



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS-CIYA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FITOMONITOREO
UTILIZANDO SENSORES IoT PARA LA PLANTACIÓN DE CACAO DEL
PROYECTO FIASA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniería
Electromecánica

AUTORES:

Basilio Molina Jhon Cristhian

Toapanta Guanin Kevin Anderson

TUTOR:

M.Sc. Trujillo Ronquillo Danilo Fabricio

LA MANÁ-ECUADOR

AGOSTO-2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros: Basilio Molina Jhon Cristhian y Toapanta Guanin Kevin Anderson, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FITOMONITOREO UTILIZANDO SENSORES IoT PARA LA PLANTACIÓN DE CACAO DEL PROYECTO FIASA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”, siendo el M.Sc. Trujillo Ronquillo Danilo Fabricio, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Basilio Molina Jhon Cristhian
C.I: 050409126-5

Toapanta Guanin Kevin Anderson
CI: 125081552-7

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FITOMONITOREO UTILIZANDO SENSORES IoT PARA LA PLANTACIÓN DE CACAO DEL PROYECTO FIASA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ” de Basilio Molina Jhon Cristhian Y Toapanta Guanin Kevin Anderson de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Agosto del 2023

M.Sc. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo

C.I: 180354732-0

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto el postulante Basilio Molina Jhon Cristhian y Toapanta Guanin Kevin Anderson con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FITOMONITOREO UTILIZANDO SENSORES IoT PARA LA PLANTACIÓN DE CACAO DEL PROYECTO FIASA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

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

La Maná, Agosto del 2023

Para constancia firman:

Ing. Paco Vásquez Carrera M.Sc.
C.I: 050175876-7
LECTOR 1

Ing. William Hidalgo Osorio M.Sc.
C.I: 050265788-5
LECTOR 2

Ing. Alex Paredes Anchatipán M.Sc.
C.I: 050361493-5
LECTOR 3

AGRADECIMIENTO

El camino a la gloria no es fácil, pero llegar a ella es lo más satisfactorio. Durante todo este camino de formación donde se compartió ciencia y experiencias que nos formaron como profesionales, culminando así una de las etapas de la vida, es por ello que queremos expresar los más sinceros agradecimientos a todos los profesionales que conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi, aquellos profesionales que compartieron con nosotros sus conocimientos y experiencias que nos servirá para nuestro desempeño en la sociedad. Además, agradecer y darles gratitud a amigos y familiares que estuvieron con nosotros durante el desarrollo de esta travesía para alcanzar este logro.

Jhon

Kevin

DEDICATORIA

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional que me dieron para alcanzar este gran logro, el Título de Ing. Electromecánico, agradezco individualmente este logro a mi Madre que con sus palabras de motivación que fueron parte fundamental para seguir adelante y afrontar el camino, así mismo agradecer a mi Padre por sus consejos y las bondades que me ayudaron a persistir durante el trayecto. A mis abuelos que con sus palabras y deseos me ayudaron para esforzarme para llegar a la meta. Y por último este logro va por mis mascotas, en especial a Scrapy, ya que fueron mi fuente de fortaleza en los momentos más difíciles del trayecto. Por todos ellos dedico este título ya que fueron mi fuente inagotable de superación.

Jhon

Todo este esfuerzo, dedicación, trabajo y trayectoria académica se lo dedico a mi madre Ofelia Guanin por ser uno de los pilares fundamentales en mi vida, siempre brindándome sus consejos, escuchándome cuando más necesita, inculcándome valores de respeto, a mi padre Franklin Toapanta la persona que más admiro por ser el ejemplo que si te esfuerzas lo puedes lograr, el que me guía, me motiva a ser mejor cada y a aprender de mis errores, a mis hermanos Alexis, Erick y Smit,,por enseñarme a no olvidar el niño que fui ayer e incentivar me a ser un ejemplo para ellos, también a mi compañero de tesis Jhon Basilio más que un compañero ya es como parte de mi familia, se la dedico también mis amigos y amigas que formaron parte de mi vida.

Kevin

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FITOMONITOREO UTILIZANDO SENSORES IoT PARA LA PLANTACIÓN DE CACAO DEL PROYECTO FIASA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”

Autores:

Jhon Cristhian Basilio Molina

Kevin Anderson Toapanta Guanin

RESUMEN

El presente proyecto involucra a la agricultura 4.0 dentro de los sectores agro-productivos y el cantón La Maná brinda productos agrícolas como el Cacao, plantación clave donde se hace el enfoque para recopilar datos a través de sensores IoT para realizar levantamiento de datos en campo que le permitirán al agrónomo correlacionar variables agroclimáticas con el desarrollo de la plantación. El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en el centro experimental Sasha Wiwa, lugar en el cual la Universidad Técnica de Cotopaxi realiza prácticas de agricultura. Para fortalecer los procesos a través del uso de tecnología se plantaron sensores de humedad y temperatura tanto de medio ambiente y de suelo, además de sensores para los niveles de incidencia de lluvia, velocidad y dirección del viento, radiación solar y humedad de hoja de la línea ECOWITT, los cuales se conectan por medio de radio frecuencia a un Gateway que cumple función de receptor y puerta para enviar los datos recopilados a un servidor web que le permite al usuario final visualizar los datos en tiempo real desde cualquier dispositivo móvil conectado a internet y que cuente con las credenciales. Además, para la transición de internet a los dispositivos, se optó por instalar antenas con línea de vista el cual sirvió para llevar conectividad al terreno que están incorporado los sensores.

Palabras clave: Sensores, Agricultura 4.0, Variables Climatológicas, IoT, Recopilación, Wi-Fi y Servidor Web.

ABSTRACT

This project involves agriculture 4.0 within the agro-productive sectors and La Maná provides agricultural products such as cocoa; a key plantation where the focus is made to collect data through IoT sensors to perform data collection in the field that will allow the agronomist to correlate agro-climatic variables with the development of the plantation. The project was developed at the Sasha Wiwa experimental center, where the Technical University of Cotopaxi carries out agricultural practices. To strengthen the processes through the use of technology, humidity and temperature sensors for both the environment and soil were planted, as well as sensors for rainfall, wind speed and direction, solar radiation, and leaf humidity from the ECOWITT line, which are connected by radio frequency to a gateway that serves as a receiver and gateway to send the data collected to a web server that allows the end user to view the data in real-time from any mobile device connected to the internet and that has the credentials. In addition, for the transition from the internet to the devices, it was decided to install antennas with line of sight which served to bring connectivity to the ground where the sensors are incorporated.

Keywords: Sensors, Agriculture 4.0, Climate Variables, IoT, Collection, Wi-Fi, and Web Server.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
<i>AGRADECIMIENTO</i>	iv
<i>DEDICATORIA</i>	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INDICE GENERAL	ix
INDICE DE TABLAS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE IMÁGENES	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
4. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	4
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
5.1. Beneficiarios Directos.....	5
5.2. Beneficiarios Indirectos	5
6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
6.1. Planteamiento del problema.....	5
6.2. Delimitación del problema.....	6
7. OBJETIVOS	6
7.1. Objetivo General.....	6
7.2. Objetivos específicos	6
8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS. 7	
9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
9.1. Fito monitoreo.....	8
9.2. Agricultura de Precisión o Agricultura 4.0.....	10
9.2.1. Agricultura 4.0	11
9.3. Condiciones Medioambientales.....	13
9.4. Efectos negativos de la agricultura en el medio ambiente	14

9.5. Meteorología.....	15
9.5.1. Tiempo atmosférico	16
9.5.2. Agrometeorología	16
9.5.3. Predicciones Meteorológicas.....	17
9.5.4. Clima.....	17
9.6. Instrumentos meteorológicos.....	17
9.7. Relación Agroclimática con el Desarrollo de una Planta	17
9.7.1. El clima de las plantas.....	18
9.8. Sensores	19
9.9. Sensores en la agricultura	20
9.9.1. Sensor de temperatura ambiente	20
9.9.2. Sensor de humedad	20
9.10. Internet de las Cosas (IoT).....	21
9.11. IoT en la Agricultura o Automatización en el Sector Agrícola	23
9.12. Sensores IoT para la Agricultura	24
9.13. Riego inteligente	26
9.13.1. Componentes y características del riego inteligente	26
9.13.2. Beneficios del riego inteligente:.....	27
9.14. Arquitectura IoT.....	27
9.15. Fases de la arquitectura IoT	28
9.16. Etapa de la arquitectura de soluciones IoT	29
9.16.1. Conformación de una red de sistema IoT.....	29
9.17. Protocolos de Comunicación IoT.....	33
9.18. BIG DATA.....	37
9.18.1. Tipos de Big Data.....	38
9.18.2. Principio de funcionamiento de la Big Data	39
9.18.3. Beneficios de la Big Data.....	40
9.19. LA NUBE	41
9.19.1. Modelos de servicio en la nube.....	42
9.19.2. Tipos de implementación en la nube.....	43
9.20. Tarjetas de Desarrollo.....	44
9.21. Protocolo MQTT.....	46

9.21.1. Componentes en MQTT.....	48
9.21.2. Estructura del mensaje MQTT	48
9.21.3. Seguridad.....	49
9.22. Node-Red	50
9.23. Radioenlaces para Transferencia de Internet	51
9.23.1. Internet por radioenlace.....	52
9.23.2. Ventaja del radioenlace.....	53
9.24. Protección Eléctrica AC de Equipos Electrónicos.....	53
9.24.1 Regleta con fusible.....	53
9.24.2. Regulador de voltaje de baja tensión.....	54
9.24.3. Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS).....	54
9.25. Automatización agrícola	55
10. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	57
11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	57
11.1. Agricultura 4.0.....	58
11.2. Diseño del Sistema.....	59
11.2.1. Características de los Sensores.....	62
11.2.2. Conectividad Internet.....	69
11.2.3. Energía Eléctrica requerida por los Equipos.....	70
11.3. Implementación del Sistema.....	73
12. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	74
13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	76
13.1. Impacto social	76
13.2. Impacto ambiental.....	77
14. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	77
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
15.1. Conclusiones:.....	80
15.2. Recomendaciones:	81
16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82
17. ANEXOS	87
Anexo 1. Guías de configuración del sistema automático de fitomonitorio	87
Anexo 2. Manual técnico de los sensores	99

Anexo 3. Datos personales.....	122
Anexo 4. Evidencias del desarrollo del trabajo.....	125
Anexo 5. Aval de traducción.....	129
Anexo 6. Similitud de contenido.....	130
.....	130

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	7
Tabla 2. Estructura MQTT	48
Tabla 3. Código de los Mensajes MQTT	49
Tabla 4. Características del sensor Ecowitt WH51	63
Tabla 5. Características del sensor Ecowitt WN34S	64
Tabla 6. Características del sensor Ecowitt WN35	65
Tabla 7. Características del sensor Ecowitt WN31	66
Tabla 8. Características del sensor Ecowitt WH40	66
Tabla 9. Características del sensor Ecowitt WS68.....	68
Tabla 10. Características conectividad a Internet.....	69
Tabla 11. Características Técnicas	70
Tabla 12. Consumo eléctrico de los dispositivos del sistema.....	71
Tabla 13. Factores medidos en tiempo real en la plantación de cacao a las 7:00 am.....	75
Tabla 14. Factores medidos en tiempo real en la plantación de cacao a las 17:00 pm.....	75
Tabla 15. Costo de sensores incluido IVA	77
Tabla 16. Costo conectividad de internet incluido IVA.....	78
Tabla 17. Costo de equipo eléctrico incluido IVA.....	78
Tabla 18. Costo de materiales para construcción de la estructura de la estación incluido IVA.....	79
Tabla 19. Valores de viáticos	79
Tabla 20. Costo total de implementación.....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principio de sistemas de fitomonitorio.....	9
Figura 2. Big Data e IoT.....	12
Figura 3. Condiciones medioambientales.....	14
Figura 4. Meteorología.....	15
Figura 5. Incidencia climatológica en las plantas.....	19
Figura 6. Sensorización agrícola.....	21
Figura 7. Internet de las cosas (IoT).....	22
Figura 8. IoT en la agricultura.....	23
Figura 9. Sensores agrícolas con tecnología IoT.....	25
Figura 10. Arquitectura de IoT.....	29
Figura 11. Capas del modelo OSI en IoT.....	30
Figura 12. Protocolos de comunicación en redes IoT.....	33
Figura 13. Relación entre protocolos IoT.....	37
Figura 14. Generalidades del Big Data.....	38
Figura 15. Funcionamiento de la nube.....	41
Figura 16. Servicios en la nube.....	42
Figura 17. Esquema de funcionamiento.....	47
Figura 18. Entorno de programación de Node-Red.....	50
Figura 19. Radioenlace a través de punto de vista.....	51
Figura 20. Regleta eléctrica con fusible.....	54
Figura 21. Esquema general de riego automatizado.....	56
Figura 22. Autómatas programables.....	57
Figura 23. Agricultura 4.0.....	58
Figura 24. Conectividad a Internet.....	60
Figura 25. Estación meteorológica.....	61
Figura 26. Parámetros del Sistema.....	62
Figura 27. Sensor Ecowitt WH51.....	63
Figura 28. Sensor Ecowitt WN34S.....	64
Figura 29. Sensor Ecowitt WN35.....	64
Figura 30. Sensor Ecowitt WN31.....	65
Figura 31. Sensor Ecowitt WH40.....	66

Figura 32. Ecowitt Anemómetro Solar WS68.....	67
Figura 33. Gateway.....	69
Figura 34. Diseño de la torre en SolidWork versión estudiantil	73
Figura 35. Ubicación del sistema de sensores que se va a implementar	74
Figura 36. Información de la Red de Sensores.....	74
Figura 37. Datos agroclimáticos tomados de los sensores Semana 02 al 08 de julio.....	76
Figura 38. Datos agroclimáticos tomados de los sensores Semana 16 al 22 de julio.....	76

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1. Corte de material para la torre	125
Imagen 2. Proceso de soldadura de la torre	125
Imagen 3. Conformación de la torre	125
Imagen 4. Preparación de elementos para la zapata	125
Imagen 5. Preparación de elementos para la zapata	125
Imagen 6. Función de la zapata de sujeción	125
Imagen 7. Desencofrado de la zapata de sujeción	126
Imagen 8. Preparación de la zapata para replantillo	126
Imagen 9. Puesta en pie de la torre en la zapata	126
Imagen 10. Tensado de templadores de la torre	126
Imagen 11. Empalme de cables	126
Imagen 12. Templado de cable desde el centro a la torre	126
Imagen 13. Sujeción del cable a la torre	127
Imagen 14. Energizado de la línea eléctrica	127
Imagen 15. Podado de árbol para abrir punto de vista	127
Imagen 16. Ensamble de antena de punto de vista	127
Imagen 17. Montaje de antena receptora	127
Imagen 18. Montaje de antena emisora	127
Imagen 19. Conexión de la antena a la red	128
Imagen 20. Alineación de antenas de punto de vista	128
Imagen 21. Montaje de anemómetro y pluviómetro	128
Imagen 22. Configuración de sensores IoT	128
Imagen 23. Gabinete de equipos	128
Imagen 24. Equipos ensamblados en la torre	128

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FITOMONITOREO UTILIZANDO SENSORES IoT PARA LA PLANTACIÓN DE CACAO DEL PROYECTO FIASA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”

Fecha de inicio:	Abril del 2023
Fecha de finalización:	Agosto del 2023
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica
Proyecto de investigación vinculado:	Proyecto de investigación de la UTC La Maná: Sistemas agro-productivos de fabáceas en asociación con cacao y café en un contexto de economía circular para el desarrollo sostenible.
Equipo de trabajo:	
Tutor del Proyecto:	M.Sc. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo
Postulantes:	Sr. Basilio Molina Jhon Cristhian Sr. Toapanta Guanin Kevin Anderson
Área de conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de investigación:	Energías Alternativas y Renovables eficiencia energética y protección ambiental
Sub líneas de investigación de la carrera:	Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

2. INTRODUCCIÓN

Actualmente el mundo ha ido en constante evolución tecnológica pasando por distintas eras de industrialización lo que conlleva consigo la evolución a la hora de realizar operaciones o procesos de producción hasta integrar la parte tecnológica, siendo así que en este momento nos encontramos en la industrialización 4.0 o también considerada como la etapa de digitalización, donde se busca automatizar procesos de producción por medio de herramientas con tecnologías con alto grado de inteligencia para optimizar recursos y procesos. Uno de los avances de la industrialización 4.0 es el uso de tecnología de tipo IoT que permite la conexión de elementos para tener un canal de comunicación y el procesamiento de datos a través de entornos virtuales mediante el uso de Internet.

El IoT o internet de las cosas ha tenido en el transcurso de todo este tiempo varios campos de aplicación, ofreciendo un complemento en actividades como la toma de decisiones de forma automatizada, optimización de procesos y aumento de la seguridad en el desarrollo de actividades. Entre los distintos campos existentes de aplicación encontramos al sector agrícola, donde mediante la integración de la tecnología IoT podemos realizar actividades como monitorización de los parámetros que intervienen al desarrollo de la planta a nivel del suelo y parámetros climáticos para realizar procesos de seguimiento y trazabilidad de los cultivos.

El cantón La Maná es conocido a nivel regional por su potencial agro-productivo donde se desarrolla el cultivo de varios tipos de plantaciones gracias a los diferentes pisos climáticos al que está vinculado, desde climas subtropicales hasta tropicales, entre los tipos de plantaciones que se pueden evidenciar en el sector podemos ver varias especies de cacao, las cuales mediante procesos de selección acorde a sus requerimientos se las planta para tener los mejores resultados.

Considerando que el cantón es agro-productivo es viable el uso de tecnología IoT para las mediciones de variables agroclimáticas y radicales presentes en el desarrollo de las plantas de cacao, instaurando de esta manera la agricultura de precisión como se conoce técnicamente y está dentro de lo que es la agricultura 4.0 que es una nueva tendencia a nivel mundial, ya que combina la tecnología con los procesos agrícolas para optimizar los procesos y los recursos para lograr buenos resultados.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en la mayoría del país se sigue llevando a cabo los procesos de agricultura de una forma tradicional y en el centro de investigación de Sacha Wiwa, lugar donde realizan sus prácticas la carrera de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná no es la excepción, ya que también se realizan estos procesos de forma rudimentaria teniendo como resultado procesos no tan eficientes a comparación de que si se realizara con la utilización de herramientas a disposición que nos permitan monitorizar las plantaciones para mejorar la trazabilidad y producción de los cultivos. Dado el caso que con los procesos tradicionales de agricultura no se optimiza de forma adecuada los recursos del entorno y de igual forma no se lleva una bitácora de registro del desarrollo de la planta en relación a los factores climáticos del sector, lo cual no permite prevenir a tiempo ciertas anomalías con el fin de tomar medidas oportunas, por ende, afectan a los sembríos, siendo así indispensable el estudio de diferentes variables y obtener resultados fructíferos que benefician al agricultor. Considerando que el lugar cumple con las condiciones que favorecen para llevar a cabo los procesos de agricultura y no son explotadas de forma adecuada, surgen alternativas que permiten optimizar los procesos de producción teniendo en cuenta que en el lugar existe acceso a internet, con lo que al incorporar dispositivos tecnológicos para lograr aprovechamiento del suelo y la conectividad, por lo que es posible realizar procesos de monitoreo contemplando a los procesos de agricultura de precisión enmarcada en la agricultura 4.0.

Una de las causas por la que no se optimizan los procesos de producción surge a raíz de la falta de implementación de un sistema que permita realizar el monitoreo de las condiciones agroclimáticas en la plantación de cacao del proyecto FIASA de la UTC Extensión La Maná puede estar causando déficit en la producción agrícola, ya que no podemos satisfacer las necesidades de la toda población actual con las técnicas de agricultura del pasado. Ya que por ejemplo la humedad del suelo no permite el desarrollo normal de la planta, ya que no se conoce el porcentaje de humedad del suelo y si esta está afectando negativamente al adecuado desarrollo de la planta, así mismo, la falta de monitoreo de humedad, temperatura ambiente, temperatura del suelo, humedad de hoja, dirección del viento, índice de radiación solar e índice de lluvia hace que no llevemos un control para establecer valores nominales de producción. Con este proyecto de implementación permitirá recoger datos climatológicos y estadísticas del suelo mediante sensores IoT logrando enviar los

datos a una plataforma o servidor web para ser visualizados en cualquier lugar con un dispositivo inteligente con conexión a internet y tomar decisiones acertadas.

4. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El cantón La Maná es una zona netamente agrícola, ya que se dan gran diversidad de productos para el consumo humano dentro de plantaciones, las cuales son altamente productivas y tienen gran impacto en el ámbito comercial de la zona. Por esta razón se planteó el uso de tecnologías que ayuden a los procesos de producción agrícola y de esta manera fomentar la agricultura 4.0 utilizando técnicas de digitalización, siendo así que este avance se basa en la adquisición de datos relacionados a la agricultura de precisión, tomando datos reales de las condiciones agroclimáticas del sector donde se realizan los cultivos. Ya que con la información obtenida se pueden generar bitácoras que ayuden al agrónomo a ver como las condiciones climáticas afectan positivamente o negativamente al desarrollo de la planta y tomar acciones correctivas en caso de existir alguna anomalía.

Partiendo de este concepto, y con la ejecución del proyecto del Plan de Operaciones del Fondo para la Investigación Agropecuaria (FIASA), la carrera de electromecánica perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná en conjunto con este proyecto se ha buscado la forma de optimizar los procesos de desarrollo y producción de la plantación de estudio, mediante el uso de tecnología IoT para realizar mediciones de parámetros medioambientales y de suelo en la plantación de cacao en el centro de investigación ubicada en Sacha Wiwa perteneciente al sector de Guasaganda. Dicho centro de investigación presta las instalaciones a la UTC extensión La Maná, para la realización de prácticas de agronomía con una amplia diversidad de plantas. En el caso de este proyecto se enfocó en el cacao dado que es una planta que va a ser objeto de estudios por el proyecto FIASA desde su etapa de plantación hasta la etapa de producción con la premisa de evaluar la influencia de la ubicación para el desarrollo de la planta y cuando hablamos de ubicación hacemos referencia a las condiciones del lugar.

Con la implementación de sistema de fitomonitorio buscamos adaptar las tecnologías existentes actualmente en el mercado en los procesos de producción para ayudar a la optimización de recursos y aumentar las unidades de producción con respecto a las que se obtienen cuando el cuidado es

muy poco. Además, al llevar a cabo este proyecto fomentamos a la participación interdisciplinaria entre carreras para dar soluciones a problemas reales en el entorno, con lo que también buscamos incentivar a los estudiantes de la carrera de electromecánica para seguir usando la tecnología IoT a nuestro favor para generar soluciones ingenieriles para fortalecer en los varios sectores en lo que destaca en cantón.

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

5.1. Beneficiarios Directos

El presente proyecto tiene como beneficiarios directos a los estudiantes y parte docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, pertenecientes a las carreras de Electromecánica, Sistemas de información, Agronomía, Agroindustrias y por último a la carrera de Contabilidad y Auditoría. Ya que el sistema implementado realiza el levantamiento de datos agro-climatológicos que servirán para la investigación del desarrollo de la plantación por parte del personal de sector del Agro, además que dicha información se enviara a una base de datos por parte de sistemas y que más adelante pueden ser tratados matemáticamente como objeto de futuros estudios.

5.2. Beneficiarios Indirectos

El proyecto beneficia indirectamente a la población que realiza labores de producción agrícola cercana al lugar de implementación, ya que datos tomados a nivel climatológicos tienen incidencia similar en un rango considerado con respecto al lugar donde se encuentra el sistema, con lo que dichos datos pueden asociarlo para sus actividades de campo.

6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

6.1. Planteamiento del problema

La falta de control en el cultivo para establecimiento de parámetros en beneficio de la misma ha sido un problema en el sector de Sacha Wiwa, en vista que los recursos naturales no son aprovechados en su totalidad, provocan pérdidas en sus plantaciones como también en la economía por la inversión que realizan al adquirir recursos agrícolas, además del tiempo generado en los

sembríos, el desconocimiento de información real en el campo que precisen la medición de la humedad del suelo, además de otras variables climatológicas que contribuyen con el desarrollo del cacao; al no conocer de forma adecuada por lo que esto perjudicada en la obtención de un registro preciso de datos. No obstante, al no utilizar la tecnología se ha venido perjudicando en la agricultura específicamente a las plantaciones del cacao, se genera necesario la implementación de un sistema automático de fitomonitorio utilizando sensores IoT para la plantación de cacao, este proyecto permitirá aprovechar al máximo la producción.

6.2. Delimitación del problema

El presente trabajo sobre la “implementación de un sistema automático de fitomonitorio utilizando sensores IoT para la plantación de cacao del proyecto FIASA de la UTC Extensión La Mana” se encuentra delimitado en el centro de investigación Sacha Wiwa – Guasaganda perteneciente al cantón La Mana, provincia de Cotopaxi, además el uso de los sensores con tecnología IoT, de igual forma recopilando datos climatológicos permitiendo realizar análisis desde la comodidad de una oficina en cualquier parte del mundo haciéndola práctica y fácil de manejar por lo que no se va a necesitar estar en el sitio para recoger las variables.

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo General

Implementar un sistema automático de fitomonitorio utilizando sensores IoT para la plantación de cacao del proyecto FIASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

7.2. Objetivos específicos

- Analizar en diferentes bases de datos bibliográficos información acerca del uso de sensores IoT referente al área de los procesos de agricultura.
- Diseñar el sistema de sensores IoT automatizado para el fitomonitorio en la plantación de cacao y la medición de variables agroclimáticas.
- Desarrollar el sistema de sensores IoT automatizado para el fitomonitorio en la plantación de cacao y la medición de variables agroclimáticas.

8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividades	Descripción (técnicas e instrumentos)
Analizar en diferentes bases de datos bibliográficos información acerca del uso de sensores IoT referente al área de los procesos de agricultura.	Búsqueda de información en bases bibliográficas basados en sistemas de fitomonitorio en tiempo real. Investigación acerca de tecnologías IoT empleadas para sistemas de fitomonitorio.	Se hallaron los conceptos generales para la selección de equipos necesarios para la implementación del sistema.	Sitios web, libros, artículos científicos y documentos de investigación relacionados al tema.
Diseñar el sistema de sensores IoT automatizado para el fitomonitorio en la plantación de cacao y la medición de variables agroclimáticas.	Comparación de las características de los posibles elementos para el desarrollo del sistema IoT automatizado. Estudio del principio de funcionamiento de los posibles elementos que conformaran el sistema IoT, así también sus parámetros requeridos para su funcionamiento.	Se logró la selección de sensores que más se adaptan a los requerimientos del sistema para la medición de variables agroclimáticas.	Especificaciones técnicas, sitios web, manuales de funcionamiento, especificaciones técnicas y Datasheets.
Desarrollar el sistema de sensores IoT automatizado para el fitomonitorio en la plantación de cacao y la medición de variables agroclimáticas.	Adecuación de los parámetros requeridos para la puesta en funcionamiento del sistema de fitomonitorio. Posicionamiento estratégico respecto a la distribución de los sensores en el terreno de estudio.	Se implementó de forma adecuada la red de sensores IoT empleados, ajustado a los parámetros requeridos para la medición de las variables agroclimáticas de forma automática.	Implementación y configuración de los equipos. Dispositivos en funcionamiento.

Fuente: Los autores

9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

9.1. Fito monitoreo

El sistema fitomonitorio es nuevo en la actualidad, lo que ha logrado controlar riego y nutrición en plantaciones mediante recopilación de datos por sensores, los mismos miden las variaciones de crecimiento y desarrollo visualizando que parámetros están afectando y el cual está ayudando al cultivo para su óptimo crecimiento. Considerando También otras variables llamadas parámetros ambientales que son tratadas, como los factores climatológicos, sustancias orgánicas e inorgánicas y riego los cuales afectan al cultivo durante la etapa de evolución. El uso de sensores de fitomonitorio nos permite visualizar y maniobrar diferentes tipos de parámetros como diámetro de troncos, ramas y frutos tiempo real, la velocidad de savía en las ramas, variables de humedad de suelo y datos agroclimáticos [1].

La técnica de fitomonitorio usada en la agricultura para el monitoreo de la salud y el estado de las plantas. Su principio básico es la observación y evaluación sistemática de los cultivos para detectar enfermedades, plagas, deficiencias nutricionales u otros problemas que llegan afectar al desarrollo y crecimiento. Se lo lleva a cabo mediante inspección visual de las plantas en el campo con el uso de herramientas y equipos tecnológicos específicos. El uso del fitomonitorio para los agricultores y forestales son herramientas importantes, por lo cual permite detección de problemas tempranos en los cultivos, llevado a tomar medidas para poder prevenirlos o a su vez corregir lo que está dañando a la planta de manera oportuna. Aplicando bien estas técnicas puede llegar a reducir el uso de pesticidas y fertilizantes, lo que ayuda con la optimización de riego y mejoramiento del desarrollo de las plantas libre de plagas, lo que da como resultado una producción más sostenible y eficiente.

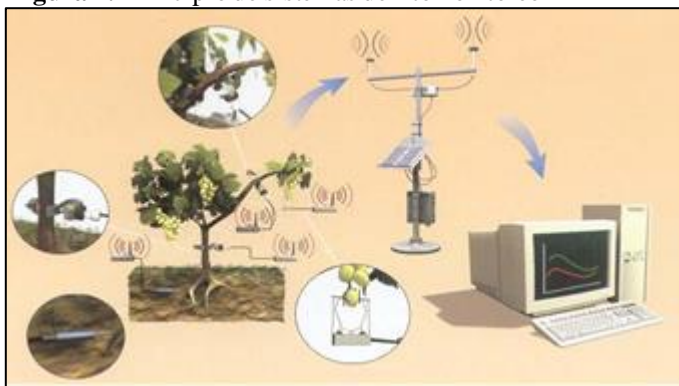
Lo que se busca lograr con este sistema de monitoreo es recopilar datos los cuales se presentaran mediante informes acerca de respuesta fisiológicas de un cultivo al manejo agronómico dado que están siendo sometidos a cambios medioambientales donde se encuentran creciendo. Con respecto al primer punto esto nos ayuda a obtener conclusiones sobre: tipos de tratamientos que se debe dar a la planta, control del clima, del riego, nutrición que debe tener la planta y manejo agronómico en general [1].

Incorporando este sistema se obtiene datos al instante facilitando la detección de problemas en la plantación y actuar inmediatamente permitiendo un óptimo desarrollo. Para la visualización de datos se la puede realizar desde una oficina o centros de trabajos en vista que los sensores registran datos en periodos de tiempos según la programación, estos serán enviados de forma inalámbrica o por sistemas de cableado a un controlador.

La técnica del fitomonitorio se basan en la microelectrónica y la informática lo que nos da a conocer en tiempo real el estado del cultivo mediante un registro de las lecturas anatómicas y fisiológicas de diversos órganos de las plantas frente a condiciones medioambientales y manejo agronómicos [2].

Actualmente en diversas partes del mundo ponen en práctica las diferentes técnicas de fitomonitorio para las plantaciones comerciales de cultivo como flores, árboles frutales, cacao, entre otros, esto abre paso a sistema de programación para el riego, el uso de esta herramienta eficiente llega aplicar condiciones de riego controlables, para la orientación de producto de calidad [2].

Figura 1. Principio de sistemas de fitomonitorio



Fuente: [2]

La tecnología computarizada practicable de fitomonitorio es la primera tecnología para observación del ambiente en tiempo real, dando los datos como la evolución de la planta a largo plazo. Al ser encajado entre el agricultor y las plantas cultivadas, el método de fitomonitorio alcanza a proporcionar información esencial sobre las condiciones fisiológicas del cultivo. Los avances tecnológicos han ayudado la incorporación de más sistemas de fitomonitorio que combinan un sistema de adquisición de datos con los principios de los sensores específicos y un

software de procesamiento de datos, que brinda la información de medición en términos de fisiología vegetal y agronomía [2].

El estudio de las plantas in situ tiene como propósito fitomonitorio como va funcionando la planta en el transcurso de los días, esto puede llegar a ser considerado como gráficos de comportamiento fisiológicos con las condiciones naturales o artificiales del medio ambiente. Varios investigadores fundamentan que el fitomonitorio es una nueva forma de estudio fisiología vegetal [2].

9.2. Agricultura de Precisión o Agricultura 4.0

El suelo y el cultivo contienen diferentes características los cuales varían en el espacio y con el tiempo. La agricultura de precisión agrupa diversas técnicas direccionadas a optimizar el uso de los insumos agrícolas tanto a la cuantificación de las variables espacial como en lo temporal de la producción agrícola. La aplicación correcta logra optimizar la plantación, dependiendo del potencial y la necesidad de cada punto de las áreas de manejo [3].

La aplicación precisa de insumos agrícolas como fertilizantes y pesticidas son logradas gracias a la tecnología de agricultura 4.0. Con la aplicación de insumos de manera uniforme en todo el campo es más óptimo para la producción, se usan técnicas como la pulverización de precisión o aplicar variables para adaptar la cantidad y el momento de la aplicación a las necesidades requeridas por cada planta.

La agricultura de precisión va más allá de solo la medición de variables existentes en el área, es también aportación de la práctica administrativa en medida de la variabilidad. La revolución de los datos ha evolucionado de forma propicia dicho lo anterior llegando a transformación de los métodos de cultivo y producción de alimentos que emplean los agricultores en el mundo [3].

La agricultura de precisión es un campo muy amplio, no solo para recopilación de datos, más bien cabe señalar que llega a favorecer en la automatización de actividades que exigen mucho tiempo y trabajo. Tecnologías como tractores de conducción autónoma hasta robots de ordeño son equipos que van siendo incorporados en las maquinarias y los equipos agrícolas pueden asegurar el fortalecimiento de perfeccionar el uso de los recursos permitiendo a los agricultores la optimización de tiempo y dinero. Los cambios en los últimos años han sido notorios en la adaptación de

tecnologías relacionadas en el seguimiento de datos y optimización de recursos agrícolas en beneficio a de la supervisión automática [4].

La agricultura con la información necesaria puede optimizar recurso y fortalecer el desarrollo de la planta, por lo cual la agricultura de precisión ayuda a conocer las condiciones en la que está el suelo, cultivo, clima y ganado, con esta información llegar a aportar decisiones acertadas y responsables en la plantación [4].

Las adquisiciones de datos en la agricultura de precisión ayudan al mejoramiento de la producción y con óptimo desarrollo de la planta. Toda la información brindada llegada de diferentes tecnologías permite realizar sistemas de información geográficos, sistemas de posicionamiento global, serie de sensores terrestres y remotos. Los satélites de igual forma cumplen un papel fundamental lo cual está evolucionando a paso agigantados [4].

Los datos han llegado a revolucionar con el fin de transformar y crear nuevos métodos de cultivos y producción de alimentos la cual son aplicados por agricultores. La contribución de la agricultura forma parte del cambio climático, por lo que cada cadena agroalimentaria absorbe en torno a un tercio de la producción mundial de energía, por ende, el área se ve afectado de esta problemática. A raíz de ello, los datos han llegado a evolucionar al sistema, esto ha dado secuencia a la denominada agricultura de precisión, una alternativa altamente rentable que permitirá llevar alimentos a la mesa con optimización de recursos [4].

9.2.1. Agricultura 4.0

Se considera agricultura 4.0 a la incorporación de tecnologías centrales en la digitalización de los procesos agrícolas. Para las mejoras del proceso de producción de principio a fin se utiliza equipos, software y sistemas de automatización como resultado haciéndolo más rápido, económico y sostenible.

Combinación de datos y tendencias en tiempo real sirven de información que es extraída para procesos que sirven de guía para los productores tomen decisiones más acertadas en sus asociaciones de agricultores. Mediante el IoT (Internet de las Cosas) y la Inteligencia Artificial se puede llegar a predecir sucesos y automatizar funciones a gran escala [5].

La Agricultura 4.0 proviene del término Industria 4.0, utilizada como sinónimo de la cuarta Revolución Industrial. Lo que es el mismo periodo que estamos actualmente viviendo, donde se encuentran conjunto de datos y tecnologías para automatizar los procesos de producción de la forma más autosuficiente posible [5]. El sector agrícola ha mejorado tecnológicamente como la incorporación de drones para la desinfección de insectos y aplicación de fertilizantes, tractores autónomos que mediante el uso de sensores e inteligencia artificial llegan a realizar funciones de forma automática en el cultivo sin necesidad de algún operario y software que nos ayudan en la toma de decisiones para los cultivos con la finalidad de obtener un producto de calidad.

Los beneficios de la agricultura 4.0 incluyen una mayor eficacia en el uso de recursos, mayor aprovechamiento del uso de insumos agrícolas, una mayor productividad, mejor gestión de riego y una mayor sostenibilidad en general. Como se ha dicho, es importante tener en cuenta las tecnologías adoptadas que plantean un desafío, como necesidad de capacitación y acceso a tecnología para los agricultores, así como consideraciones éticas y de privacidad en relación con la recopilación y el uso de datos agrícolas.

En informes de Markets of Tomorrow 23 del Foro Económico Mundial, la agricultura 4.0 ocupa el primer lugar de la clasificación de las tecnologías estratégicas para la economía. Esta derivación de la industria resulta clave para nuevos desafíos de abastecer de alimento para el incremento de población, la digitalización del sector agroalimentario perfecciona técnicas de producción, incrementando la productividad de forma sostenible y reduciendo los costes.

Figura 2. Big Data e IoT



Fuente: [4]

La automatización y la recolección de datos ya habían entrado a la agricultura 3.0 todo esto a finales de la década del siglo XXI, la llegada de la cuarta revolución industrial con ella introduciendo de tecnología como la Inteligencia Artificial, Big Data y el Internet de las cosas, mejorando la agricultura 4.0 que ayuda a optimizar el desarrollo agrícola. Incorporando un nuevo modelo agrícola digital basado en analizar con análisis inteligente de los datos de toda cadena de suministro e impulsan la agricultura de precisión llevándola a ser agricultura inteligente [5].

9.3. Condiciones Medioambientales

La temperatura y la lluvia son factores climatológicos que más influyen en la fisiología de las plantas así mismo está la importancia de la luz solar, la humedad relativa y el viento. Hay que mencionar además los factores edáficos características muy importantes que determinan las propiedades del suelo físicas, químicas y biología que se basa de la composición genética del material de siembra.

Las altas temperaturas hacen que se aceleren la mayoría de procesos biológicos, lo cual sé ventajoso como perjudicial. Un crecimiento eficaz o producción de frutos es un beneficio en la mayoría de los casos, no obstante, el exceso que se produce es desfavorable porque involucra que la planta quede con menos energía disponible para su crecimiento de los frutos, produciendo un fruto de menor calidad. Algunos efectos se hacen notar al mediano plazo mientras que otros a largo plazo.

La temperatura es un factor que afecta en la etapa de evolución de la planta a partir de diversas fases de crecimiento y producción de hojas, tallos y entre otros componentes. Todos los procesos fisiológicos de la planta pasan más rápidamente a medida que la temperatura incrementa su temperatura base con la temperatura óptima. Un control adecuado del cultivo puede compensar con mayor facilidad los efectos negativos de las altas temperaturas que los de las bajas temperaturas en especial de las heladas.

La cantidad de radiación solar dependiendo de la cantidad suministrada, el crecimiento del cultivo se verá afectado lo cual va a usar durante su vida útil. Un exceso de radiación a menudo no llega a ser un problema considerando que el suministro de agua y nutrientes sea adecuado. Las hojas deben crecer y cubrir la superficie del suelo de la siembra para la obtención de rendimientos altos.

Los cambios climatológicos hacen que las plantas al igual que nosotros tendamos a reacciones específicas en su entorno y medio ambiente. Por tal motivo se debe estudiar el comportamiento de cualquier tipo de la planta en su respuesta al ambiente donde crece, tal es el caso de las variaciones climáticas [6].

Las condiciones medioambientales es toda aquella condición física, química, biológica y climáticas que se presentan en el entorno que se desenvuelve una actividad, que puede ser laboral, recreativa, educativa, residencial o cualquier otra actividad. Estas condiciones llegan a influir directa o indirectamente en la calidad de vida y en salud de las personas que interactúan en el entorno.

El área de la agricultura cumple un papel vital para el suministro mundial de alimentos, por otra parte, tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Sin embargo, lo positivo de la agricultura es que suministra una gran fuente de empleo usado por la población ayudando con el incremento económico, de igual forma, ayuda en la conservación de recursos naturales al utilizar los nutrientes de la tierra para la producción de alimentos.

Figura 3. Condiciones medioambientales



Fuente: [7]

9.4. Efectos negativos de la agricultura en el medio ambiente

La agricultura llega a producir erosión del suelo por las prácticas agrícolas intensivas, como el monocultivo y la labranza intensiva, pueden contribuir a la erosión del suelo. La remoción de la cubierta vegetal y la exposición del suelo al viento y la lluvia pueden llevar a la pérdida de nutrientes y la degradación de la estructura del suelo. Esto reduce la productividad a largo plazo y puede resultar en la desertificación de las tierras de cultivo.

El agua contaminada el uso de fertilizantes y pesticidas en la agricultura puede contaminar las fuentes de agua cercanas. Estos productos químicos pueden filtrarse en los acuíferos subterráneos y contaminar los ríos, lagos y océanos cercanos. La contaminación del agua con nutrientes en exceso, como el nitrógeno y el fósforo, puede causar proliferaciones de algas que agotan el oxígeno y crean zonas muertas en los cuerpos de agua En especial a la agricultura intensiva convencional. Lo cual llega a contribuir en el cambio climático al liberar gases de efecto invernadero.

Brasil, Indonesia, Malta y El Reino Unido son países de fuera impulsadora de la agricultura como deforestación [24].

9.5. Meteorología

El término meteorología es la ciencia que estudia fenómenos atmosféricos basándose de una serie de magnitudes o variables meteorológicas tales como temperatura, presión atmosférica, humedad, dirección del viento, entre otros, las cuales varían en el espacio como en el tiempo. La meteorología contribuye con la pronosticación de factores climatológicos los cuales inciden de forma positiva o negativa para actividades agropecuarias [7].

Los trabajadores meteorológicos usan diversos instrumentos y técnicas para la recopilación e informes sobre la temperatura, humedad, la presión atmosférica, el viento, las precipitaciones, entre otras variables atmosféricas. Los datos recopilados llegan a ser analizados y son usados para realizar pronósticos meteorológicos y estudiar el clima a largo plazo pareciendo desates naturales.

Figura 4. Meteorología



Fuente: [7]

Los fenómenos que tienen lugar en la atmósfera son condiciones climatológicas que pueden incidir en el desarrollo de las plantaciones, es por ello que estudiar la meteorología permite cuantificar a estos fenómenos, en el sector energético, los estados meteorológicos son necesarios para la toma de decisiones, ya que dan información indispensable para proceder a una programación adecuada y estratégica a corto o largo plazo. Los datos que se llegan a ser analizados para el impacto meteorológico, pronosticar el efecto que tendrá en el tiempo, entre otros [7].

9.5.1. Tiempo atmosférico

La atmósfera usualmente conocida como la capa gaseosa que bordea al planeta, su composición principal son gases, de sólidos y líquidos en suspensión, el sistema complejo, voluble y multiforme es el que nos salvaguarda de las emisiones solares de alta energía, radiación ultravioleta, rayos gamma, rayos X, ingreso de meteoritos, entre otros. Brindando el efecto invernadero el cual es necesario para la supervivencia de las especies del planeta.

Hace referencia a las condiciones actuales de la atmósfera en un lugar y momento determinados. Incluye variables como la temperatura, la humedad, la presión, el viento y la presencia de nubes o precipitaciones. El estudio del tiempo atmosférico se basa en la observación y el análisis de estos parámetros en tiempo real [8].

La atmósfera, la densidad y la composición del aire al igual que la temperatura varían con la altura. Con respecto a variaciones térmicas la atmósfera se divide en capas como: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera [7].

9.5.2. Agrometeorología

La agrometeorología es la rama que trabaja las condiciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas y la relación en los procesos agrícolas, dicho de otra manera, la agrometeorología es un subcampo de la meteorología que aprovecha mejor los recursos climáticos, tal es el caso de lidiar las condiciones meteorológicas adversas con el fin de obtener un rendimiento más elevado. Al mismo tiempo ayuda a conocer mejor el microclima del campo el cual está definido por distintos factores meteorológicos como temperatura, humedad del aire, lluvia, viento, radiación solar, entre otros [9].

9.5.3. Predicciones Meteorológicas

Las condiciones meteorológicas se pueden predecir con el fin de saber que va a ocurrir en el futuro. Una práctica común la cual es usada por los agricultores para pronosticar si va a llover es observando que tipo de nubes se encuentran en el horizonte y de acuerdo a la dirección del viento [10].

El profesional en meteorología para realizar este tipo de predicciones cuenta con una colección de equipos. Las estaciones meteorológicas que se encuentran ubicadas en todo el planeta esto les permite realizar una base de datos meteorológicos detallados, tal y como lo realizan los satélites, dado que permiten ver que está pasando a gran distancia en el océano, donde no existen estaciones meteorológicas, los globos meteorológicos y radar también ayudan [10].

9.5.4. Clima

El clima se refiere al comportamiento en promedio de las condiciones que se encuentra la atmosfera en determinado lugar que se está midiendo durante un periodo largo de tiempo, el plazo considerado para este periodo es de menos de 30 días. Para estudiar el clima se usa un histórico del tiempo para la identificación de patrones y tendencias a largo plazo.

9.6. Instrumentos meteorológicos

Los profesionales en meteorología utilizan determinadas herramientas para medir diferentes datos y variables atmosféricas. Estos incluyen termómetros para medir la temperatura, higrómetros para medir la humedad, barómetros para medir la presión atmosférica, anemómetros para medir la velocidad y dirección del viento, pluviómetros para medir la cantidad de precipitación, entre otros.

9.7. Relación Agroclimática con el Desarrollo de una Planta

La agro climatología es una ciencia que estudia los efectos del clima sobre las actividades agrícolas, si viene es cierto que está sometido a diversos cambios bruscos del tiempo y por ellos son visibles los efectos en un corto plazo. El tiempo en un lapso de días o semanas puede ser un factor de riesgo que puede amenazar al cultivo a ocasiones irremediables, pérdidas de sustancias o totales en cosechas.

El análisis agroclimático es fundamental para el desarrollo de las plantas porque permite comprender y aprovechar las condiciones climáticas favorables para el crecimiento y la producción de las plantas. El agro clima se refiere a la interacción entre los factores climáticos y las actividades agrícolas, y su conocimiento ayuda a tomar decisiones informadas sobre qué cultivos son adecuados para una región o estación del año en particular.

Según Rodríguez Pérez (2008), la productividad de los cultivos está gobernada por complejas interacciones entre el clima y los procesos eco fisiológicos que estos conllevan. El éxito productivo no solo depende de la intensidad de los estímulos climáticos sino también de la secuencia temporal de estos durante el ciclo de la vida de los cultivos. La temperatura, la radiación solar y el agua en el suelo son los tres principales factores meteorológicos que regulan los procesos eco fisiológicos y metabólicos en las plantas.

9.7.1. El clima de las plantas

Los cambios agroecológicos determinan las formas y medidas de seguridad que se deben observar al desarrollar el proyecto de cultivo de cacao. Para su desarrollo, la planta debe poder vivir en un ambiente donde la temperatura supere un cierto nivel, que depende de sus condiciones fenológicas. A partir de este umbral, conocido como el "punto de vegetación cero", el desarrollo de la población de plantas es en realidad proporcional al aumento de la temperatura si todas las demás condiciones externas siguen siendo adecuadas o incluso óptimas. Sin embargo, el aumento no es ilimitado, cada condición fenológica de cada planta es limitada, hasta el más alto nivel de temperatura máxima tolerable.

Ya a partir del siguiente umbral, el crecimiento disminuye muy precipitadamente mientras las temperaturas aumenten por lo cual llega hasta ser nulo, a partir de aquí la planta tiende a morir por la incidencia del calor. Por ello, si la temperatura desciende por debajo de un nuevo umbral, es decir, la resistencia natural al congelarse, la planta llega a morir. Por cada variedad de cada etapa fenológica se toma en cuenta los cuatro umbrales de temperatura los cuales son: la de resistencia natural a helarse, punto de vegetación cero, máxima tolerable y temperatura máxima absoluta.

En consecuencia, ente el ponto de resistencia natural a helarse y el punto de vegetación cero, órganos vegetativos se encuentran en una etapa de inactividad, periodo de reposo invernal a su vez

que el máximo tolerable y el máximo absoluto de su crecimiento disminuye muy rápidamente mientras las temperaturas se elevan.

La vegetación cero y la máxima tolerable en la planta es un desarrollo de primera aproximada, ligeramente proporcional a la temperatura. Como resultado es indispensable cuando se realice nuevos cultivos conocer sobre los umbrales y comparar los datos climatológicos para ver si pueden ser sobrepasados durante distintas etapas fenológicas las que pasa la planta durante la etapa anual del desarrollo [11].

Figura 5. Incidencia climatológica en las plantas



Fuente: [11]

9.8. Sensores

Los sensores son dispositivos el cual detectan y responden dientes tipos de información del lugar en donde estén ubicados. Un sensor que a partir de la energía del lugar en donde se encuentra midiendo, envía su señal a un traducible, la cual cumple con la función de medir las variables [12].

Estos dispositivos están diseñados para detectar, medir y responder a variaciones o cambios en el entorno tanto físicos o químicos. Las magnitudes físicas o químicas los dispositivos los convierten en señales eléctricas o digitales que pueden ser interpretadas o utilizadas por otro tipo de sistema. Los sensores pueden medir una amplia variedad de variables, entre ellas temperatura, presión, humedad, luz, sonido, movimiento, velocidad, posición, pH, concentración de gases entre otros.

Los sensores son ampliamente utilizados en una variedad de aplicaciones, como la industria, la medicina, la agricultura, la meteorología, la robótica, los sistemas de seguridad y muchas otras

áreas. Proporcionan datos importantes para el control, monitoreo y toma de decisiones en diversos sistemas y procesos.

9.9. Sensores en la agricultura

Actualmente la agricultura afronta significativos retos en cuanto al aumento de productividad, recursos naturales más eficientes, fregado de plagas y enfermedades. Para lograr cumplir esos retos, se necesita de la aplicación de tecnologías emergentes como el uso de sensores que ayuden a ver el crecimiento de la planta, vehículos aéreos no tripulados para el control de plagas o mayor visualización del cultivo y minería de datos con el cual se obtiene un historial y poder predecir diferentes posibles amenazas [13].

La relación entre sensores y cultivos monitoreados ha probado ser una herramienta de gran ayuda para el desarrollo económico a nivel mundial en los últimos años. Este método de monitoreo ha sido utilizado por los gobiernos relacionados a la agricultura, universidades y centros de investigación agrícolas para evaluar la extensión de cultivos, la producción, su impacto y prevención de impactos ambientales. Esto ayuda para el desarrollo de la agricultura de precisión [14].

9.9.1. Sensor de temperatura ambiente

Este tipo de sensor se usa para conocer la temperatura del entorno. La implantación de este tipo de sensores son muchas, su utilización puede derivar desde una estación meteorológica hasta un sistema de alarmas capaz de detectar a un ser vivo.

9.9.2. Sensor de humedad

El sensor de humedad conocida también como hidrómetro se lo utiliza mayormente en espacios de interior con la finalidad de controlar la humedad del aire y temperatura ambiente. Por lo tanto, si es menor es recomendable usar un humidificador, y si es mayor un extractor para secar el ambiente [15].

Figura 6. Sensorización agrícola



Fuente: [14]

9.10. Internet de las Cosas (IoT)

La terminología IoT que significa Internet de las cosas se considera uno de los más grandes avances de la humanidad, donde el ser humano puede interactuar con varios dispositivos electrónicos que actualmente están surgiendo a gran medida con la finalidad de generar procesos automatizados que le faciliten la vida al ser humano. Siendo así que los dispositivos conectados a una red y dependiendo la finalidad de su funcionamiento permite tener aportes evolutivos en distintas áreas como puede la domótica y o la automatización de procesos o acciones habituales [16].

Los dispositivos IoT llegan a recibir y transferir datos a través de redes inalámbricas, donde la persona no interfiere. La integración de equipos informáticos de todo tipo de objeto hace posible el Internet de las cosas [21].

El IoT ha llevado a soluciones para diferentes ámbitos uno de ellos las empresas lo que ayuda al mejoramiento de modelos comerciales actuales, comenzar nuevas relaciones con los clientes y auspiciantes, por otra parte, involucra una serie de desafíos. Los datos acumulados que se generan en un sistema de dispositivos inteligentes llegan a ser abrumador. La BIG data es un proceso que integra sistemas actuales y configuración del análisis de datos para que la información sea tratada con mayor facilidad [21].

El Internet de las cosas posibilita al mundo real el automatizado de objetos físicos, haciendo que los mismos sean tecnológicos con lo cual lleven un registro de actividades que se realizan en el plazo a ser utilizados. Esto nos ha llevado que los datos del mundo físico sean transmitidos a servidores del internet, por ello estos implementos nos ha llevado a ser analizados con herramientas

informáticas, la información recopilada nos sirve para una mejor toma de decisiones lo que mejora las actividades de la vida cotidiana [16].

Un elemento clave de (IoT) es transformar todo tipo de objetos ordinarios en interfaces con el mundo. La plataforma desarrollará software para microcontroladores como Arduino usando varias tecnologías avanzadas como redes de sensores y actuadores, GPS, RFID, redes inalámbricas, información en tiempo real y más. El objetivo es tener todo conectado en una red. Por ejemplo, los sistemas automatizados pueden reconocer objetos en tiempo real, detectar, rastrear, monitorear y desencadenar varios eventos, e incluso avanzar hacia una llamada tierra inteligente donde la inteligencia impregna todos los aspectos de nuestras vidas. La inteligencia ocupa todos los aspectos de nuestras vidas [16].

Cualquier elemento común combinado con IoT se puede controlar a través de la interfaz de Internet, un microcontrolador como Arduino, una plataforma de desarrollo de hardware libre con varias tecnologías actuales como sensores y actuadores, comunidad inalámbrica, ubicación en tiempo real e Internet de prestigio, todos los cuales conforman la enorme red. El objetivo es que las cosas en red nos ayuden a integrar sistemas automatizados en beneficio de la sociedad [16].

Figura 7. Internet de las cosas (IoT)



Fuente: [16]

Para el monitoreo de cultivos que se protegerá mediante el desarrollo de un sistema capaz de recolectar información sobre parámetros con el crecimiento y la relación con su desarrollo. Los datos recopilados serán enviados al servidor para que sean procesados y enviados al usuario a través de protocolos y procedimientos del Internet de las cosas. El objetivo es recopilar datos en tiempo real para su análisis y permitir la toma de decisiones por parte del mismo sistema y los agricultores.

Los usuarios pueden interactuar de forma remota con el sistema y recibir ciertas alertas y condiciones. Los resultados iniciales muestran que el sistema proporciona información completa sobre el estado de estos parámetros, lo que ayuda a resolver el problema del manejo de este cultivo [17].

9.11. IoT en la Agricultura o Automatización en el Sector Agrícola

En la actualidad la agricultura tiene para recopilar algunos datos sobre el suelo y las propiedades de los cultivos, los sensores son encargados de recopilar información en el campo. De este modo usando la información podemos determinar que procedimiento será el adecuado para los cultivos, usando una diversidad de técnicas convenientes de acuerdo al manejo de datos, siendo así que hoy en día la recopilación de estos datos ha llegado a ser una necesidad en la industria agrícola teniendo como prioridad una mayor eficiencia operativa dentro del desarrollo de las plantaciones y la optimización de recursos [18].

Figura 8. IoT en la agricultura



Fuente: [18]

El avance de nuevas tecnologías ha ayudado a la obtención de información interesante para sistemas de posicionamiento global, redes inalámbricas de sensores, drones, brindan un uso preciso, sostenible de insumos, fertilizantes y cantidad de agua que precise el cultivo, esto se lo determina como agricultura de precisión. Esta técnica es llevada a cabo gracias al Internet de las cosas (IoT), estos dispositivos están disponibles en cualquier momento y en cualquier lugar. En otras palabras, IoT consiste en la incorporación de sensores y dispositivos en objetos cotidianos para conectarlos a Internet a través de redes fijas e inalámbricas [18].

La meteorología es un área donde más es usada la aplicación del IoT, por el motivo que usa sistemas con múltiples sensores para poder monitorizar el tiempo real de las condiciones climáticas, con el fin de obtener información precisa y concisa [18].

9.12. Sensores IoT para la Agricultura

A los agricultores disponer de información del estado de sus plantas en tiempo real ha sido de mucha ayuda, por ello la incorporación de tecnología IoT ha contribuido al desempeño productivo. La puesta de sensores en el campo ha contribuido con la recopilación de datos importantes como la humedad del suelo, periodos de la planta y temperatura ambiente, entre otros. Toda información que reciban estos sensores, son enviadas de forma inalámbrica a dispositivos centrales donde se puedan visualizar los datos y así poderlos analizar.

Usando los sensores IoT los agricultores tienen mayor control en los cultivos lo cual ayudaría también a tomar decisiones para el desarrollo óptimo de la planta. La utilización de sensores IoT en la agricultura ayuda a la implementación de otros sistemas como es el riego automático la cual es el recurso más usado por los agricultores, con ayuda de los sensores en el campo podremos conocer el estado a tiempo real del suelo, con esta información podemos poner en marcha el riego automático o aplicación de fertilizante si así lo requiera la planta.

En los últimos años la agricultura de precisión es la aplicación concurrente por los agricultores por los sistemas que tienen como sensores y dispositivos que ayudan a la recolección de datos sobre el estado de los cultivos o el entorno de la misma. Una vez la información es recopilada se la usa para el desarrollo de un plan que permite a los productores poder pronosticar el comportamiento de los cultivos y tomar medidas preventivas [19].

Uno de los sensores más usados está el sensor de humedad el cual monitorea una o más variables físicas, el cual ayuda que en tiempo real se realice diseños para la toma de decisiones con este tipo de sensor.

Sensor de temperatura como su mismo nombre lo dice nos ayuda a conocer a cerca del calor en el ambiente y el suelo del cultivo para la aplicación de técnicas y así ayudar al desarrollo de los cultivos.

Figura 9. Sensores agrícolas con tecnología IoT



Fuente: [19]

El dióxido de carbono (CO_2) se lo usa en invernaderos grandes, donde el CO_2 en el aire es limitado provocando la ralentización de la fotosíntesis, por este motivo la implementación de este sensor ayudaría en el cuidado de los niveles de CO_2 obteniendo como beneficio el aumento de la producción.

Para el control del suelo en cuanto a nutrientes y nivel de alcalinidad se usa un sensor de pH mostrando niveles de acuerdo o una base en términos de la actividad de iones de hidrógeno. Es necesario saber la cantidad de horas luz e intensidad de radiación que acogen los cultivos por ello se coloca un sensor de luminosidad, ya que, a gran medida, depende la calidad del fruto.

Conocer el desarrollo y crecimiento de la planta en relación con la cantidad de luz tenemos el sensor de fotosíntesis el cual mide niveles de radicación fotosintética activa en la planta ayudando con información de lo que está pasando en el cultivo.

En el riego de las plantas se usan diferentes técnicas en la cual se llega a usar diferentes cantidades de agua para diferentes cultivos por este motivo se usan sensores de caudales de riego que permiten determinar el suministro de agua que están recibiendo para poder actuar y controlar este recurso vital.

Los nutrientes como el fósforo, nitrógeno, potasio, son indispensables el cual la falta o el exceso de ellos pueden llevar a procesos agrícolas a su baja productividad por lo que se convierte en factor importante a seguir con el sensor NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) permitirá mantener en óptimas condiciones al suelo. Sensor de crecimiento de frutos se llegan a determinar

comportamientos en el producto final en el cual ayuda a ver la calidad del fruto estamos produciendo para saber en qué mejorar.

9.13. Riego inteligente

La tecnología IoT (Internet de las cosas) ha evolucionado para ponerlo en práctica en sistemas de riego para optimizar el agua un recurso muy esencial, para su aplicación es necesario los sensores, algoritmos y sistemas de control para poder mejorar el riego en los cultivos de manera más eficiente, precisa y sin desperdicios innecesarios. El riego inteligente tiene como objetivo proporcionar la cantidad adecuada de agua necesaria en el momento adecuado, evitando malgastar el mismo y así proporcionar con los nutrientes necesarios que la planta necesita.

9.13.1. Componentes y características del riego inteligente

En este punto es necesario conocer que tipos de sensores debemos usar, que componentes son necesarios para optimizar los recursos que tenemos, uno de esos componentes que son necesarios es el sensor de humedad del suelo, el cual ayuda a medir la humedad presente en el suelo, lo que consiente en establecer si las plantas necesitan agua. Los datos recopilados por los sensores se envían a un sistema de control centralizado.

Otro dispositivo necesario es la estación meteorológica que nos ayudan a medir variables ambientales como la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad del viento y lluvia, este nos manda una señal en caso de que el ambiente no requiera de un suministro de agua adicional. Estos datos se utilizan para calcular la evaporación y la pérdida de agua por transpiración de las plantas, lo que ayuda a determinar las necesidades de riego.

Como se trata de un riego inteligente necesitamos el sistema de control sirven para recibir datos de los sensores y las estaciones meteorológicas, utilizan algoritmos y modelos para calcular la cantidad de agua necesaria para las plantas beneficiando que el agua no reciba mucha agua o en caso contrario no obtenga suficiente agua realizan un servicio de calidad. Estos sistemas pueden ajustar automáticamente las válvulas de riego para proporcionar la cantidad adecuada de agua en función de los datos recopilados.

Para el acceso a la información o la recopilación de datos es necesario que este tenga conectividad y comunicación entre los dispositivos y sensores utilizados en el riego inteligente estos se pueden llegar a conectar a través de redes inalámbricas o cableadas, lo que permite la comunicación de datos en tiempo real entre los diferentes componentes del sistema.

Los datos recopilados por el sistema de riego inteligente, este si el agricultor desea se pueden integrar con otros sistemas de gestión agrícola, como sistemas de información geográfica (SIG) o sistemas de gestión de cultivos, para realizar un análisis más completo y tomar decisiones informadas sobre el riego.

9.13.2. Beneficios del riego inteligente:

El riego inteligente es una herramienta valiosa para optimizar el uso de agua en la agricultura, reducir el impacto ambiental y mejorar la productividad de los cultivos. Al combinar tecnologías de IoT con la gestión del agua, se pueden lograr beneficios significativos tanto para los agricultores como para el medio ambiente aquí algunos de sus beneficios.

- **Ahorro de agua:** Al proporcionar la cantidad precisa de agua que las plantas necesitan, el riego inteligente evita el desperdicio de agua causado por el riego excesivo o inadecuado.
- **Mejora de la eficiencia del riego:** Al basarse en datos precisos y en tiempo real, el riego inteligente optimiza la eficiencia del riego y evita la subirrigación o la sobre irrigación de las plantas.
- **Mejora de la calidad de los cultivos:** Al proporcionar una cantidad adecuada de agua en el momento adecuado, el riego inteligente promueve un crecimiento saludable de las plantas y puede mejorar la calidad de los cultivos.
- **Ahorro de costos:** El uso eficiente del agua y la optimización del riego pueden reducir los costos de agua y energía asociados con el riego agrícola.

9.14. Arquitectura IoT

La arquitectura IoT es el transcurso en el que la información es trasladada en la red, de forma digital desde los sensores a la nube o centro de datos, en donde serán almacenados y procesados. A partir

de actuadores, los cuales dan instrucciones para que cualquier dispositivo conectado realice una acción en concreto como desactivar o activar un mecanismo.

La posibilidad es muy amplia, esencialmente en el campo de la industria 4.0, la arquitectura IoT ha encontrado diversas soluciones necesarias para el procesamiento y recepción de datos con lo que cualquier empresa pequeña o grande trabaja.

El internet de las cosas es una tecnología muy amplia con diversas aplicaciones el cual está siendo usado en diferentes ambientes. El área a utilizarse la aplicación del internet de las cosas, dependiendo el diseño que se la realizo actuara. Pero en ella no está definida la arquitectura estándar de desarrollo que se implemente estrictamente. La arquitectura de IoT depende del desarrollo e introducción de los distintos sensores [22].

9.15. Fases de la arquitectura IoT

La fase uno se conforma por los sensores y actuadores, son dispositivos que miden y calculan magnitudes físicas o químicas como temperatura, calidad de luz, composición química, posición. Con respecto a los actuadores, transforman energía en acciones determinadas para automatizar un proceso, por lo cual ambos dispositivos están conectados para la supervisión de determinados procesos.

La segunda fase es sistema de adquisición de datos estos son encargos de extraer información analógica por medio de los sensores y actuadores.

La tercera fase está conformada por el análisis de frontera como son demasiados datos que llegan a generarse para ser procesados todo este es reducido antes de enviar a la nube esta fase es desarrollada en un dispositivo cercano a los sensores.

Ya por último tenemos la cuarta fase, el cual es el análisis en el centro de datos o nube aquí es donde se gestiona y el almacenamiento de datos lo cual es el último proceso por lo mismo necesita equipos más complejos que logren alojar la información alcanzada por distintos sensores y ubicarla a disposición de la empresa una vez establecida [20].

Figura 10. Arquitectura de IoT

Fuente: [20]

La incorporación de arquitectura IoT en diferentes campos como la industria, transporte, diseño de interiores, agricultura y ganadería, entre otros, supone un crecimiento de la demanda de profesionales en estas áreas, para comprender mejor la tecnología IoT con la arquitectura que se maneja se está convirtiendo en una de las profesiones con mayores proyectos a futuro.

9.16. Etapa de la arquitectura de soluciones IoT

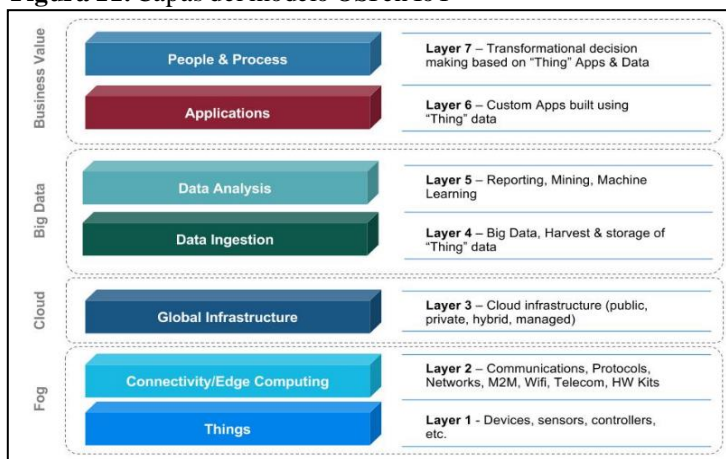
El internet de las cosas puede relacionarse a equipos y protocolos enlazados, por lo contrario, los datos de los equipos están en silos, fragmentados y aislados. Como resultado, estas instrucciones de fragmentación por sí mismos ofrecen información suficiente para justificar una estrategia del IoT lo que resulta en una inversión significativa de recursos. Para adecuar IoT, las compañías deben permitir que los dispositivos reaccionen libremente y así maximizando las sinergias entre sistemas y dispositivos. La arquitectura IoT debe tener una infraestructura compatible con el sistema [23].

9.16.1. Conformación de una red de sistema IoT

Cuando se habla de sistemas IoT, se encuentra una estructura que por lo regular y relacionado con la aplicación con la que se destinó se va a encontrar varios modelos propuestos por distintos entes de investigación u organización. Siendo así que dentro del IoT se puede encontrar modelos compuestos por un determinado número de capas que tienen una función específica y además disponen de protocolos o lenguajes de comunicación propios para cada una de ellas. Entre los modelos planteados encontramos un modelo de siete capas planteado por el comité de arquitectura IoTWF (Internet of Things World Forum) conformado por varias empresas de renombre como por

ejemplo CISCO. El otro modelo es de cuatro capas propuestas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) [26].

Figura 11. Capas del modelo OSI en IoT



Fuente: [26]

Entre el modelo más empleado y mayoritariamente fácil de entender podemos encontrar el modelo de 7 capas o modelo OSI como se muestra en la figura 11 planteado por el IoTWF, en la cual describiremos cada una de las capas.

Capa 1: Dispositivos físicos y controladores

Esta capa también se la conoce como capa de percepción, ya que es aquí en esta capa en donde se ubican los sensores u dispositivos encargados de recopilar información del entorno acorde a las variables a cuantificar. Aquí se obtienen las medidas de los parámetros físicos cuando se trata de medir alguna variable o también se identifican dentro del medio la presencia de otros dispositivos inteligentes [26].

Capa 2: Conectividad

En esta capa encontramos la comunicación de los datos recopilados en la capa 1 mediante los dispositivos utilizados que se enlazan a la red IoT, es decir que aquí en esta capa se contempla el paso de la información de los sensores a la red para luego ser tratados en la capa número 3, contemplando que este proceso se desarrolle de manera segura mediante el manejo de protocolos y herramientas de seguridad. Siendo así que entre los distintos protocolos de comunicación

podemos encontrar IP, UDP, TCP, HTTP, MQTT en la versión 3.1 o 3.1.1 y el Constrained aplicación protocol (CoAP) [26].

Capa 3: Edge Computación

Esta es la tercera capa dentro de un modelo de un sistema IoT, debemos asegurar que mediante la computación la información sea recopilada y depurada para que ingresen a la capa superior la información de forma concreta para optimizar los procesos las actividades de las capas siguientes, siendo así que de esta manera la información al estar filtrada el flujo de información es reducido y de esta manera se ve reducido el índice de umbrales de valores. Es decir, en esta capa la transferencia de datos de la arquitectura del sistema se da de manera que los errores existentes en la capa física se identifican y se corrigen [27].

Capa 4: Almacenamiento de datos

En esta capa se permite que los datos recopilados y depurados en la capa anterior se almacenen, siendo así que en esta capa al estar filtrado los datos vamos a tener la acumulación de datos con información de mayor impacto que se utilizara en aplicaciones posteriores a medida que avanza a las siguientes capas. En este punto se pueden almacenar datos de eventos ocurridos en el tiempo u otra aplicación se le dé da a datos para consulta de información posterior. Aquí ya se ven vínculos con sistemas de la nube, Big Data, entre otros servidores [27].

Capa 5: Enajenamiento de datos

En esta capa los datos almacenados se agrupan de manera unitaria o multibase, según sea los datos que se estén manejando para facilitar la representación de las variables contenidas y de forma versátil se tienden a adaptar al soporte que maneja el almacenamiento o la transmisión. Es decir, aquí en esta capa se encuentra el extracto de los datos, siendo así que el otro nombre que recibe esta capa es la abstracción de datos en donde se puede tener sub capas como lo son el modelo de usuario que describe la base de datos, modelo lógico que, en más formal en relación al modelo anterior, explicada de forma más detallada los datos y por último encontramos el modelo físico donde se agregan a detalle cada dato relacionado con relación al geek y la indexación [26].

Capa 6: Análisis, reporte y control de datos

En esta capa se realiza el manejo de la información recopilada por los sensores mediante técnicas de monitoreo, control y análisis para luego ser vista dicha información en dispositivos de visualización como por ejemplo desde un teléfono inteligente u ordenadores siempre y cuando sean compatible con el programa o software encargado de mostrar la información. Aquí también se pueden integrar métodos de aprendizaje automático (ML) o en su defecto algún otro algoritmo de aprendizaje especializado en la detección de patrones dentro de un conjunto de datos [28].

Considerando que un sistema de IoT puede llegar a manejar una gran cantidad de datos, esta capa se caracteriza por el procesamiento que realiza a dicha información, siendo así también conocida como capa de middleware, en al cual se aprovechan varios servidores con una conexión simultanea conocida también como computación de nube, de esta manera se logra un mayor rendimiento en las áreas de cómputo, almacenamiento, redes y seguridad. Además, aquí se preparan los datos para la etapa de aplicación [28].

Capa 7: Aplicaciones, colaboración y seguridad

En esta capa se da la interacción entre el usuario y el sistema de red IoT, presentando la información recopilada en las capas anteriores para llevar a cabo distintos procesos relacionados con el IoT [26]. En esta capa se decodifican los patrones presentes en los datos de la red IoT y los compila de manera apreciable a la percepción de la persona mediante distintas herramientas como tablas o gráficas, que permiten que según sea el tipo de aplicación podamos proyectar futuras tendencias o tomar decisiones de manera acertada correlacionando datos [28].

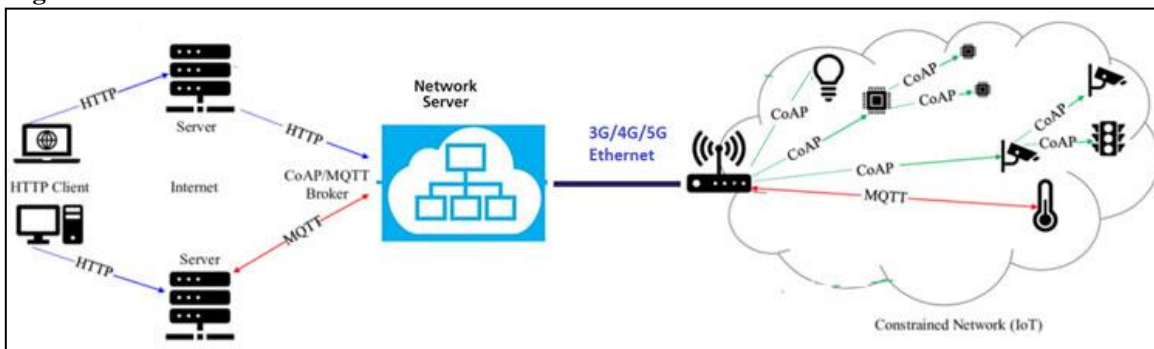
Además, en esta capa a ser la última y ser la que muestra los datos se debe considerar a gran medida el parámetro de seguridad, siendo así que se debe asegurar los procesos en la nube, ya que aquí la mayoría de datos se procesan y debe ser de gran importancia evitar la fuga de datos. De la misma manera se debe mantener una conexión segura centrada en la protección de los datos que viajan en la red con herramientas como el cifrado [27].

9.17. Protocolos de Comunicación IoT

Dentro de los sistemas IoT podemos encontrar que para establecer comunicación y se puedan entender entre los dispositivos se necesita de algún tipo de protocolo, actualmente existen distintos protocolos que se pueden emplear, pero depende bastante de las condiciones y características que se requiera dentro de la comunicación, siendo así adecuado tener en cuenta la particularidad y naturaleza de la aplicación para el uso correcto de un tipo de protocolo [29]. Considerando la aplicación se debe analizar factores como el alcance de transmisión de datos, la seguridad, la energía y hasta la duración de la batería en el caso de dispositivos totalmente portátiles.

Los protocolos se pueden clasificar en distintas formas, siendo así que podemos encontrar algunos de uno común y otros destinados para sistemas domésticos y otras para áreas industriales. A nivel físico podemos tener los siguientes protocolos para la comunicación en un entorno específico:

Figura 12. Protocolos de comunicación en redes IoT



Fuente: [29]

Radiofrecuencia o RF. - Aquí la frecuencia se hacen presentes dentro de un espectro electromagnético por medio de la propagación de ondas. Dichas ondas se propagan a través de por el aire siendo así que es bastante empleadas para aplicaciones donde hay distancias considerables con respecto a otros protocolos. Entre las aplicaciones más comunes encontramos su uso para transferencia de datos o para comunicaciones de voz de forma inalámbrica, ya que estas señales tienen algunos comportamientos que puede ser predictivos y detectarse para interactuar con otras señales. Para su recepción se emplean antenas que se conectan a módulos sintonizados a la misma frecuencia entre emisor y receptor para la transferencia de datos [32].

Bluetooth. - Esta es una tecnología de corto alcance y de uso muy recurrente en temas de informática, transferencia de datos o comunicación entre dispositivos para la ejecución de ciertas opciones. Cabe destacar que este protocolo es de bajo consumo de energía, pero un impedimento es que su volumen para transferencia de datos es muy bajo y para aplicaciones de gran demanda de datos no se recomienda su aplicación por temas de saturación. Y entre sus características encontramos que opera en una frecuencia de 2,4 GHz con un alcance de 50 a 150 m y una tasa de transferencia de datos de 1 Mbps [30].

Ethernet. - Esta alternativa es considerada como la menos costosa para la transferencia de datos con una latencia relativamente baja capaz de manejar grandes cantidades de datos con velocidades que van desde 10 Mbps a 100 Mbps o en algunos casos hasta 1500 bytes por paquete. Aunque a lo más común es que trabaje entre los 10 a 100 Mbps, ya que es la velocidad que es compatible con la mayoría de dispositivos a nivel industrial [29].

Wi-Fi/802.11.- Este tipo de protocolo es el que se usa en gran escala en nuestros hogares, oficinas y en otros campos, ya que es una opción económica para hacer transferencia de datos, pero siempre considerando las limitaciones que este puede implicar como la distancia a la que se puede llegar a tener conexión y que a nivel de consumo energético tiene que ser ininterrumpido. Al igual que otros protocolos esta también trabaja a una frecuencia de 2.4 GHz [31].

Zigbee.- Se emplea altamente en entornos industriales mediante el protocolo IEEE802.15.4 operando a 2.4 GHz, se considera como una red de carácter estándar a nivel industrial y ofrece prestaciones como un bajo consumo de energía, alto grado de seguridad, robustez y alta escalabilidad lo cual es proporcional al precio que tiene con respecto a otros protocolos y entre las características encontramos que trabaja a una frecuencia de 2.4 GHz con un alcance de 10 a 100 m con una tasa de transferencia de datos de 250 kbps [31].

Dentro de la arquitectura IoT se busca que los datos puedan ser identificados y depurados para bajar los índices de errores en la transferencia de datos obtenidos desde en nivel físico, siendo así que entre los protocolos que se manejan aquí podemos encontrar son los siguientes:

LPWAN. - Este protocolo permite la comunicación inalámbrica para la transferencia de datos desde un dispositivo como puede ser un sensor hacia una estación base o Gateway que pueden

encontrarse a grandes distancias en kilómetros y lo mejor de todo es que lo hace con un bajo consumo energético [31]. En el entorno de este protocolo se permite instalar decenas o hasta centenares de nodos que pueden estar en distintas ubicaciones suministradas con energía a través de baterías para su funcionamiento. Entre estas comunicaciones podemos encontrar:

Sigfox.- Esta es una tecnología de largo alcance que utiliza las bandas ISM que son frecuencia libre de licencia para poder realizar la transmisión de datos hacia los elementos vinculados. El funcionamiento de Sigfox se basa en la tecnología de Ultra Narrow Band o en sus siglas UNB, que está diseñada para el manejo de transferencia de datos con velocidades bajas, lo que hace que la duración de la batería sea prolongada. Este protocolo ofrece una red robusta y escalable para varios dispositivos, la frecuencia de trabajo es de 900 MHz con un alcance de 30 a 50 km a nivel rural o de 3 a 10 km a nivel urbano con una tasa de transferencia de datos que va desde 10 a 1000 bps [31].

LoraWAN.- Es el protocolo de comunicación inalámbrica que trabaja en frecuencia sub GHz doce se comprenden frecuencias como 433, 868, 915 en magnitudes de GHz con una velocidad de transferencia de 0.3 a 50 Kbps y un alcance que ronda los 15 km proporcionando comunicaciones bidireccionales, seguras y de bajo consumo. Para poder lograr cubrir distancias como las mencionadas se reduce la velocidad dinámica de los datos [31].

Para la función de transporte de información se requiere que este sea lo más segura posible y de la misma manera para la parte de la aplicación se requiere que hagan el papel de interfaz entre el usuario y el dispositivo. Entre los protocolos que se emplean para estas tareas podemos encontrar:

Protocolo de control de transmisión/Protocolo de internet (TCP/IP). - Este protocolo de enlace es comúnmente usado en ordenadores y dispositivos que funcionen como emisores o receptor, lo cual genera la posibilidad de que los dispositivos que se encuentren conectados con esta a la red mediante este protocolo puedan comunicarse entre sí. El proceso de comunicación lo hace mediante la división de datos en conjuntos pequeños que después se vuelven a unir para generar un solo conjunto y formar un mensaje final con la información completa, ya que al dividir la información en conjuntos pequeños estos pueden transitar de mejor manera en flujos congestionados, además, de mantener mejores índices de exactitud [30].

Protocolo de datagramas de usuario (UDP). - Es este tipo de protocolo se permite la transmisión de conexión de datagramas con redes que tengan vínculo con la IP. Este tipo de protocolo se encuentra en la capa intermedia de red y la de la capa de aplicación porque pertenece a los protocolos de internet. Cabe resaltar que aquí la transferencia de datos es rápida, ya que no es necesario la conexión emisor-receptor mucho menos esperar alguna respuesta, pero lo el lado malo es que no es fiable que los datos transmitidos lleguen de forma completa o en orden al que estaban asignados. Además, el nivel de protección es muy bajo, ya que no proporciona protección a accesos de terceros [29].

Advanced Message Queuing Protocol (AMQP). - Se trata de un protocolo de tipología abierta cuya función se destina a la capa de aplicación en donde este protocolo es capaz de generar mensajes, enrutar la información y presenta una exactitud al momento de hacer las notificaciones dentro de los procesos. Es decir, este protocolo genera una línea de comunicación entre las aplicaciones que se encuentren conectadas, además entre las características positivas que presenta podemos encontrar que es capaz de mostrar datos en formatos distintos, así mismo presenta flexibilidad a la hora de definir los datos, proporciona procesos de escalabilidad y capacidad de originar varias tipologías en un único sistema. Siendo este un buen protocolo en el IoT, ya que se puede implementar en dispositivos con tecnología cloud con infraestructura “on premise” y brinda seguridad mediante métodos como la autenticación y cifrado de tipo SASL o TLS [29].

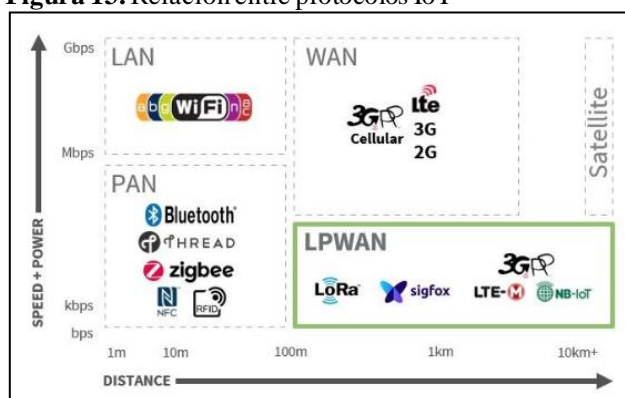
Protocolo de aplicación restringida (CoAP). - Se trata de un protocolo con la característica de comportarse de en forma de Servidor/Cliente, es decir que se otorga al cliente la posibilidad de enviar al servidor una solicitud para obtener una respuesta en HTTP. El ancho de banda es de acceso restringido y con límites de capacidad de dispositivos por cuestiones de diseño. Además, este protocolo usa UDP para realizar transferencia de datos en casos especiales, considerando que la transferencia de datos también es pequeña y emplea la metodología REST empleada en HTTP con la característica de cabecera reducidas [31].

Data Distribution Service (DDS). - Este protocolo permite la integración de redes micro hasta redes macro de alto rendimiento para la ejecución de dispositivos con lo que la hace los procesos más fáciles y vuelve los procesos más fiables. Para realizar el proceso de comunicación de dar directamente entre los puntos a través de UDP por lo que la hace ideal para aplicaciones donde ver

los datos en tiempo real es un requerimiento o se debe hacer gestión de redes de forma eficiente. Además, la ofrece características como la seguridad mediante TLS, DTSL y DDS [31].

Protocolo de comunicaciones entre máquinas (M2M). - Este es un protocolo abierto empleado en áreas industriales para la gestión de dispositivos con tecnología IoT de manera inalámbrica mediante el uso de redes de carácter público y el medio de desarrollo se da entre la comunicación puente entre dos ordenadores a lo que este protocolo conlleva a la máquina para auto monitorearse y adaptarse al entorno. Por ello es ampliamente utilizada en domótica [31].

Figura 13. Relación entre protocolos IoT



Fuente: [29]

9.18. BIG DATA

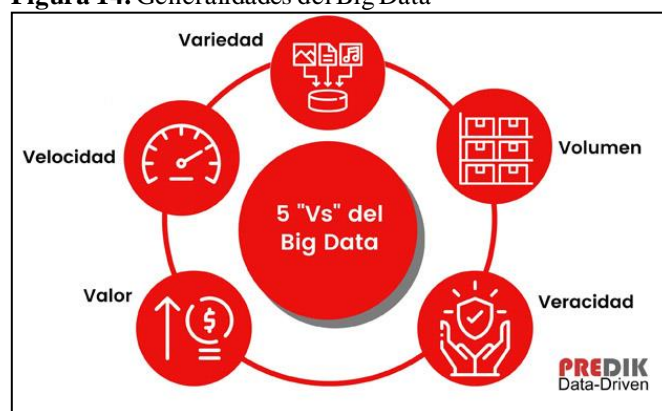
Hoy en día podemos evidenciar que existe un gran volumen de datos que se obtienen de diferentes sistemas o actividades de forma cotidiana, es por ello que a nivel global se ha visto la necesidad de optimizar, generar nuevas formas o modelos donde se pueda alojar la información para después ser tratada a través de bases de datos u otros sistemas de gestión. Siendo así que la Big Data incluye distintas tecnologías que ayudan a la administración de gran volumen de datos obtenidos desde distintas fuentes [32].

Dentro de la Big Data se puede lograr administrar una cantidad muy grande de datos, pero además de administrar el volumen permite la clasificación de la variedad de datos con una velocidad aceptable de procesamiento con el propósito de obtener el mejor provecho a la información que se obtiene segundo a segundo. Actualmente la Big Data también se la considera como Data Science o Ciencia de los datos donde se combina una serie de herramientas de tratamiento y manipulación

de gran escala ya sea para un objetivo informático y estadístico que permita un análisis e interpretación de datos [33].

Dentro de la Big Data se maneja las cinco “V” que hace referencia a los 5 aspectos fundamentales de esta herramienta. La como primer punto encontramos al volumen de procesamiento que puede manejar, donde se pueden evidenciar datos no estructurados de baja densidad. Como otro punto encontramos la velocidad con la que puede hacer el procesamiento de los datos la cual es muy acelera partiendo desde la recepción, siendo así que estos datos pueden ser escritos de forma rápida y en tiempo real en alguna plataforma compatible con los datos, es decir se pueden visualizar estas variables en tiempo real de gran variedad. Con esto entramos al punto de la variedad de datos, la Big Data puede recoger datos para estructurarlos y adaptarlo a algún tipo de base de datos. Y como últimos puntos encontramos la veracidad que tienen estos datos, ya que deben ser depurados con información relevante y lo cual le según sea su modo de empleo se le puede dar un valor para temas comerciales [32].

Figura 14. Generalidades del Big Data



Fuente: [33]

9.18.1. Tipos de Big Data

Datos no estructurados. - Aquí podemos encontrar datos que requieren clasificarse u ordenarse para posteriormente ser almacenados de forma adecuada para su posterior extracción de valores, estos datos se pueden obtener con un índice de gran escala y hasta en tiempo real que pueden ser emitidos por dispositivos móviles, web u otros elementos envían valores que implican múltiples desafíos para procesamiento para la obtención de valores [34].

Datos semiestructurados.- Este tipo de datos contiene datos estructurados y no estructurados, es decir que vienen en forma de un formato definible que a primera vista se le hace un poco complejo entenderlo por parte del usuario es por ello que en este caso se sigue una serie de reglas o parámetros para poder determinar cómo leer la información contenida, siendo un ejemplo de este tipo de dato encontramos los archivos Extensible Markup Language (XML) que es un lenguaje estándar para intercambiar datos entre distintos sistemas, pero también puede ser perceptible para las personas y algunas computadoras mediante la utilización de un software editor de texto [34].

Datos estructurados. - Como su nombre lo da a entender, este tipo de datos ya presentan la información bajo un tipo de formato, así como el tamaño y la longitud de manera ya estipulada, siendo así su proceso de análisis más fácil en comparación de los anteriores. Estos datos se presentan como por ejemplo una base de datos con identificaciones, fechas, números de contacto u otros valores que no son variables en el tiempo, En otras palabras, aquí se muestran los valores ya derivados bajo un formato específico [34].

9.18.2. Principio de funcionamiento de la Big Data

El principio básico de funcionamiento de la Big Data se basa en cuatro puntos fundamentales en el cual cada uno de ellos representa una condición para los datos, los cuales se muestran a continuación;

Obtención de datos. - Los datos pueden venir de distintas fuentes con formatos de distintas índoles como se mencionó anteriormente, siendo así que la obtención de los datos es muy variada según el tipo de variable que se vaya a obtener. Además, aquí los datos obtenidos deben ser almacenados para que el paso de procesamiento de datos tenga elementos para llevar a cabo su función [35].

Proceso de datos. - Es este paso se organiza la información recopilada para ser analizada de manera óptima a través de herramientas que se encargan de llevar a cabo la gestión de esta tarea, ya que este proceso no puede ser llevado a cabo de manera eficiente por personas debido a la cantidad inmensa de datos que pueden entrar al sistema [35].

Limpieza de datos. - Aquí se lleva a cabo un paso muy importante, ya que este paso es valioso dentro del manejo de datos porque se los clasifica en función de sus características, se los etiqueta

y se los jerarquiza acorde al requerimiento o la demanda de los datos que se quiere que se muestre para el análisis correspondiente. Una vez que se clasifica el proceso de eliminar datos basura es mucho más fácil para el sistema evitando así presentar datos duplicados o de fuentes extrañas presentes y que no generen la confianza suficiente [34].

Análisis de datos: Para llevar a cabo el análisis de datos se pueden tener en cuenta varias herramientas presentes en el entorno virtual que tienen la capacidad de procesar grandes cantidades de información en la menor cantidad de tiempo posible. Entre algunas de estas herramientas tenemos a Machine Learning que basa su funcionamiento por medio de la inteligencia artificial capaz de analizar y procesar la información presentada acorde a los parámetros técnicos requeridos por el ente necesita de dicha información. Por otro lado, encontramos a la minería que busca patrones que se relacionen entre la información almacenada para generar grupos más fáciles de analizar y una herramienta más es la analítica de resultados en donde se revisan datos históricos para la realización de predicciones ante sucesos que pueden aparecer más adelante [32].

9.18.3. Beneficios de la Big Data

La Big Data tiene varios beneficios dentro de su utilización, tanto así que en la bibliografía [31] nos muestra la siguiente información:

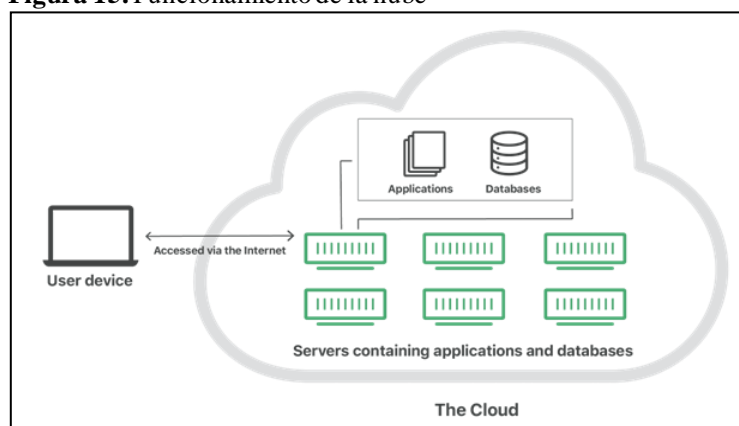
- Proporciona fundamentos para poder tomar decisiones de manera precisa y oportuna sobre alguna situación a futuro para poder responder de manera ágil a alguna necesidad de manera proporcional a la información recopilada.
- Permite a nivel industrial o empresarial optimizar recursos de todo tipo para mejorar la eficiencia con la que se encuentran operando.
- Permite detectar posibles problemas o falencias dentro de una industria o empresa y de la misma manera poder detectar posibles oportunidades.
- Fomenta a la mejora del factor de seguridad y a la prevención de actividades ilícitas.
- Permite descubrir brechas para la identificación de patrones que puedan ser aprovechados para generar ventajas a nivel competitivo.
- Genera una ayuda para poder identificar de forma oportuna la presencia de fraudes en caso de actividades comerciales para generar mayor confianza a los inversores.

9.19. LA NUBE

Entre en año del 2008 y 2009 a través del recurso de la TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) surge el avance tecnológico a nivel informático conocido como la nube que gracias a las bondades que prestaba fue bien recibida por el público a nivel corporativo, ya que permitía el manejo de información por el lado virtual reduciendo el uso de elementos de almacenamientos físicos. Aunque cuando recién nació se tenía algunas incertidumbres como el nivel de protección de datos y la privacidad de los usuarios [37].

El término nube hace referencia a una red mundial de servidores considerando que la nube no es una entidad física, pero se conforma como se mencionó anteriormente por una red de servidores remotos a nivel mundial conectados entre sí para formar un ecosistema por con una única función de almacenar y administrar datos algo similar a una memoria de almacenamiento externa portátil sino que con la diferencia que aquí tenemos la información en internet y para acceder a ver los archivos o datos debemos hacerlo desde un equipo local o personal conectado a internet para ver los datos de forma online en cualquier parte del mundo siempre y cuando exista conectividad con internet.

Figura 15. Funcionamiento de la nube



Fuente: [37]

La información que se puede almacenar y analizar en la nube por medio de un proceso conocido como virtualización, en el cual se da origen a una forma computadora virtual o mejor conocido como máquina virtual donde se procesan los datos y cabe recalcar que en un servidor pueden existir más de una máquina virtual, siendo así que al ejecutar algunas máquinas virtuales en un mismo servidor al mismo tiempo se considera como varios servidores que en un centro de datos se lo

conoce como un host de centro de datos para poder generar servicio a muchos usuarios a la vez, este es el principio de funcionamiento para la comercialización de espacio en la nube [38].

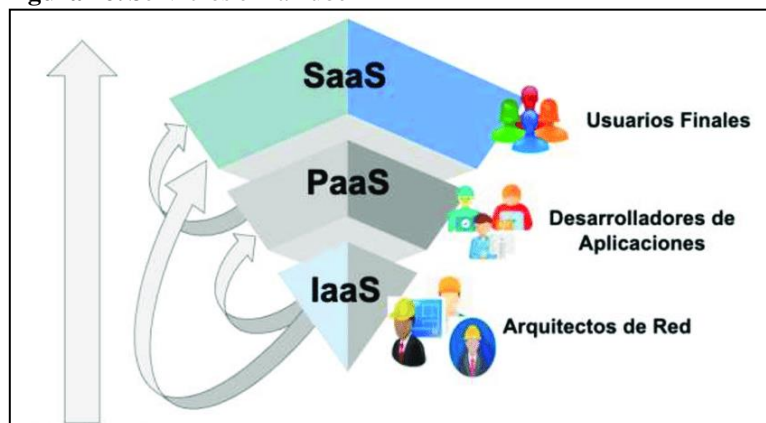
9.19.1. Modelos de servicio en la nube

Software como servicio o (SaaS). - Está comprendido como un sitio donde los usuarios pueden ejecutar la acción de instalar una aplicación en algún dispositivo inteligente, estas aplicaciones están relacionadas con el alojamiento de información desde la nube y para su visualización los usuarios lo pueden hacer accediendo mediante conectividad a internet, es decir el dueño de la nube proporciona la aplicación para que el usuario la maneje sin tantas restricciones y entre las principales aplicaciones de este tipo podemos encontrar a Salesforce, Slack y MailChimp [39].

Plataforma como servicio o (PaaS). - Aquí no es necesario que las empresas tengan que pagar por algún tipo de aplicación, en cambio lo hacen para poder realizar el desarrollo de aplicaciones propias, es por ello que los encargados de proporcionar el servicio PaaS se encarga de poner a disposición las herramientas, infraestructura y sistemas mediante el internet, necesarias para el desarrollo de la aplicación. Ejemplo de esto sea Microsoft Azure y Heroku [39].

Infraestructura como servicio o (IaaS). - Aquí la entidad que requiere los servicios debe alquilar el almacenamiento necesario en la nube y además los servidores que crea necesario para poder desarrollar las aplicaciones con una infraestructura en la nube. Ejemplo de este modelo son Google Compute Engine, OpenStack y DigitalOcean [39].

Figura 16. Servicios en la nube



Fuente: [39]

Función como servicio o (FaaS). - En los últimos años ha aparecido este nuevo modelo el cual también se lo conoce como informática sin servidor que consiste en dividir las aplicaciones en la nube en componentes de carácter micro para ejecutarlos solo cuando sean necesarios, es decir el usuario paga el servicio solo cuando requiere de ese espacio. Y el hecho de no utilizar un servidor se da porque no necesita ejecutar máquinas virtuales dado que el desarrollador de las aplicaciones no gestiona ningún servidor [39].

9.19.2. Tipos de implementación en la nube

Dentro de esta clasificación se toma en cuenta la ubicación de los servidores y además de quien se encarga de la gestión, siendo así que en la bibliografía [38] podemos encontrar los siguientes:

Nube privada. - Aquí encontramos un servidor o centro de datos que se destinan para el uso exclusivo de una sola entidad, es decir solo esta entidad que se encarga de la gestión podrá tener acceso a la información contenida.

Nube pública.- Esta nube es el caso contrario con respecto a la nube privada, ya que el servicio como tal es gestionado por algún proveedor de tipo externo donde se puede incluir desde uno hasta más servidores o centro de datos y la esta nube tiene la posibilidad que puede ser gestionada por varias entidades para el análisis, procesamiento o visualización de la información u otro modo de uso es que a través del uso de máquinas virtuales se pueden subdividir en servidores individuales para cada empresa dentro de un macro servidor.

Nube híbrida. - Aquí se combinan nubes públicas y privadas siendo así que la organización puede manipular su nube privada servicios y la nube pública para un servicio ya sea en una o en otra u otro uso común que se le suele dar es que se puede usar la nube pública en forma de una copia de seguridad respecto a la nube privada.

Multinube. - Aquí la implementación de nube conlleva la utilización de varias nubes de carácter pública o dicho en términos prácticos se puede representar cuando una organización con una implementación de multinube realiza la acción de alquilar servidores y servicios de tipo virtuales a varios proveedores externos. Además, la multinube también pueden ser consideradas como una nube híbrida y viceversa.

9.20. Tarjetas de Desarrollo

Una tarjeta de desarrollo es un elemento el cual se imprime generalmente en PCB y la parte fundamental de dichas tarjetas son los microcontroladores o microprocesadores, lo cuales se acompañan de otros circuitos para su funcionamiento. Respecto a su funcionamiento hay que considerar que estas tarjetas vienen en blanco por ello tampoco tienen por lo general algún tipo de hardware que permita relación directa con el usuario, por lo general se emplean ordenadores como intermediador para llevar a cabo las funciones deseadas [40].

Históricamente se puede decir que estos elementos empezaron a ser comerciales a partir de 1970 siendo el procesador Intel 4004 uno de los pioneros para el uso de esta tecnología con una capacidad de procesamiento de 4 bits, pero con el surgimiento de este procesador también salió al mercado en el año 1975 el microcontrolador PIC con tecnología de microchip el cual inspiró al uso de estas tarjetas, ya que presentan gran disponibilidad, bajo coste y libre programación el cual para la era fue una gran innovación para proyectos electrónicos[41].

Con el paso del tiempo se fue buscando la manera de hacer placas de desarrollo de mayor facilidad de programación y con prestaciones amplias, siendo el microcontrolador MCU quien se fue instaurando en el mercado con más fuerza por características como las prestaciones en relación al costo y tamaño. Estas tarjetas actúan como un cerebro el cual, junto a la memoria, periféricos de entrada y salida conforman una tarjeta de desarrollo similar a un computador, pero de menor tamaño [40].

Actualmente existe una amplia gama de tarjetas de desarrollo siendo las más usadas la que se muestran a continuación:

Arduino. - Estas tarjetas de desarrollo tiene como cerebro microcontroladores de la línea Atmel AVR con un campo de 8 bits, adjunto a esto encontramos pines de tipo analógico y de tipo digital. Para poder programar esta tarjeta se utiliza el software Arduino IDE, ya que a nivel de hardware no es muy desarrollado, pero es capaz de realizar funciones algo complejas teniendo en cuenta que no es muy robusto y está más orientado para temas de educación [40].

Launchpad MSP430.- Este dispositivo es capaz de procesar señales mixtas, regularmente su procesador analógico es capaz de ejecutar funciones de complejidad media con un consumo de corriente muy bajo. Esta tarjeta trabaja con un voltaje de entre 1.8 V a 3.6 V, su velocidad de operación va desde 0 a 25 MHz y la memoria de programación va desde 512 Byte hasta 256 Kbyte con una CPU con campo de 16 bits empleando la arquitectura Newman que hace referencia a que los periféricos, la RAM y la ROM se encuentran inserta en el mismo almacenamiento [40].

Photon.- Este tipo de tarjetas se emplean para pequeños proyectos IoT. Dado que es muy fácil de usar, se puede conectar a la nube y su procesamiento es muy potente. Su cerebro es un microcontrolador STM32 ARM de la línea Cortex M3 que integra un chip Wi-Fi de tipo BCM43362Q, todo esto en una placa muy reducida. Entre las características podemos encontrar que tiene 18 pines GPIO de señal mixta y periféricos avanzados, diseño de código abierto y conexión wifi 802.11b/g/n [42].

Raspberry PI. - Esta tarjeta para su tamaño son muy versátiles gracias a un pequeño microcontrolador MCU RP204 de dos núcleos ARM Cortex MO-+ diseñado por Raspberry PI y trabaja a una frecuencia de 133 MHz con una memoria Flash de 2 MB y una RAM de 264 kB. Además, esta tarjeta cuenta con entradas y salidas flexibles E/S con comunicación I2C, SPI y E/S programable (PIO) en las cuales se le pueden instalar periféricos como sensores, actuadores, displays hasta incluso otros módulos. Esta tarjeta se considera como una micro PC, ya que puede hacer hoja de cálculo, procesar textos, juegos y reproducir videos en alta definición [42].

ESP32.- Esta tarjeta integra un chip Wi-Fi y Bluetooth de modo dual, convirtiéndola en una tarjeta con aplicaciones considerables con un bajo consumo y un bajo costo. Como cerebro tiene un microprocesador de 32 bits Tensilica Xtensa LX6 en versiones de uno y dos núcleos que pueden operar a una frecuencia de 160 o 240 MHz y rindiendo hasta 600 DMIPS. Entre las principales características encontramos que incluye interruptor para la antena incorporada, amplificador de recepción, amplificador de potencia, filtros para la administración de energía y balun RF. Su desarrollo se llevó a cabo en china por Esp ressis Systems [42].

ATTINY85.- Esta tarjeta fue diseñada por Digispark donde se integra un microcontrolador ATtiny85, su geometría es similar al Arduino con la diferencia que para programar no requiere

cable de transmisión USB, ya que se lo puede hacer de forma directa mediante un Host USB. Dentro de su constitución podemos encontrar que tiene 6 pines I/O con la función de multipropósito y es ideal para pequeños proyectos donde no se requiere manejar múltiples I/O. Entre sus características encontramos que opera con una resolución de 10 bits, con cuatro canales multiplex para la entrada de voltaje analógico con respecto a ground y 2 canales de entrada diferencial [42].

Black Pill V3.0.- Esta tarjeta de desarrollo es compacta y versátil, su cerebro es un microprocesador un STM32F4116, el cual posee 512 KB de ROM y 128 KB de SRAM con una frecuencia de funcionamiento de 100 MHz. Además, a esta tarjeta se le puede incluir una memoria flash de tipo SOIC que junto a la memoria SPI permite conseguir un mayor espacio de almacenamiento para los archivos. Su alimentación se da mediante 3.3 V a 100 mA con una entrada tipo C [43].

Micro Bit. - Es una tarjeta desarrollada con la arquitectura de ARM con un microcontrolador ARM-Cortex-M0 y para su programación se puede usar plataformas como Microsoft MakeCode o MicroPython los cuales son entornos de programación con una interfaz sencilla de usar. Entre las características encontramos que puede ser alimentada con una tensión de 3 V hasta 5 V, posee 17 pines GPIO y 2 o 3 canales dedicados para PWM, 256 kB de memoria flash para el almacenamiento del programa y para la comunicación se puede emplear medio bluetooth o por USB [43].

Mbed. - La tarjeta es una solución que nace en torno a dispositivos IoT, siendo así que Mbed ofrece un entorno de programación de uso fácil y sobre todo libre de lucro, la arquitectura se basa en ARM y para la programación se puede llevar a cabo mediante drag-and-drop implementado desde una PC y llevado a la tarjeta mediante USB. Además, está la opción de ARM Mbed Device Connector que otorga conectividad en Mbed cloud para configuración de sitios web [43].

9.21. Protocolo MQTT

Este protocolo tuvo su origen en 1999 y es un protocolo de mensajería para la comunicación entre equipos a nivel industrial. Antiguamente se usaba en industrias de petróleo y gas, ya que se requería un ancho de banda no tan excesivo, pero que además el consumo de energía sea lo más eficiente para los procesos de inspección. Cuando se originó este protocolo se lo llamaba con el nombre de transporte telemétrico de mensajes de servidor de cola, pero con el paso del tiempo después de

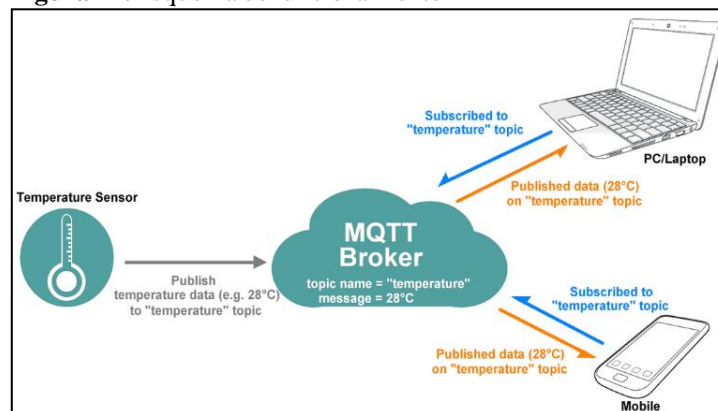
2013 paso a llamarse MQTT3.1 el cual estaba disponible de forma gratuita y de libre acceso para que cualquier usuario puede implementarlo [44].

El protocolo MQTT basa su funcionamiento en los protocolos TCP/IP que están pensados para redes de baja calidad con latencias que puede ser elevadas, siendo así que este protocolo es ideal en casos como:

- No se requiere mucho ancho de banda
- Conexión de forma inalámbrica
- Consumo de energía eficiente
- Demanda mínima de procesamiento y almacenamiento

Para su funcionamiento el protocolo MQTT utiliza los conceptos de publicación y suscripción. Aquí tenemos que se diferencia a otros protocolos, ya que en casos de otros protocolos los usuarios realizan una solicitud de algún dato o recurso informático que se encuentre en el servidor, después de realizada la petición encontramos que el servidor procesa el requerimiento y envía una respuesta. En cambio, aquí se compone de tres elementos fundamentales que es el editor el cual recopila la información por ejemplo sensores de parámetros ambientales, para luego ser enviado a un servidor o también llamado bróker el cual direcciona la información hacia el o los suscriptores que son las personas que pueden ver la información [44].

Figura 17. Esquema de funcionamiento



Fuente: [44]

9.21.1. Componentes en MQTT

Dentro del protocolo MQTT tenemos tres entes muy importantes como se mencionó anteriormente donde uno publica otro recibe la información por medio de intermediario que es un servidor o bróker, los cuales describimos algo más detallado a continuación:

Cliente: aquí el cliente es el encargado de enviar un mensaje cuando ejecuta la función de editor y si lo recibe cumple con la función de suscriptor [45].

Agente: se denomina agente sistema que direcciona los mensajes entre los distintos clientes como lo es el bróker el cual tiene como parte importante recibir mensajes y filtrarlos además de identificar el tipo de cliente y a quien va dirigido el mensaje entre los distintos clientes que están dentro del servidor [40]. Otras tareas que tiene el agente son:

- Autorización e identificación de clientes.
- Ejecutar el rol de puente de un sistema a otro para su análisis.
- Asegurar la correcta transferencia de mensajes.

Conexión: aquí surge la comunicación entre los clientes y los agentes mediante el protocolo MQTT, en el cual el usuario debe ingresar algunas credenciales para acceder y que el agente detecte la posición. Cuando el agente confirma la autenticación envía un mensaje donde requiere IP o TCP para establecer la comunicación entre el emisor y el receptor, es decir el que enlaza ambas partes es el agente [45].

9.21.2. Estructura del mensaje MQTT

Dentro de lo que es un mensaje MQTT podemos evidenciar tres partes que van a definir la tipología de cada mensaje, a continuación, se muestra cada una de las partes:

Tabla 2. Estructura MQTT

Cabecera fija		Cabecera opcional	Contenido
Control	Paquete		
Encabezamiento	Longitud		
Siempre		Opcional	Opcional
1 Byte	1 – 4 Bytes	0-Y Bytes	0-256 Mbs

Fuente: Los autores

- Cabecera fija: este campo es obligatorio dentro de un mensaje MQTT y puede ocupar desde 2 hasta 5 bytes, siendo así que la longitud del mensaje se codifica a partir desde 1 hasta el 4 byte y se emplean los 7 bits iniciales y el octavo se lo considera como de continuidad [45].
- Cabecera variable: Esta es opcional y solo se ocupa en ciertos mensajes como por ejemplo niveles de QoS, usuarios o contraseñas que son considerados datos relativos al mensaje [45].
- Contenido: aquí se contiene la información real comprendida dentro del mensaje con un máximo de almacenamiento ocupado de 256 MB, aunque comúnmente en la realidad se ocupan de 2 hasta 4 kB [45].

Además, cabe destacar que dentro de los mensajes se traduce a un código el cual se muestra a continuación:

Tabla 3. Código de los Mensajes MQTT

Mensaje	Código	Mensaje	Código
CONNECT	0x10	SUSBSCRBE	0x80
CONNACK	0x20	SUBACK	0x90
PUBLISH	0x30	UNSUBSCRIBE	0xA0
PUBACK	0x40	UNSUBACK	0xB0
PUBREC	0x50	PINGREQ	0xC=
PUBREL	0x60	PINGRESP	0xD0
PUBCOMP	0x70	DISCONNECT	0xE0

Fuente: Los autores

9.21.3. Seguridad

El protocolo MQTT no tiene estándares altos de protección de datos al ser un canal de transmisión de pocos datos con un ancho de banda pequeño, pero como casi en la mayoría de elementos virtuales y plataformas se pasa por algunos filtros como se muestra a continuación:

Usuario y contraseña: Este es el método tradicional de la mayoría de plataformas y de algunos protocolos y aunque es un filtro que puede impedir de cierta manera la suplantación de identidad, actualmente no es un sistema muy fiable para caso de tránsito de información de gran impacto, volviendo así que este sistema sea de fácil interceptación y esto se da debido a que en tiempos posteriores no era muy común ver intentos de suplantación de identidad para usurpación de datos a nivel satelital [46].

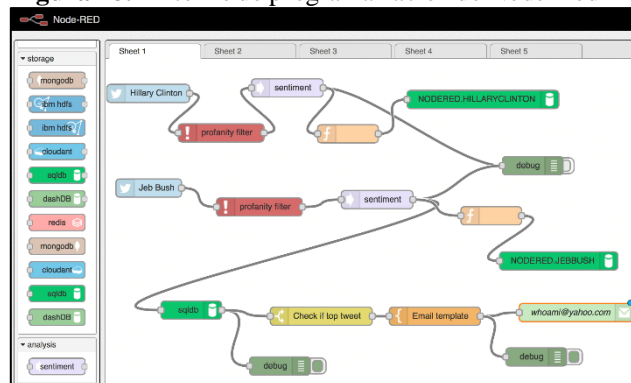
Seguridad de Red: Aquí se puede generar sistemas de seguridad externos al protocolo y más vinculados con la red de acceso a internet por medio de sistemas VPN o SSH por lo que el protocolo tendría un nivel de seguridad, pero de igual manera el sistema no está exento de otros tipos de riesgos que puedan venir desde adentro de la red o en el protocolo [46].

SSL/TLS: Este sistema es el que aporta algo más de seguridad al manejo de datos, ya que genera un cifrado SSL/TLS entre la comunicación que hay entre el bróker y los clientes, pero su implementación conlleva la necesidad de un porcentaje de ancho de banda superior a la que comúnmente suele emplearse lo cual no sería un problema siempre y cuando la red no sea inestable [46].

9.22. Node-Red

Se trata de una herramienta que permite realizar programación de manera visual mediante la relación de elementos para cumplir distintas funciones, siendo esta una herramienta muy empleada por personas que entran iniciando con esto de la programación y el IoT, ya que no se requiere de saber bastante de programación, sino que mediante la utilización de criterios y la lógica se puede lograr que el programa desarrolle las funciones requeridas. Su interfaz permite editar el flujo o tránsito de los datos mediante la implementación o supresión de nodos y para la comunicación entre estos se realiza la función de unir los elementos [47].

Figura 18. Entorno de programación de Node-Red



Fuente: [47]

Este entorno se ha transformado en una herramienta estándar en el open-source a la hora de realizar gestión y posterior procesamiento de datos considerando que se realiza en tiempo real lo que se traduce a una reducción de procesos informáticos. Dado a estas características es que se lo

considera como una innovación de la industria 4.0, IoT, sistemas de inteligencia artificial, entre otras aplicaciones. Para ser una interfaz simple que no necesita de grandes recursos de cómputo presenta gran robustez porque mayoritariamente se emplea en dispositivos IoT de tipo comercial y sistemas cloud o equipo a nivel local [47].

Este entorno está creado por JavaScript D3 y NodeJS, los cuales se encargaron de que se diera la interfaz web, con una potencia de trabajo que le permita realizar varias acciones y además que sea escalable. Dentro los bloques nodo que encontramos dentro de Node-Red encontramos protocolos estándar como los son Rest, MQTT, OPC-UA, Bacnet, Modbus, entre otros más. Y en lo que es APIs de terceros tenemos Amazon Web Services, Facebook, Microsoft Azure, Twitter y entre otros más de la misma manera. Gracias a estas características se considera a Node-Red como una herramienta versátil y bastante intuitiva lo cual les gusta a muchas empresas que la vuelve bien usadas a nivel empresarial e industrial [4].

9.23. Radioenlaces para Transferencia de Internet

Se considera como radioenlace a un sistema de conexión entre distintos puntos mediante antenas que se enlazan por medio de ondas electromagnéticas que están a una misma frecuencia para la transmisión de datos según se requiera. Siendo que aquí se necesita una antena en modo emisora que envía la información y otra que estará en modo receptor donde llegaran los datos y dependiendo del tipo estas pueden unidireccionales o bidireccionales [44]. Además, esta transferencia se puede hacer hasta a kilómetros de distancia siempre y cuando exista lo que se conoce como línea de vista entre ambas antenas y no exista algún tipo que obstaculice la transferencia de las ondas entre ambas antenas.

Figura 19. Radioenlace a través de punto de vista



Fuente: [44]

Argumentando algo más del principio de funcionamiento tenemos que la antena principal produce microondas con frecuencia y potencias moduladas, dicho microondas viaja hasta una antena receptora que apunta a la antena principal, la cual recibe dicha señal y la modula para la interpretación de la información. La distancia de transmisión la va a determinar el tamaño de la antena, la frecuencia y la capacidad de enlace de los dispositivos, siendo un factor fundamental que no exista obstáculos entre las antenas teniendo una línea de vista clara. Un dato importante a tener en cuenta es que entre mayor sea la frecuencia tenemos mayor capacidad para transporte de datos y la antena puede ser de menor tamaño [50]. Dentro de la frecuencia para radioenlace podemos evidenciar dos tipos:

- Frecuencia Ultra Alta o (UHF): esta va desde 0.3 hasta 3 GHz y se emplea para redes WIFI de 2.4 GHz o también en redes WiMAX de 2,3 GHz.
- Frecuencia Súper Alta o (SHF): esta va desde 3 hasta 30 GHz y se emplea en redes WIFI de 5 GHz o también en redes WiMAX de 5,8 GHz.

9.23.1. Internet por radioenlace

Hoy en día la transmisión de internet se realiza mediante cable de fibra óptica, pero hay casos excepcionales donde la transmisión por fibra óptica es muy costosa y una alternativa es la transmisión por radioenlace. Por lo regular estas antenas se ven más frecuentes en zonas rurales y poco en zonas urbanas, una de ellas es por la velocidad de transmisión de datos que se pueden alcanzar con estos sistemas.

Actualmente existen dispositivos que nos permiten una conexión fiable y robusta ante efectos de intemperie, dándonos coberturas de hasta 70 km con un ancho de banda de hasta 1 Gbps simétrico con un espectro de onda bastante amplio que según el territorio se puede dar cobertura a ciudades enteras. Y el funcionamiento se basa en que un proveedor se encarga de proporcionar una red de antenas de enlaces donde está se conectan a una antena principal, en la antena principal debe llegar un tipo de red de internet de forma física mediante cables UTP. La red principal se conoce como punto de acceso donde se vincularán las antenas secundarias las cuales se vinculan y de forma física se conecta la antena con un router para crear una red Wifi [50].

9.23.2. Ventaja del radioenlace

Actualmente podemos encontrar diversas ventajas con respecto a la transferencia de internet por radioenlace según la bibliografía [49], entre las cuales podemos encontrar:

- Permite dar cobertura de internet a lugares de difícil acceso.
- No se requiere de grandes infraestructuras por lo que su instalación es de bajo coste y se la realiza de forma rápida.
- Tolerancia a condiciones de agentes meteorológicos.
- Permite la ampliación de la red para distribución.
- Mejor latencia respecto a conexiones por satélite.
- Permite transferencia de grandes cantidades de datos e información.
- Permite la configuración de ancho de banda para el acceso de múltiples usuarios.
- Otorga una conexión robusta y de alta seguridad.

9.24. Protección Eléctrica AC de Equipos Electrónicos

Los equipos electrónicos llegan a ser muy sensibles y pueden llegar a averiarse por problemas eléctricos en el cual uno de los problemas que se presenta es el sobre voltaje y si dentro de la misma red existen más dispositivos conectados se puede dar que el voltaje sea muy bajo, estos problemas son fatales para estos equipos, ya que pueden causar daños irreversibles en el hardware y hasta pérdida de datos. Siendo recomendable la implementación de equipos que permitan cuidar a los dispositivos electrónicos de problemas como inestabilidad de tensión y protección contra armónicos o ruidos en la señal. Entre los elementos más comunes podemos encontrar dispositivos como regletas con fusibles, reguladores de voltajes y UPS [52].

9.24.1 Regleta con fusible

Este tipo de elemento tienen en su interior un circuito integrado en conjunto con un fusible que actúan en caso de subida o picos de tensión, dado que cuando existe una subida de tensión el circuito se activa y hace que el fusible absorba la tensión que está de forma adicional llegando a fundirse y para volver a ocuparlo bastará con cambiar el fusible siempre y cuando la regleta no haya sufrido daño alguno [52].

Figura 20. Regleta eléctrica con fusible



Fuente: [52]

9.24.2. Regulador de voltaje de baja tensión

Es un equipo eléctrico cuya función es la de suministrar un voltaje estable para garantizar la protección de los equipos conectados recibiendo un voltaje a la entrada que puede fluctuar en función del tiempo y entrega a la salida un voltaje constante y limpio. Dependiendo del regulador de voltaje algunos traen supresores de picos integrados para canalizar el sobre voltaje a tierra, además de incluir en su interior fusibles para la protección sobre corrientes [46]. Dentro de la línea de reguladores de voltaje se puede clasificar en tres tipos como se muestra a continuación

- Reguladores de conmutación
- Reguladores lineales
- Reguladores de tensión de componentes discretos
- Referencia de tensión

9.24.3. Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS)

Este dispositivo tiene un principio de funcionamiento similar al de un regulador de voltaje convencional, ya que realiza la función de estabilizar el voltaje para proteger al equipo de picos de tensión y de sobre corrientes. La diferencia es que en este caso este dispositivo incluye una unidad de almacenamiento de energía eléctrica (batería) para tener un suministro de voltaje cuando no hay electricidad en la red principal [52]. Entre las funciones que cumple cada elemento que compone al UPS encontramos:

- Rectificador: es el encargado de enviar energía a la batería interna para mantenerla con carga completa para su uso cuando se requiera.
- Batería: almacena energía para suministrarla cuando no exista voltaje en la red principal.
- Inversor: convierte la corriente continua de la batería a corriente alterna para suministrar a la carga.
- Conmutador: este tiene dos posiciones, una es cuando trabaja con la energía principal de la red dejándola circular por el sistema, la otra posición es cuando manda a trabajar al inversor en ausencia de energía en la red principal.

9.25. Automatización agrícola

Los procesos de automatización dentro del área agrícola tienen un gran impacto dentro del sistema de agroalimentación, debido a que permite que los productores pueden realizar procesos con mayor precisión que permita un óptimo desarrollo de la plantación obteniendo mejores resultados en temas de calidad y producción. Al momento de incorporar sistema de automatización en el área agrícola permite obtener un mejor control de la producción dependiendo de las variables que estén siendo objeto de control. Siendo así que estos sistemas están compuestos por dispositivos mecánicos que comúnmente suelen ser conocidos como actuadores y equipos automáticos que permiten tomar decisiones según lo requerido por ejemplo los dispositivos de control [53].

Al incluir dispositivos automáticos y mecánicos dentro del sector agrícola, tiene grandes beneficios como los que se muestran a continuación:

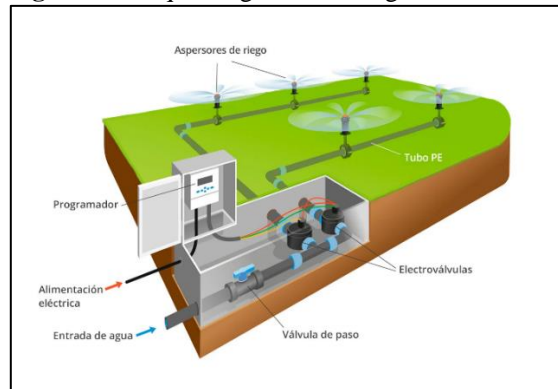
- Proporciona un mejor aprovechamiento de insumos agrícolas.
- Permite optar por acciones que no provoquen tanto impacto ambiental.
- Genera procesos más planificados y tecnificados.
- Permite tener un mejor control de variables y plagas.
- Mejora las capacidades técnicas del agricultor.
- Permite obtener información precisa de los factores que interviene en la producción.

Para poder lograr las acciones se pueden usar diversos mecanismos, que van desde la parte de control como por ejemplo podemos encontrar los Arduino, Controladores Lógicos Programables

(PLC), relés programables, Logo, entre otros elementos con la finalidad de recibir datos de campo levantados por los sensores y tomar decisiones frente a posibles irregularidades que se presenten y que se desean controlar [54].

En casos donde se realice procesos de control automático de una o más variables, encontraremos que el sistema de control trabaja en forma conjunta con distintos componentes mediante protocolos de comunicación para proporcionar una respuesta a la acción que se esté suscitando, con el objetivo principal de mantener el control sobre la variable proporcionándole una regulación de forma automática a través de actuadores, en estos procesos por lo general, indistintamente de la variable a controlar normalmente tiene un ingreso de algún valor tomado por los sensores de campo, luego este valor se compara con el valor seteado en el sistema y se le programa al sistema para que ejecute una acción en respuesta a la señal, por ejemplo cuando se realiza en control de humedad del suelo, donde por lo regular un sensor envía señal que serán recibidas a un Controlador Lógico Programable donde se compara el valor de ingreso con el valor referencial para según sea el caso encender el sistema de riego[54].

Figura 21. Esquema general de riego automatizado



Fuente: [53]

A nivel mundial se han ido dando varios avances tecnológicos que permiten realizar la parte de control de forma autónoma, siendo así que en hoy en día existen desde alternativas de bajo costo como lo son las placas de desarrollo de Arduino, Circuitos Integrados Programables (PIC), relés temporizados y relés programables. Estos dispositivos se emplean para sistemas sencillos donde el área de producción no es grande y las actividades no demandan de mucho procesamiento. Por otro lado, para realizar acciones más complejas como ya lo son el análisis, visualización de datos y toma de decisiones se deben emplear equipos más robustos como por ejemplo los Controladores Lógicos

Programables (PLC) que pueden ir acompañados de otros equipos como es la Interfaz Humano Maquina (HMI) [55].

Figura 22. Autómatas programables



Fuente: [55]

Por otro lado podemos encontrar otros avances tecnológicos relacionado a la digitalización de procesos, siendo los dispositivos IoT (Internet of Things) o también conocido como Smart Farming, tiene como objetivo permitir al agricultor contar con información en tiempo real sobre las condiciones en las que se encuentra el cultivo, de este modo el agricultor puede tener el control sobre su cultivo y tomar las medidas necesarias, además hay dispositivos IoT que de permitir ver datos en una plataforma web y también permiten realizar lazos de control, para ajustar las variables monitorizadas con los valores requeridos para la plantación [55].

10. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Al implementar una red de sensores IoT para realizar el fitomonitorio de las variables agroclimáticas, ¿Se podrá visualizar las variables agroclimáticas en tiempo real en la plantación de Cacao del proyecto FIASA en el Centro experimental Sacha Wiwa?

11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la realización del presente proyecto se utilizó investigación bibliográfica, ya que, a través de la revisión de documentos encontrados en bases de datos, repositorios y algunos artículos se encontró información acerca de los materiales y equipos sobre sensores utilizados para monitoreo dentro de la agricultura.

También se hizo una investigación de campo, donde se procedió a la recopilación de información como humedad, temperatura, entre otros con la finalidad de determinar como todos estos factores pueden ayudar en el crecimiento de una planta de Cacao, haciendo un análisis de los datos obtenidos para ver la correlación que existe y determinar si estas variables contribuyen en el proceso de desarrollo de la planta.

11.1. Agricultura 4.0

Al hacer el análisis de los diferentes acervos bibliográficos e información encontrada sobre la utilización de sensores IoT (Internet of Things) se encontró una terminología que con el avance de la tecnología va a la par de la “Industria 4.0” y esta es “Agricultura 4.0”. La cual hace mención a los procesos llevados a cabo para la digitalización de los procesos agrícolas por medio de la utilización de equipos, dispositivos o sistemas que permitan extraer información en tiempo real de plantaciones como se aprecia en la figura, esta información servirá de guía para que los agricultores puedan tomar decisiones dentro de sus cultivos, A mayor escala dentro de la Agricultura 4.0 se puede llevar a cabo grandes procesos de Automatización por medio de sensores IoT e Machine Learning (Inteligencia Artificial).

Figura 23. Agricultura 4.0



Fuente: Los autores

El presente proyecto se basará en la implementación de un sistema automático de fitomonitorio basado en la tecnología IoT y la tecnología 4.0, para la cual se parte de la selección de sensores con tecnología IoT para lograr la medición de variables agroclimáticas como: temperatura ambiente, temperatura del suelo, humedad de hoja, índice de lluvia, índice de rayos UV, dirección

y velocidad del viento. También se consideró las variables que manifiestan diversos actores en sus escritos acerca de cómo están afectando al desarrollo de la planta de cacao, en primera instancia el suelo que debe cumplir con determinadas características, luego están las condiciones climáticas las cuales afectan directamente en el desarrollo, asimilación de nutrientes y crecimiento de la plántula de cacao.

En este proceso de conocer acerca de las condiciones de suelo, medir las diferentes variables presentes en el lugar donde crecerá la plántula durante los diferentes estadios; según la bibliografía se lo puede realizar por medio de sensores, los cuales son los encargados de medir estas diferentes variables. Pero estos sensores en sí no podrían ser suficientes para tener una lectura en tiempo real de la información extraída de una plantación de cacao, es por eso que se necesita también que estos sensores puedan enviar información a través de la red y estar subidos en la nube por medio de Internet (IoT); y esta integración es la que se utilizó en la ejecución del presente proyecto.

11.2. Diseño del Sistema

Luego de haber analizado la bibliografía existente acerca de cómo lograr digitalizar los procesos agrícolas, y así poder tener un sistema que pueda dar información en tiempo real de las variables presentes en la plantación de cacao, se procedió a realizar el diseño del sistema.

En el centro Sacha Wiwa no existía conectividad a Internet por lo cual en primer lugar se buscó la manera de que exista un punto de acceso a Internet, ya que los datos que se obtendrán de la plantación de cacao deben ser transmitidos en tiempo real a la red y estar almacenados en la nube. El punto de acceso fue colocado en la edificación que está a unos 200 metros de la plantación de cacao, después se colocó dos antenas que tendrán línea de vista para que exista conectividad con Internet en el plantío de cacao. La una antena estará ubicada en la edificación del centro Sacha Wiwa, mientras la otra estará ubicada en el lugar donde estará la plantación de cacao como se aprecia en la figura 21. Cabe recalcar que en este lugar no existe conexión eléctrica, es por ello que también se empleó cableado eléctrico.

Figura 24. Conectividad a Internet

Fuente: Los autores

Luego se procedió a colocar una estación meteorológica como se aprecia en la figura 22 para determinar “in situ” los factores agroclimáticos existentes en el lugar. Para la selección de los sensores es primordial definir como primer punto todas las variables que se van a medir con respecto a la plantación de cacao, siendo así que para evaluar las variables influyentes en la plantación de cacao del proyecto FIASA, se realizaron consultas a profesionales del sector agrónomo de otras universidades que también están relacionadas con el proyecto, además de personal de Ministerio de Agricultura, Ganadera, Acuacultura y Pesca (MAGAP), agricultores de la localidad y autoridades relacionadas con la comercialización del cacao. Donde a través del dialogo se dio a conocer las variables requeridas para tener un mejor desarrollo de la plantación, así como también las problemáticas climáticas que pueden influir negativamente en la plantación. Entre las variables que nos dieron a conocer el personal capacitado en el sector del agro, tenemos a las siguientes:

- Temperatura ambiente
- Humedad de hoja
- Humedad de ambiente
- Índice de lluvia

- Índice de rayos UV
- Dirección de viento
- Velocidad del viento.

Figura 25. Estación meteorológica



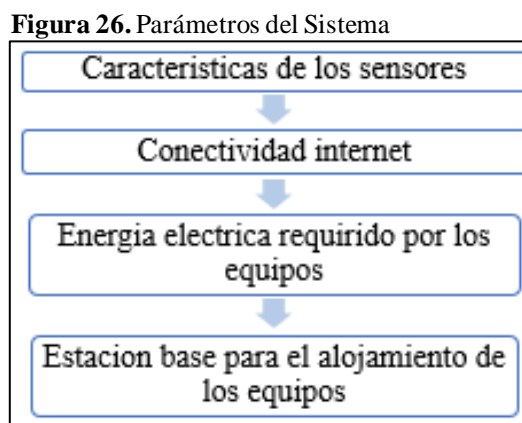
Fuente: Los autores

Además, se debe de tener en consideración el suelo que es un factor indispensable, ya que contiene propiedades físicas, químicas biológicas esenciales para que las diversas plantas de cacao puedan asimilar los nutrientes necesarios en el desarrollo y crecimiento de las mismas. Entre e sas variables se tiene:

- Humedad de suelo
- Temperatura del suelo

Es importante también conocer acerca de los nieles de humedad que son fundamentales para la absorción e hidratación de las plantas contribuyendo con la asimilación de nutrientes, es por ello que los porcentajes de humedad del cacao rondan el 70% y 85% para un crecimiento adecuado, acompañado de estos datos también se deben considerar los datos de temperatura del ambiente, ya que para que la planta se desarrolle de forma correcta debe existe una temperatura entre los 22 a 30 °C.

Ya en conocimiento de las variables requeridas, se evaluaron los parámetros a cumplir para poder poner en marcha es sistema automático de fitomonitorio. Los parámetros requeridos por los sistemas se muestran a continuación:



Fuente: Los Autores

11.2.1. Características de los Sensores

Partiendo de la propuesta del tema, se realizó la investigación acerca del principio de funcionamiento con el que debe contar un sistema automático de fitomonitorio, es cual parte del pilar donde los datos levantados en campo deben ser vistos de forma automática en una interfaz, lo cual se puede lograr mediante el uso de sensores IoT (Internet of Things), los cuales permiten levantar datos en campo y mediante dispositivos electrónicos estos pueden ser subidos a internet para ser vistos en tiempo real desde cualquier localización mediante un dispositivo inteligente conectado a internet. Considerando lo dicho anteriormente, se buscaron alternativas que nos permitan llevar a cabo el sistema y que se apeguen a las variables agroclimáticas requeridas. Por lo que el sistema se diseñó con los sensores que se muestran a continuación.

Sensor de humedad del suelo

Este sensor permite recopilar información del porcentaje de humedad contenida del suelo a una profundidad de 10 cm de superficie, lo cual va a permitir que el agrónomo verifique que los valores de humedad estén dentro de los valores requeridos por la plantación de cacao que según estudios debe estar dentro del rango de 70% al 80%. Según las mediciones se realizará las actividades correspondientes para tratar de mantener a la plantación cercana al umbral requerido mediante

técnicas de riego. El sensor que nos permite realizar esta medición se muestra a continuación en la figura 27:

Figura 27. Sensor Ecowitt WH51



Fuente: [56]

Las características de este sensor se muestran en la siguiente tabla 4:

Tabla 4. Características del sensor Ecowitt WH51

Características	Datos
Rango de humedad:	0 ~ 100%
Resolución:	1%
Rango de configuración AD:	70~200
Velocidad de actualización:	70 segundos

Fuente: Los autores

Sensor de temperatura del suelo

El sensor de temperatura de suelo va a permitir al agrónomo llevar una bitácora de la temperatura que tienen el suelo de manera promedio y como esto influye al desarrollo de la planta, dado que se conoce por estudios que para que la planta de cacao ejecute su ciclo de vida de manera efectiva debe tener temperatura que oscilen entre los 20°C y 32°C, ya que las temperaturas frías conllevan a un crecimiento lento, además de reducir la actividad metabólica de la planta por lo que la producción de flores y frutos se ve afectada. En cambio, si la temperatura es alta puede generar lo que se conoce como estrés hídrico afectando la absorción de agua y nutrientes. Los datos servirán solo para llevar una bitácora por lo que la plantación se encuentra expuesta de forma silvestre a lo que se es complejo el control de temperatura del suelo. El sensor que nos permite realizar esta medición se muestra a continuación:

Figura 28. Sensor Ecowitt WN34S

Fuente: [56]

Las características de este sensor se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Características del sensor Ecowitt WN34S

Características	Datos
Alcance	100m
Transmisión de datos	77s
Fuente	Pila de 15v
Frecuencia	915MHZ
Temperatura de detección	-40 a 60 °C (40 a 140 °F)

Fuente: Los autores

Sensor de hoja mojada o humedad de hoja

Este sensor le permite al agrónomo ver la humedad que puede llegar a tener la superficie de la hoja proveniente por la lluvia o por riego, este valor al igual que la temperatura del suelo serán llevados en una bitácora para evaluar cómo afecta al crecimiento de la planta partiendo que el cultivo se encuentra en la intemperie de forma silvestre. El sensor que nos permite realizar esta medición se muestra a continuación en la figura 29:

Figura 29. Sensor Ecowitt WN35

Fuente: [56]

Las características de este sensor se muestran en la siguiente tabla 6:

Tabla 6. Características del sensor Ecowitt WN35

Características	Datos
Potencia	1 pila AA de 1,5
Intervalo de informe del sensor:	Detección de humedad: 0~99 %
Precisión	± 10 %
Frecuencia:	915MHz
Rango de transmisión inalámbrica:	100m
Intervalo de informe del sensor:	79,5 segundos
Nivel impermeable:	IP6 6

Fuente: Los autores

Sensor de temperatura y humedad del medio

Este sensor al igual que el de humedad son de mayor relevancia, dado que uno de los fenómenos que suelen darse de forma esporádica son las heladas que consiste en que la temperatura baja de forma de manera drástica por la localización. Con este sensor se busca ver cómo afecta la humedad del ambiente y de mayor medida la temperatura para verificar el impacto negativo que puede tener la presencia de heladas en la plantación, considerando que los valores de humedad para la plantación de cacao de estar entre el 80% al 90% y la temperatura debe estar en el umbral entre 20 °C a 30 °C. El sensor que nos permite realizar esta medición se muestra a continuación en la figura 30:

Figura 30. Sensor Ecowitt WN31



Fuente: [56]

Las características de este sensor se muestran en la siguiente tabla 7:

Tabla 7. Características del sensor Ecowitt WN31

Características	Datos
Barométrico	300 a 1100 hPa
Temperatura (Interior)	-10 °C a 60 °C
Humedad (Interior)	1% a 99%
Intervalo de informe del sensor:	64 segundos

Fuente: Los autores

Sensor de índice de lluvia (Pluviómetro)

Realizar la medición del índice de lluvia en plantaciones de cacao es de mucha importancia, ya que si bien es cierto que el cacao requiere una cantidad adecuada de agua para llevar a cabo su proceso de crecimiento y producción. Siendo así que con ese sensor permite al agrónomo que evalué si las condiciones climáticas son favorables para mantener ese índice de humedad necesario o ver si es necesario aplicar algún sistema riego en caso de falta de humedad. En caso de que la humedad sea excesiva a tener presencia de lluvias muy recurrentes le permite considerar la opción de hacer canales para evacuar el agua de lluvia. El sensor que nos permite realizar esta medición se muestra a continuación en la figura 31.

Figura 31. Sensor Ecowitt WH40

Fuente: [56]

Las características de este sensor se muestran en la siguiente tabla 8:

Tabla 8. Características del sensor Ecowitt WH40

Características	Datos
Características	Datos
Intervalo de medición:	49s
Distancia de transmisión en campo abierto:	100m

Rango de medición de lluvia:	0--6000 mm
Rango de temperatura interior:	-10°C--60°C (14°F a +140°F)
Rango de humedad interior:	10% a 99%

Fuente: Los autores

Sensor anemómetro solar

El anemómetro solar es un equipo compuesto por cuatro sensores encargado de medir variables solares como la irradiación y los rayos UV, en la cual la irradiación solar expresada en W/m^2 permite que el cacao realice el proceso de fotosíntesis y tenga un óptimo proceso de desarrollo sabiendo que por lo general la irradiación solar necesaria esta por 150 a 300 W/m^2 durante el día, además al poder medir los niveles de rayos UV permite relacionar la influencia que tiene en la plantación, ya que estos rayos UV en índices bajos ayuda al desarrollo de la planta mejorando los procesos de metabolismo y resistencia ante ciertos patógenos, pero si los índices son altos puede afectar negativamente causando efectos como daño celular, estrés oxidativo y reducción de la fotosíntesis, por lo que el cacao tiende a tener un mejor desarrollo en lugares de condiciones de luz solar difusa y parcial. Por otro lado, mide variables con respecto al viento como la velocidad y dirección del viento, con respecto a la dirección mejora los procesos de fumigación dado que permite que este proceso se realice a favor del viento por lo que la aspersión del químico es mejor y reduce el impacto en el ser humano. El sensor de velocidad del viento permite ver cómo afecta las ráfagas de viento en la integridad física de las plantas, siendo así que unos de los problemas que se puede presentar es que estas ráfagas tiren al piso plantas que no estén sujetas de forma adecuada al suelo. Este sensor permite al agrónomo ver si el viento es fuerte para después realizar inspecciones en busca tal vez de alguna planta caída. El sensor que nos permite realizar esta medición se muestra a continuación en la figura 32:

Figura 32. Ecowitt Anemómetro Solar WS68



Fuente: [56]

Las características de este sensor se muestran en la siguiente tabla 9:

Tabla 9. Características del sensor Ecowitt WS68

Características	Datos
Distancia de transmisión en campo abierto:	100 m (330 pies)
Frecuencia RF:	915 MHz
Rango de velocidad del viento:	0-50 m/s (0-100 mph)
Precisión de la velocidad del viento:	± 1 m/s (velocidad < 5 m/s) ±10 % (velocidad 5 m/s), ± 0,1 mph (velocidad < 11 mph) +10% (velocidad 11 mph)
Rango de índice UV:	0-15
Rango de luz:	0-120 KLux
Precisión de la luz:	± 15 %
Intervalo de informe del sensor:	16,5 segundos

Fuente: Los autores

Gateway

Los sensores anteriormente mencionados para poder realizar las mediciones con un bajo consumo permitiendo mayor disponibilidad utilizan comunicación mediante radiofrecuencia lo que permite la transferencia de datos en distancias algo extensas de forma inalámbrica, en este caso para los sensores que mencionado tienen una distancia máxima de 100 m. La frecuencia con la que trabajan estos sensores es de 915 MHz, la cual al tener una longitud de onda de 32.8 cm permite una mayor penetración de obstáculos para alcanzar la distancia mencionada siempre y cuando no exista objetos metálicos que interrumpan el paso de la onda. Los sensores envían datos a través de radio frecuencia a un módulo conocido como Gateway que está vinculada una red Wi-Fi, esta Gateway recepta los datos de los sensores y al estar vinculada con internet los envía la información a una plataforma web (<https://www.ecowitt.net/>) para ser visualizado en tiempo real, además de poder guardar históricos para posteriores aplicaciones.

Una vez que se alimenta los sensores, estos emiten la radiofrecuencia que llegan al dispositivo de recepción central, donde se crea el enlace con el Gateway para establecer una conexión, la cual una vez realizada no hace falta volver a enlazar nuevamente cuando sale fuera del rango de cobertura, puesto que una vez que entra nuevamente dentro del área de enlace, se realiza la reconexión del sensor con el Gateway de forma automática.

Figura 33. Gateway

Fuente: Los autores

11.2.2. Conectividad Internet

Al aplicar dispositivos IoT en el proyecto, es importante implementar un sistema de internet que le brinde conectividad a los equipos necesarios para llevar a cabo el sistema, considerando que el presente proyecto está siendo llevado a cabo en una zona rural una de las primeras dificultades fue la implementación de un sistema de internet, entre las rutas para transmisión de internet se evaluaron las posibilidades que presenta la fibra óptica y las antenas de radioenlace, siendo la fibra óptica una mejor alternativa para obtener un mayor velocidad de transmisión de datos. Dicho punto de internet se debe alojar en una edificación perteneciente al centro de investigación donde más adelante se alojará un ordenador para que el personal encargado de monitorear los cultivos lo pueda hacer desde allí. Teniendo en cuenta que desde la edificación hasta el lugar donde se lleva se instalaran los sensores existe una distancia de 389 m en línea recta, por lo que evaluando las posibilidades para poder tener internet en el sector lugar de implementación de los sensores se consideró el uso de antenas de radioenlace, las cuales permiten realizar transferencia de datos media ondas de radiofrecuencia desde un punto A hasta un punto B, siempre y cuando exista un punto de vista entre estas antenas, siendo el modelo CPE 610 de TP-Link , ya que su funcionamiento permite tener esa conectividad a internet a grandes distancias de hasta 15 Km, lo cual posibilita que en un futuro la estación de fitomonitorio ser llevada a otras plantaciones para realizar el monitoreo. La ficha técnica se muestra a continuación en la tabla 10:

Tabla 10. Características conectividad a Internet

Características	Datos
Normas	IEEE802.11a/n/ac
Temperatura de funcionamiento	-40-70 °C
Humedad de funcionamiento	10~90% HR. sin condensación

Certificaciones	CE, FCC, RoHS, IP65
Dimensiones	366 x 280 x 207 mm
Antena	MIMO 2x2 direccional de alta ganancia de 23 dBi, ideal para aplicaciones de larga distancia
Velocidad de datos	Inalámbrica de 2.4 GHz

Fuente: Los autores

Al poder realizar el radioenlace desde el punto A hasta el punto B, este último punto donde estarán ubicados los sensores es necesario una red Wi-Fi para la conexión de los equipos con el servidor web, siendo la mejor opción para generar la red inalámbrica el router AC1200, que permite una mejor velocidad para la transferencia de datos, siendo la velocidad que brinda de 400 Mbps en la frecuencia de 2.4 GHz, además que el alcance que nos da este router es mayor a otros que hay en el mercado. Entre las características técnicas se muestran en la tabla a continuación en la tabla 11.

Tabla 11. Características Técnicas

Características	Datos
Inalámbrico	867 Mbps (5 GHz) + 300 Mbps (2.4 GHz)
Antenas	4 x antenas omnidireccionales fijas
Puertos	1 puerto WAN 10/100 Mbps + 4 puertos LAN 10/100 Mbps
Dimensiones	115 x 106.7 x 24.3 mm

Fuente: Los autores

11.2.3. Energía Eléctrica requerida por los Equipos

Los equipos implementados en el lugar son de bajo consumo por lo que las alternativas para obtener energía era la obtención de manera fotovoltaica y la otra manera es por medio de cable, siendo el cableado la manera mejor vista considerando que a futuro según se nos indicó por parte de los ingenieros agrónomos, se plantea implementar un sistema de riego sencillo para mantener la humedad en las temporadas más secas, siendo así que evaluación la opción costo-beneficio encontramos que el cable de aluminio para acometida de calibre 6 AWG, en cual soporta una corriente de 55 Amperios, lo cual abastece para un sistema de bombeo sencillo, considerando que nuestros equipos tienen una corriente muy baja. Como se muestra a continuación en la tabla 12:

Tabla 12. Consumo eléctrico de los dispositivos del sistema

Consumo eléctrico de elementos del sistema	
Elemento	Potencia (W)
Router AC 1200	4,75 W
Antena CPE 610	8,80 W
Gateway 1100	0.35 W
Potencia total	13.90 W

Fuente: Los autores

Con estos valores se puede calcular la corriente que va a pasar por el sistema eléctrico, introduciendo la potencia total en la fórmula de Potencia considerando que el voltaje medido en la barra principal es de 116 V, por lo que el cálculo queda de la siguiente manera:

$$P = V * I$$

$$I = P/V$$

$$I = \frac{13.90 \text{ W}}{116 \text{ V}}$$

$$I = 0.12 \text{ Amp}$$

Datos:**D:** 180 metros**R:** 0.674 ohmios por cada 100 m**I:** 0.12 Amperios

Para calcular la resistencia total del vano de cable se la calcula mediante una regla de tres como se muestra a continuación:

$$100m \quad \text{representa} \quad 0.674 \text{ ohm}$$

$$180m \quad \text{representa} \quad x$$

Despejando esa ecuación tenemos lo siguiente:

$$x = \frac{180 \text{ m} * 0.674 \text{ ohm}}{100 \text{ m}}$$

$$x = 1.21 \text{ ohm}$$

Con el análisis realizado podemos identificar que 180 metros de cable de aluminio calibre 6 representa una resistencia de 1.21 ohm. Con este dato podemos pasar a calcular la caída de voltaje presente en el sistema mediante la siguiente aplicando ley de Ohm:

$$V_c = R * I$$

$$V_c = 1.21 \text{ ohm} * 0.12 \text{ Amp}$$

$$V_c = 0.15 \text{ V}$$

Analizando el resultado obtenido podemos evidenciar que el sistema no genera una caída de voltaje excesiva, ya que el valor de voltaje obtenido es relativamente bajo por lo que no es problema para un futuro implementar un sistema riego sencillo que no provoque una caída de voltaje de gran medida para la plantación. De igual manera, considerando que la distancia del cable es de 180 m desde la barra a hasta la carga, por lo que puede darse una pequeña caída de tensión por resistencia del mismo cable y de la carga conectada. El cable 6 AWG de aluminio tiene una resistencia de 0.674 ohmios por cada tramo de 100 metros, con estos datos podemos calcular la caída de voltaje por causa del sistema de fitomonitorio:

11.2.4. Estación Base para el alojamiento de los Equipos

Una vez ya establecido los equipos necesarios, se procedió a realizar el diseño en SolidWorks de una estructura metálica que permita colocar los equipos que requieren estar en lo alto para cumplir la función destinada, como lo es el pluviómetro, anemómetro solar y la antena de radioenlace. En el pie de la estructura se realizó la adecuación para colocar los equipos que necesitan ser aislados de la intemperie como es el centro de control donde se aloja la protección termomagnética, regulador de voltaje, inyector PoE, router y el Gateway. Estos elementos no deben estar en contacto con el agua, dado que internamente tienen piezas que pueden provocar daños irreversibles en los equipos. Para la construcción se planteó un diseño en escalera para permitir subir a la punta para la ubicación y mantenimiento de los equipos en cualquier momento y de la manera más cómoda.

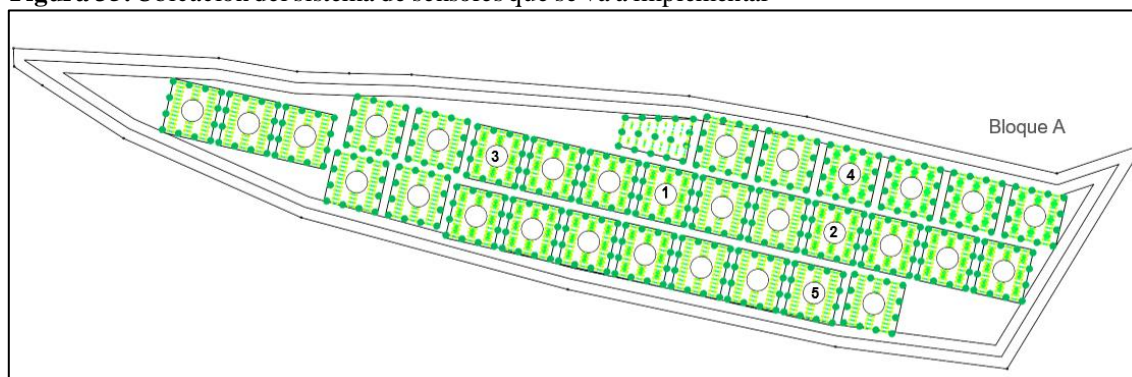
Figura 34. Diseño de la torre en SolidWork versión estudiantil



Fuete: Los autores

11.3. Implementación del Sistema

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo de forma estratégica, siguiendo un orden cronológico en la instalación de los elementos. Siendo así que primeramente se inspeccionó el área de implantación, es busca de un lugar que permita instalar los equipos, teniendo en consideración que dichos equipos no estén junto a la calle para evitar que transeúntes puedan causar algún tipo de daño y también al tener que realizar la puesta de internet punto a punto se localizó el lugar que menos interferencia de árboles tenga mediante el uso de un tubo de aluminio de 6 metros, el cual el punto se le colocó una franela roja para identificar el punto de vista que va a tener la antena receptora desde el edificio principal donde se va a alojar la antena principal. Para poder abarcar en un 100% del terreno, se optó que la ubicación este dentro del rango de la mitad del terreno, para poder tener área Wi-Fi a la redonda de donde quedaran los equipos, llegando a cubrir todo el terreno. De la misma manera la ubicación de los sensores se colocó en puntos estratégicos para la medición, ya que al ser un terreno irregular se buscó áreas donde el terreno este algo más plano para evitar problemas como que se implanten estos sensores en puntos donde se acumule el agua que puede provocar daños en los sensores o que las mediciones no sean las más óptimas. Siendo que el plano de distribución de los elementos queda de la siguiente manera como se aprecia en la figura 24:

Figura 35. Ubicación del sistema de sensores que se va a implementar

Fuente: Los autores

Donde:

- El 1 referencia al lugar de ubicación de la antena torre donde está ubicada la antena receptora, pluviómetro, anemómetro solar, sensor de temperatura y humedad del ambiente, Gateway y el router.
- El 2 referencia al sensor de humedad de suelo (1)
- El 3 referencia al sensor de humedad (2)
- El 4 referencia a sensor de temperatura de suelo
- El 5 referencia al sensor de humedad de hoja

12. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La red de sensores muestra los siguientes resultados observados en la figura 36, tomados en un día a las 7:00 am y los otros datos medidos a las 17:00 pm.

Figura 36. Información de la Red de Sensores

Fuente: Los autores

En la siguiente tabla 6 se puede apreciar los valores mostrados en la figura 36.

Tabla 13. Factores medidos en tiempo real en la plantación de cacao a las 7:00 am

Factores	Valores medidos
Irradiancia Solar	243,5 W/m ²
Precipitación	1,5 mm
Velocidad del viento	0.8 km/h
Presión Relativa	28,23 inHg/h
Presión Absoluta	28,23 inHg/h
Temperatura ambiente	26,1 °C
Humedad ambiente	94%
Humedad del suelo sensor 1	81%
Humedad del suelo sensor 2	82%

Fuente: Los autores

También se procedió a medir otros valores de en otra hora del día para determinar el funcionamiento de los sensores implementados como se aprecia en la tabla 7.

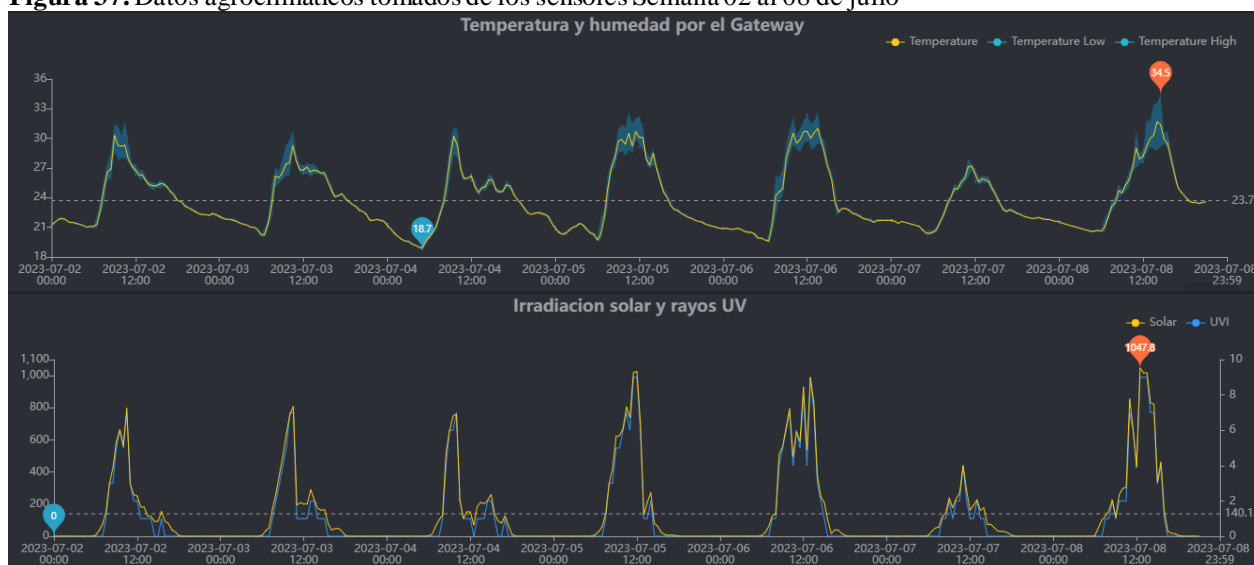
Tabla 14. Factores medidos en tiempo real en la plantación de cacao a las 17:00 pm

Factores	Valores medidos
Irradiancia Solar	22,3 W/m ²
Precipitación	0,8 mm
Velocidad del viento	0,0 km/h
Presión Relativa	30,2 inHg/h
Presión Absoluta	30,2 inHg/h
Temperatura ambiente	21,6 °C
Humedad ambiente	90%
Humedad del suelo sensor 1	78%
Humedad del suelo sensor 2	76%

Fuente: Los autores

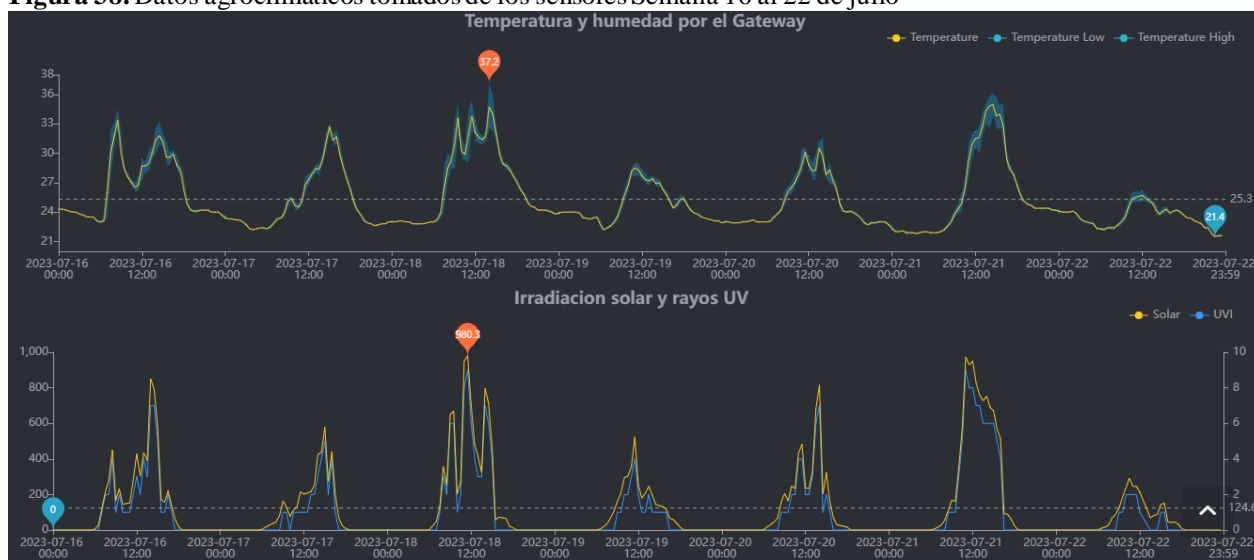
Los sensores muestran en tiempo real las condiciones agroclimáticas del lugar donde se desarrollará la plantación de Cacao, en el Centro experimental Sacha Wiwa en la parroquia Guasaganda. En la figura 37 y 38 se muestra un histórico de datos tomados durante dos semanas y se puede apreciar la gráfica de como estos datos han sufrido cambios durante el transcurso de las horas y de los días.

Figura 37. Datos agroclimáticos tomados de los sensores Semana 02 al 08 de julio



Fuente: Los Autores

Figura 38. Datos agroclimáticos tomados de los sensores Semana 16 al 22 de julio



Fuente: Los Autores

13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

13.1. Impacto social

La implementación de este tipo de sistemas puede contribuir a mejorar los procesos de producción fomentado a entrar al mundo de la agricultura 4.0, dado que el costo de implementación no es relativamente caro, pero si se utiliza de forma adecuada, es sistema es capaz de generar procesos de producción de manera más eficiente evaluando las condiciones agroclimáticas permitiendo

tomar decisiones acertadas, para de esta forma se va logrando la optimización de variables como, recursos o insumos agrícolas, tiempo y dinero, que para pequeños productores son variables que tienen un rol importante dentro de sus procesos productivos.

13.2. Impacto ambiental

El presente proyecto fomenta el uso de las variables agroclimáticas a favor de los procesos productivos, para de esta forma causar en menor impacto negativo a nivel medioambiental y generando técnicas de sostenibilidad agrícola por medio del uso de tecnologías que permiten la medición de parámetros y aplicar acciones correctivas de forma adecuada en relación a lo que necesite la plantación, a través del uso de sistemas de automatización.

14. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presente proyecto se llevó a cabo de forma cronológica con respecto a las funciones de cada elemento, por lo que los costos presentados a continuación se muestran en tablas referentes a cada fase del proyecto. Siendo así que entre dispositivos de sensores IoT nos representó el costo total incluido IVA mostrado a continuación.

Tabla 15. Costo de sensores incluido IVA

SENSORES			
ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ecowitt GW1100 Sensor de tiempo inteligente wifi	1	190,00	190,00
Ecowitt WN34BS Sensor de Temperatura del Suelo	2	150,00	300,00
Ecowitt WH51 Sensor de Humedad del suelo Wireless	1	200,00	200,00
Pluviómetro Digital ECOWITT WH5360B	1	230,00	230,00
Ecowitt anemómetro solar con sensor UV	1	255,00	255,00
Ecowitt Medidor de Humedad de la hoja	1	115,00	115,00
ECOWITT Medidor de Temperatura y Humedad Data Logger WN31	1	115,00	115,00
Fuente de alimentación para el Gateway	1	5,00	5,00
TOTAL (en dólares)			1410

Fuente: Los autores

Una vez adquirido los sensores, realizamos una revisión de los parámetros de conectividad requeridos para poder subir los datos al servidor de Internet. Entre los equipos para realizar la colocación de internet, radio enlace y la implementación de red Wi-Fi represento el siguiente costo incluido IVA.

Tabla 16. Costo conectividad de internet incluido IVA

CONECTIVIDAD INTERNET			
ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Instalación de Internet	1	200,00	200,00
Antenas TP link largo alcance AC867	2	100,00	200,00
Router TP link AC1200	1	58,00	58,00
Cable de red Ethernet UTP Exterior	10	0,85	8,50
Cable de red Ethernet UTP Interior	30	0,65	19,50
TOTAL (en dólares)			486,00

Fuente: Los autores

Para la alimentación eléctrica de los equipos electrónicos, necesitamos hacer la respectiva adecuación para el transporte de energía a una distancia de 160 m desde el punto A hasta el punto B considerando las respectivas protecciones y puntos de sujeción, para ello ocupar elementos que nos permitan realizar estas acciones de manera segura, los cuales se muestra con los siguientes costos incluido el IVA.

Tabla 17. Costo de equipo eléctrico incluido IVA

EQUIPO ELÉCTRICO			
ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Taípe	1	1,00	1,00
Regulador de voltaje	1	20,00	20,00
Templadores cables acometida	3	8,00	24,00
Cable acometido x2 calib. 16	180	0,85	153,60
Conectores aislados	2	5,00	10,00
Caja registro 40x30x10	1	54,00	54,00
Breaker	1	8,00	8,00
Canaleta plástica	1	2,00	2,00
Amarras plásticas	1	3,00	3,00
TOTAL (en dólares)			275,00

Fuente: Los autores

Una vez realizada las pruebas y conexiones necesarias se elaboro el diseño de la estación base donde se alojan todos los equipos, a continuación, se muestran los elementos con los respectivos costos incluido IVA.

Tabla 18. Costo de materiales para construcción de la estructura de la estación incluido IVA.

ESTRUCTURA PARA LA ESTACIÓN			
ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Tubo 3x3 pulg. 2mm cuadrado	1	45,25	45,25
Tubo 1 1/2 pulg. 1,5mmc redondo	1	23,50	23,50
Tubo 20x40x2mm rectangular	1	21,20	21,20
Plaquetas 15x15 cm	2	15,00	30,00
Varilla 10mm	1	8,00	8,00
Quintal de cemento	1	9,00	9,00
Electrodo 6011	3	6,00	18,00
Disco de corte metal	1	1,50	1,50
Espray color aluminio	3	6,00	18,00
Tapones tubo redondo de 1 1/2 pulg.	20	0,50	10,00
Pegatubo	1	1,00	1,00
Tornillos para techo	12	1,20	14,40
Tablas	4	14,00	56,00
Alutecho 0,30mm	1	9,00	9,00
Cable de acero	25	1,25	31,25
TOTAL (en dólares)			296,10

Fuente: Los autores

Al ser un proyecto que se realizó fuera de la UTC se gastó en transporte y alimentación.

Tabla 19. Valores de viáticos

VIÁTICOS	
ACTIVIDAD	VALOR
Transporte torre	15,00
Alimentación	25,50
Trasporte personal	80,00
TOTAL	120,50

Fuente: Los autores

A continuación, se muestra el gasto total de implementación de la estación de fitomonitoreo.

Tabla 20. Costo total de implementación

GASTOS POR AREA	VALOR
Sensores	1410,00
Conectividad internet	486,00
Equipo eléctrico	275,00
Estructura para la estación	296,10
Viáticos	120,50
VALOR TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN	2587,60

Fuente: Los autores

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1. Conclusiones:

- Al analizar diversas fuentes bibliográficas se determinó que se puede digitalizar la información dentro de los procesos agrícolas (Agricultura 4.0) por medio de sensores conectados a Internet para facilitar a los agricultores la toma de decisiones mediante la obtención de información en tiempo real de lo que sucede en las plantaciones donde se proceda a llevar a cabo esta implementación de red de sensores.
- Se utilizó sensores y una estación meteorológica que puedan medir humedad del suelo, temperatura ambiente y temperatura de las hojas, ya que se determinó que estas variables son las que afectan directamente en el desarrollo y crecimiento de la planta.
- Al implementar la red de sensores se apreció que estos dan información en tiempo real y se puede visualizar los mismos en donde se aprecia las diversas condiciones a las cuales están expuestas las plántas de cacao en el plantío donde se lleva a cabo el proyecto FIASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná.
- El sistema de fitomonitorio permitirá la visualización de estos valores para tomar acciones correctas en caso de que exista una diferencia muy grande de estos valores referenciales tomar acciones correctivas que estén dentro del alcance del agricultor para que en la plantación evolucione de la mejor manera en el tiempo siendo este el objetivo de la agricultura de precisión estipulada por diversos autores.

15.2. Recomendaciones:

- Es indispensable tener el acceso a Internet, por lo que se recomienda el brindar mantenimientos a los equipos de transmisión de internet, así como también mantener libre la línea de vista entre las antenas y en intervalos de tiempo prolongados realizar verificaciones la conectividad para corroborar el envío de datos.
- Para realizar la movilización del equipo a otras ubicaciones se debe seguir la guía de configuración del sistema para restablecer la conectividad y transmisión de datos del de los equipos.
- Para mantener todas las lecturas del sistema se deben ubicar los equipos dentro del rango de 100 mts entre los sensores y el Gateway GW1100.

16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] P. Ltd, «Fitomonitorio Agricultura de precisión para cultivos intensivos,» Fertilizar N°21, pp. 1-10, 5 De Diciembre del 2011.
- [2] L. M. V. CONTRERAS, «FITOMONITOREO EN HUERTOS FRUTALES,» Pontificia Universidad Católica De Chile , Santiago de Chile, 2003.
- [3] R. Bongiovanni, E. C. Mantovani, S. Best y Á. Roel, AGRICULTURA DE PRECISIÓN: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable, Montevideo, Uruguay: PROCISUR, 2006.
- [4] P. Oksen y S. Tabrizi, «Agricultura de precisión: datos y tecnología para enfrentar el cambio climático,» BID Mejorando Vidas, 15 de Marzo del 2023.
- [5] BASF, «¿Qué es la Agricultura 4.0?,» O-BASF, 17 Octubre 2022. [En línea]. Available: <https://agriculture.basf.com/ec/es/contenidos-de-agricultura/digitalizacion-agricultura-4-0.html>. [Último acceso: 27 06 2023].
- [6] P. T. Agricola, «Proain Tecnologia Agricola,» PROAIN S. DE R.L. DE C.V., 07 10 2020. [En línea]. Available: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/influencia-medio-ambiental-en-la-produccion-agricola#:~:text=Los%20factores%20clim%C3%A1ticos%20que%20m%C3%A1s,humedad%20relativa%20y%20el%20viento..> [Último acceso: 27 06 2023].
- [7] I. C. M. Enriquez, «METEOROLOGÍA,» INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "MANUEL ENCALADA ZUÑIGA", Machala, 31 de Mayo del 2021.
- [8] L. Rivas, «Atmosfer,» de Clima, hidrología y meteorología, Bogota , Universidad Piloto de Colombia, 2018, p. 505.
- [9] N. Ivanchuk, «eos.com,» EOS DATA ANALYTICS, 24 03 2023. [En línea]. Available: <https://eos.com/es/blog/agrometeorologia-y-tiempo-agricultura/#:~:text=La%20agrometeorolog%C3%ADa%20es%20un%20subcampo,mejor%20el%20microclima%20del%20campo..> [Último acceso: 2023 06 29].
- [10] R. N. GEOGRAPHIC, National Geographic, 05 09 2011. [En línea]. Available: <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/la-meteorologia>. [Último acceso: 29 06 2023].
- [11] C. F. Fernández, «Carm,» 25 06 2002. [En línea]. Available: <https://www.carm.es/web/descarga?IDCONTENIDO=8376&ALIAS=PUBT&RASTRO=c49>

- 8\$m1259,20561&IDADIC=3322&ARCHIVO=Texto+Completo+1+Agroclimatolog%C3%A Da+.pdf. [Último acceso: 29 06 2023].
- [12] R. P. Areny, «Transductores, sensores y acondicionadores,» de **SENSORES Y ACONDICIONADORES DE SEÑAL**, Marcombo BOIXAREU , 2004, pp. 2-5.
- [13] R. Sudhir, R. Ray y S. Singh, «Applications of Remote Sensing in Precision Agriculture: A Review,» Remote sensing, 2020.
- [14] M. Weiss, F. Jacob y G. Duveiller, «Remote sensing for agricultural applications: A meta-review,» Remote Sensing of Environment, vol. 236, 2020.
- [15] S. direct, «Securitas direct,» 16 05 2023. [En línea]. Available: [https://www.securitasdirect.es/blog/sensor-de-humedad-como-funciona/#:~:text=El%20sensor%20de%20humedad%20es,entre%204%20y%2020%20mA\)..](https://www.securitasdirect.es/blog/sensor-de-humedad-como-funciona/#:~:text=El%20sensor%20de%20humedad%20es,entre%204%20y%2020%20mA)..)
- [16] F. Fermín y J. Guerra , «Internet de las Cosas,» PERSPECTIV@S, vol. 10, nº 11, 2017.
- [17] J. E. Gómez, S. Castaño, T. Mercado, A. Fernandez y J. Garcia, «Sistema de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos,» RIINN, vol. 5, nº 1, 2018.
- [18] E. A. Quiroga, S. F. Jaramillo, W. Y. Campo y G. E. Chanchí, «Propuesta de una Arquitectura para Agricultura de Precisión Soportada en IoT,» RISTI, 2017.
- [19] INPROFIR, «INPROFIR,» 31 08 2022. [En línea]. Available: <https://inprofit.es/es/blog/iot-en-agricultura-tecnologia-para-cultivos-inteligentes>. [Último acceso: 03 07 2023].
- [20] U. L. U. E. INTERNET, «UNIR,» 17 05 2023. [En línea]. Available: <https://www.unir.net/ingenieria/revista/arquitectura-iot/>. [Último acceso: 03 07 2023].
- [21] R. Hat, «RedHat,» 20 01 2023. [En línea]. Available: <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>. [Último acceso: 04 07 2023].
- [22] S. Jena, «Architecture of Internet of Things (IoT),» Geeksfor Geeks, 2023.
- [23] Interviewbit, «Interviewbit,» 03 07 2022. [En línea]. Available: <https://www.interviewbit.com/blog/iot-architecture/>. [Último acceso: 04 07 2023].
- [24] «StudySmarter,» 01 07 2020. [En línea]. Available: <https://www.studysmarter.co.uk/explanations/environmental-science/biological-resources/environmental-impact-of-agriculture/#:~:text=Five%20environmental%20effects%20of%20agriculture,climate%20change%20and%20pesticide%20pollution..> [Último acceso: 04 07 2023].

- [25] Y. Tom, N. Nilov y M. Kopyt, «PHYTOMONITORING: THE NEW INFORMATION TECHNOLOGY FOR IMPROVING CROP PRODUCTION,» International Society for Horticultural Science, n° 562_29, pp. 257-262, 2001.
- [26] A. Bassi, «Introducción a Protocolos IoT,» GotoIoT, 27 Febrero 2021. [En línea]. Available: https://www.gotoiot.com/pages/articles/iot_protocols_intro/index.html. [Último acceso: 26 junio 2023].
- [27] C. T. C. Y. S. S. Maita, «Análisis comparativo entre arquitecturas de sistemas IoT,» RITI, 12 Agosto 2022. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8652910.pdf>. [Último acceso: 26 Junio 2023].
- [28] A. Simmons, «Arquitectura de Internet de las cosas (IoT): explicación de las capas,» 13 Noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://dgtlinfra.com/internet-of-things-iot-architecture/>. [Último acceso: 27 Junio 2023].
- [29] A. Gerodimos, L. Maglaras, M. A. Ferrag, N. Ayres, and I. Kantzavelou, 'IoT: Communication protocols and security threats', Internet of Things and Cyber-Physical Systems, vol. 3, pp. 1–13, 2023.
- [30] D. B. Ansari, «Internet of Thing (IoT) Protocols: A Brief Exploration of MQTT and CoAP,» ResearchGate, vol. 1, n° 1, p. 7, 2019.
- [31] Z. J. n. I.-C. & F. E. Martínez-Pérez, «Protocolo de comunicación inteligente para una arquitectura enfocada en internet de las cosas,» 4 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2783/3650>. [Último acceso: 7 Julio 2023].
- [32] K. C. J. H. Y. L. T. & C. A. Li, Big data: Algorithms, analytics, and applications, Italia: CRC Press, 2015.
- [33] W. M. P. van der Aalst, "Data Scientist: The Engineer of the Future," in Enterprise Interoperability VI, no. 7, K. Mertins, F. Bénaben, R. Poler, and J. P. Bourrières, Eds. Springer International Publishing, 2014, pp. 13-26.
- [34] D. N. & J. C. Hernandez Emicilcy, «Big Data: una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación,» 15 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/3442/344251476001/html/>. [Último acceso: 27 Junio 2023].

- [35] M. E. Coppola, «Qué es el big data, para qué sirve, características y herramientas,» 02 Agosto 2022. [En línea]. Available: <https://blog.hubspot.es/website/que-es-big-data>. [Último acceso: 28 Junio 2023].
- [36] UNIR, «Universidad en Internet,» ¿Qué es el Big Data y para qué sirve?, 15 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/big-data/#:~:text=Mejora%20la%20seguridad%20al%20detectar,soluciones%20y%20mejorar%20los%20productos..> [Último acceso: 28 Junio 2023].
- [37] 8. J. Aguilar, «COMPUTACIÓN EN LA NUBE "Notas para una estrategia española en cloudcomputing",» 12 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://revista.ieee.es/issue/view/42>. [Último acceso: 28 Junio 2023].
- [38] E. R. M. C. & F. X. A. Capelo, Computación en la nube Con Google Drive, Riobamba, Ecuador: IDI, 2019.
- [39] Ricci, R., Eide, E., & Team, C. Introducing CloudLab: Scientific infrastructure for advancing cloud architectures and applications. (2019). ; login:: the magazine of USENIX & SAGE, 39(6), 36-38.
- [40] C. Palma Castro y S. Rodríguez Osorio, Tarjetas de Desarrollo: Herramientas para el diseño, letras, n.º 11, pp. 43-52, ago. 2019.
- [41] C. Aguirre, «¿Cuál tarjeta de desarrollo elegir?,» 30 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://uelectronics.com/cual-tarjeta-de-desarrollo-elegir/>. [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [42] C. D. P. C. & S. R. Osorio, «Development boards: Tools for Design,» Dialnet, vol. 1, n° 1, p. 10, 2019.
- [43] L. G. López, «Placas de programación alternativas a Arduino,» EDUCACION 3.0, 14 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.educacionrespuntocero.com/tecnologia/placas-de-programacion-2/>. [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [44] Mariana Natalia Ibarra Bonilla & Raúl Eusebio Grande, «Protocolo MQTT para conectividad del sistema electrónico de un robot colaborativo,» Ingenientes, vol. 2, n° 2, p. 8, 2022.
- [45] L. Llamas, «Qué es MQTT? Su importancia como protocolo IoT,» 18 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>. [Último acceso: 02 Julio 2023].

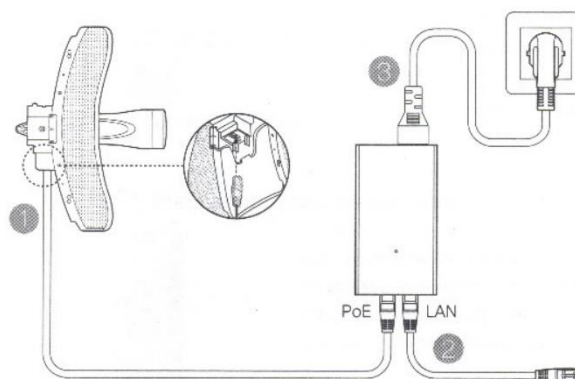
- [46] N. Aguirre, N. Aranda, y N. Balich, «Seguridad en el envío de mensajes mediante protocolo MQTT en IoT», INNOVA UNTREF, vol. 1, n.º 4, abr. 2021.
- [47] J. Dario, «Programación Visual con Node-Red: Conectando el Internet de las Cosas con Facilidad,» 05 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.toptal.com/nodejs/programacion-visual-con-node-red-conectando-el-internet-de-las-cosas-con-facilidad>. [Último acceso: 02 Julio 2023].
- [48] M. Lekić and G. Gardašević, IoT sensor integration to Node-RED platform. IEEE, 2018.
- [49] J. Martinez, «¿Qué es un radioenlace?,» 15 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://jlmartinez-es.medium.com/qu%C3%A9-es-un-radioenlace-159ab9a66775>. [Último acceso: 03 Julio 2023].
- [50] O. P. Asqui, «ESTUDIO PARA CONEXIÓN PUNTO A PUNTO DE INTERNET A 50 KM DE DISTANCIA UTILIZANDO BANDA LIBRES,» DIALNET, vol. 1, nº 1, p. 7, 2019.
- [51] J. C. Vega, «Protecciones en sistemas electricos de dispositivos electronicos,» Ingenio, vol. 1, nº 2, p. 8, 2020.
- [52] Endesa, «Instalación eléctrica doméstica, sistema de protección y averías,» 17 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/instalacion-electrica-domestica>. [Último acceso: 03 Julio 2023].
- [53] E. D. ANALYTICS, «EOS,» 14 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://eos.com/es/blog/tecnologias-en-la-agricultura/#:~:text=La%20tecnología%20agrícola%20incluye%20vehículos,está%20adoptando%20los%20avances%20tecnológicos..> [Último acceso: 02 Agosto 2023].
- [54] N. O. M. Clará, «ITCA,» 17 Julio 2019. [En línea]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/04/11/52252/art1_rt2013.pdf. [Último acceso: 02 Agosto 2023].
- [55] SENSORGO, «Sensorgo.mx,» 10 Febrero 2022. [En línea]. Available: <https://sensorgo.mx/agricultura-automatizada/>. [Último acceso: 02 Agosto 2023].
- [56] E. Home, «Shop Ecowitt,» 14 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ecowitt.com/shop/homePage>. [Último acceso: 29 Julio 2023].

17. ANEXOS

Anexo 1. Guías de configuración del sistema automático de fitomonitorio

GUÍA DE CONFIGURACIÓN DE ANTENA CPE610 COMO PUNTO DE ACCESO

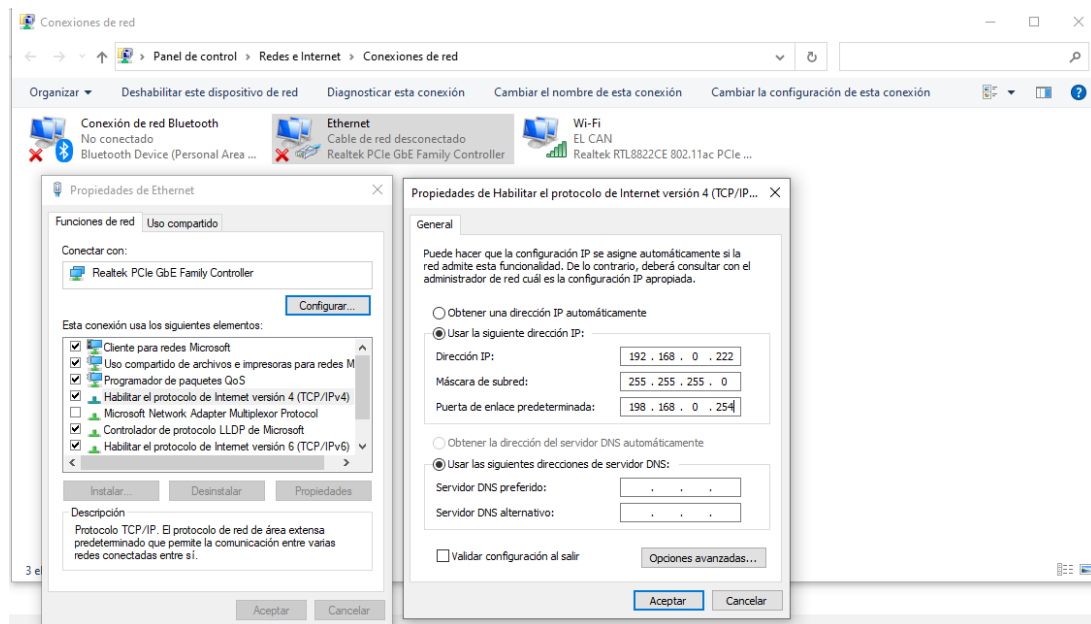
La antena de radio enlace CPE610 se puede configurar de manera sencilla y rápida ingresando a la interfaz de configuración rápida de la plataforma de TP Link, que para ingresar a dicha plataforma se deberá considerar dos estados, uno es si la antena ya está configurada pero no se tiene las credenciales se debe restaurar al estado de fábrica e ingresaremos con la puerta de enlace 192.168.0.254 y en caso de contar con las credenciales se podrá ingresar con la puerta de enlace asignada. Previamente para la configuración se debe establecer una conexión mediante cable ethernet entre la antena y el inyector con el terminal PoE, y para su configuración conectamos un cable ethernet entre en puerto LAN y el computador.



Una vez establecida la conexión entre la antena, el inyector PoE y el computador podemos empezar a realizar la configuración considerando para este caso que la antena se restauró a modo de fábrica lo cual se realiza presionando 15 segundos un botón que se encuentra en la antena. Para comenzar primero verificamos que la antena este energizada, en caso de si estarlo procedemos a realizar los siguientes pasos:

1. Ingresamos al centro de configuración de red o internet del computador.
2. Damos un clic en el apartado “Ethernet”.
3. Buscamos la opción de cambiar configuraciones de adaptador y le damos un clic.
4. Se despliega una ventana con las redes de conexión del equipo, aquí damos clic derecho en apartado “Ethernet” y seleccionamos la opción de propiedades.

5. Se despliega la ventana de Propiedades de Ethernet, en esta ventana buscaremos la opción de Habilitar el protocolo de Internet versión 4(TCP/IPv4), marcamos con un clic sobre la opción y luego damos otro clic sobre el recuadro de propiedades.
6. Le damos clic en el apartado de usar la siguiente dirección IP y registraremos una dirección IP (192.168.0.XXX) donde las x representan un valor que va desde 100 hasta 254 y la puerta de enlace en este caso se coloca la que viene de fabrica que es 192.168.0.254.



7. Una vez realizado esto, damos clic en el apartado de aceptar y esperaremos unos segundos hasta que en el icono de Ethernet con marque como red identificada.
8. Entraremos a un navegador web de preferencia e ingresaremos en la barra de búsqueda la dirección 192.168.0.254 y presionamos enter, donde se nos cargara la página de configuración, en que de que primero cargar una página con el mensaje “La conexión no es privada”, damos clic en el recuadro de configuración avanzada y en la parte inferior nos da la opción de acceder, le daremos clic en esa opción y se cargara la página de configuración.
9. Lo primero que nos pedirá es que ingresemos un usuario, una contraseña, la ubicación y el idioma. Aquí la contraseña y usuario es la palabra admin, siempre y cuando las antenas este restauradas a modos de fábrica. De igual manera se selecciona el idioma hablante, en este caso es Español y el país de ubicación.

10. Una vez ingresado los datos correspondientes, marcamos el cuadro donde dice “I agree to these terms of use” y damos clic sobre el recuadro de Login.
11. A continuación, nos pedirá que creamos un nuevo usuario y una contraseña para nuestra antena. Colocamos la información necesaria y le damos en aceptar.
12. A continuación, se nos carga la página para configurar el modo de trabajo de la antena, en este caso para la antena que se va a conectar al router local con internet se conoce como punto de acceso, ya que esta se encarga de enviar la señal a otras antenas que reciben esta señal. Por lo que aquí marcaremos en la opción de “Punto de acceso” y damos clic en empezar configuración rápida.

13. A continuación, se cambia a otras ventanas a la que pide que configuremos algunas opciones y coloquemos algunos datos, aquí se muestra como configurar estos parámetros:
 - **Dirección IP:** Aquí colocamos una nueva dirección IP para establecer conexión entre la antena y la computadora para poder configuraciones más adelante, para ello

manejamos la estructura de 192.168.1.XXX, donde las X se sugiere que sean valores de 200 a 253. Esta dirección deberemos colocarla en la puerta de enlace en el recuadro de propiedades del protocolo de Internet versión 4(TCP/IPv4).

- **Mascara de Subred:** Esta se genera por defecto.
14. Luego de configurar estos parámetros le damos en la opción de guardar y se nos va a reestablecer la página del navegador web, para volver a entrar a la página de configuración de la antena, debemos repetir nuevamente los primeros pasos editando las propiedades del protocolo de Internet versión 4(TCP/IPv4). En la dirección IP mantenemos la dirección que colocamos al principio, con la diferencia que en el tercer espacio cambiamos el 0 por el 1 y en apartado de la puerta de enlace colocamos el IP que asignamos a la antena. Una vez ingresado estos datos damos en aceptar y esperamos a que vuelva a identificar la red para luego volver al navegador y colocamos en la barra e nuevo IP de la antena que se colocó en la puerta de enlace.
 15. Una vez que cargue la página nos pedirá el usuario y la contraseña creados para la antena. Ingresamos las credenciales y nos permitirá seguir configurando la antena. Se nos mostraran algunos parámetros requeridos, los cuales los configuramos como se muestra a continuación.
 - **SSID:** Aquí colocaremos el nombre a la red que va a crear la antena para la transmisión de internet. Es importante registrar este nombre ya que esta red es la que debemos buscar para la configuración de la otra antena.
 - **País:** Aquí colocamos Ecuador.
 - **Modo:** El fabricante recomienda para este tipo de transferencia de datos manejar la configuración 802.11 a/n/ac.
 - **Ancho de canal:** El rango referencial para estas transmisiones se maneja en 20MHz.
 - **Canal de frecuencia:** Aquí tenemos dos opciones, una es dejar en modo Auto para que la antena mismo se ajuste al canal con menos influencia de otras frecuencias u otra opción es realizar un análisis espectral a través del recuadro de herramientas y buscamos en analizados de espectros. Aquí se muestran unas graficas donde se debe buscar el pico más bajo y ver en que canal esta para después seleccionar en el recuadro de Canal/Frecuencia en valor más cercano a la identificada en el analizador de espectros.

- **Seguridad:** Seleccionamos la opción WPA-PSK / WPA2-PSK2, ya que la antena también es capaz de generar una red abierta la cual puede afectar a la calidad del internet al tener libre acción a conexión Wi-Fi.
- **Contraseña de PSK:** Colocamos una contraseña para la red que va a generar la antena.
- **Configuración de distancia:** Aquí se coloca el rango de distancia en la que desea realizar el radioenlace, dicho en otras palabras, se coloca la distancia que se va tener entre antenas.
- **Tipo de Conexión:** Estática
- **Dirección IP:** Colocamos la IP asignada a la antena.
- **Masara de Red:** Esta se genera por defecto.
- **IP de Puerta de Enlace:** Aquí de maneja la IP 192.168.0.1
- **DNS Primario:** Aquí se coloca el DNS de Google que es 8.8.8.8
- **DNS Secundario:** Al igual que el anterior se usa el DNS de Google 4.4.4.4
- **Tamaño MTU:** Es la unidad de transferencia máxima de bytes que para transmisión de internet se maneja 1500 MTU.

16. Una vez configurado estos parámetros la antena ya entra en modo trabajo y empieza a realizar la transmisión de internet. De allí entramos en el apartado de Inalámbrico y verificamos los parámetros configurados, además ajustamos los dBm para no afectar de gran manera al internet local y guardamos. Existen más parámetros que se pueden modificar, pero para el modo de operación no se requiere configurar más que los mencionados anteriormente.

The screenshot displays the TP-Link PHAROS web interface. The top navigation bar includes 'CONFIGURACIÓN RÁPIDA', 'ESTADO', 'RED', 'INALÁMBRICO', 'ADMINISTRACIÓN', and 'SISTEMA'. The 'INALÁMBRICO' tab is active, showing 'Configuraciones Inalámbricas Básicas' and 'Configuraciones de AP Inalámbrico'.

Configuraciones Inalámbricas Básicas:

- País: Ecuador
- Modo: 802.11a/n/ac
- Ancho del canal: 20MHz
- Tasa Máx. de TX: 10
- Canal/Frecuencia: Auto
- Antena: Solo alimentación - 7dBi
- EIRP limitado: Activar
- Fuerza de transmisión: 11 dBm

Configuraciones de AP Inalámbrico:

- Señal inalámbrica: Activar
- SSID: ANTENA_PRINCIPAL
- Activar difusión SSID: Activar
- Modo de Seguridad: WPA-PSK
- Versión: Auto
- Encriptación: Auto
- Contraseña de PSK: [Oculto]

17. Aquí damos por finalizada la configuración de la antena de punto de acceso y podemos cerrar la sesión, desconectamos el cable de configuración del computador y lo conectamos a unos de los puertos de Ethernet del router local. Con esto ya tenemos la antena lista para la transmisión de internet.

GUÍA DE CONFIGURACIÓN DE ANTENA CPE610 COMO CLIENTE

Esta antena se conoce como cliente ya que es quien recepta la señal que obtienen a través del radioenlace con la antena de punto de acceso. Para configurarla repetimos los mismos pasos del principio de configuración de la antena anterior tanto físicamente y virtualmente hasta llegar al apartado de configuración rápida, teniendo en consideración que al estar restaurada a modo de fabrica usaremos la puerta de enlace 192.168.0.254 para ingresar por primera vez y la palabra admin como usuario y contraseña. Es importante que las credenciales, identificación e IP creadas deben ser diferentes a las de la antena de punto de acceso, pero respetando la estructuras y procedimientos estipulados.

Una vez ingresado al recuadro de configuración rápida, marcaremos el apartado de “Cliente” y le damos a siguiente, donde realizaremos los pasos que se muestran a continuación:

Modo de Operación

Por favor seleccione el Modo de Operación adecuado de acuerdo a sus necesidades:

<input type="radio"/> Punto de Acceso	En este modo, el AP actuará como un hub central para diferentes clientes de redes locales inalámbricas. El Multi-SSID también está disponible en este modo, el cual soporta hasta 4 diferentes SSIDs y contraseñas.
<input checked="" type="radio"/> Cliente	Con el modo cliente, el dispositivo puede conectarse a un dispositivo por cable y funciona como un adaptador inalámbrico para recibir la señal inalámbrica de su red inalámbrica.
<input type="radio"/> Router AP	En este modo el dispositivo activa múltiples usuarios para compartir Internet. Los puertos inalámbricos comparten el mismo IP para ISP a través del Puerto WAN Ethernet. El puerto Inalámbrico actúa igual que un Puerto LAN al mismo tiempo que en el modo AP Router.
<input type="radio"/> AP Router Cliente (Cliente WISP)	En este modo el dispositivo activa múltiples usuarios para compartir Internet desde WISP. Los dispositivos del puerto LAN comparten el mismo IP desde WISP a través del puerto Inalámbrico. Mientras se conecta a WISP, el puerto Inalámbrico funciona como un Puerto WAN en el modo de Cliente AP Router. El puerto Ethernet actúa como puerto LAN.

1. A continuación, se cambia a otras ventanas a la que pide que configuremos algunas opciones y coloquemos algunos datos, aquí se muestra como configurar estos parámetros:

- **Dirección IP:** Aquí colocamos una nueva dirección IP para establecer conexión entre la antena y la computadora para poder configuraciones más adelante, para ello manejamos la estructura de 192.168.1.XXX, donde las X se sugiere que sean valores de 200 a 253. Esta dirección deberemos colocarla en la puerta de enlace en el recuadro de propiedades del protocolo de Internet versión 4(TCP/IPv4).
- **Mascara de Subred:** Esta se genera por defecto.

2. Luego de configurar estos parámetros le damos en la opción de guardar y se nos va a reestablecer la página del navegador web, para volver a entrar a la página de configuración de la antena, debemos repetir nuevamente los primeros pasos editando las propiedades del protocolo de Internet versión 4(TCP/IPv4). En la dirección IP mantenemos la dirección que colocamos al principio, con la diferencia que en el tercer espacio cambiamos el 0 por el 1 y en apartado de la puerta de enlace colocamos el IP que asignamos a la antena. Una vez ingresado estos datos damos en aceptar y esperamos a que vuelva a identificar la red para luego volver al navegador y colocamos en la barra e nuevo IP de la antena que se colocó en la puerta de enlace.
3. Una vez que cargue la página nos pedirá el usuario y la contraseña creados para la antena. Ingresamos las credenciales y nos permitirá seguir configurando la antena. Se nos mostraran algunos parámetros requeridos los cuales deben coincidir con los parámetros configurados con la antena de punto de acceso, los cuales los configuramos como se muestra a continuación.
 - **SSID de AP Remoto:** Este paso es muy importante ya que a diferencia de antena de punto de acceso que nosotros le damos el nombre, aquí debemos buscar la red creada por la antena principal de acceso, para lo cual damos clic en el apartado de inspeccionar y verificamos la presencia de la red, una vez que identificamos la red le damos a conectar y se fijara el nombre se la SSID de manera automática.

	BSSID	SSID	MAXtream	Nombre del Dispositivo	SNR(dB)	Señal / Ruido(dBm)	Canal	Seguridad
<input checked="" type="checkbox"/>	3C-84-6A-B9-02-88	ANTENA_PRINCIPAL	No	ANTENA_CENTRAL	13	-79/-92	5745 (149)	WPA2-PSK

Volver Actualizar Conectar Fijar al Punto

- **MAC de AP Remoto:** Una vez que de conecta a la red, este parámetro de registra de forma automática.
- **País:** Colocamos el país de ubicación en este caso Ecuador.

- **Modo:** Debemos colocar el mismo parámetro que se configuro en la antena principal, en este caso 802.11 a/n/ac.
- **WDS:** Este de coloca en modo Auto.
- **Ancho de canal:** Se coloca lo mismo que en la antena principal, siendo el caso de 20 HMz.
- **Seguridad y Contraseña de PSK:** Debemos colocar el mismo tipo de seguridad y contraseña que se le dio en la red de la antena principal.
- **Configuración de distancia:** Debe ser la misma distancia que se le dio a la antena principal.

Configuraciones de Cliente Inalámbrico

SSID de AP Remoto:	ANTENA_PRINCIPAL	<input type="button" value="Inspección"/>
MAC de AP Remoto:	3C-84-6A-B9-92-98	<input type="checkbox"/> Fijar al Punto de Acceso
País:	Ecuador	
Modo:	802.11a/n/ac	
WDS:	Auto	
Ancho del canal:	20MHz	
Seguridad:	WPA-PSK / WPA2-PSK	
Contraseña de PSK:	*****	<input type="checkbox"/> Mostrar
Configuración de Distancia:	2	<input type="checkbox"/> Auto (0-38.25)km

4. Una vez que configuremos estos parámetros ya entra en funciones la antena, por lo que por último punto es verificar la mejor alineación de la antena para ello, vamos al apartado de herramientas y buscamos a opción de alineación de antenas. Aquí mediante una señal sonora buscamos la mejor alineación buscando que el sonido que se emite sea el más fuerte que se pueda evidenciar. Con eso ya podemos dar por finalizada la configuración de esta antena.

GUÍA DE CONFIGURACIÓN DE ROUTER AC1200

Para realizar la configuración del router se realiza mediante el IP 192.168.0.1, indistintamente este o no restaurado a modo de fábrica. Para configurarlo debemos energizar el router y conectar mediante cable Ethernet desde un puerto LAN al pc, dejando el puerto WAN libre hasta terminar la configuración. Primero debemos editar las propiedades de protocolo de Internet versión

4(TCP/IPv4), donde colocaremos una IP cualquiera y en la puerta de enlace colocamos el IP 192.168.0.1. y damos en la opción de aceptar y esperamos a el reconocimiento de la red. Ya con eso podemos iniciar con los siguientes pasos:

1. Abrimos un navegador web y colocamos en la barra de búsqueda el IP 192.168.0.1
2. Se nos despliega una ventada donde debemos colocar una contraseña, para lo cual si se encuentra restaurado a modo de fábrica va a ser admin y si ya fue configurado previamente se debe introducir la contraseña asignada.
3. Al introducir la palabra admin como contraseña inicial, nos pedirá que creamos otra contraseña la cual debe ser registrada para poder acceder más adelante a futuras configuraciones.

4. Una vez registrada la contraseña, se nos despliega la página de configuración rápida comprendida por 5 pasos, en los cuales vamos a realizar las siguientes acciones:
 - Paso1: Configuramos a zona horaria seleccionado (UTC-05:00) Hora coordinada universal-05
 - Paso 2 y 3: Al estar el puerto WAN desconectado de la red para facilitar la configuración, omitimos este paso.
 - Paso 4: Aquí configuramos las redes Wi-Fi que se van a crear, para ello solamente debemos crear una red de 2.4 GHZ, para ello solo habilitamos esta red activando la pestaña azul de verificación. Aquí colocaremos el nombre de la Red (SSID) y la contraseña.

Personalizar la configuración inalámbrica
Personalice el nombre de la red inalámbrica y la contraseña.

2.4GHz Habilitar

Nombre de la Red (SSID): RED_MONITOR

Ocultar SSID

Contraseña: Fiasa5852@

5GHz Habilitar

Nombre de la Red (SSID): RED_MONITOR_5G

Ocultar SSID

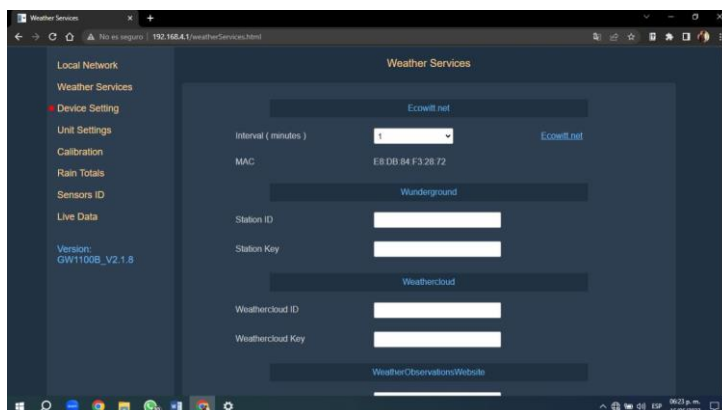
Contraseña: Fiasa5852@123

- Paso 5: Aquí verificamos que los datos proporcionados son los correctos y los podemos anotar en algún como respaldo.
5. Una vez realizado los pasos anteriores podemos cerrar la sesión y desconectar el router de la computadora, para conectar en el puerto WAN con el puerto LAN del inyector Poe mediante un cable Ethernet. Si se realizaron todos los pasos mencionados de forma correcta, ya debemos contar con conectividad Wi-Fi.

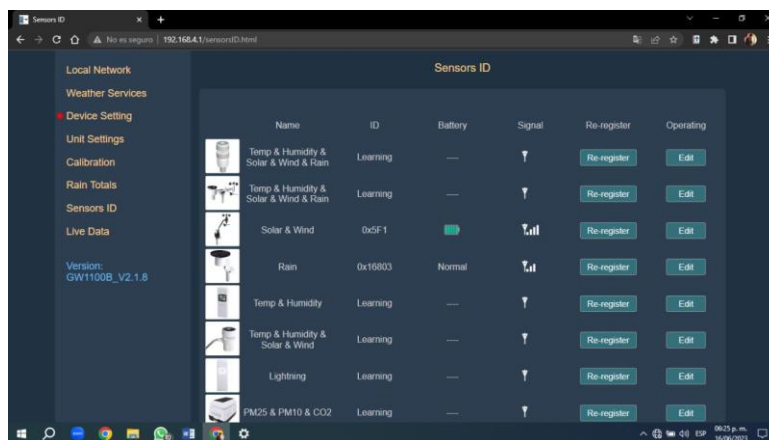
GUÍA DE CONFIGURACIÓN DE LA RED DE SENSORES

Para realizar la configuración de los sensores, primero debemos corroborar que los sensores estén energizados y estén funcionando. Una vez verificado que los sensores se encuentran activos, se procede a conectar el Gateway a una fuente de 5 voltios y esperamos unos minutos hasta que la luz se indicación de RF se estabilice en señal que se estableció la conexión con los sensores. Luego presionamos el botón de Wi-Fi en el Gateway para activar la red y conectarse con una computadora para realizar la configuración respectiva. Ingresamos a un navegador web y colocamos en la barra de búsqueda la dirección 192.168.4.1 y cargamos la página. Para iniciar la sesión solo ingresamos la palabra admin, luego se despliega la paina de configuración, en esta página colocamos el nombre y contraseña de la red de internet Wi-Fi para que pueda conectarse de manera online.

Además, podemos configurar otros parámetros como el intervalo de tiempo de actualización de datos, de la misma manera en el apartado de Device Setting se debe copiar la dirección MAC para vincular el dispositivo con la plataforma web.



Ya con la dirección MAC podemos configurar la plataforma para visualizar los datos, ya que en la página de la configuración podemos seguir modificando otros parámetros, pero ya con los mencionados son suficientes para establecer la conexión online. Además, podemos ver los sensores que se encuentran activos en el apartado de Sensors ID, en caso de no conectarse de forma automática debemos dar clic en el apartado de Re-regístre.



Una vez verificado los sensores en la plataforma, podemos cerrar la sesión y conectar la PC a internet para continuar con la configuración. Para ello realizaremos los siguientes pasos:

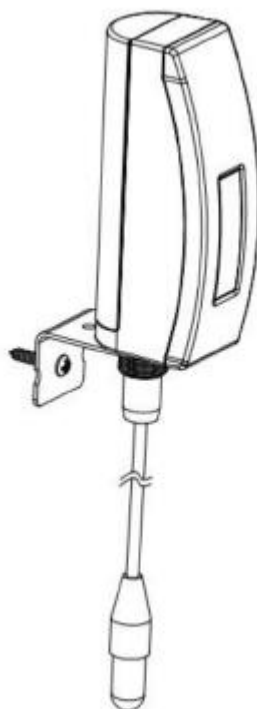
1. Crear una cuenta de Gmail.
2. Abrir la página de Ecowitt con el enlace <https://www.ecowitt.net/>
3. Registramos la cuenta Gmail con la plataforma de Ecowitt en el apartado de Register, donde se despliega una ventana donde se llenan los campos con la información requerida.

4. En Input Email Address ingresamos la cuenta de Google, a dicha cuenta nos llegara un código para verificar el correo, dicho código lo registramos en el cuadro de Input captcha. Luego establecemos la contraseña para la cuenta y se da clic en el cuadro celeste para guardar la información, con ello ya tenemos creada la cuenta y podemos iniciar la sesión.
5. Ya iniciada la sesión, vamos al apartade Device que se despliega al hacer clic sobre las tres barras horizontales que están ubicadas en la esquina superior izquierda. Entramos al apartado de Device y buscamos la opción de Add Device para agregar al Gateway.
6. Damos clic sobre Add Device y se despliega una pestaña donde se coloca un nombre el nombre del dispositivo, la ubicación, el tipo de dispositivo que en este caso es una “Weather Station”. Colocamos además la zona horaria y la dirección MAC que se mostró anteriormente. Una vez ingresada la MAC, marcamos la pestaña de publicar datos y guardamos. Al cabo de un tiempo ya se empiezan a mostrar los datos en la página principal.

NOTA: Todas las credenciales generadas como usuarios, contraseñas, IP, puertas de enlace, nombre de dispositivos se debe respaldar en una hoja de datos, que permita tener la información a la mano en caso de necesitar iniciar sesiones a futuro para alguna modificación y de esta forma evitar restaurar los equipos a modo de fábrica de forma recurrente, lo cual puede provocar daños si se realiza con frecuencia. De igual manera en caso de ocupar firmware para el router en caso de formatearlo se puede descargar desde la página oficial de TP Link: <https://www.tp-link.com/ec/support/download/archer-c50/#Firmware>

Anexo 2. Manual técnico de los sensores

SENSOR DE TEMPARURA DE SUELO WN32



1. Características

- Mide la temperatura con un sensor de 3 m (10 pies) sensor cableado para la versión cableada o un Sonda de acero inoxidable de 30 cm (11,81 pulgadas) sensor para la versión de sonda
- Alcance inalámbrico extendido hasta 300 pies (100 metros) en áreas abiertas
- Transmite lecturas cada 77 segundos.
- IP65 a prueba de agua.
- Pantalla LCD para la lectura actual.
- Cuando se combina con un GW1000/GW1100 Puerta de enlace Wi-Fi
- Ver lectura de temperatura en Live Data página de la aplicación WS View Plus
- La información del nivel de la batería se muestra en la aplicación

2. Colocación de sensores

Para montar la unidad en una pared o viga de madera:

- Utilice un tornillo (Tornillo ST D3.2*M2.0*6) para fije el soporte en la pared y luego inserte la sonda a través del orificio del soporte
- Fije el sensor al soporte con la Tuerca hexagonal M12 y apriete el tornillo (gire la tuerca con la mano hasta que quede firme y luego use una llave para girar 1/3 1/2 vuelta y no más. No se pase de la raya apretar.)
- Para montar la unidad en un poste (no incluido) con la abrazadera de manguera incluida.

Nota: Cuando instale el sensor de temperatura del suelo en el suelo, no empuje la sonda hacia el suelo sujetando el cuerpo de la unidad principal en lugar de la sonda misma. La unidad es frágil entre la sonda y el accesorio del cuerpo principal y solo puede soportar una fuerza máxima de 5 kg. No inserte el sensor en líquidos corrosivos o rocas duras para evitar daños.

3. Emparejar con la puerta de enlace

Si el GW1000/GW1100 ha estado en funcionamiento y nunca antes ha configurado un sensor WN34, simplemente encienda el sensor y el GW1000/GW1100 recogerá los datos del sensor automáticamente.

Nota: La puerta de enlace puede admitir un máximo de 8 sensores de temperatura WN34. Cada nuevo sensor se reconocerá como un nuevo canal de acuerdo con la secuencia de encendido. Puede colocar una etiqueta en el canal de cada sensor para distinguirlos. El nombre del canal se puede editar tanto en la aplicación como en ecowitt.net (el nombre editado en la aplicación no se sincronizará con el sitio web de ecowitt.net y debe editarse en la página de configuración de su dispositivo en ecowitt.net por separado).

Si desea utilizar un nuevo sensor WN34 para reemplazar el anterior (ya configurado en determinado canal), intente lo siguiente:

1. Abra la página de identificación del sensor en WS View Plus y encuentre su ID de sensor anterior.
2. Apague el sensor antiguo y encienda el sensor nuevo
3. Haga clic en Volver a registrarse en la página ID del sensor.

Entonces el nuevo sensor será aprendido y el El sensor antiguo se borrará.

4. Ver datos en línea con WS View mas

Cuando finalice la configuración de Wi-Fi (para indicarle a la puerta de enlace que se conecte a su red Wi-Fi), los datos de su sensor, así como la información del voltaje de la batería del sensor, se mostrarán en la aplicación WS View Plus en la página de datos en vivo.

5. Especificación

Potencia: 1 pila AA de 1,5 V (no incluida)

Tipo de sensor: termistor sellado con epoxi de NTC Frecuencia: 433/868/915 MHz según la ubicación (Norteamérica: 915 MHz; Europa: 868 MHz; otras áreas: 433 MHz)

Rango de transmisión inalámbrica: 100M (300 pies)

Intervalo de informe del sensor: 77 segundos

Temperatura de detección: -40-60 °C (40-140 °F)

Longitud del cable del sensor: 3 m (10 pies)

Longitud del sensor de sonda: 30 cm (11,81 pulgadas)

Duración de la batería: 12 meses mínimo

Nivel impermeable: IP65

ANEMÓMETRO INALÁMBRICO CON ALIMENTACIÓN SOLAR CON SENSOR DE LUZ Y UV WS68



1. Desembalaje

Abra la caja de si exterior e inspeccione que el contenido este intacto (nada roto) y completo (nada faltante). Dentro debería encontrar lo siguiente:

QT Artículo Descriptivo	
1	Cuerpo del sensor exterior con incorporado: sensor de velocidad del viento/viento Sensor de dirección, sensor de luz y UV, panel solar
1	Copas de velocidad del viento (para colocar en el cuerpo del sensor exterior)
1	Veleta (para acoplar al cuerpo del sensor exterior)
2	Pernos en U para montaje en un poste
4	Tuercas roscadas para pernos en U (tamaño M5)
1	Placa de montaje de metal para usar con pernos en U
1	Llave para tornillos M5
1	Manual de usuario (este manual)

Tabla 1: contenido del paquete

2. Características

- Mide la dirección del viento, la velocidad del viento, las ráfagas de viento, los datos de luz y UV.
- Sin pantalla, necesita trabajar con la puerta de enlace WIFI para completar el WIFI configuración en nuestra aplicación WS View Plus/Ecowitt.
- Después de la configuración WIFI, los datos de viento, UV y luz en vivo pueden ser visto directamente en la aplicación WS View Plus/Ecowitt.
- Admite cargas a WU/WeatherCloud/WOW. El gráfico histórico de su ID de estación de WU se puede ver en el tablero de WU en el WS Ver la aplicación Plus/Ecowitt.
- Admite cargas a WU/WeatherCloud/WOW. El gráfico histórico de su ID de estación de WU se puede ver en el tablero de WU en el WS Ver la aplicación Plus/Ecowitt.
- Admite cargas a WU/WeatherCloud/WOW. El gráfico histórico de su ID de estación de WU se puede ver en el tablero de WU en el WS Ver la aplicación Plus/Ecowitt.

3. Guía de configuración

3.1. Estudio del sitio

Realice una inspección del sitio antes de instalar la estación meteorológica. Considera el siguiente:

- Idealmente montado a 32,8 pies (10 metros) sobre el nivel del suelo.
- Trate de hacer que el anemómetro sea el objeto más alto alrededor. 7 pies (2,76 metros) o más por encima de las obstrucciones circundantes es lo mejor.
- Alcance Inalámbrico. Comunicación por radio entre receptor y transmisor en un campo abierto puede alcanzar una distancia de hasta 300 pies o 100 metros, siempre que no haya obstáculos que interfieran, como edificios, árboles, vehículos y líneas de alta tensión. Señales inalámbricas no penetrará en edificios de metal. En la mayoría de las condiciones, el el alcance inalámbrico máximo es de 100' o 30 m.
- Radio interferencias. Computadoras, radios, televisores y otras fuentes puede interferir con las comunicaciones de radio entre la matriz de sensores y consola Por favor, tenga esto en cuenta al elegir consola o ubicaciones de montaje. Asegúrese de que su consola de visualización esté en menos cinco pies o 1,52 metros de distancia de cualquier dispositivo electrónico para evitar interferencias.

3.2.Montaje del paquete de sensor

Consulte la Figura 1 para ubicar y comprender todas las partes del paquete del sensor exterior una vez ensamblado por completo.

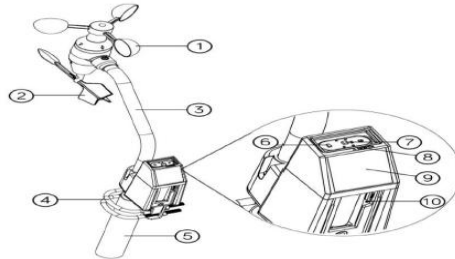


Figura 1: Componentes del conjunto del sensor

1 Tazas de velocidad del viento	6 Led (rojo) para indicar la transmisión de datos
2 Veleta	7 Sensor de luz y sensor UV
3 Tubo de conexión	8 Flecha NORTE
4 Pernos en U	9 Paneles solares
5 Poste de montaje	10 Botón de reinicio

Tabla 2: elementos detallados del ensamblaje del sensor

3.2.1. Instale los pernos en U y la placa de metal

La instalación de los pernos en U, que a su vez se utilizan para montar el paquete del sensor en un poste, requiere la instalación de una placa de metal incluida para recibir los extremos de los pernos en U. La placa de metal, visible en la Figura 2, tiene cuatro orificios a través que encajarán los extremos de los dos pernos en U. La placa en sí se inserta en una ranura en la parte inferior derecha de la unidad. Tenga en cuenta que un lado de la placa tiene un borde recto (que entra en la ranura), el otro lado está doblado en un ángulo de 90 grados y tiene un perfil curvo (que terminará "abrazando" el poste de montaje). Una vez insertada la placa de metal, retire las tuercas de los pernos en U e inserte ambos pernos en U a través de los orificios respectivos de la placa de metal como se muestra en la Figura 2.

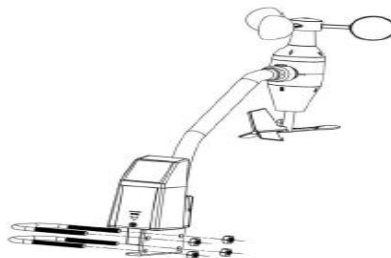


Figura 2: Instalación de pernos U

Atornille sin apretar las tuercas en los extremos de los pernos en U. Los apretará más tarde durante el montaje final. El montaje final se muestra en la Figura 3.



Figura 3: Pernos en U y tuercas de sujeción

La placa y los pernos en U aún no son necesarios en esta etapa, pero hacerlo ahora puede ayudar a evitar dañar la veleta y las copas de velocidad del viento más adelante.

3.2.2. Instalar veleta

Empuje la veleta en el eje en el lado inferior del paquete del sensor, hasta que no avance más, como se muestra en el lado izquierdo de la Figura 4. A continuación, apriete el tornillo de fijación con un destornillador Philips (tamaño PH0), como se muestra en el lado derecho, hasta que la veleta no se pueda quitar del eje. Asegúrese de que la veleta pueda girar libremente. El movimiento de la veleta tiene una pequeña cantidad de fricción, lo que es útil para proporcionar una dirección de viento mediciones constantes.



Figura 4: Diagrama de instalación de la veleta

3.2.3. Instalar copas de velocidad del viento

Empuje el conjunto de copa de velocidad del viento en el eje en el lado opuesto de la veleta, como se muestra en la Figura 5 en el lado superior. Apriete el tornillo de fijación con un destornillador Philips (tamaño PH0), como se muestra en el lado derecho. Asegúrate que el conjunto de copa puede girar libremente. No debe haber fricción notable cuando está girando.

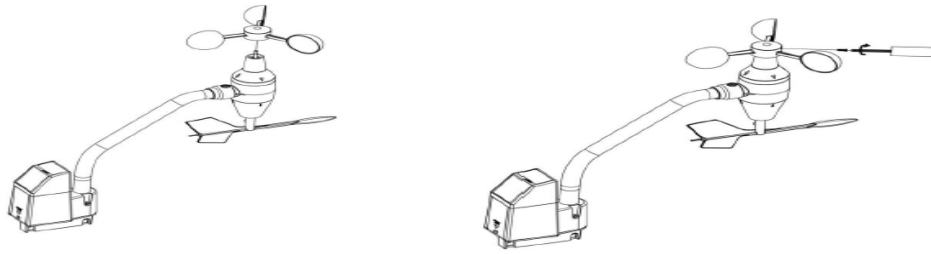


Figura 5: Diagrama de instalación de copa de velocidad del viento

3.2.4. Montaje del paquete de sensor exterior ensamblado

3.2.4.1. Montaje

Puede conectar un poste a una estructura permanente y luego conectarle el paquete del sensor (vea la Figura 6).

Los pernos en U se adaptan a un diámetro de poste de 1 a 2 pulgadas (poste no incluido).



Figura 6: Diagrama de montaje del paquete del sensor

Asegúrese de que el poste de montaje esté vertical o muy cerca de él. Utilice un nivel si necesario. Coloque el paquete del sensor encima del tubo de montaje preparado. Los pernos en U deben estar lo suficientemente flojos para permitir esto, pero afloje las tuercas según sea necesario. Una vez colocado, apriete a mano las cuatro tuercas, teniendo cuidado de hacerlo uniformemente.

Ahora deberá alinear todo el paquete en la dirección correcta girándolo sobre la tubería de montaje según sea necesario. Localice la flecha con la etiqueta "NORTE" que encontrará en la parte superior de la cubierta transparente en el paquete del sensor (Artículo 8). Debe girar todo el paquete del sensor hasta que esta flecha apunte hacia el norte. Para lograr una alineación adecuada, es útil usar una brújula (muchos teléfonos celulares tienen una aplicación de brújula). Una vez girado en la orientación correcta, apriete ligeramente los pernos.

Asegúrese de que el paquete del sensor esté instalado verticalmente.

Asegúrese de verificar y corregir si es necesario, la orientación norte como el paso final de instalación, y ahora apriete los pernos con una llave. no sobre apriete, pero asegúrese de que el viento fuerte y/o la lluvia no puedan mover el sensor paquete.

4. Guía de configuración usando la puerta de enlace Wi-Fi

Si desea ver los datos del sensor en su dispositivo móvil, debe emparejar este dispositivo sensor con la puerta de enlace Wi-Fi (se vende por separado), u otro dispositivo compatible. Antes de que pueda usar la aplicación móvil para conectarse a la puerta de enlace Wi-Fi, debe configurarla en su red Wi-Fi. Las instrucciones se pueden encontrar en el manual de la puerta de enlace.

5. Especificaciones

Nota: Los valores fuera de rango se mostrarán usando en WS View Plus/ Aplicación Ecowit:

Sensor exterior	Especificaciones
Distancia de transmisión en campo abierto	100 m (330 pies)
Frecuencia RF	433/868/915 MHz según la ubicación Estados unidos: 915 MHz
Rango de velocidad del viento	0-50 m/s (0-100 mph)
Precisión de la velocidad del viento	± 1 m/s (velocidad < 5 m/s) ± 1 m/s (velocidad < 5 m/s) ±0,1 mph (velocidad < 11 mph) ±10% (velocidad ≥ 11 mph)
Rango de índice UV	0-15
Rango de luz	0 – 120 kLux
precisión de la luz	± 15%
Intervalo de informe del sensor	16.5 segundos

Tabla 3: Especificaciones del sensor exterior

Fuerza	Especificaciones
Sensor exterior	Panel solar: 6.5 V/A mA.
Sensor exterior (respaldo)	1 x AA 1.5V LR6 alcalina, o 1 pila de litio AA de 1,5 V

Tabla 4: Especificaciones de potencia

La fuente de energía primaria para el sensor exterior es el panel solar. Cuando energía solar disponible (luz durante un periodo reciente) es insuficiente, la batería se utilizará. En climas exteriores que frecuentemente tienen temperaturas sostenidas por debajo de 0°C (o 32°F) se recomienda enfáticamente el uso de baterías de litio cómo funcionan mejor que las pilas alcalinas.

PLUVIÓMETRO DIGITAL DE ALTA PRECISIÓN CON TEMPERATURA Y HUMEDAD INTERIOR WH5360B



1. Desembalaje

Abra la caja de su pluviómetro e inspeccione que el contenido está intacto (nada roto) y completo (no falta nada). En el interior debe encontrar el siguiente:

CANTIDAD	Descripción de los artículos
1	Consola de visualización
1	Sensor pluviómetro
1	Juego de pernos en U para montaje en un poste (2 piezas)
1	Juego de tuercas roscadas para pernos en U (tamaño M5) (4 piezas)
1	Juego de placa de montaje de metal para usar con pernos en U
1	Filtro de acero inoxidable (para colector de lluvia)
1	Manual de usuario (este manual)

2. Guía de configuración

Nota: Le sugerimos que monte todos los componentes del pluviómetro, incluida la consola en un lugar para que puede probar fácilmente la funcionalidad. Después de la prueba, coloque el sensor de lluvia en la ubicación deseada. Tenga en cuenta, sin embargo, que el movimiento durante el montaje y el movimiento después del montaje pueden provocar la lluvia. sensor para registrar lluvia "falsamente". Es posible restablecer el total de lluvia a 0 a través de la consola.

3. Estudio del sitio

La ubicación del sensor exterior es fundamental para una buena recopilación de datos. Siguen instrucciones abreviadas, pero para una referencia detallada, ver:

<https://www.weather.gov/media/epz/mesonet/CWOP-Siting.pdf>.

Realice una inspección del sitio antes de instalar el sensor de lluvia.

Considera lo siguiente:

- Idealmente montado a una altura de 4 a 6 pies, o 1.5 a 2 metros sobre el suelo.
- Ubicación ideal a una distancia horizontal de 4 veces la altura, por encima del pluviómetro, de la más cercana obstrucción
- Asegúrese de que el pluviómetro esté montado al nivel del suelo, lejos de cualquier superficie horizontal que pueda introducir salpicaduras de lluvia o nieve circundante construir.

3.1. Mejores prácticas para la comunicación inalámbrica

La comunicación inalámbrica (RF) es susceptible a interferencias, distancias, paredes y barreras metálicas. Recomendamos las siguientes mejores prácticas para problemas

Comunicación inalámbrica gratuita entre el sensor y la consola:

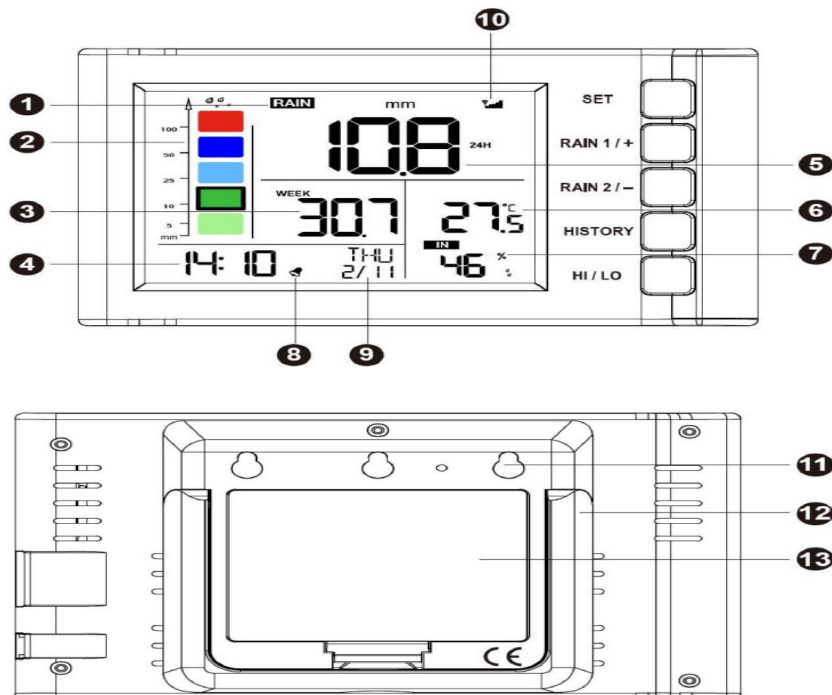
- Colocación del sensor interior/exterior: El sensor tendrá el mayor alcance para su señal cuando montado o colgado verticalmente. Evita dejarlo sobre una superficie plana. Interferencia electromagnética (EMI). Mantener la consola a varios pies de distancia de la computadora monitores y televisores.
- Interferencia de radiofrecuencia (RFI). Si usted tener otros dispositivos funcionando en la misma banda de frecuencia como su interior y/o exterior sensores y experiencia intermitente comunicación entre el sensor y la consola, intente apagar estos otros dispositivos para solucionar problemas propósitos Es posible que deba reubicar el transmisores o receptores para evitar la interferencia y establecer una comunicación confiable. Las frecuencias utilizadas por los sensores son una de (según tu ubicación): 433, 868 o 915 MHz (915 MHz para Estados Unidos)

- Clasificación de línea de visión. Este dispositivo está clasificado en 300 línea de visión de los pies (bajo circunstancias ideales; no interferencias, barreras o muros), pero en la mayoría escenarios del mundo real, incluyendo una pared o dos, usted será capaz de recorrer unos 100 pies.
- Barreras Metálicas. La radiofrecuencia no pasará a través de barreras metálicas como revestimiento de aluminio o marco de pared de metal. Si tienes ese metal barreras y experimenta problemas de comunicación, debe cambiar la ubicación del paquete del sensor y o consola.

La siguiente tabla muestra diferentes transmisiones medias y reducciones esperadas de la intensidad de la señal. Cada "pared" u obstrucción disminuye el rango de transmisión por el factor que se muestra a continuación.

Medio	Reducción de la intensidad de la señal de RF
Vidrio (sin tratar)	5-15%
Plástica	10-15%
Madera	10-40%
Ladrillo	10-40%
Concreto	40-80%
Metal	90-100%

3.2.Pantalla de la consola



1. Visualización de datos de lluvia	8. Icono de alarma
2. Gráfico de grado de lluvia	9. Fecha/Semana
3. Lluvia de visualización de día/semana/mes/año	10. Icono de señal
4. Tiempo	11. Montado en la pared
5. Visualización de tasa de lluvia/evento/1h/24h	12. Soporte de mesa
6. Temperatura interior	13. Puerta de la batería
7. Humedad interior	

3.3.Funciones claves

Hay un juego de cinco teclas en el lado derecho de la consola de visualización. Las siguientes tablas explican brevemente la función de estas teclas.

Botón	Descripción
COLOCAR	Entrar en el modo de configuración
LLUVIA 1/+	mostrar TARIFA, EVENTO, 1H, 24H (modo normal) o + (modo programación)
LLUVIA 2/-	mostrar DÍA, SEMANA, MES, AÑO, TOTAL (modo normal) o- (modo programación).
HISTORIA	Mostrar registros de historial / volver al modo normal
HOLA/BAJO	Muestra el valor MAX, MIN (modo normal) / Establecer alarma (mantenga presionado el botón HI/LO para ingresar al modo de configuración de alarma

3.3.1. Modo normal

Mientras está en la pantalla normal, presione el botón RAIN 1/+ para alternar la visualización de:

- Muestra la tasa de lluvia.
- Muestra el evento de lluvia.
- Muestra el total de lluvia de 1h
- Muestra la precipitación total de 24h

Mientras está en la pantalla normal, presione el botón RAIN 2/+ para alternar la visualización de:

- Muestra la precipitación del día
- Muestra la precipitación de la semana
- Muestra la precipitación del mes

- Muestra la precipitación del año

4. Mantenimiento

Se deben seguir los siguientes pasos para el mantenimiento adecuado de su estación limpiar pluviómetro

Revisa el pluviómetro cada 3 meses. Gire el embudo en sentido anti horario y levántelo. Limpie el embudo y la cubeta con un paño húmedo para eliminar la suciedad, los residuos y los insectos. Rocíe la matriz ligeramente con insecticida, si hay una infestación de insectos.

Reemplazo de baterías regularmente

Las baterías del conjunto de sensores exteriores deben reemplazarse cada 1 o 2 años. En aplicaciones donde no se pueden tolerar caídas de datos, verifique las baterías cada 3 meses y aplique un compuesto para prevenir la corrosión (no incluido) en los terminales de la batería para su protección.

Evite la acumulación de nieve

En entornos con nieve, use un spray de silicona antihelio en la parte superior de la parte superior de recolección de lluvia para evitar la acumulación de nieve.

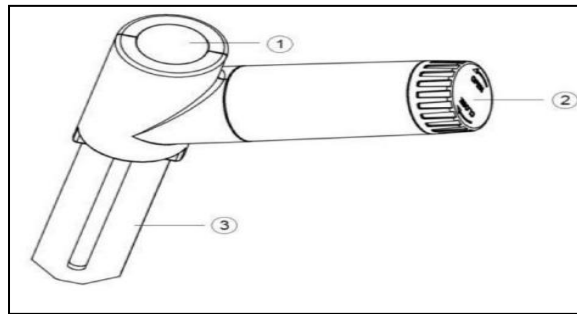
SENSOR INALÁMBRICO DE HUMEDAD DEL SUELO WH51

1. Primeros pasos

1.1. Lista de piezas

- Un sensor de humedad del suelo
- Una cubierta de tapa de batería
- Un manual de usuario

2. Resumen



1.- Indicador LED (transmisión RF)

2.- Tapa de la batería

3.- Sensor de humedad del suelo

3. Características

- Mide el contenido de humedad del suelo cada 70 segundos
- Modo Personalizado: con 0% AD y Modo personalizado 100% AD para manualmente calibrar el valor de humedad bajo/alto para que puedas ser más preciso resultado para diferentes tipos de suelo. Este El modo solo se puede activar a través de Aplicación WS View plus y en datos en vivo modo de visualización.
- Largo alcance inalámbrico, hasta 300 pies (100 metros) en áreas abiertas

Cuando se combina con un GW1000/GW1100 Puerta de enlace Wi- Fi:

Supervise los datos del sensor en vivo en Live Página de datos de la aplicación WS View plus (requiere la puerta de enlace y su teléfono está usando la misma red Wi-Fi).

Se admiten hasta 8 canales. Canal los nombres se pueden editar en la aplicación.

Cuando se combina con una estación meteorológica Consola (HP2551/HP3500/HP3501):

Ver datos de humedad del suelo en tiempo real en la pantalla

Se admiten hasta 8 canales. Canal los nombres se pueden editar en la pantalla (solo para HP2551).

Cuando se combina con la consola WH0291:

Ver datos de humedad del suelo en tiempo real en la pantalla

Se admiten hasta 8 canales. Canal los nombres se pueden editar en la pantalla (solo para HP2551).

Cuando se combina con la consola WH0291:

Ver datos de humedad del suelo en tiempo real en la pantalla.

Cuando se carga en Ecowitt Weather Server:

Ver datos actuales de humedad del suelo y registros históricos y gráfico en el sitio web

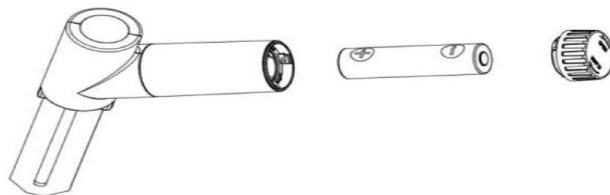
Establecer y recibir alertas por correo electrónico del servidor

Los nombres de los canales se pueden editar en el sitio web

Monitoreo remoto con teléfono inteligente, computadora portátil o computadora visitando el sitio web.

4. Guía de configuración

4.1. Instale las baterías



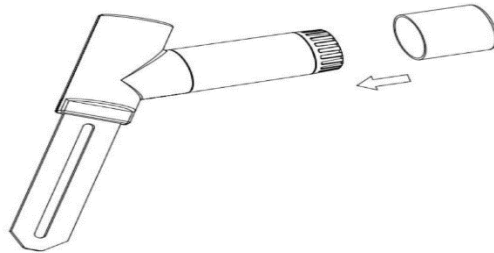
1. Abre la tapa de la batería de la humedad del suelo. sensor
2. Inserte una batería AA y cierre la tapa de la batería.
3. Después de insertar la batería, el indicador LED del sensor remoto se encenderá durante 4 segundos y luego parpadeará una vez cada 70 segundos. Cada vez que parpadea, el sensor está transmitiendo datos. Puede ir a la Sección 5 ahora para completar la configuración de la puerta de

enlace GW1000/GW1100 primero para que se muestren sus datos y reanude los pasos seguidos a continuación.

4. Antes de instalar el sensor en su ubicación permanente, sugerimos probar el sensor en el aire y ver si la lectura de humedad es 0. Y luego coloque el sensor en una taza de agua, la lectura del sensor debe aumentar al 90% o arriba. Una vez que el sensor detectó un cambio de datos significativo, el sensor transmitirá cada 10 segundos. Una vez que se haya confirmado que el sensor funciona correctamente, puede continuar con el siguiente paso.

5. Inserte el sensor totalmente en el suelo de la ubicación deseada. Por favor, no utilice una fuerza excesiva para empujar el sensor en el suelo para evitar daños.

6. Cuando todo funcione correctamente, coloque la tapa de la batería sobre la puerta de la batería firmemente para asegurarse de que no haya posibilidad de que penetre humedad o agua en el interior.



5. Configuración Wi-Fi con puerta de enlace

Para ver los datos de humedad del suelo en su aplicación móvil y recibir alertas por correo electrónico en nuestro servidor meteorológico, debe vincular este dispositivo con nuestra puerta de enlace Wi-Fi GW1000/ GW1100 o estación meteorológica HP2551/HP3500/ HP3501 (se vende por separado).

5.1. Emparejar con Gateway

Si el GW1000/GW1100 ha estado en funcionamiento y nunca antes ha configurado un sensor de humedad del suelo WH51, simplemente encienda el sensor y el GW1000/GW1100 recogerá los datos de humedad del suelo automáticamente

Nota: La puerta de enlace puede admitir un máximo de 8 sensores de humedad del suelo. Cada nuevo sensor se reconocerá como un nuevo canal de acuerdo con la secuencia de encendido. Puede adjuntar una etiqueta del canal en cada sensor para distinguir el nombre del canal se puede editar tanto en la aplicación y ecowitt.net (no se sincronizará).

Si desea utilizar un nuevo sensor WH51 para reemplazar el anterior (ya configurado en determinado canal), intente lo siguiente:

1. Abra la página de identificación del sensor en WS View plus, y encuentre su ID de sensor anterior.
2. Apague el sensor antiguo y enciéndalo el nuevo sensor
3. Haga clic en Volver a registrarse en la página ID del sensor.

Entonces el nuevo sensor será aprendido y el sensor antiguo se borrará.

5.2. Conexión Wi-Fi para la puerta de enlace

Para esta parte, consulte el manual de la puerta de enlace Wi-Fi GW1000/ GW1100. Cualquier pregunta, por favor póngase en contacto con el servicio al cliente.

6. Especificación

Rango de humedad: 0~100 %; Resolución: 1% 0% Rango de configuración AD: 0-200; Valor inicial: predeterminado a la calibración de fábrica. Rango de configuración. 100% AD:0%AD+10-1000; Valor inicial: predeterminado a su calibración de fábrica Frecuencia: 915/868/433 MHz dependiendo de la ubicación (Norteamérica: 915 MHz; Europa: 868 MHz; Otras áreas: 433 MHz) Intervalo de informe del sensor: 70 segundos Distancia de transmisión en campo abierto: 100 m (300 pies) IP66 a prueba de agua

El consumo de energía

Sensor de humedad del suelo: pilas alcalinas 1xAA (no incluidas) Duración de la batería: mínimo 12 meses.

**SENSOR INALÁMBRICO DE TERMÓMETRO E HIGRÓMETRO MULTICANAL
WN31/WN31 (CON SONDA STH35)**



1. Lista de piezas

- Un sensor de temperatura y humedad multicanal
- Un manual de usuario

2. Resumen

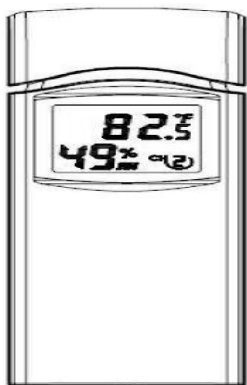


Figura 1: Sensor termo-higro multicanal

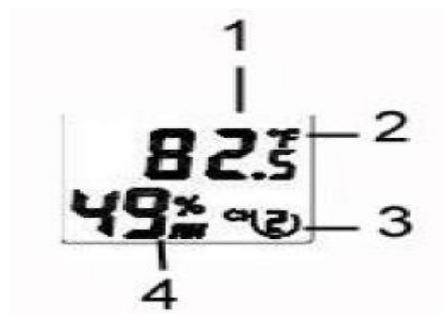


Figura 2: Pantalla LCD del sensor

- 1.- Temperatura
- 2.- Unidades de Temperatura
- 3.- Numero del canal
- 4.- Humedad relativa

3. Guía de configuración

3.1.Instalar las baterías

1 Retire la puerta de la batería en la parte posterior del transmisor(es) deslizando hacia abajo la puerta de la batería, como se muestra en la Figura 3

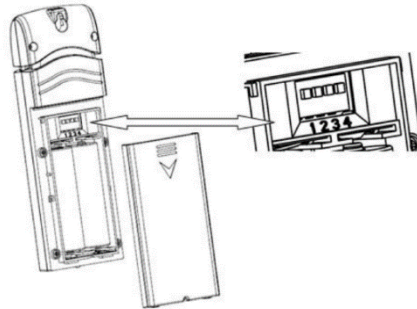
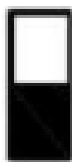


Figura 3: Instalación de la batería

2. Antes de insertar las pilas, busque la inmersión interruptores sobre el compartimento de la batería y establezca las unidades de temperatura y el número de canal:

Unidades de temperatura: Para cambiar el transmisor unidades de visualización de medida de temperatura ($^{\circ}\text{F}$ vs. $^{\circ}\text{C}$), cambie el interruptor DIP 4, como se indica en Figura 2.

Número de canal: este dispositivo admite hasta ocho sensores. Para configurar cada número de canal, cambie los interruptores DIP 1, 2 y 3, como se indica en la figura 3.



Interruptor en posición hacia abajo



Cambiar la posición hacia arriba

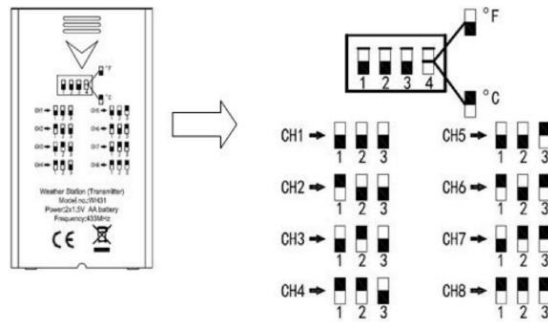


Figura 4: Diagrama de interruptores DIP

3. Inserte dos pilas AA

4. Verifique el número de canal correcto (CH) y las unidades de medida de temperatura (°F vs. °C) son en la pantalla.

5. Cierre la puerta de la batería. Repita para los transmisores remotos adicionales (se vende por separado), verificando que cada control remoto esté en un canal diferente.

4. Ubicación del sensor

La mejor ubicación de montaje para el sensor interior es un lugar que nunca reciba luz solar directa, ni siquiera a través de las ventanas. Además, no lo instale en un lugar donde una fuente de calor radiante cercana (radiador, calefactores, etc.) pueda afectarlo. La luz solar directa y las fuentes de calor radiante darán como resultado lecturas de temperatura inexactas.

La unidad no es resistente a la intemperie, debe montar la unidad debajo de una cubierta (visera o toldo o similar). Si se necesita montaje en exteriores, utilice un protector de montaje de accesorios para exteriores de nuestra parte:



Para montar o colgar la unidad en una pared o viga de madera:

- Use un tornillo o clavo para fijar el sensor remoto a la pared, como se muestra en el lado izquierdo de la figura 5,
- Cuelgue el sensor remoto con una cuerda, como se muestra en el lado derecho de la figura 5.



Figura 5: Montaje del sensor interior

5. Guía de configuración (usando con Wi-Fi puerta)

Si desea ver el sensor multicanal datos en su aplicación móvil, necesita empareje este dispositivo con nuestra puerta de enlace Wi-Fi (vendida por separado).

5.1. Emparejar con la puerta de enlace

Si la puerta de enlace ha estado en funcionamiento y nunca antes ha configurado sensores de temperatura y humedad multicanal WN31 (con sonda STH35), simplemente encienda los sensores y la puerta de enlace seleccionará varios sensores. -canaliza los datos de temperatura y humedad automáticamente.

Si un sensor WN31 (con sonda STH35) se ha conectado a la puerta de enlace antes, y tiene un nuevo sensor WN31 (con sonda STH35) para reemplazar el anterior, desconecte la puerta de enlace de la toma USB y enciéndalo nuevamente, entonces el nuevo sensor será el sensor aprendido y el antiguo se borrarán.

6. Ver datos en linera en WS View Plus

Una vez finalizada la configuración Wi-Fi, puede ver los datos locales de sus sensores de temperatura y humedad múltiples en la aplicación WS View Plus.

7. Especificaciones

Potencia: 2 pilas AA

Tamaño del sensor: 123 x 42 x 14 mm

Frecuencia: 915/868/433 MHz según la ubicación (Norteamérica: 915 MHz; Europa: 868 MHz; Otras áreas: 433 MHz)

Rango de temperatura: -40 °C -60 °C (14 °F - 140 °F)

Resolución de temperatura: 0,1 °C o 0,1 °F

Precisión de temperatura: ± 1 °C/10,2 °C (versión de sonda)

Rango de humedad: 10 %~99

% Resolución de humedad: 1%

Precisión de humedad: $\pm 5\%$ / $\pm 1,8\%$ (versión de sonda)

Intervalo de informe del sensor: unos 60 segundos

Nota: aparecerá un icono de batería baja en la aplicación para indicar el estado de la batería de los sensores.

Anexo 3. Datos personales**DATOS PERSONALES DEL TUTOR**

Nombres	Trujillo Ronquillo
Apellidos	Danilo Fabricio
Lugar y fecha de nacimiento	28 de agosto de 1981
Cédula de ciudadanía	1803547320
Estado civil	Soltero
Dirección domiciliaria	Ambato, Izamba Ricardo Callejas y Pedro Vascones Sevilla
Teléfonos de contacto	0982987576
Email	danilo.trujillo7320@utc.edu.ec

Estudios Realizados

Primarios	Escuela Pensionado “La Merced”
Secundarios	“Instituto Tecnológico Superior “Bolívar”
Superiores	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela Politécnica del Ejército ESPE (Sangolquí – Ecuador) • Universidad Politécnica Nacional (Madrid – España) • Escuela Politécnica Nacional (Quito – Ecuador)
	Títulos obtenidos: <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones • Máster Universitario en Energía Solar Fotovoltaica • Estudiante de la Tercera Cohorte de Doctorado, Facultad de Ingeniería Eléctrica

Idiomas

- Español
- Inglés
- Alemán

Experiencia

Docente Instituto Superior Tecnológico "Hispano América", septiembre 2010 a julio 2011

Docente Universidad Técnica de Ambato, marzo 2012 a marzo 2016

Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, noviembre 2019 a febrero 2020

Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, noviembre 2021 hasta la actualidad

DATOS PERSONALES DEL AUTOR

Nombres	Jhon Cristhian
Apellidos	Basilio Molina
Lugar y fecha de nacimiento	22 de noviembre del 2000
Cédula de ciudadanía	050409126-5
Estado civil	Soltero
Dirección domiciliaria	Lotización San Gonzalo
Teléfonos de contacto	0991954228
Email	jhon.basilio1265@utc.edu.ec

Estudios Realizados

Primarios	Escuela Consejo Provincial de Cotopaxi
Secundarios	“Unidad Educativa Rafael Vásquez Gómez
Superiores	Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná
	Títulos obtenidos:
	<ul style="list-style-type: none"> • Bachiller Técnico en Electromecánica Automotriz

CERTIFICADOS OBTENIDOS

• Semana de la difusión del Centro de Emprendimiento UTC como eje transversal de las funciones sustantivas.
• II Seminario Nacional de Innovación y Emprendimiento “Reactivación un Compromiso de Todos”.
• V Congreso Internacional de Investigación Científica.
• Asistente en el VI Congreso Internacional de Investigación Científica.
• Asistente en el VII Congreso Internación de Investigación Científica.
• Diseño de planos y tableros eléctricos.
• Certificado de soldadura e instalaciones eléctricas.

Idiomas

- Español

DATOS PERSONALES DEL AUTOR

Nombres	Kevin Anderson
Apellidos	Toapanta Guanin
Lugar y fecha de nacimiento	20 de abril del 2001
Cédula de ciudadanía	125081552-7
Estado civil	Soltero
Dirección domiciliaria	Calabi y Zacarías Pérez La Maná
Teléfonos de contacto	0980367100
Email	kevin.toapanta5527@utc.edu.ec

Estudios Realizados

Primarios	Escuela Consejo Provincial de Cotopaxi
Secundarios	Unidad Educativa Rafael Vásquez Gómez
Superiores	Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná
	Títulos obtenidos:
	<ul style="list-style-type: none"> • Bachiller Técnico en Electromecánica Automotriz
CERTIFICADOS OBTENIDOS	
	<ul style="list-style-type: none"> • Semana de la difusión del Centro de Emprendimiento UTC como eje transversal de las funciones sustantivas. • II Seminario Nacional de Innovación y Emprendimiento “Reactivación un Compromiso de Todos” • V Congreso Internacional de Investigación Científica • Asistente en el VI Congreso Internacional de Investigación Científica • Asistente en el VII Congreso Internación de Investigación Científica • Diseño de planos y tableros eléctricos • Certificado de soldadura e instalaciones eléctricas

Idiomas

- Español

Anexo 4. Evidencias del desarrollo del trabajo

Elaboración e instalación de la torre de soporte para los elementos

Imagen 1. Corte de material para la torre



Imagen 2. Proceso de soldadura de la torre



Imagen 3. Conformación de la torre



Imagen 4. Preparación de elementos para la zapata



Imagen 5. Preparación de elementos para la zapata



Imagen 6. Función de la zapata de sujeción



Imagen 7. Desencofrado de la zapata de sujeción



Imagen 8. Preparación de la zapata para replantillo



Imagen 9. Puesta en pie de la torre en la zapata



Imagen 10. Tensado de templadores de la torre



Transporte de energía eléctrica desde el centro de carga hasta la estación de fitomonitorio.

Imagen 11. Empalme de cables



Imagen 12. Templado de cable desde el centro a la torre



Imagen 13. Sujeción del cable a la torre



Imagen 14. Energizado de la línea eléctrica



Implementación del equipo para transmisión de internet

Imagen 15. Podado de árbol para abrir punto de vista



Imagen 16. Ensamble de antena de punto de vista



Imagen 17. Montaje de antena receptora



Imagen 18. Montaje de antena emisora



Imagen 19. Conexión de la antena a la red local**Imagen 20.** Alineación de antenas de punto de vista

Conexión de equipos y montaje de sensores

Imagen 21. Montaje de anemómetro y pluviómetro**Imagen 22.** Configuración de sensores IoT**Imagen 23:** Gabinete de equipos**Imagen 24:** Equipos ensamblados en la torre

Anexo 5. Aval de traducción



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE FITOMONITOREO UTILIZANDO SENSORES IOT PARA LA PLANTACIÓN DE CACAO DEL PROYECTO FIASA DE LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”** presentado por: **Basilio Molina Jhon Cristhian** y **Toapanta Guanin Kevin Anderson**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias CIYA**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.


Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2023

Atentamente,

Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS
C.I: 050301668-5

Anexo 6. Similitud de contenido



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Basilio_Toapanta_tesis

2%

Similitudes

1%

Texto entre comillas
< 1% similitudes entre comillas

2%

Idioma no reconocido

Nombre del documento: Basilio_Toapanta_tesis.pdf

ID del documento: 1a3f1e8fd66a827d48dfd237aac3d1de2dd31d51

Tamaño del documento original: 4,8 MB

Depositante: WILLIAM ARMANDO HIDALGO OSORIO

Fecha de depósito: 10/8/2023


Tipo de carga: interface

fecha de fin de análisis: 10/8/2023











Número de palabras: 36.454

Número de caracteres: 245.458




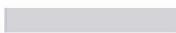






Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas






N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/jspui/bitstream/27000/9529/1/UTC-PIM-000583.pdf 19 Fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (332 palabras)
2	 190.15.139.147 http://190.15.139.147/bitstream/27000/9531/1/UTC-PIM-000588.pdf 19 Fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (328 palabras)
3	 repositorio.utc.edu.ec Domotización para el control de los sistemas de iluminación... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8461/3/UTC-PIM-000422.pdf.txt 19 Fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (312 palabras)
4	 repositorio.utc.edu.ec Implementación de un módulo didáctico para la instalación... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8463/3/UTC-PIM-000423.pdf.txt 19 Fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (293 palabras)
5	 repositorio.utc.edu.ec "Implementación de una aplicación para el reconocimiento ... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7294/3/UTC-PIM-000305.pdf.txt 19 Fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (282 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.uta.edu.ec Diseño de un Sistema de Seguridad mediante Cámaras IP p... http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/370/1/226e.pdf	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (30 palabras)
2	 repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3382/1/T-UTC-00649.pdf	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (29 palabras)
3	 www.doi.org [IEEE 2012 IEEE Colombian Communications Conference (COLCOM) - ... https://www.doi.org/10.1109/COLCOMCON.2012.6233656	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (28 palabras)
4	 1library.co Top PDF Estructura de capital de las pymes ecuatorianas: Variación de l... https://1library.co/title/estructura-de-capital-de-las-pymes-ecuatorianas-variacion-de-la-rentabilidad-d-e-...	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (22 palabras)
5	 blogs.iadb.org Agricultura de precisión: tecnología para enfrentar el cambio climát... https://blogs.iadb.org/innovacion/es/agricultura-de-precision-tecnologia-para-enfrentar-el-cambio-cl-...	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (19 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- 1  <https://agriculture.basf.com/ec/es/contenidos-de-agricultura/digitalizacion-agricultura-4-0.html>
- 2  <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/influencia-medio-ambiental-en-la>
- 3  <https://eos.com/es/blog/agrometeorologia-y-tiempo>
- 4  <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/la-meteorologia>
- 5  <https://www.carm.es/web/descarga?IDCONTENIDO=8376&ALIAS=PUBT&RASTRO=c498>