Móviles de Domicilios".

El objetivo fundamental de esta iniciativa es proporcionar un dispositivo innovador y de bajo costo capaz de recolectar datos meteorológicos relevantes, como temperatura, humedad y precipitación, para integrarlos en aplicaciones móviles de servicios domiciliarios. La conexión entre las variables climatológicas y las decisiones diarias, especialmente en sectores como la entrega de servicios a domicilio, puede optimizar operaciones logísticas y mejorar la experiencia del usuario.

A lo largo de esta tesis de grado, se detallará el proceso de diseño y prototipado del dispositivo, destacando las decisiones clave tomadas durante el desarrollo, las consideraciones técnicas y las limitaciones encontradas. Asimismo, se examinará la integración de los datos meteorológicos en aplicaciones móviles, explorando el potencial impacto en la eficiencia operativa y la toma de decisiones informadas.

Este proyecto no solo busca ofrecer una solución técnica innovadora, sino también contribuir al avance de la integración de la tecnología meteorológica en la vida cotidiana, estableciendo un puente entre la información climática y su aplicación práctica en el ámbito de los servicios domiciliarios.

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema

Durante décadas, gracias al incesante crecimiento de la tecnología se ha producido una fuerte incidencia en los aparatos productivos. En el último tiempo, dichos avances se han ido potencializando y la sociedad ha cambiado su manera de relacionarse y su forma de

vida, todo esto gracias a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), que han sido el principal motor de estos grandes cambios, donde no solo ha mejorado y facilitado la vida a las personas, también han potencializado países, organizaciones en pro de la creación de una mejor calidad de vida [1].

Hoy en día el mercado de aplicaciones móviles se está expandiendo a ritmos cambiantes y vertiginosos a medida que la sociedad depende cada vez más de los smartphones y la tecnología digital [2]. Así mismo sucede con las aplicaciones móviles de domicilios, ya que estas al igual que las otras aplicaciones han tomado gran protagonismo en las principales ciudades del país, pero con muy poca cobertura para zonas rurales o ciudades pequeñas, esto debido a la poca información que se puede obtener sobre estas zonas, principalmente sobre sus condiciones meteorológicas. Variables como la lluvia, se convierten en factores de gran importancia a la hora de realizar el cobro del domicilio. Lo anterior se evidencia en grandes empresas como Uber, donde el cálculo de la logística es crítico y variable en función de muchos factores, entre ellos el clima:

Every day, vehicle-related businesses across the country face a big question: What is the most efficient, cost-effective way to deliver cars and trucks that have been rented or sold to customers located dozens, if not hundreds or thousands, of miles away? The task is more complicated than it seems. Variables include traffic, distance, weather, resources, and volume of vehicles. (Uber for Business, 2020, DRAIVER uses Uber's API to save 30% on logistics costs | Uber Blog) [3].

Con lo anterior se puede observar la nueva necesidad para las aplicaciones móviles de domicilio de conocer la situación actual del clima en las ciudades, ya que muestra la poca existencia de estaciones meteorológicas en varias zonas del país, más específicamente en zonas rurales, dando como principio fundamental lo mencionado por los expertos de Veritrán, una compañía global que acelera y simplifica el desarrollo de soluciones digitales a través de su Enterprise Low-Code Platform “El éxito de empresas como Amazon, Uber y Rappi tiene un punto significativo en común: proporcionan una experiencia que simplifica la vida diaria de las personas. En este sentido, la centralidad en el cliente es quizás el pilar más importante en el diseño de una experiencia de usuario digna de recordación y fidelidad” [4].

2.2 Formulación

¿Es posible implementar un dispositivo para monitorear de manera continua las precipitaciones en tiempo real, comunicado por medio del internet de las cosas y con ello poder implementar un sistema de control de predicción de variables climatológicas para la toma de decisiones?

2.3 Sistematización

- ¿Qué variables climáticas son fundamentales para poder diseñar y construir un sistema que determine el comportamiento meteorológico según las variables censadas?
- ¿Qué parámetros se deben tener en cuenta para crear un dashboard interprete de información enviada por el dispositivo?
- ¿Cómo se pueden realizar pruebas para determinar el correcto funcionamiento y comunicación del dispositivo?

3 JUSTIFICACIÓN

Las características de la precipitación en Colombia han sido tratadas en diversos estudios por Bernal et al. [2], Eslava [5], Eslava et al. [6], Montealegre [15], Oster [16] y Trojer [17]. Estos autores manifiestan que al ingresar sobre el territorio colombiano las corrientes de aire húmedo procedentes de los océanos Atlántico, Pacífico y de la región Amazónica, generan la mayor parte de la lluvia que cae sobre el país [5]. Por lo anterior, se decide adoptar este proyecto ya que a pesar de que existe información respecto a las precipitaciones en Colombia, no se encuentra información precisa y detallada respecto a las precipitaciones en las zonas rurales y como esta se comporta a lo largo de la jornada. Ya que como bien lo menciona Álvaro Jaramillo y Fernando Chávez los regímenes de precipitación en la región están determinados, a un nivel macro climático, por la zona de confluencia intertropical (ZCIT), que es una franja donde se encuentran las corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de los cinturones de alta presión situados en la zona subtropical de los hemisferios norte y sur, y dan origen a grandes masas de nubes y abundantes precipitaciones [5].

También se pretende brindar apoyo y un enfoque más dinámico a las aplicaciones móviles, especialmente a las de domicilios, ya que como lo menciona María Fernanda Quiñones, presidenta de la Cámara Colombiana de Comercio Electrónico (CCCE), “durante el último año los colombianos encontraron en el e-commerce una herramienta útil y confiable para mantenerse abastecidos. Los comercios, sin importar su tamaño o ubicación geográfica, pudieron estar activos económicamente y llegar a nuevos clientes. Ante los nuevos retos, el comercio electrónico será fundamental para reactivar las actividades y permitir a los negocios llegar a nuevos mercados y escalar según lo indique su mismo desarrollo” [4]. Brindando de tal forma un efecto positivo de acuerdo al entorno en el que este proyecto va a estar enfocado ayudando a la solución de distintos problemas que hoy día vemos son difíciles de acaparar y brindar apoyo especialmente a el de los cambios climáticos, que resulta como un gran inconveniente al momento de despachar los domicilios por parte de los colaboradores de las distintas empresas de aplicaciones móviles que buscan optar por un mejoramiento del servicio y un mayor reconocimiento hacia ellos.

Así mismo, con este proyecto se busca profundizar en las diferentes dinámicas que lleven a poder mejorar estilos de vida que involucren a un trabajo más eficiente y consciente de acuerdo a los diferentes tipos de precipitaciones que se pueden prever con este distintivo y buen proyecto, teniendo en cuenta lo mencionado por María Fernanda Quiñones, presidenta de la Cámara Colombiana de Comercio Electrónico (CCCE) “Las plataformas digitales deben ofrecer herramientas que permitan a los usuarios tener experiencias de compra agradables y seguras. La confianza resulta fundamental para que más personas se atrevan a ingresar al mundo del comercio electrónico y decidan hacer compras a través de canales digitales” [4].

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Desarrollar e implementar un dispositivo de bajo costo con capacidades de instrumentación avanzada para la medición precisa de variables climatológicas clave, tales como precipitación, temperatura y humedad. Este dispositivo enviará los datos recolectados a un software especializado capaz de analizar y procesar estas variables, permitiendo la determinación de patrones y comportamientos climáticos. Estos resultados contribuirán a un sistema de control eficiente, mejorando la comprensión y gestión de las condiciones climáticas.

4.2 Objetivo Específico

- Diseñar y construir un dispositivo que permita determinar la presencia de lluvia en lugar específico, el cual tenga la capacidad de enviar dicha información a internet.
- Diseñar e implementar un dashboard para registro y monitoreo de lluvia en diferentes zonas de la ciudad.
- Calibrar y realizar pruebas de funcionamiento del dispositivo y dashboard.

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 Marco Histórico

Los instrumentos de medición de variables ambientales en Colombia surgieron por la necesidad y el afán de obtener información clara y precisa acerca de con que se pueda encontrar ya sea al salir de casa, en el trabajo de campo, o simplemente al momento de movilizarse [1]. Esta problemática se vio reflejada desde principios de los años 70, en donde gracias a José Celestino Mutis se pudieron observar las primeras referencias sobre variables meteorológicas que ayudarían posteriormente a contribuir a generar los primeros recursos de medición meteorológicos, haciendo que Colombia se convirtiera para 1772, en el Virreinato de Santafé, uno de los exponentes más importantes en América del Sur sobre estudios meteorológicos [2].

A partir de este momento Colombia ha ganado mayor importancia en el ámbito meteorológico con diferentes sucesos que lo han llevado a un desarrollo constante, tales como, las observaciones meteorológicas sistemáticas realizadas por Francisco José de Caldas, entre los años 1806 a 1810; Observaciones termométricas, barométricas y pluviométricas realizadas por Padre André Cornette entre los años 1848 a 1850; Instalación de la estación meteorológica del ingenio azucarero la manuelita en Palmira (Valle), desde 1901 [2]; entre muchas otras que han sido de gran importancia para el avance de la meteorología en nuestro país.

Así mismo y posterior a todos estos avances, Colombia se vio involucrada en una nueva fase de la meteorología que implicaría la planificación técnica y el establecimiento de una red meteorológica nacional, convirtiéndose en una de las tareas más importantes del servicio Colombiano de meteorología e hidrología (SCMH) [2], haciendo que cada estación meteorológica instalada hasta 1970 se uniera a este proyecto que hoy en día es promovido por el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT).

Por lo anteriormente mencionado, es de esta manera que Colombia ha intensificado con el tiempo su búsqueda por ser uno de los países con el cual se cuente con buenas estaciones meteorológicas para dar cuenta de datos certeros que lleven a las personas a obtener mejores datos en cuanto al clima se refiere, y así, poder realizar sus trabajos diarios con más seguridad de si en verdad va a haber o no precipitaciones, ya que hoy en día no se requiere de una vasta cantidad de instrumentos de medición meteorológicas para dar por sentado que los datos son 100% confiables, solo es necesario priorizar la manera en que se desarrollarán estas estaciones.

Finalmente, es necesario dejar en claro que hoy día, ya no es necesario utilizar sensores mecánicos para poder medir las precipitaciones, últimamente se han venido utilizando sensores digitales, tales como, LM393 [3], XKC-Y25-V [4], Fc-37 [5] que han contribuido a que los datos proporcionados por estos sean de mayor veracidad dentro de los dispositivos de medición de variables ambientales, haciéndolas aún más importantes en los servicios de campo dentro de nuestro país y el resto del mundo, tales como, el campesinado, los servicios de domicilios (trabajo que ha ganado mucha popularidad en los últimos años), los servicios de mensajerías, entre otros.

5.2 Marco Contextual

- Pereira, Risaralda, Universidad Tecnológica de Pereira, programa de ingeniería mecatrónica.
- Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Vivero Natural Garden.

5.3 Marco Teórico-Conceptual

Para el diseño y posterior fabricación del dispositivo es necesario entender la diferencia existente entre una señal análoga que es una variable eléctrica que evoluciona en el tiempo en forma análoga a alguna variable física. Estas variables pueden presentarse en la forma de una corriente, una tensión o una carga eléctrica. Varían en forma continua entre un límite inferior y un límite superior [31], y una Señal digital que es una variable eléctrica con dos niveles bien diferenciados que se alternan en el tiempo transmitiendo información según un código previamente acordado [31].

Por otra parte, también se debe considerar que hoy en día en el mundo de la Internet existen muchas tecnologías que se pueden emplear para programar los clientes web, pero sólo dos son las más extendidas y se pueden considerar el estándar de facto: HyperText Markup Language (HTML) y JavaScript. Por ende, existen dos reglas básicas que hay que tener en cuenta para desarrollar un sitio web correcto que son la simplicidad en el diseño visual y la eficacia de las herramientas de navegación y de búsqueda que incorpore [33] haciendo de tal forma que la programación sea aplicada a las aplicaciones web.

De acuerdo a la variable que se requiera medir existen distintos tipos de sensores necesarios para lograr una correcta medición en las variables meteorológicas, tales como la lluvia, la temperatura y la humedad, es por esto que sensores como el de la lluvia registran electrónicamente la precipitación y transmite el valor al sistema [34]. También, encontramos que los sensores más comunes empleados para medir temperatura con instrumentación electrónica se tienen: RTDs, termistores, sensores de circuito integrado (IC) y termocuplas. siendo uno de los principales el detector de resistencia metálica RTD, ya que es uno de los sensores más precisos de temperatura. Se caracteriza por su excelente estabilidad, usualmente es utilizado para medir temperaturas de 0 °C a 450 °C. [35], por último, para factores como la humedad existen sensores como los mecánicos que ayuda a aprovechar los cambios en las dimensiones que sufren ciertos tipos de materiales en presencia de la humedad. también, encontramos los Bulbos húmedo y seco, que se basa fundamentalmente en la medición de temperatura, para a partir de ella deducir la cantidad de agua evaporada presente en una mezcla gaseosa. y por último están los Sensores por condensación que nos permite calcular Hr es la temperatura de punto de rocío [36].

- La elaboración del dispositivo se va a dividir en 3 partes:
 - **Mecánica:** Diseño de caja para intemperie y chasis para sostenerla.
 - **Electrónica:** Sensores, microcontroladores, filtros y conversores.

- **Control:** Programación de algoritmos matemáticos para la prevención de los eventos, así como también de la página web para la visualización de los datos y establecimiento de los protocolos de transferencia de datos.

6 UNIDAD DE ANALISIS

Es de mencionar que el dispositivo de medición de variables ambientales se contará con la posibilidad de medir temperatura, la cual es una propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico, haciendo posible la medición de datos de temperatura a determinadas horas fijas, valores de temperaturas máximas y mínimas o se toman registros continuos en el tiempo, llamados termo-gramas [22], también brindará la posibilidad de medir la humedad del aire, el cual permitirá describir la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire [23], y por último este dispositivo ayudará a medir las precipitaciones o lluvias midiéndolo como milímetro de precipitación que equivale a una lámina de 1 m² de superficie y 1 mm de espesor. En volumen representa 1 litro de agua por metro cuadrado [24].

La variable principal a medir será la humedad relativa, puesto que es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y la máxima cantidad de vapor de agua que puede contener a una determinada temperatura lo que da lugar a la formación de nubes, niebla o lluvia [37]. Lo que conlleva a una relación con sensores como lo es el de lluvia ya que este entregará una confirmación de si existe o no alguna precipitación en el área, donde también se va a poder determinar cuál es la magnitud de la misma y con el sensor de temperatura que nos dirá cuál es el equilibrio térmico existente en el ambiente a la hora de ser tomadas las mediciones de las variables ambientales.

Existe gran variedad de sensores y son clasificados según su funcionamiento, señales que proporcionan, fabricación, naturaleza de funcionamiento, debido a la gran cantidad de definiciones es necesario conocer las condiciones que se presentan a la hora de la elección de los mismos y así poder definir rápidamente el sensor a utilizar [9].

A la hora de elegir un sensor es necesario tener en cuenta determinados aspectos para obtener el mejor rendimiento [7], tales como, resolución, rapidez de respuesta, campo de acción, fiabilidad, tensión de alimentación, consumo de corriente, etc.

Por otra parte se debe analizar el número de colombianos que no poseen acceso a internet, ya que datos obtenidos de 2019 muestra que actualmente en el país unos 20 millones de colombianos no cuentan con acceso a Internet, lo que dificulta en gran medida que realicen sus procesos productivos especialmente en las zonas rurales de Colombia [25], es por ello que se necesita estudiar en qué zonas no se cuenta una red wifi con un buen ancho de banda que permita a la red meteorológica hacer su correcta función. Para poder determinar un buen ancho de banda es necesario tener en cuenta que este representa la velocidad de un canal de transmisión [26], tal canal sería una red Wifi que son redes que utilizan ondas como las de radio para conectar los dispositivos, sin la necesidad de utilizar cables de ningún tipo [27], en la que es posible basarse para obtener la información necesaria de la torre.

Los factores que influyen en el desarrollo del proyecto son:

- Temperatura.
- Precipitación.
- Viento.
- Humedad.
- Presión atmosférica.
- Nubosidad.
- Latitud.
- Vientos de la zona planetaria.
- Clima en el eje tropical de la tierra.
- Alineación de la torre en la zona.
- Ruidos que interfieran en la transmisión de los datos.

7 CRITERIOS DE VALIDEZ

7.1 Criterios de Validez Externos

El medio si afecta la medición, puesto que el dispositivo deberá estar expuesto a la intemperie para así poder medir las diferentes variables climatológicas necesarias, debido a esto la torre meteorológica se verá expuesta a factores como corrosión debido a la humedad y a la resequedad del material por la posible exposición a altas temperaturas, en

consecuente se contará con un diseño óptimo el cual permita la protección de los sensores ante estas inminentes variables y adicionalmente se construirá de PLA (Poliácido láctico).

Para asegurar un correcto y duradero funcionamiento del instrumento de medición meteorológico se programarán mantenimientos periódicos los cuales contarán con un lapso de tiempo, determinado por los estudios realizados a las propiedades de cada sensor y de la estructura que los contendrá.

También se contará con un sistema de comunicación por red wifi, el cual asegure la comunicación constante en zonas donde se cuente con una señal wifi estable o como medida alternativa se contará con un sistema de comunicación por cable ethernet entre el dispositivo y un módem, el cual se encargará de recibir la señal y entregarla por medio de una red IP y de esta forma lograr obtener las señales obtenidas por los sensores.

La información personal de los usuarios es muy importante, por tanto, no puede ser expuesta al público. El sistema no guardará contraseñas de acceso en texto plano, siempre pasarán por un proceso de cifrado de una sola vía.

El mapa para visualizar la información de los sensores solo expondrá la ubicación del dispositivo y sus métricas.

7.2 Criterios de Validez Internos

Para la creación del instrumento de medición meteorológico se estudiará la exactitud y precisión de los sensores a utilizar, realizando una elección acertada de los sensores que ofrezcan las mejores cualidades a un precio asequible.

El instrumento de medición meteorológico contará con sensores como el DHT11 que ofrecen altas cualidades entre las que se destacan la exactitud y precisión de datos obtenidos [14], además es altamente amigable a placas basadas en la arquitectura de Arduino. Para la adquisición de los datos se hará uso de una placa basada en la arquitectura Arduino llamada ESP32 que tiene la cualidad de conectarse a Internet de manera

inalámbrica [15]. El dispositivo contará con un chasis diseñado con ayuda del software de diseño el cual permite realizar simulaciones sobre la resistencia ofrecida por la estructura.

- **VARIABLES DEPENDIENTES:** Temperatura, precipitación, viento, humedad, presión atmosférica, nubosidad, latitud, alineación de la torre en la zona.
- **VARIABLES INDEPENDIENTES:** Vientos de la zona planetaria, clima en el eje tropical de la tierra, ruidos que interfieran en la transmisión de los datos.

8 CRITERIOS DE CONFIABILIDAD

Características por las que se escogieron los instrumentos y microcontroladores utilizados para la elaboración del proyecto:

8.1 ESP32 + Shield

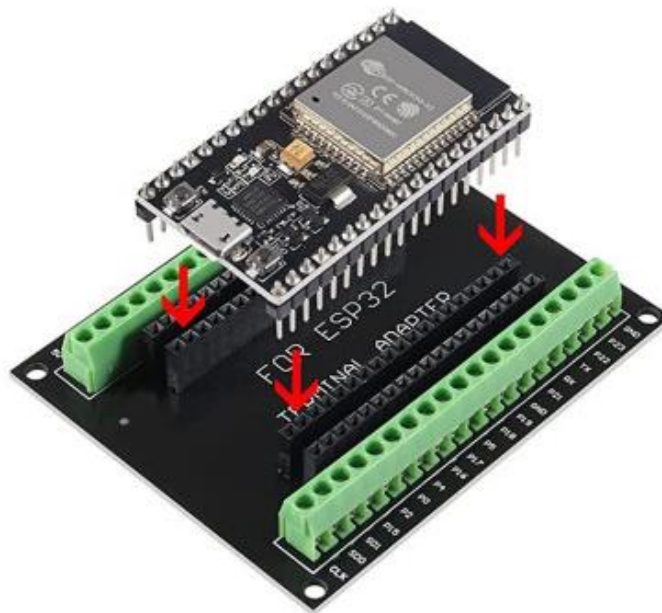


Ilustración 1. ESP32 + SHIELD

- **Voltaje de Alimentación (USB):** 5V DC
- **Voltaje de Entradas/Salidas:** 3.3V DC
- **Conector:** Tipo C
- **SoC:** ESP32
- **CPU principal:** Tensilica Xtensa 32-bit LX6
- **Frecuencia de Reloj:** hasta 240Mhz
- **Desempeño:** Hasta 600 DMIPS
- **Procesador secundario:** Permite hacer operaciones básicas en modo de ultra bajo consumo
- **Wifi:** 802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz hasta 150 Mbit/s)
- **Bluetooth:** v4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE)
- Xtensa® Dual-Core 32-bit LX6 microprocessors, up to 600 DMIPS
- **Memoria:**
 - 448 KByte ROM
 - 520 KByte SRAM
 - 16 KByte SRAM in RTC
 - QSPI Flash/SRAM, 4 MBytes
- **Pines Digitales GPIO:** 24 (Algunos pines solo como entrada)
- **Conversor Analógico Digital:** Dos ADC de 12bits tipo SAR, soporta mediciones en hasta 18 canales, algunos pines soportan un amplificador con ganancia programable
- **UART:** 2
- **Chip USB-Serial:** CH340
- Antena en PCB
- **Seguridad:**
 - Estándares IEEE 802.11 incluyendo WFA, WPA/WPA2 and WAPI
 - 1024-bit OTP, up to 768-bit for customers
 - Aceleración criptográfica por hardware: AES, HASH (SHA-2), RSA, ECC, RNG [38]

8.2 Sensor Lluvia YL-83



Ilustración 2. YL-83

- **Voltaje de Operación:** 3.3V-5V.
- **Tamaño de PCB:** 3.2cm x 1.4cm.
- **Tamaño de celda:** 5cm x 4cm.
- **Chip Comparador:** LM393.
- **VCC:** 3V- 5V. • **GND:** Negativo.
- **DO:** interfaz de salida conmutación TTL.
- **AO:** interfaz de salida analógica. [40]

8.3 Sensor Digital de Luminosidad GY-2561/TSL2561-Lux



Ilustración 3. TSL2561

- Se aproxima respuesta del ojo humano
- Mide precisamente iluminancia en condiciones de iluminación Diversos
- **Rango de temperatura:** -30 hasta 80 * C
- **El rango (Lux):** 0,1 a 40.000 Lux
- **Rango de tensión:** 2.7-3.6V
- **Interfaz:** I2C
- Esta placa / chip utiliza I2C direcciones 0x39 7 bits, 0x29, 0x49, seleccionables mediante puentes [42]

8.4 Sensor Humedad DHT11

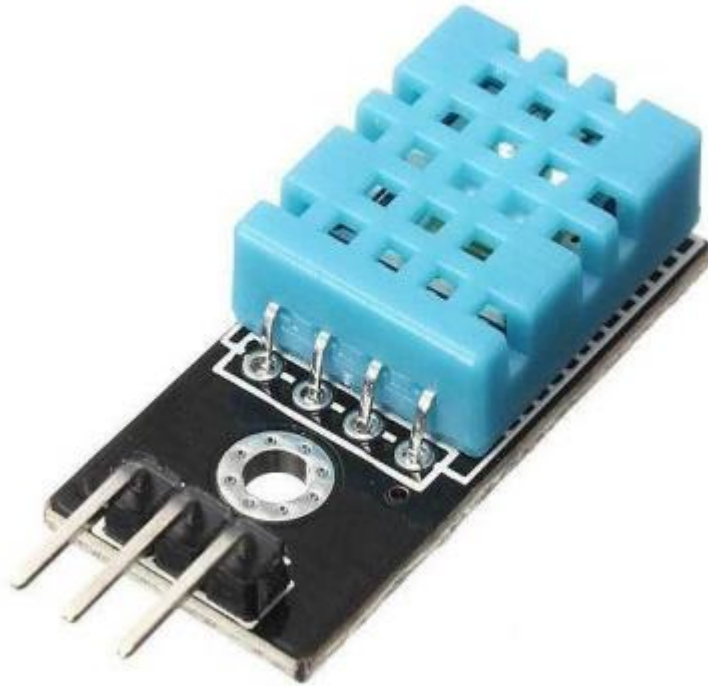


Ilustración 4. DHT11

- **Voltaje de Operación:** 3V - 5V DC.
- **Rango de medición de temperatura:** 0 a 50 °C.
- **Precisión de medición de temperatura:** ± 2.0 °C. • Resolución Temperatura: 0.1°C.
- **Rango de medición de humedad:** 20% a 90% RH.
- **Precisión de medición de humedad:** 5% RH.
- **Resolución Humedad:** 1% RH.
- **Tiempo de censado:** 1 s.
- **Interface digital:** Single-bus (bidireccional).
- **Modelo:** DHT11.
- **Dimensiones:** 16*12*5 mm.
- **Peso:** 1 gr.
- Carcasa de plástico celeste.
- **Alimentación:** +5V (VCC).
- Datos (DATA).
- No Usado (NC).

- Tierra (GND) [41].

8.5 Sensor Temperatura MAX6675 con Termocupla



Ilustración 5. MAX 6675

- Interfaz compatible con SPI solo de lectura.
- Resolución de 12 bits, 0.25 grados centígrados.
- Medición hasta 800 grados centígrados.
- Alimentación de 3.3 a 5 volts.
- Frecuencia de reloj SPI máxima F_{scl} 4.3 Mhz.
- Tiempo de conversión 0.17 s máximo 0.22 segundos.
- Consumo máximo de 1.5 mA. [39]

8.6 Motor DC (Anemómetro)



Ilustración 6. Motor DC

- Mini Motor Dc 3-6 V
- **Operating Voltage Range** = 3 - 6V
- **Nominal Operating voltage** = 5V
- No Load characteristics
 - **No load speed** = 13600 r/min
 - **No load current** = 0.27A
- At maximum efficiency
 - **Speed** = 11360 rpm
 - **current** = 2.92 A
 - **Torque** = 2.92 mN-m
 - **Torque** = 29.8 g.cm
 - **Output** = 3.47 W
- Stall characteristics
 - **Torque** = 17.7 mN-m
 - **Torque** = 180 g-cm

- **Current** = 6.90 A [43]

9 DISEÑO METODOLÓGICO

9.1 Objetivo 1

Diseñar y construir un dispositivo que permita determinar la presencia de lluvia en lugar específico, el cual tenga la capacidad de enviar dicha información a internet.

9.1.1 Actividad 1.1

Realizar investigación de propiedades de los materiales a utilizar en el dispositivo.

9.1.2 Actividad 1.2

Con la ayuda del software CAD inventor realiza el diseño y estudio de resistencia a esfuerzos que ofrece la estructura del dispositivo para su posterior construcción.

9.1.3 Actividad 1.3

Diseñar y simular el circuito electrónico para la alimentación de sensores y comunicación de los mismos con internet.

9.1.4 Actividad 1.4

Construcción de estructura mecánica y circuito electrónico para la alimentación y control de los sensores utilizados.

9.2 Objetivo 2

Diseñar e implementar un dashboard para registro y monitoreo de lluvia en diferentes zonas de la ciudad.

9.2.1 Actividad 2.1

Realizar un sistema de registro de usuario, donde se relacione con el respectivo identificador único del dispositivo.

9.2.2 Actividad 2.2

Desarrollar un servicio web, el cual reciba la información obtenida por los sensores del dispositivo.

9.2.3 Actividad 2.3

Diseñar un panel de control, donde los usuarios puedan visualizar en un mapa, las métricas obtenidas por todos los dispositivos conectados.

9.3 Objetivo 3

Calibrar y realizar pruebas de funcionamiento del dispositivo y dashboard.

9.3.1 Actividad 3.1

Instalar el dispositivo en la zona establecida a monitorear.

9.3.2 Actividad 3.2

Comprobar la correcta comunicación entre el dashboard y las torres meteorológicas.

9.3.3 Actividad 3.3

Realizar una determinada cantidad de pruebas para dar inicio a la interpretación de los datos obtenidos.

10 DISEÑO & SIMULACIÓN

10.1 Diseño Estructural

Se obtiene el diseño de la estructura en la que se encuentran los sensores y circuito electrónico de alimentación y comunicación. Para ello se expone en planos separados cada pieza que hará parte de la estructura de soporte, adicionalmente se realiza el montaje de las partes en un solo conglomerado, lo anterior con la ayuda de la herramienta Autodesk inventor a una escala de 1:100 bajo la norma ISO.

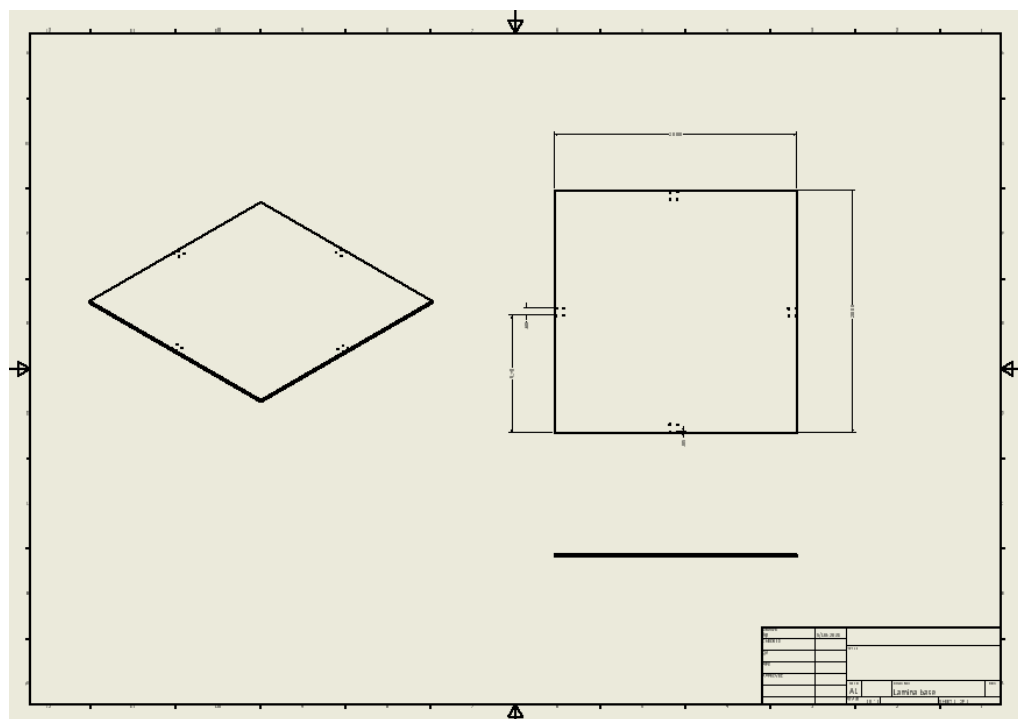


Ilustración 7. Plano lamina base

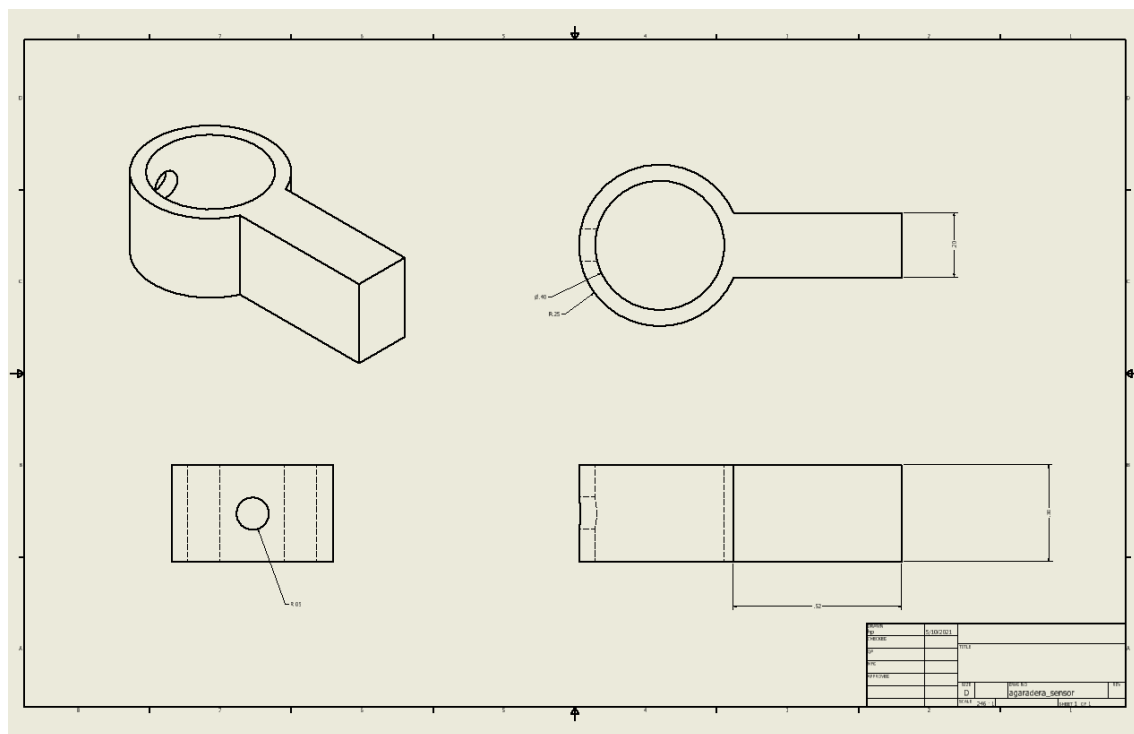


Ilustración 8. Plano agarradera sensor

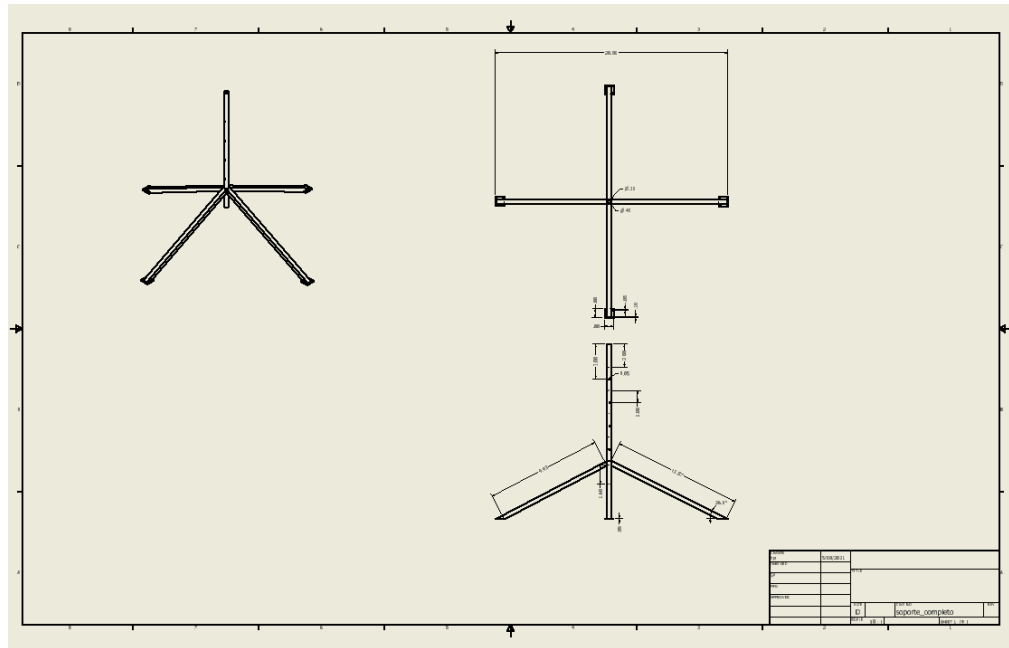


Ilustración 9. Plano estructura principal

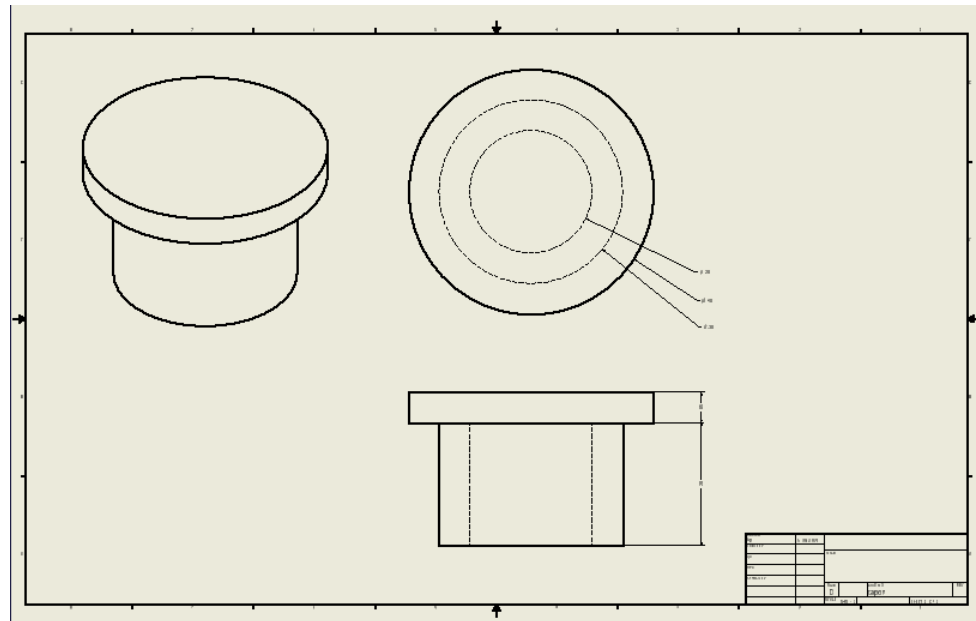


Ilustración 10. Plano tapón superior

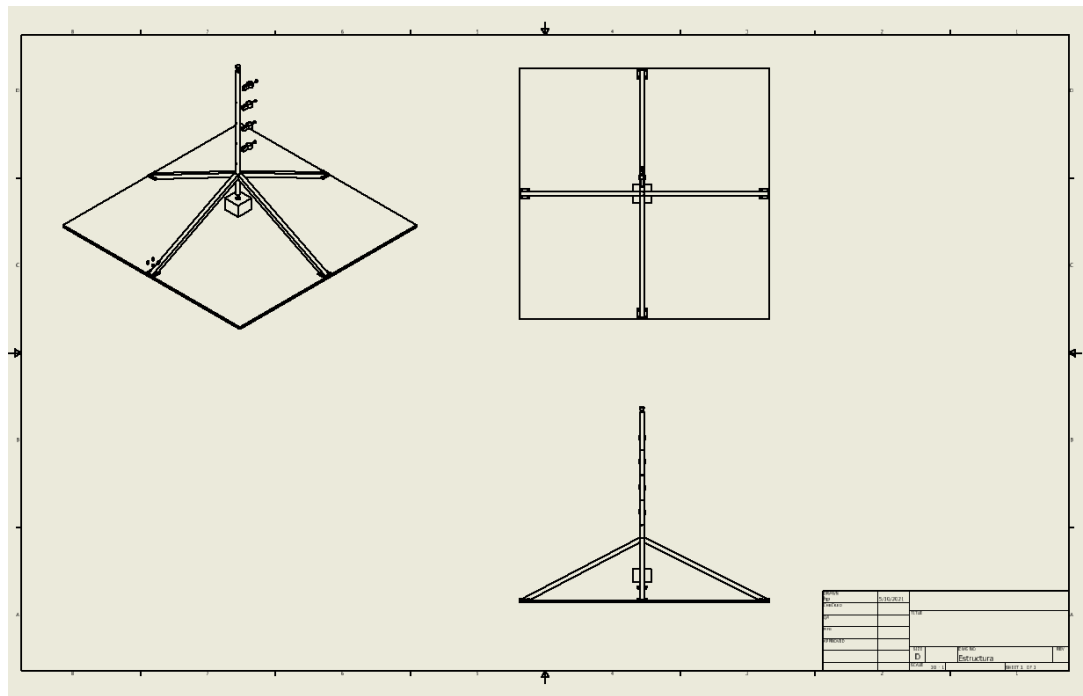


Ilustración 11. Plano estructura completa

10.2 Diseño de Circuito de Alimentación

En el software Proteus se plantea un circuito donde se realiza la recepción de un voltaje de alimentación de 120v AC, luego de ser procesado se obtiene un voltaje de 5v DC necesarios para alimentar los componentes del dispositivo tales como, la placa Arduino y los diferentes sensores.

Se diseña este tipo de alimentación buscando una alimentación estable y continua para la torre meteorológica, teniendo como respaldo un banco de baterías que ofrezca un tiempo de autonomía considerable para cuando la fuente de voltaje alterna falle o se realice una suspensión del fluido eléctrico en la zona donde se halla instalado el dispositivo.

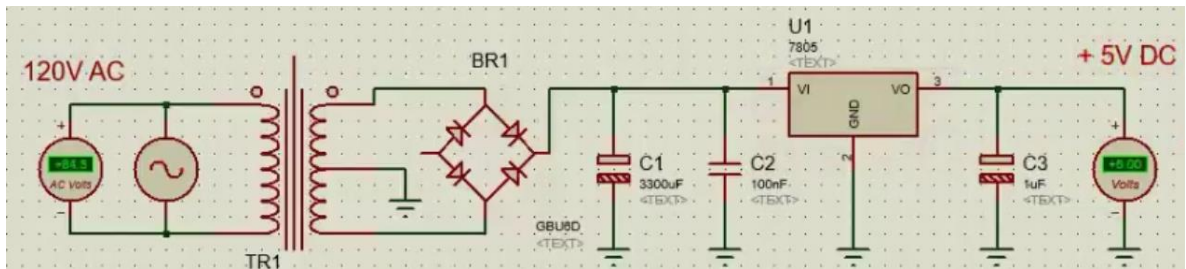


Ilustración 12. Circuito alimentación 120V a 5V

10.3 Programa en IDE Arduino

Para el desarrollo funcional del dispositivo, inicialmente se programa el Arduino UNO para así posteriormente continuar con la simulación del circuito completo y poder observar los resultados funcionales.

```

// #include <LiquidCrystal.h> // Para instalar las librerías es así
#include <DHT.h>
int sensor=2;
int temp;
int humedad;
float radio=0.0725; //m
unsigned long tiempo=millis(); //milisegundos

DHT dht (sensor, DHT11);

int cont=0;
int estado=0;
void setup() {

    dht.begin();
    Serial.begin (9600);
    Serial.println("CLEARDATA");
    Serial.println("CLEAR SHEET");
    Serial.println("LABEL,TIME,TIMER, lluvia, temperatura, humedad, velocidad");
    Serial.println("RESETTIMER");
    //pinMode (1,INPUT);
}
void loop() {

```

Ilustración 13. Programación IDE Arduino UNO 1

```

Serial.print("DATA,TIME,TIMER,");
//Sensor humedad
humedad=dht.readHumidity();
temp=dht.readTemperature();

//Sensor LLuvia
int rain = digitalRead(4);
if(rain==1)
{
    int esta=1;
    Serial.print(esta);
    Serial.print(",");
    //delay(500);
}
else if(rain==0)
{
    int esta=0;
    Serial.print(esta);
    Serial.print(",");
    //delay(500);
}

//Sensor Infrarojo
int entrada = 3;
estado=digitalRead(entrada);
if (tiempo<60000){
    if(estado == 1){
        cont++;
    }
}
if(tiempo>=60000){
    tiempo=0;
}
int frecuencia=cont;// (RPM)
int ang=frecuencia*2*3.1416/60; //radianes*minuto
int vel=ang*radio; //m/s

```

Ilustración 14. Programación IDE Arduino UNO 2

```

Serial.print(temp);
Serial.print(",");
Serial.print(humedad);
Serial.print(",");
Serial.print(vel);
Serial.println(" ");
delay (800); // se puede modificarse segun el tiempo que quieras que prenda y apague el lcd
}

```

Ilustración 15. Programación IDE Arduino UNO 3

10.4 Simulación de Circuito de Instrumentación

La simulación del circuito electrónico se realizó en el software Proteus 8 Professional contando con los sensores que captan las señales necesarias para la interfaz gráfica.

Para el dispositivo se utiliza un (Arduino UNO) el cual es el encargado de recibir las señales, las cuales son procesadas y finalmente enviadas por medio de la placa wifi (Node MCU) la cual se encarga de cargar los datos a la red.

Para medir si existe presencia de lluvia se utilizó el sensor YL-83, el cual envía una señal de 5v confirmando la presencia de lluvia.

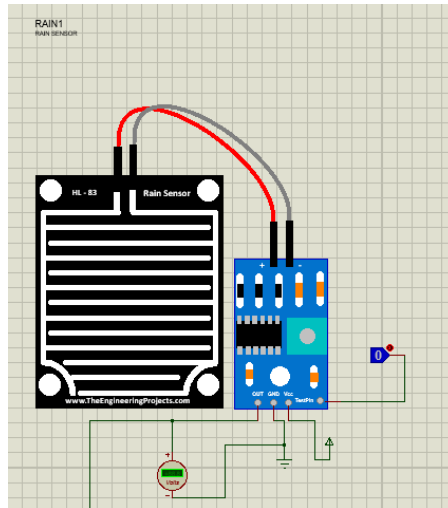


Ilustración 16. Conexión YL-83

Con el fin de medir la velocidad del viento se utilizó un sensor infrarrojo, el cual se encarga de censar la cantidad de giros que realiza el anemómetro en un determinado tiempo y por la fórmula de velocidad angular conocer la velocidad presente del viento.

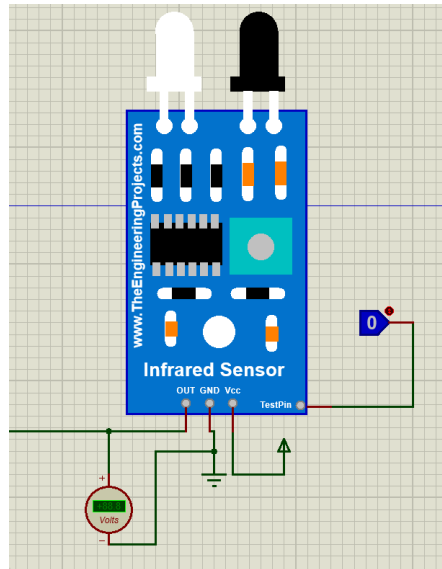


Ilustración 17. Conexión infrarojo

Para mostrar en el software los resultados obtenidos en la simulación se conecta a la placa de Arduino un visualizador de virtual terminal.

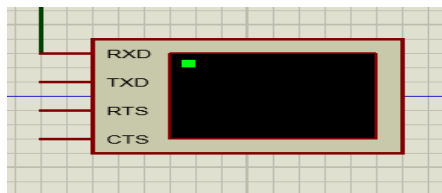


Ilustración 18. Representación visualizador terminal

En función de medir el porcentaje de humedad en el ambiente y la temperatura presente en el momento se utilizó un sensor DTH11.

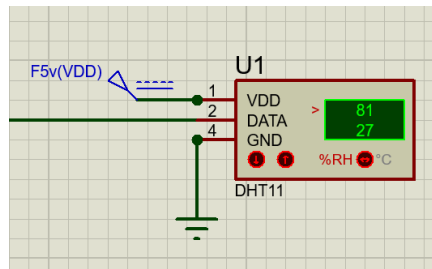


Ilustración 19. Conexión DHT11

Como objetivo de cargar los datos obtenidos a la red wifi se utiliza una placa wifi NODEMCU.

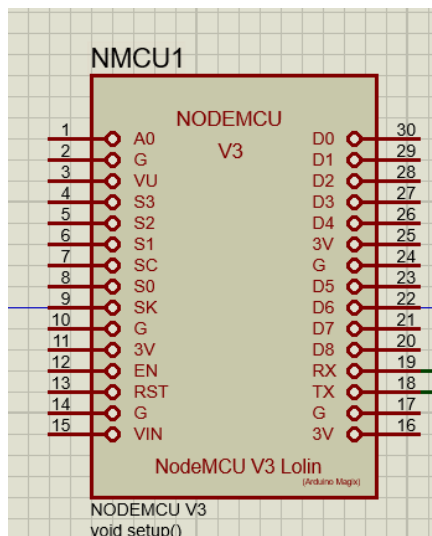


Ilustración 20. Representación NodeMCU

Se utilizo una placa programable Arduino UNO para procesar los datos obtenidos, para posteriormente ser enviados a la red.

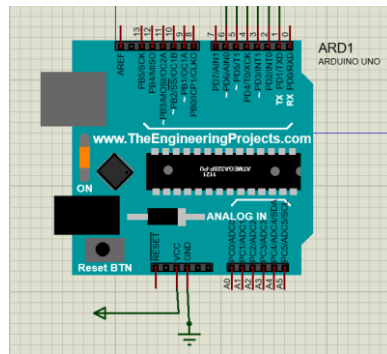


Ilustración 21. Representación Arduino UNO

Para la integración del circuito se suministra un voltaje de 5v a cada sensor, con el fin de enviar la señal de salida a cada entrada digital de la placa Arduino.

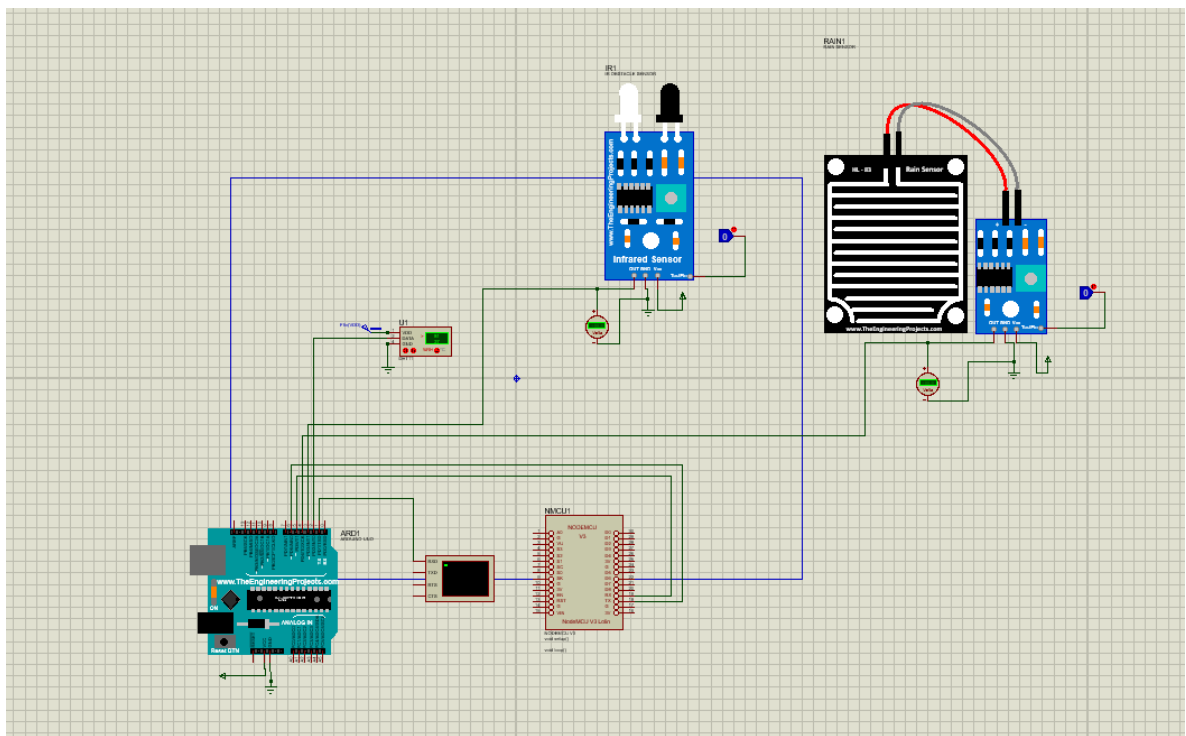


Ilustración 22. Esquema completo

Resultados obtenidos de la simulación:

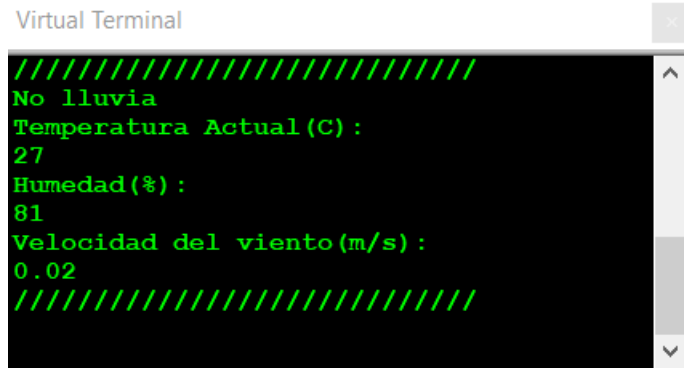


Ilustración 23. Resultados de la simulación

10.5 Vinculación a Base de Datos

Se utilizó Microsoft Excel como base de datos para almacenar la información captada por el dispositivo, para lo cual se utiliza el software PLX-DAQ [20] para realizar la conexión y captura de datos por medio de Excel donde se carga la información.

TIME	TIMER	lluvia(0/1)	temperatura (°c)	humedad(%)	velocidad(m/s)	
5:40:35 p. m.	30,2	0	32	16	0,5	
5:40:36 p. m.	30,3	0	32	16	0,5	
5:40:37 p. m.	30,4	0	32	16	0,5	
5:40:38 p. m.	30,5	0	32	16	0,5	
5:40:39 p. m.	30,6	0	33	16	0,5	
5:40:40 p. m.	30,7	0	33	16	0,5	
5:40:41 p. m.	30,8	0	33	16	0,5	
5:40:42 p. m.	30,9	0	33	16	0,5	
5:40:43 p. m.	31	0	33	16	0,5	
5:40:44 p. m.	31,1	0	33	17	0,5	
5:40:45 p. m.	31,2	0	34	17	0,5	
5:40:46 p. m.	31,3	0	34	17	0,5	
5:40:47 p. m.	31,4	0	34	17	0,6	
5:40:48 p. m.	31,5	0	34	17	0,6	
5:40:49 p. m.	31,6	0	34	17	0,6	
5:40:50 p. m.	31,7	0	34	14	0,6	
5:40:51 p. m.	31,8	0	34	14	0,6	
5:40:52 p. m.	31,9	0	34	14	0,6	
5:40:53 p. m.	32	0	34	14	0,6	
5:40:54 p. m.	32,1	0	35	14	0,6	
5:40:55 p. m.	32,2	0	35	13	0,6	
5:40:56 p. m.	32,3	0	35	13	0,6	
5:40:57 p. m.	32,4	0	35	13	0,6	
5:40:58 p. m.	32,5	1	35	13	0,6	
5:40:59 p. m.	32,6	1	35	13	0,6	
5:41:00 p. m.	32,7	1	35	13	0,7	
5:41:01 p. m.	32,8	1	35	13	0,7	
5:41:02 p. m.	32,9	1	35	13	0,7	
5:41:03 p. m.	33	1	35	13	0,7	
5:41:04 p. m.	33,1	1	35	13	0,7	
5:41:05 p. m.	33,2	1	35	13	0,7	
5:41:06 p. m.	33,3	1	33	12	0,7	
5:41:07 p. m.	33,4	1	33	12	0,7	

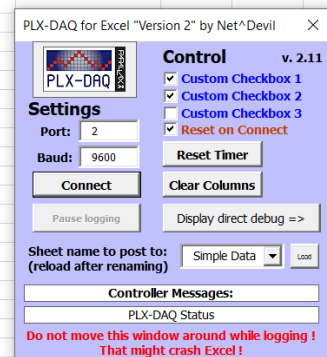


Ilustración 24. Información recibida en la base de datos

Además de poder captar los datos Excel ofrece la opción de graficar estos datos para así poder analizarlos de manera estadística y poder analizar cuantitativamente el comportamiento de cada variable.

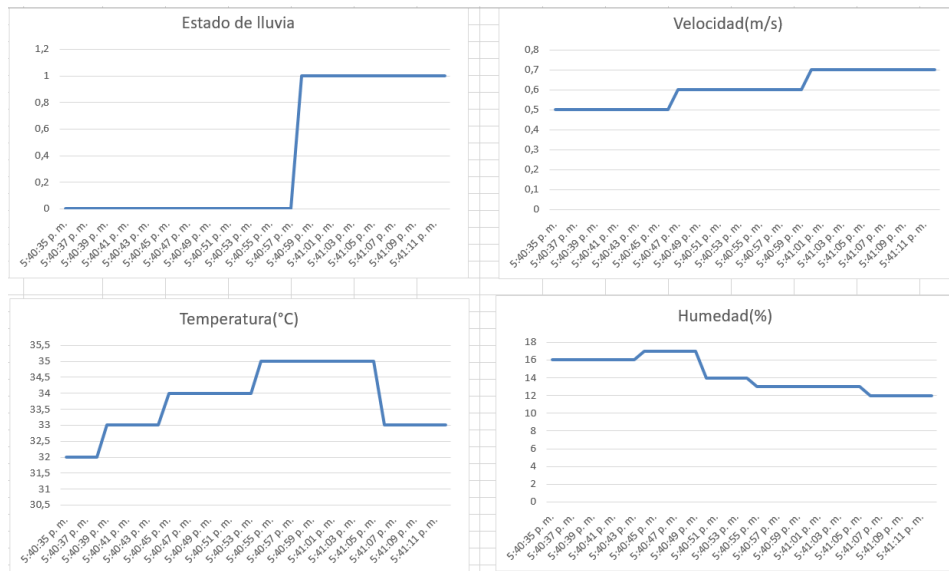


Ilustración 25. Gráficos obtenidos de cada variable

10.6 Diseño de Dashboard con Interfaz de Usuario

El diseño de los mockups relacionados a la interfaz de usuario se realizó en el software de diseño Figma, para el cual se pensó en la sección principal de log in para contar con una interfaz segura.

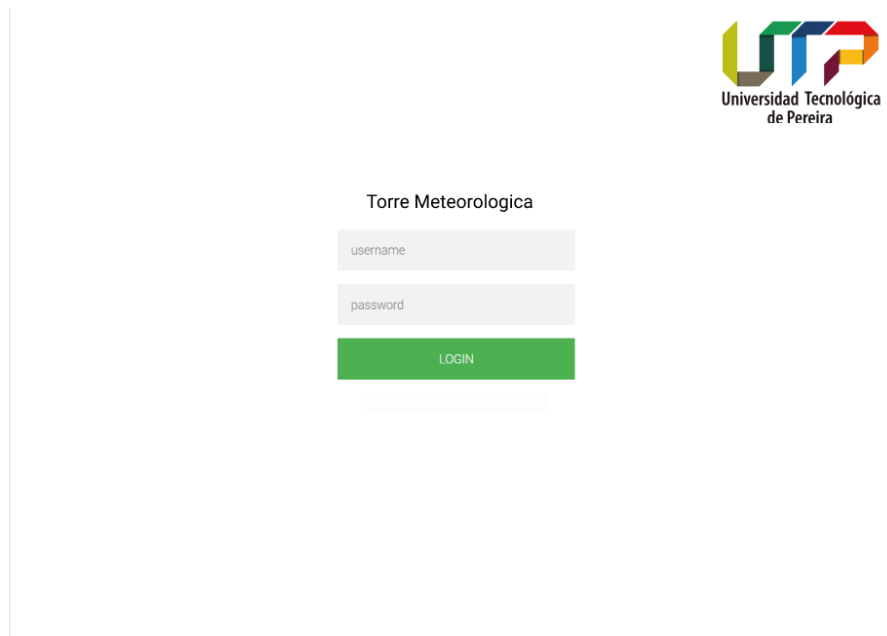


Ilustración 26. Mockup login interfaz usuario

Posteriormente el usuario encuentra una interfaz donde podrá elegir la ciudad y el número del dispositivo del cual se quiere conocer información en tiempo real.

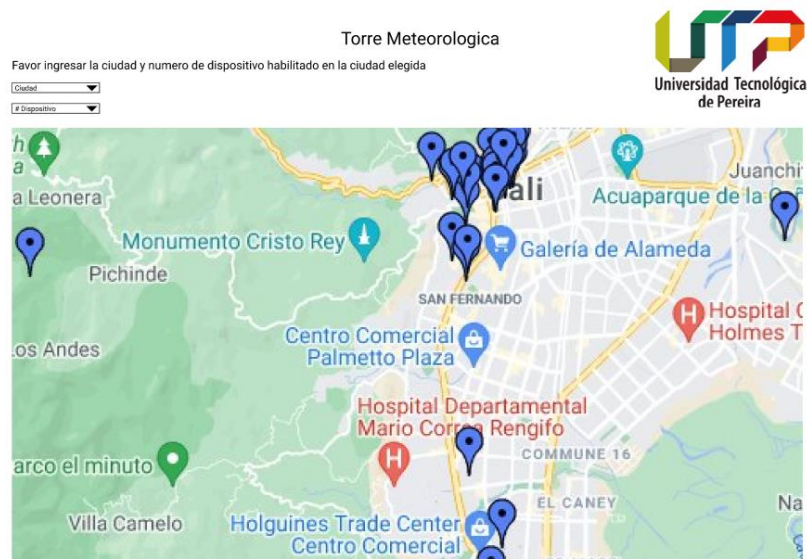


Ilustración 27. Mockup elección de ciudad a estudiar

Luego de haber elegido una ciudad y dispositivo a estudiar el usuario se encuentra con una interfaz donde se muestra en diagramas los datos obtenidos en tiempo real y con la opción de descargar un historial del mismo.

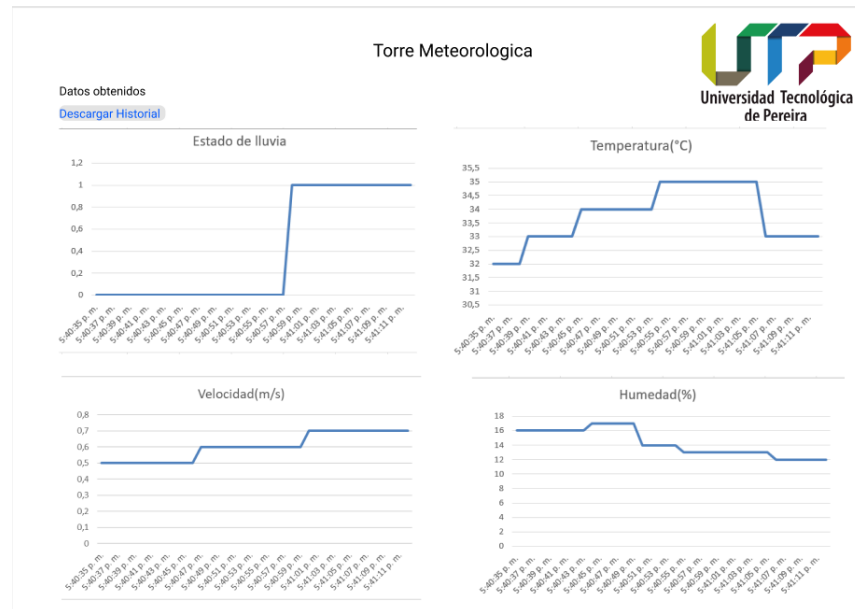


Ilustración 28. Mockup gráficos para análisis de datos obtenidos

11 RESULTADOS DEL PROTOTIPO

11.1 Diseños 3D de Bases para Sensores

La decisión de llevar a cabo diseños 3D para las bases de los instrumentos, seguida por la impresión exclusiva del anemómetro, se basó principalmente en consideraciones presupuestarias. La fase de diseño 3D permitió una conceptualización detallada y precisa de cada componente, brindando una visión completa de la estructura final. Sin embargo, al evaluar los costos asociados con la impresión 3D de cada componente, se identificó que la fabricación de todas las bases excedería el presupuesto y tiempo disponible.

Ante esta limitación financiera, se priorizó la impresión del anemómetro, dado su papel crucial en la recolección de datos climatológicos. Esta estrategia permitió maximizar la eficiencia del proyecto al centrar los recursos en el componente más esencial, garantizando

la funcionalidad y viabilidad del sistema. Los diseños 3D siguen siendo valiosos para futuras iteraciones, ya que proporcionan una base sólida para el desarrollo de componentes adicionales cuando los recursos financieros lo permitan.

11.1.1 Anemómetro

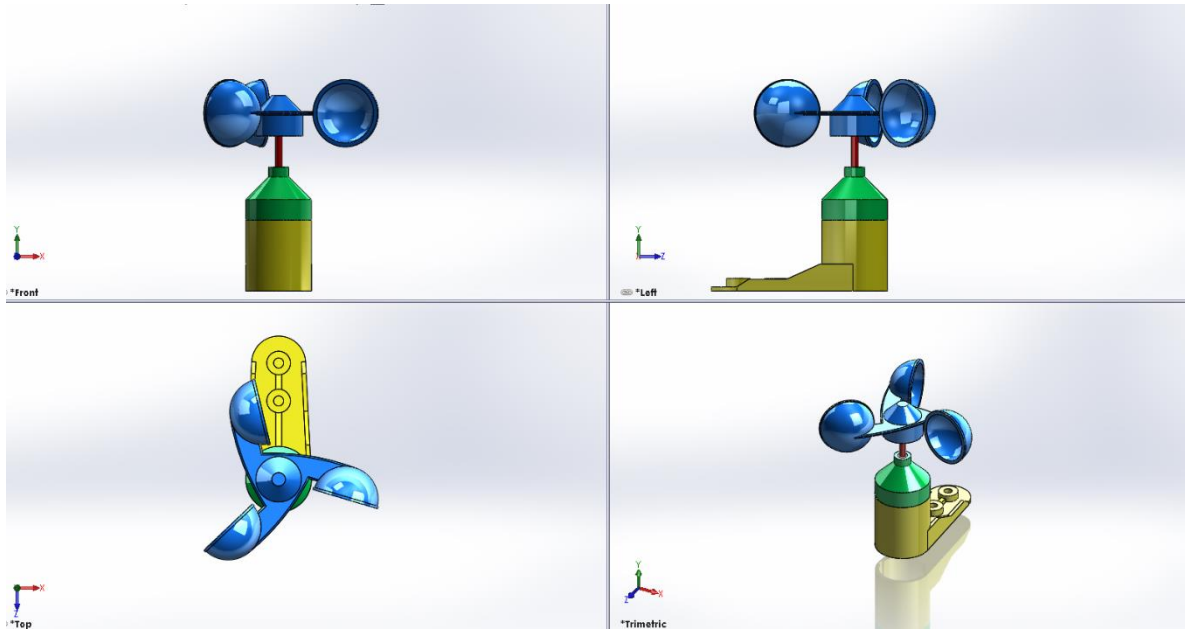


Ilustración 29. Vistas de anemómetro

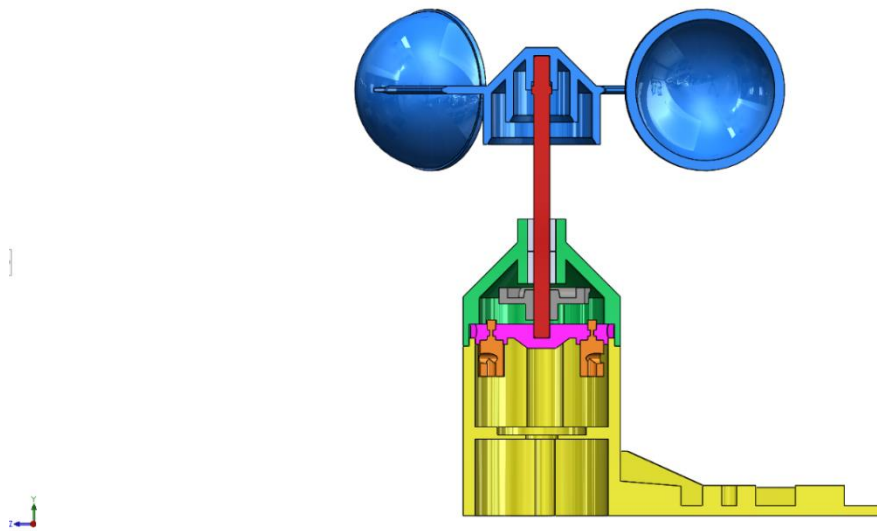


Ilustración 30. Plano rotulado anemómetro

11.1.2 Termocupla

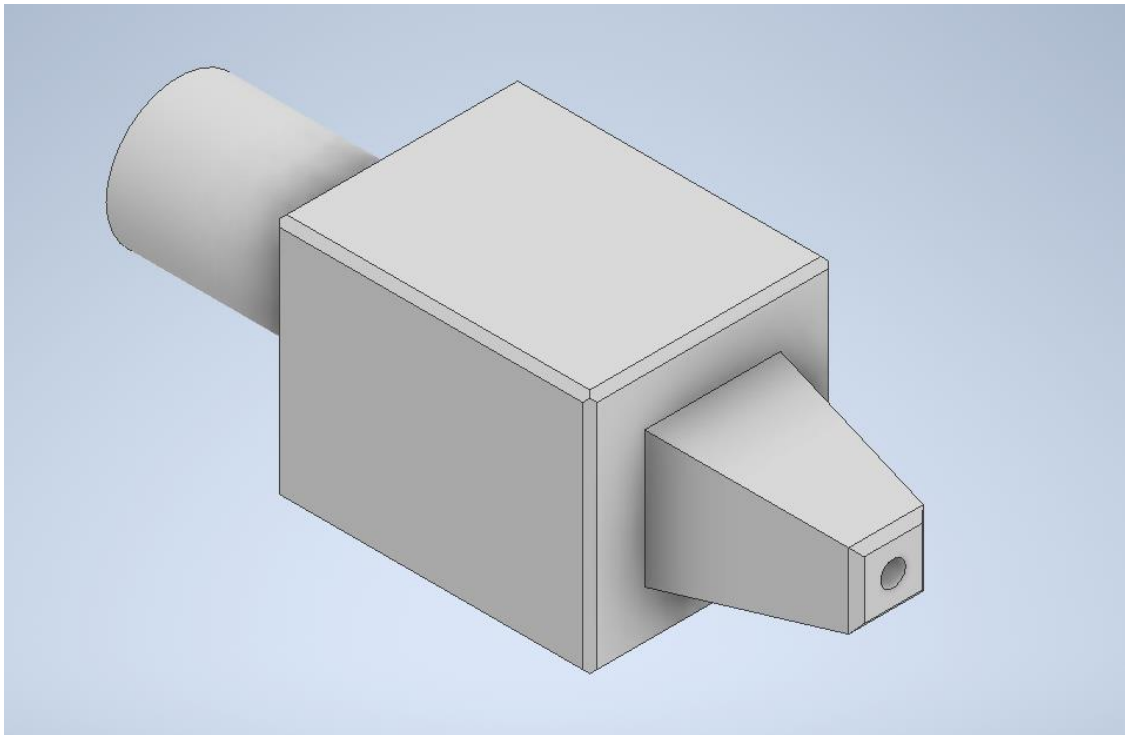


Ilustración 31. Base para la termocupla y MAX665

11.1.3 TSL2561

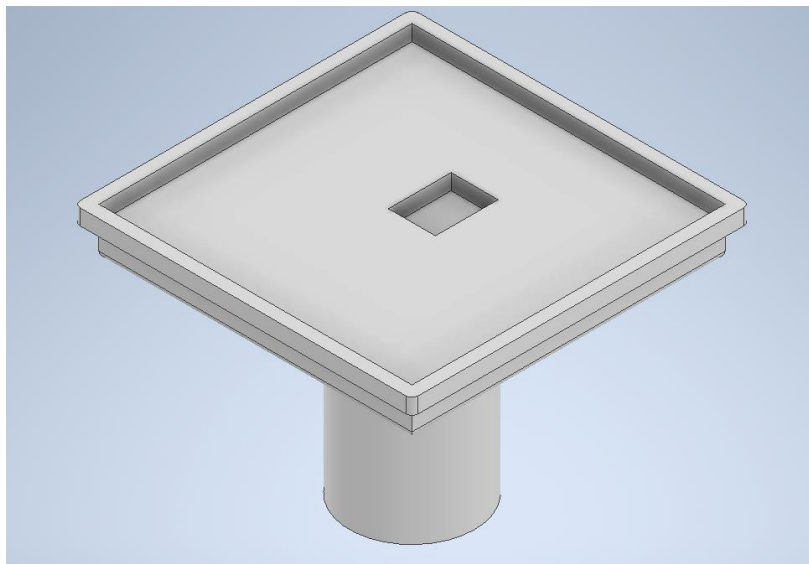


Ilustración 32. Base para el TSL2561

11.1.4 YL83

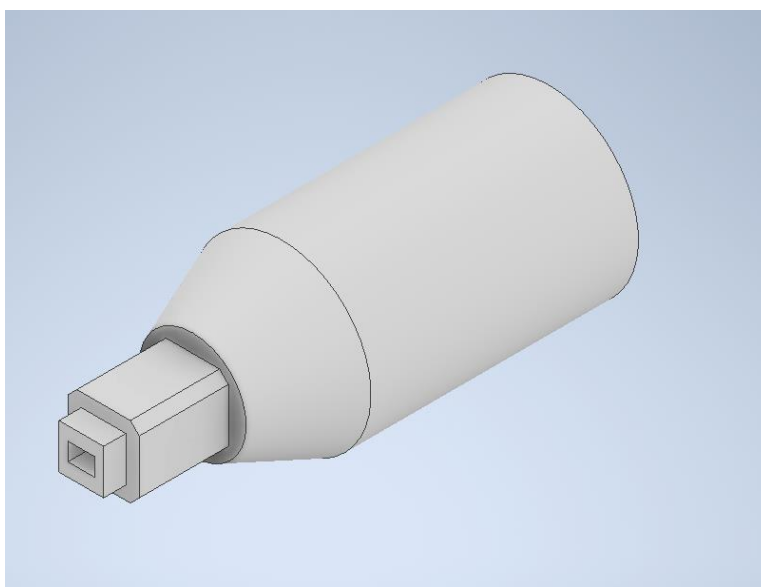


Ilustración 33. Base para YL83

11.2 Construcción de la Base en Tubería PVC

La elección de construir el prototipo de la base en PVC en lugar de metal se basó principalmente en consideraciones económicas. El PVC, un material plástico duradero y liviano, demostró ser una alternativa más asequible en comparación con el metal. La disponibilidad de PVC a costos más bajos permitió optimizar los recursos disponibles para el desarrollo del prototipo, lo que resulta fundamental en fases iniciales de diseño y pruebas.

Además de su atractivo económico, el PVC proporciona flexibilidad en términos de moldeabilidad y facilidad de manipulación, lo que facilita la adaptación del diseño según sea necesario. Aunque el metal podría ofrecer resistencia adicional, la naturaleza de prototipo de esta fase del proyecto favoreció la selección de PVC para cumplir con los requisitos de viabilidad económica y funcionalidad. Esta decisión estratégica permitió maximizar el alcance del proyecto dentro de los límites presupuestarios establecidos, manteniendo la calidad y eficiencia necesarias para la prueba y desarrollo del concepto.



Ilustración 34. Etapa inicial construcción de la base



Ilustración 35. Anemómetro ensamblado

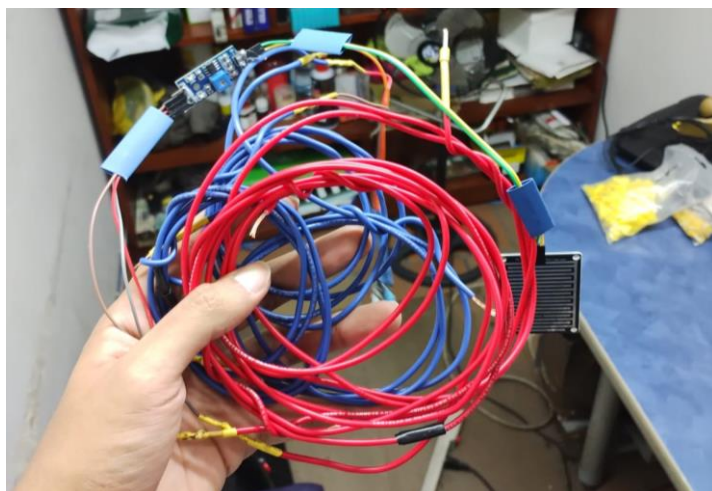


Ilustración 36. Cableado



Ilustración 37. Base en construcción 2



Ilustración 38. Instalación de sensores en la base



Ilustración 39. Prototipo de base



Ilustración 40. Prototipo de base terminada

11.3 Dashboard

La elaboración de la interfaz con el usuario final se hizo en una página web denominada UBIDOTS. En la cual, pudimos integrar diversos gráficos de fácil interpretación y lectura los estarán dispuestos para su revisión luego de que el usuario realice un correspondiente ingreso con contraseña. En las siguientes imágenes se puede apreciar que hay apartados

para el sensor de luz, lluvia, humedad, temperatura, velocidad del viento, historiales y ubicación de la torre:

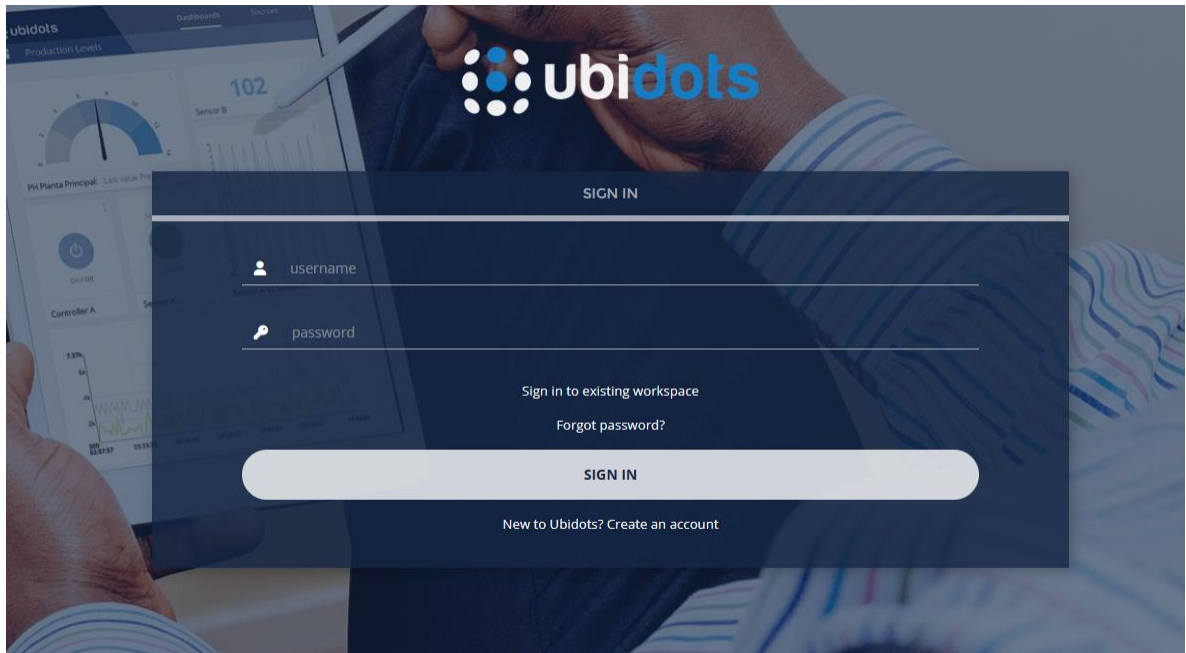


Ilustración 41. Login UBIDOTS

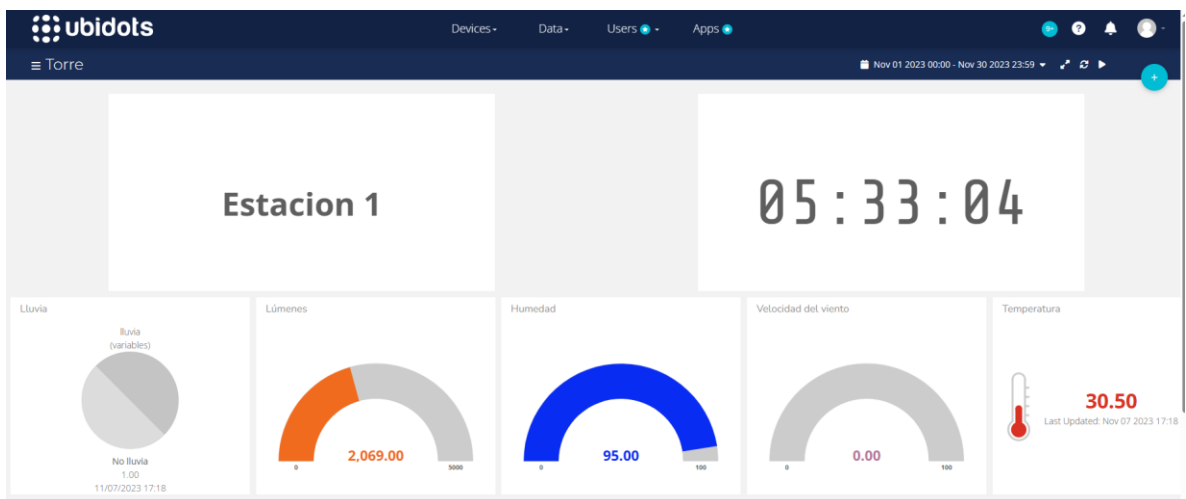


Ilustración 42. Interfaz 1 UBIDOTS



Ilustración 43. Interfaz 2 UBIDOTS

11.4 Algoritmo

Para integrar la ESP32 con una página web, se utilizó el entorno de desarrollo Arduino IDE para programar el microcontrolador. En primer lugar, se configuraron los pines y se cargaron las bibliotecas necesarias para la comunicación WiFi y la gestión de las variables climatológicas. Posteriormente, se elaboró un algoritmo que permitió la adquisición de datos climáticos mediante sensores conectados a la ESP32.

Se implementaron funciones para la conexión a la red WiFi y se estableció la comunicación con un servidor web denominado UBIDOTS. El algoritmo se encargó de enviar los datos recolectados a través de solicitudes HTTP a una página web específica. En la página web, se diseñó una interfaz para visualizar de manera gráfica y comprensible la información climática recibida.

Este proceso de programación no solo facilitó la conexión de la ESP32 con una página web, sino que también posibilitó la integración efectiva de los datos climatológicos recolectados en un entorno accesible y visualmente intuitivo, lo cual resulta fundamental para su interpretación y análisis. El código utilizado es el siguiente:

```
/*Proyecto torre meteorologica*/
/*Se incluyen librerías instaladas*/
#include "UbidotsEsp32Mqtt.h"
#include "DHT.h"
#include "max6675.h"
/*Definimos que el Pin de Datos del sensor DHT es el 23 del ESP32*/
```

```

#define DHTPIN 23
/*Definimos que el tipo de sensor que estamos utilizando es un DHT11*/
#define DHTTYPE DHT11
/*Se actualizan algunos parámetros del DHT11 con los puntos definidos
anteriormente*/
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_TSL2561_U.h>
/*Se utiliza la libreria para obtener los datos del sensor DHT11*/
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
/*SE definen los puertos utilizados para el sensor MAX6675*/
int ktcSO = 27;
int ktcCS = 14;
int ktcCLK = 12;
/*Se utiliza la libreria instalada para obtener los datos del sensor
MAX6675*/
MAX6675 ktc(ktcCLK, ktcCS, ktcSO);
/*Se definen variables para sincronizar en linea con la plataforma Ubidots*/
Adafruit_TSL2561_Unified tsl = Adafruit_TSL2561_Unified(TSL2561_ADDR_FLOAT,
12345);
/*Definimos primero el Token que nos brinda la plataforma Ubidots para hacer
la conexión*/
const char *UBIDOTS_TOKEN = "BBFF-0vPCwFEJop19aaloIxxvQzFR37pK2GU";
/*Definimos SSID y PASSWORD de nuestra red WiFi*/
const char *WIFI_SSID = "Natural";
const char *WIFI_PASS = "Vivero1106";
/*Definimos el nombre de nuestro dispositivo, el cual aparecerá en la
plataforma Ubidots*/
const char *DEVICE_LABEL = "Variables";
/*Definimos las variables que se medirán y que serán publicadas en la
plataforma Ubidots*/
const char *VARIABLE_LABEL_1 = "temperatura";
const char *VARIABLE_LABEL_2 = "humedad";
const char *VARIABLE_LABEL_3= "termocupla";
const char *VARIABLE_LABEL_4= "lux";
const char *VARIABLE_LABEL_5= "lluvia";
const char *VARIABLE_LABEL_6= "velocidad";
/*Definimos la frecuencia de publicación de 5 segundos*/
const int PUBLISH_FREQUENCY = 5000;
/*Definimos unas variables extra, que incluye la librería*/
unsigned long timer;
/*Se define pin analogo para la medicion obtenida por el sensor*/
uint8_t analogPin = 34;

```

```

/*Definimos que las variables de la librería UBIDOTS trabajarán con el
Token*/
Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN);
/*La librería nos da una función de Subscripción para mensajes de regreso
desde la plataforma Ubidots hacia nuestro circuito*/
void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length)
{
    Serial.print("Message arrived [");
    Serial.print(topic);
    Serial.print("] ");
    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        Serial.print((char)payload[i]);
    }
    Serial.println();
}

/*Definimos la función Setup() para iniciar nuestro circuito*/
void setup()
{
    /*Iniciamos el terminal Serial a 115200*/
    Serial.begin(115200);
    /*Imprimimos el siguiente texto para asegurar el encendido del circuito*/
    Serial.println("Medición iniciada");
    /*Iniciamos nuestro sensor DHT11*/
    dht.begin();

    tsl.enableAutoRange(true);

    tsl.setIntegrationTime(TSL2561_INTEGRATIONTIME_13MS);
    /*Incluimos un retardo de 1 segundo*/
    delay(1000);
    /*Ahora, se incluye las funciones de conexión de la Plataforma, como la
conexión a internet con las credenciales de WiFi*/
    ubidots.setDebug(true); //Descomentar esto para que los mensajes de
depuración estén disponibles
    ubidots.connectToWifi(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
    /*Se inicia la función de subscripción para los mensajes de retorno, que
se definió líneas arriba*/
    ubidots.setCallback(callback);
    /*Se incluye las funciones de Setup y Reconnect, predefinidas de la
librería*/

```



```

    ubidots.setup();
    ubidots.reconnect();
    timer = millis();
}

/*Iniciamos el bucle de la función Loop()*/
void loop()
{
    /*Definimos que, si no se conecta a la plataforma Ubidots, se pasa la
función Reconnect() para volver a establecer la conexión*/
    if (!ubidots.connected())
    {
        ubidots.reconnect();
    }
    /*En esta condicional, iniciamos la medición de Temperatura y Humedad del
sensor, y la información será enviada a la Plataforma*/
    if ((millis() - timer) > PUBLISH_FREQUENCY)
    {
        sensors_event_t event;
        tsl.getEvent(&event);
        /*Hacemos la medición de Temperatura, Humedad, lluvia, lumines y lo
definimos en variables de tipo Float */
        float v1 =(analogRead(35)); // lectura de sensor a0
        float veloc1= (v1*0.190);
        float lluvia=digitalRead(13);
        float l= event.light;
        float h = dht.readHumidity();
        float t = dht.readTemperature();
        float tempc=ktc.readCelsius();
        /*Definimos que el valor de los diferentes sensores que será enviado a
la plataforma Ubidots*/
        ubidots.add(VARIABLE_LABEL_1, t);
        ubidots.add(VARIABLE_LABEL_2, h);
        ubidots.add(VARIABLE_LABEL_3, tempc);
        ubidots.add(VARIABLE_LABEL_4, l);
        ubidots.add(VARIABLE_LABEL_5, lluvia);
        ubidots.add(VARIABLE_LABEL_6, veloc1);
        /*Hacemos la publicación de los datos en el dispositivo definido*/
        ubidots.publish(DEVICE_LABEL);
        /*Para mostrar los datos, los imprimimos en el terminal Serial*/
        Serial.println("Enviando los datos a Ubidots: ");
        Serial.println("Temperatura: " + String(t));
        Serial.println("Humedad: " + String(h));
    }
}

```

```

    Serial.println("lluvia: " + String(lluvia));
    Serial.println("Temperatura: " + String(tempc));
    Serial.println("Lux: " + String(l));
    Serial.println("Velocidad: " + String(veloc1));
    Serial.println("-----");
    timer = millis();
  }
  /*Agregamos un delay de 10 segundos para el envío, y que luego de este
  tiempo, se proceda a reiniciar el bucle*/
  delay(10000);
  ubidots.loop();
}

```

12 RECURSOS

12.1 Institucionales

Los recursos institucionales necesarios para realizar el modelo del dispositivo son:

- **Software para circuito electrónico PROTEUS DESIGN SUITE:** Combina la facilidad de uso con un poderoso conjunto de características para permitir un diseño, prueba y disposición rápidos de placas de circuito impreso profesionales [17].
- **Visual Studio Code:** Es un editor de código redefinido y optimizado para crear y depurar aplicaciones web y en la nube modernas [18].
- **Autodesk Inventor CAD:** El software CAD Inventor® proporciona herramientas de calidad profesional para diseño mecánico 3D, documentación y simulación de productos. Trabaja de manera eficiente con una combinación potente de capacidades de diseño paramétrico, directo, de formas libres y basado en reglas [19].

13 PRESUPUESTO & CRONOGRAMA

Los recursos materiales y financieros utilizados fueron los siguientes:

NOMBRE	CANTIDAD	VALOR UNITARIO C/IVA	VALOR TOTAL
Pasaje	10	\$30,000.00	\$300,000.00
Tubo presión 1-1/4	1	\$48,000.00	\$48,000.00
Codo presión 1-1/4 90°	6	\$4,500.00	\$27,000.00
Tee presión 1-1/4	6	\$8,500.00	\$51,000.00
Unión presión 1-1/4	6	\$4,000.00	\$24,000.00
Cruz presión 1-1/4	1	\$40,000.00	\$40,000.00
Adaptador macho presión 1-1/4	6	\$4,000.00	\$24,000.00
Adaptador hembra presión 1-1/4	6	\$4,000.00	\$24,000.00
Soldadura 1/128	1	\$6,000.00	\$6,000.00
Limpiador 1/624	1	\$5,000.00	\$5,000.00
Estaño 15g	1	\$5,000.00	\$5,000.00
Pomafa 5g	1	\$3,000.00	\$3,000.00
Arena 1Kg	5	\$5,000.00	\$25,000.00
Prensa estopa 1"	10	\$4,000.00	\$40,000.00
Cinta Aislante	1	\$8,000.00	\$8,000.00
Termoencogible 6mm	1	\$2,000.00	\$2,000.00
Cable Vehicular #18	20	\$2,000.00	\$40,000.00
Cable UTP categoría 6	2	\$1,000.00	\$2,000.00
Caja empalme	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Rollo PLA	1	\$80,000.00	\$80,000.00
Hoja segueta	1	\$50,000.00	\$50,000.00
ESP32	1	\$40,000.00	\$40,000.00
Motor DC 3-6V	1	\$6,000.00	\$6,000.00
DHT11	1	\$10,000.00	\$10,000.00
Termocupla	1	\$30,000.00	\$30,000.00
TSL2561	1	\$20,000.00	\$20,000.00
Reductor 12-4v	1	\$25,000.00	\$25,000.00
YL83	1	\$10,000.00	\$10,000.00
Vidrio 4mm	1	\$5,000.00	\$5,000.00
Adaptador copa sierra 7/16"	1	\$16,000.00	\$16,000.00
Copa sierra 1"	1	\$8,000.00	\$8,000.00
Adaptador 12V	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Extensión 3M	1	\$14,000.00	\$14,000.00
Shield ESP32	1	\$20,000.00	\$20,000.00
Gasolina	10	\$14,370.00	\$143,700.00
TOTAL:			\$1,181,700.00

Ilustración 44. Recursos financieros

Para la ejecución de las actividades propuestas para dar cumplimiento a los objetivos planteados se cuenta con un total de cuatro meses los cuales se distribuyen como se puede observar en la Tabla 2:

N° Actividad	Descripción	Duración en meses	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Actividad 1.1	Realizar investigación de propiedades de los materiales a utilizar en el dispositivo	1				
Actividad 1.2	Con la ayuda del software CAD inventor realiza el diseño y estudio de resistencia a esfuerzos que ofrece la estructura del dispositivo para su posterior construcción.	2				
Actividad 1.3	Diseñar y simular el circuito electrónico para la alimentación de sensores y comunicación de los mismos con internet.	1				
Actividad 1.4	Construcción de estructura mecánica y circuito electrónico para la alimentación y control de los sensores utilizados.	1				
Actividad 2.1	Realizar un sistema de registro de usuario, donde se relacione con el respectivo identificador único del dispositivo.	1				
Actividad 2.2	Desarrollar un servicio web, el cual reciba la información obtenida por los sensores del dispositivo.	1				
Actividad 2.3	Diseñar un panel de control, donde los usuarios puedan visualizar en un mapa, las métricas obtenidas por todos los dispositivos conectados.	1				
Actividad 3.1	Instalar el dispositivo en la zona establecida a monitorear	1				
Actividad 3.2	Comprobar la correcta comunicación entre el dashboard y las torres meteorológicas	1				
Actividad 3.3	Realizar una determinada cantidad de pruebas para dar inicio a la interpretación de los datos obtenidos	1				

Ilustración 45. Cronograma

14 DISCUSIÓN

La culminación del diseño y prototipado del dispositivo para la detección de variables meteorológicas representa un hito significativo en la convergencia entre la tecnología y la toma de decisiones en aplicaciones móviles de servicios domiciliarios. La eficacia del dispositivo para recopilar datos climáticos clave ha sido validada, proporcionando una base sólida para su integración en aplicaciones móviles. No obstante, se identificaron limitaciones en términos de costos y ajustes potenciales en la interfaz dispositivo-aplicación móvil. La interacción entre las variables meteorológicas y la toma de decisiones presenta oportunidades de exploración adicional. En conjunto, este proyecto sienta las bases para mejorar la eficiencia operativa, destacando áreas de mejora y perspectivas futuras.

15 CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto "Diseño y Prototipado de Dispositivo para la Detección de Variables Meteorológicas Aplicado a la Toma de Decisiones en Aplicaciones Móviles de Domicilios" ha culminado con valiosas aportaciones y aprendizajes que resumen el alcance y las posibilidades de la iniciativa.

En primer lugar, el éxito en la implementación de la base del dispositivo en PVC ha demostrado que la elección de materiales puede ser un factor clave en la eficiencia y viabilidad económica de un proyecto. La versatilidad y costo accesible del PVC han permitido mantener un equilibrio entre durabilidad y asequibilidad, subrayando la importancia de consideraciones pragmáticas en la toma de decisiones de diseño.

La utilización de diseños 3D para todas las bases, con la impresión final limitada al anemómetro, ha destacado la importancia de la gestión eficiente de recursos. Esta estrategia ha permitido maximizar la utilización de recursos, centrándolos en el componente más esencial sin comprometer la calidad general del diseño. Esta experiencia subraya la necesidad de evaluar cuidadosamente las prioridades en proyectos con restricciones presupuestarias.

La integración de los datos meteorológicos en aplicaciones móviles ha revelado un potencial significativo para mejorar la toma de decisiones en servicios domiciliarios. La capacidad de

anticipar y reaccionar a las condiciones climáticas puede tener un impacto directo en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Sin embargo, se reconoce la necesidad de abordar desafíos, como la dependencia de la conectividad a Internet y la calibración precisa de los sensores. Por otro lado, también se pudo identificar que por temas de tráfico de datos y conexión a internet que los datos tomados poseían un intervalo de entre 6 a 12 segundos en realizar la actualización en la página web y que hay que tener cuidado con que el anemómetro gire a altas revoluciones en sentido contrario porque puede quemar el microcontrolador como nos sucedió durante el proceso de pruebas, pero se puede dar certeza de que los datos son sólidos (dentro de sus criterios de confiabilidad) y de que la página web funciona.

En resumen, este proyecto representa un paso importante hacia la convergencia de la meteorología y la tecnología aplicada en el ámbito de los servicios domiciliarios. Las lecciones aprendidas y los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y mejoras en el diseño del dispositivo. La capacidad de adaptación y la consideración cuidadosa de factores económicos y tecnológicos emergen como elementos cruciales para el éxito continuo en la intersección de la meteorología y la innovación tecnológica.

16 BIBLIOGRAFÍA

Marín Ariza, C. M. y Ardila Cárdenas, M. D. (2020). Estudio de las aplicaciones móviles en Colombia y su influencia en la economía: el caso Rappi [Tesis de Pregrado]. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Colombia [1]

Abad, S, Ormaza, G, (2021) Implementación del servicio a domicilio mediante una APP en la librería y papelería “La Estación del Libro” ubicada en la ciudad de Cuenca. Revista dominio de la ciencia, Vol. 7 (4), pág. 1064-1086. Tomado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8384037> [2]

"DRAIVER teams with Uber and uses API to save 30%", Uber Blog, 2021. [Online]. Available: <https://www.uber.com/blog/draiver-teams-with-uber-and-usesapito save-30/>. [Accessed: 24- Mar- 2021] [3]

Espectador, E. (Ed.). (2014). Categorías de consumo diario lideran los ránquines. <https://administracion.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/2021/12/domicilios.pdf> [4]

Jaramillo R., A.; Chaves C., B. Distribución de la precipitación en Colombia analizada mediante conglomeración estadística. *Cenicafé* 51(2): 102-113. 2000. [5]

Mkt, S. (2020). Sensores meteorológicos ¿Cómo pueden ayudarte? - SinsorGO. Acceso 18 abril 2021, Extraído de <https://sensorgo.mx/sensores-meteorologicos/> [7]

Serna, A., Ros, F., & Rico, J. (2021). Guía práctica de sensores (1st ed., pp. 3- 6). España. Extraído de Serna Ruíz, A., Ros García, F., Rico Noguera, J. (2010). Guía práctica de sensores. Madrid: Copyright. [9]

Unit - trend technology. Palm size multimeter user manual [Ebook] (pp. 1 - 3). China. Retrieved from <https://moviltronics.com/wp-content/uploads/2018/08/UT33- Series.pdf> [10]. "DRAIVER teams with Uber and uses API to save 30%", Uber Blog, 2021. [Online]. Available: <https://www.uber.com/blog/draiver-teams-with-uber-and-uses-apitosave30/>. [Accessed: 24- Mar- 2021][12]

"DHT11 datasheet", Datasheetspdf.com, 2021. [Online]. Available: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/785590/D-Robotics/DHT11/1>. [Accessed: 03- May- 2021][14]. "NodeMcu -- An open-source firmware based on ESP8266 wifi-soc.", Nodemcu.com, 2021. [Online]. Available: http://www.nodemcu.com/index_en.html. [Accessed: 03- May- 2021][15]

Parallax. 2020. PLX-DAQ - Parallax. [online] Available at: <<https://www.parallax.com/package/plx-daq/>> [Accessed 26 November 2021] [20]

Inzunza, J. (2021). Meteorología descriptiva cap 4. Retrieved 13 May 2021, from http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf [22]

Inzunza, J. Meteorología descriptiva [Ebook] (1st ed., pp. 123 - 124). Retrieved from http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap5_Inzunza_Humedad.pdf [23]

Sarochar, H. INTRODUCCIÓN a la METEOROLOGÍA GENERAL [Ebook] (1st ed., pp. 13 - 15). La plata, Argentina. Retrieved from http://extension.fcaglp.unlp.edu.ar/content/obs/descargas/Introduccion_a_la_Meteorologia_I.pdf [24]. Hernandez, I. (2019). Revelada la cifra de colombianos sin acceso a Internet. Retrieved 13 May 2021, from <https://www.rcnradio.com/tecnologia/unos-20-millones-de-colombianos-no-tienen-acceso-internet> [25]

Cortes, G. ¿Qué es el ancho de banda... Cómo se calcula... ¿Qué parámetros necesito...? [Ebook] (1st ed., pp. 108 - 112). rnds. Retrieved from <http://www.rnds.com.ar/articulos/065/108w.pdf> [26]

Salazar, J. (2021). Redes inalámbricas [Ebook] (1st ed., p. 6). República Checa. Retrieved from https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf [27]. sensor de lluvia YL83. Retrieved 19 May 2021, from <https://dualtronica.com/sensores/107-sensor-de-lluvia.html> [28]

T. humedad, S. DHT11 and S. DHT11, "Sensor de temperatura y humedad relativa DHT11", Naylamp Mechatronics - Perú, 2021. [Online]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensordetemperatura-y-humedad-relativa-dht11.html>. [Accessed: 19- May- 2021] [29]

"LM741 Datasheet, PDF - alldatasheet.com", Alldatasheet.com, 2021. [Online]. Available: <https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Lm741>. [Accessed: 19- May- 2021] [30]

Fceia.unr.edu.ar, 2021. [Online]. Available: <https://www.fceia.unr.edu.ar/enica3/daad.pdf>. [Accessed: 19- May- 2021][31]

Rua.ua.es, 2021. [Online]. Available: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16995/1/sergio_lujanprogramacion_de_aplicaciones_web.pdf. [Accessed: 19- May- 2021] [33]

Elsner-elektronik.de, 2021. [Online]. Available: https://www.elsnerelektronik.de/shop/de/fileuploader/download/download/?d=1&file=custom%2Fupload%2F70124-25_KNX_R_Manual_ES_08Mrz16.pdf. [Accessed: 19- May- 2021] [34]

Unet.edu.ve, 2021. [Online]. Available: <http://www.unet.edu.ve/~ielectro/sensores.pdf>. [Accessed: 19- May- 2021] [35]

Www2.elo.utfsm.cl, 2021. [Online]. Available: <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo372/complemento2.pdf>. [Accessed: 19- May- 2021] [36]

Tarjeta esp32s con wifi y bluetooth. (s/f). Dualtronica. Recuperado el 17 de noviembre de 2023, de <https://dualtronica.com/microcontroladores/527-tarjeta-desarrollo-esp32s-wifi-y-bluetooth.html> [38]

Sensor de Temperatura MAX6675 Hasta 800° con Termocupla. (s/f). Dualtronica. Recuperado el 17 de noviembre de 2023, de <https://dualtronica.com/sensores/253-sensor-de-temperatura-max6675-hasta-800-con-termocupla.html> [39]

SENSOR DE LLUVIA YL-83. (s/f). MACTRONICA. Recuperado el 11 de octubre de 2022, de <https://www.mactronica.com.co/sensor-de-lluvia-yl-83> [40]

Sensor de temperatura y humedad relativa DHT11. (s/f). Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado el 11 de octubre de 2022, de <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-detemperatura-y-humedad-relativa-dht11.html> [41]

Sensor de luminosidad TSL2561 GY - 2561. (s/f). Dualtronica. Recuperado el 17 de noviembre de 2023, de <https://dualtronica.com/sensores/388-gy-2561-sensor-digital-de-luminosidad-tsl2561-lux.html> [42]

Mini Motor Dc 3-6 V Juguete Arduino Proyecto. (s/f). Com.co. Recuperado el 17 de noviembre de 2023, de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-800904579-mini-motor-dc-3-6-v-juguete-arduino-proyecto-_JM [43]

17 ANEXOS

1. Link a video de explicación y funcionamiento de la Estación Meteorológica:
[\(100\) Estación Meteorológica - Trabajo de Grado - YouTube](#)