



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TEMA:

Diseño y desarrollo de una estación meteorológica mediante el uso del IoT para la medición de factores climáticos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

AUTOR:

Ramirez Castro, Christian Alejandro

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

TUTOR:

Ing. Morejón Campoverde, José Lenin, Mgs.

**Guayaquil, Ecuador
17 de febrero de 2023**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de integración curricular fue realizado en su totalidad por el Sr. **Ramirez Castro, Christian Alejandro** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**.

TUTOR:

f. _____

Ing. Morejón Campoverde, José Lenin, Mgs.

Guayaquil, a los 17 días del mes de febrero del año 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ramirez Castro Christian Alejandro

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **“Diseño y desarrollo de una estación meteorológica mediante el uso del IoT para la medición de factores climáticos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil”** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de febrero del año 2023

f. Christian Ramirez

Ramirez Castro, Christian Alejandro



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ramirez Castro Christian Alejandro**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, “**Diseño y desarrollo de una estación meteorológica mediante el uso del IoT para la medición de factores climáticos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes de febrero del año 2023

EL AUTOR:

f. Christian Ramirez

Ramirez Castro, Christian Alejandro



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

REPORTE URKUND

URKUND

Documento	Trabajo de Integración Curricular (TIC) - Christian Ramirez (B2022).docx (D157575974)
Presentado	2023-02-01 10:53 (-05:00)
Presentado por	jorge pesantes (jorge.pesantes@cu.ucsg.edu.ec)
Recibido	jorge.pesantes.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	Ramirez Castro, Christian Alejandro Mostrar el mensaje completo 2% de estas 52 páginas, se componen de texto presente en 8 fuentes.

Fecha de elaboración: 1 febrero 2023

JOSE LENIN
MOREJON
CAMPOVERDE

Firmado digitalmente por
JOSE LENIN MOREJON
CAMPOVERDE
Fecha: 2023.02.02 09:59:23
-05'00'

Ing. Jose Lenin Morejon Campoverde
Tutor de Trabajo de Titulación
Carrera de Sistemas Computacionales

Agradecimiento

Mis más profundos y sinceros agradecimientos a las autoridades y personal tanto académico como administrativo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil quienes me han permitido dar paso a la realización de este proyecto. De igual manera quiero agradecer a todo el personal de la facultad de Ingeniería, a mis profesores quienes me enriquecieron de conocimiento durante este proceso académico y más que todo un agradecimiento especial al Ing. Lenin Morejón por ser mi tutor y brindarme todo el apoyo necesario para hacer de lo mejor en este trabajo de integración curricular.

Le agradezco también a mi madre y a mis tíos quienes fueron la principal fuente de apoyo, quienes me brindaron la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa universidad y que sin su ayuda incondicional no estuviera en este punto de mi carrera, gracias por su paciencia, comprensión, en otras palabras, gracias por todo. Le agradezco a todas las personas que me ayudaron directa o indirectamente para que este trabajo se efectuó con éxito, a quienes me despejaron todas mis dudas referentes a la correcta realización de este proyecto, muchas gracias por su ayuda inconmensurable.

Finalmente le quiero agradecer a mis amigos que estuvieron siempre conmigo en las buenas, en las malas y en las peores por ser una fuente de deshojo, a quienes me enseñaron que debo seguir adelante para poder cumplir con todas mis metas. Mi más severa gratitud a todas las personas que se involucraron durante este proceso e hicieron de mi alguien mejor, les agradezco de todo corazón y los llevaré conmigo siempre.

Dedicatoria

Este trabajo de integración curricular está dedicado a: Mi madre Rossi, mis tíos Klever y Carol quienes han sido un pilar para mi forjándome y corrigiendo mi carácter para ser la persona que soy, por apoyarme incondicionalmente, por el amor y paciencia que me han tenido hasta el sol de hoy, por creer en mi para que pueda cumplir una más de mis metas y objetivos en la vida, por enseñarme a seguir adelante y no rendirme antes las adversidades, ya que Dios estará conmigo siempre.

Mi hermano y mejor amigo Andrés, mi mejor amiga Amy por ser una muestra de apoyo emocional, por ser quienes estaban conmigo demostrando su cariño y apoyo emocional a pesar de la distancia durante todo este proceso académico, por estar en todo momento gracias. Al resto de mi familia que aun al estar lejos con su consejos y palabras de aliento me ayudaron a seguir adelante haciendo de mí una mejor persona.

Mis amigos dentro y fuera de la universidad con los cuales he compartido gratificantes momentos hasta el día de hoy, por las tardes y noches de desahogo en las cuales hemos desarrollado un vínculo inseparable. Bryan, Jorge, Xavier, Diana, Michael, Moisés, Héctor, Kevin, Luisfernando, Rogger y Cesar gracias por los momentos tan inolvidables acontecidos durante toda esta trayectoria estudiantil, gracias por ser tan buenas personas y al igual que yo no dejen de cumplir sus metas. Así mismo gracias a demás personas que formaron parte de mi vida y que por algún motivo adelantaron o cambiaron su camino, les deseo el mayor de los éxitos en sus vidas.

Mi pareja Monica quien ha sido de gran importancia para mí en todo este recorrido académico, por ser la persona que creyó en mi desde un principio de manera inmutable, por ser mi inspiración y la fuente de mis ganas de salir adelante, por ser la persona que más amo en esta vida, gracias por todo tu amor y apoyo absoluto.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. ANA CAMACHO CORONEL, MGS

DIRECTORA DE CARRERA

f. _____

ING. ROBERTO GARCIA, MGS

DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

ING. JOSÉ ERAZO AYÓN, MGS

OPONENTE

Índice general

Resumen	XX
Abstract	XXI
Introducción	2
Capítulo I: El problema	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Hipótesis/Pregunta de investigación	5
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general:	5
1.4.2 Objetivos específicos:	5
1.5 Alcance	6
1.6 Justificación	6
Capítulo II: Marco teórico y conceptual	8
2.1 Marco Teórico	8
2.1.1 Orígenes de la domótica hacia la era digital	8
2.1.2 ¿Qué es, cómo funciona y cuáles son las aplicaciones de la domótica? 9	
2.1.3 Arquitectura de sistemas domóticos en la actualidad	10
2.1.4 Definición del Internet de las cosas (IoT)	13

2.1.5	Importancia de la domótica para las nuevas generaciones	13
2.1.6	Domótica e Inmótica en la industria tecnológica	14
2.1.7	Orígenes del internet de las cosas (IoT), e innovaciones de sus aplicaciones	15
2.1.8	Importancia del IoT en el porvenir de las ciudades del futuro	16
2.1.9	Relación del IoT y la domótica en nuevas tecnologías.....	17
2.2	Marco Conceptual.....	18
2.2.1	Descripción de un dispositivo interconectado	18
2.2.2	Elementos que componen un ecosistema IoT	18
2.2.3	Monitoreo de variables climáticas	19
2.2.4	Definición de herramientas informáticas (Software)	20
2.2.5	Definición de herramientas informáticas (Hardware)	30
2.2.6	Definición de instrumentos climáticos	39
Capítulo III: Metodología y resultados.....		46
3.1	Metodología de la investigación	46
3.2	Metodología de desarrollo	47
3.3	Muestreo y población	48
3.4	Análisis de resultados	49
3.4.1	Análisis de resultados encuesta personal académico y administrativo 49	
3.4.2	Análisis de resultados entrevistas realizadas a personal administrativo 52	

Capítulo IV: Propuesta tecnológica	53
4.1 Definición	53
4.1.1 Funcionamiento del desarrollo	54
4.1.2 Herramientas de desarrollo	55
4.1.3 Requerimientos de software	56
4.1.4 Requerimientos de hardware	57
4.2 Diseño	57
4.2.1 Funcionamiento de la solución tecnológica	57
4.2.2 Conexión de principales puertos de las herramientas utilizadas	59
4.3 Desarrollo	60
4.3.1 Desarrollo del Microcontrolador NodeMCU ESP8266 en Arduino IDE 60	
4.3.2 <i>Desarrollo del Microcontrolador Arduino Mega 2560 en Arduino IDE</i> 63	
4.4 Pruebas	69
4.4.1 Pruebas de ensamblaje y voltaje	69
4.4.2 Características de la plataforma IoT (Ubidots STEM)	71
4.5 Implantación	79
4.6 Auditoria	81
4.6.1 Ubidots STEM vs Ubidots (Plataforma de IoT)	81
4.6.2 I2C vs SPI vs UART (Protocolo de comunicación serial)	82
4.6.3 MQTT vs HTTP (Protocolo de comunicación IoT)	83
4.6.4 ESP8266 vs ESP32 (Microcontrolador Maestro)	83

4.6.5	Arduino Mega 2560 vs Arduino UNO (Microcontrolador Esclavo).....	85
	Conclusiones	86
	Recomendaciones	87
	Bibliografía	88
	Anexos.....	98

Índice de figuras

Figura 1: Esquematación de un Sistema domótico Centralizado (Enerxia, 2020).....	11
Figura 2: Esquematación de un Sistema domótico Descentralizado (Enerxia, 2020)	11
Figura 3: Esquematación de un Sistema domótico Distribuido (Enerxia, 2020).....	12
Figura 4: Esquematación de un Sistema domótico Híbrido (Enerxia, 2020)	12
Figura 5: Facturación de fabricantes en Sistemas domóticos (CEDOM, 2021).....	14
Figura 6: Crecimiento en el mercado de dispositivos domóticos (Statista, 2018)	15
Figura 7: Popularidad de los lenguajes de programación (Carbonelle, 2022)	21
Figura 8: Entornos de desarrollo más populares (Google Trends, 2022)	22
Figura 9: Pinout del microcontrolador NodeMCU ESP8266 (Indobot, 2022)	32
Figura 10: Pinout del microcontrolador Arduino Mega 2560 (Arduino, 2019)	33
Figura 11: Diferencias entre sensores DHT11 y DHT22 (Oukheir, 2018).....	34
Figura 12: Escala anemométrica de Beaufort para la medición de la velocidad del viento (masmar, 2013)	38
Figura 13: Presión atmosférica de la organización de aviación civil internacional (Gómez, 2018)	40
Figura 14: Temperatura en Guayaquil a través de los años (hikersbay, 2018).....	41
Figura 15: Índice humidex para determinar el nivel de confort (Souchier Boullet, 2013)	42
Figura 16: Índice de calidad del aire (Greater Mercer, 2018)	43
Figura 17: Índice de calidad de aire del monóxido de carbono (Radio M, 2018)	44
Figura 18: Índice de calidad del aire del dióxido de carbono (Lopez, 2021)	44

<i>Figura 19: Índice de radiación UV (IUV) comprendido en 5 niveles (Animal Politico, 2019)</i>	45
<i>Figura 20: Metodología de desarrollo tradicional rápido de aplicaciones (Naya, 2010)</i>	48
<i>Figura 21: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 1</i>	50
<i>Figura 22: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 2</i>	50
<i>Figura 23: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 3</i>	51
<i>Figura 24: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 4</i>	51
<i>Figura 25: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 5</i>	52
<i>Figura 26: Diseño esquemático de los circuitos en Proteus para el desarrollo de la estación</i>	57
<i>Figura 27: Esquema de comunicación entre las herramientas utilizadas</i>	58
<i>Figura 28: Esquema lógico de comunicación entre las herramientas y la plataforma de IoT</i>	58
<i>Figura 29: Funcionamiento de la solución tecnológica</i>	59
<i>Figura 30: Inclusión de librerías y definición de constantes</i>	60
<i>Figura 31: Adición de variables receptoras de datos</i>	61
<i>Figura 32: Preparación del programa y conexión con la red para la transmisión de los datos</i>	61
<i>Figura 33: Validación de datos recibidos a la plataforma Ubidots</i>	61
<i>Figura 34: Recepción de datos a la plataforma de Ubidots</i>	62
<i>Figura 35: Exportación de datos a la plataforma Ubidots STEM</i>	62
<i>Figura 36: Adición de librerías utilizadas para la programación de los sensores y módulos</i>	63

<i>Figura 37: Asignación de objetos para los sensores</i>	63
<i>Figura 38: Asignación de objetos para el sensor de gas</i>	63
<i>Figura 39: Definición de variables globales y constantes utilizadas</i>	64
<i>Figura 40: Preparación del programa y asignación de configuraciones al sensor de presión.....</i>	64
<i>Figura 41: Configuración del LCD e impresión de un mensaje de inicio.....</i>	64
<i>Figura 42: Configuración del sensor MQ2 para la definición del compuesto para su lectura</i>	65
<i>Figura 43: Configuración para la lectura del sensor de lluvia y datos en módulos relay y GPS.....</i>	65
<i>Figura 44: Ejecución del programa en el cuerpo del proyecto con la inicialización del reloj</i>	65
<i>Figura 45: Obtención de datos de presión atmosférica</i>	66
<i>Figura 46: Obtención de datos de temperatura, humedad y calidad del aire</i>	66
<i>Figura 47: Inicialización del sensor analógico y recepción de datos según el IUV</i>	66
<i>Figura 48: Validación de datos en el relay para el encendido o apagado del interruptor</i>	67
<i>Figura 49: Presentación y posicionamiento de las variables como presión, humedad en la pantalla LCD</i>	67
<i>Figura 50: Presentación de variables correspondiente a radiación UV, lluvia, latitud y longitud.....</i>	68
<i>Figura 51: Exportación de las variables al microcontrolador NodeMCU ESP8266</i>	68
<i>Figura 52: Prueba de voltaje y conexión entre Arduino Mega 2560 y pantalla LCD</i>	69

<i>Figura 53: Pruebas de conexión entre módulos RTC y Relay con Arduino Mega 2560</i>	69
<i>Figura 54: Pruebas de conexión del sensor BMP280 al Arduino Mega 2560 y ESP8266</i>	69
<i>Figura 55: Pruebas de conexión sensores MQ2 (gas) y MH-RD (lluvia) con Arduino Mega 2560</i>	70
<i>Figura 56: Muestra de datos obtenidos a través de la pantalla LCD</i>	70
<i>Figura 57: Colocación de la estación meteorológica en las instalaciones de la facultad de ingeniería</i>	70
<i>Figura 58: Fluctuación del estado de la variable de temperatura</i>	71
<i>Figura 59: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de temperatura</i>	71
<i>Figura 60: Fluctuación del estado de la variable de presión atmosférica</i>	72
<i>Figura 61: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de presión atmosférica</i>	72
<i>Figura 62: Fluctuación del estado de la variable de radiación ultravioleta</i>	72
<i>Figura 63: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de radiación ultravioleta</i>	73
<i>Figura 64: Fluctuación del estado de la variable de gas</i>	73
<i>Figura 65: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de gas</i>	73
<i>Figura 66: Fluctuación del estado de humedad relativa</i>	74
<i>Figura 67: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de humedad relativa</i>	74
<i>Figura 68: Fluctuación del estado de temperatura interna</i>	74

<i>Figura 69: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de temperatura interna</i>	75
<i>Figura 70: Fluctuación del estado de la variable de altura</i>	75
<i>Figura 71: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de altura</i>	75
<i>Figura 72: Fluctuación del estado de la variable de latitud</i>	76
<i>Figura 73: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de latitud</i>	76
<i>Figura 74: Fluctuación del estado de la variable de longitud</i>	76
<i>Figura 75: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de longitud</i>	77
<i>Figura 76: Fluctuación del estado de la variable de lluvia</i>	77
<i>Figura 77: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de lluvia</i>	77
<i>Figura 78: Variables utilizadas para el dashboard de la estación</i>	78
<i>Figura 79: Variables utilizadas como altura, humedad, latitud, longitud y temperatura interna</i>	78
<i>Figura 80: Variables utilizadas como gas, lluvia, presión, radiación UV y temperatura</i>	78
<i>Figura 81: Dashboard para la visualización de las variables utilizadas</i>	79
<i>Figura 82: Herramientas utilizadas en el desarrollo</i>	103
<i>Figura 83: Conexión de pines al sensor DHT11</i>	104
<i>Figura 84: Soldadura de circuitos</i>	104
<i>Figura 85: Conexión de pines al sensor MQ2</i>	104
<i>Figura 86: Conexión y testeo del funcionamiento de la placa ESP8266</i>	105
<i>Figura 87: Conexión de pines a la pantalla LCD</i>	105
<i>Figura 88: Conexión de pines al sensor BMP280</i>	105

<i>Figura 89: Testeo de funcionamiento del sensor S12SD</i>	<i>106</i>
<i>Figura 90: Conexión de pines al módulo GPS para obtención de valores de localización geográfica.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 91: Conexión de pines al módulo relay</i>	<i>106</i>
<i>Figura 92: Instalación de la estación meteorológica.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 93: Adaptación de componentes.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 94: Composición final de los componentes en la estación meteorológic</i>	<i>107</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Comparación de costos de los componentes y herramientas utilizadas para el proyecto</i>	80
<i>Tabla 2: Comparación de la ficha técnica entre Ubidots y Ubidots STEM (Cristina, 2022)</i>	81
<i>Tabla 3: Comparación de los protocolos de comunicación serial (David, 2019)</i>	82
<i>Tabla 4: Comparación de los protocolos MQTT y HTTP para IoT (Craggs, 2022)</i>	83
<i>Tabla 5 : Comparación de los microcontroladores ESP32 y ESP8266 (Damián, 2020)</i>	84
<i>Tabla 6: Comparación de especificaciones placas Arduino Mega y Uno (elosciloscopio, 2021)</i>	85

Resumen

En la actualidad, las instalaciones de la facultad de ingeniería, así como las de la carrera de ingeniería en ciencias de la computación funcionan de forma tradicional, de tal manera que dispositivos tales como los de iluminación, climatización o seguridad son controlados de forma manual mediante interruptores o controles remoto, dando de esta forma una experiencia poco confortable para el miembro institucional, así como también un manejo equivoco e informal para el ahorro energético y acceso del personal, el cual puede ser mejorado a día de hoy con los avances tecnológicos existentes. Debido a esto se planteó automatizar una característica puntual, de tal forma que el objetivo de este proyecto es la obtención de variables climatológicas de mayor relevancia mediante el desarrollo de una estación meteorológica automatizada con la ayuda del IoT que permita visualizar las variables y factores climáticos de la localidad. Este trabajo cuenta una metodología cualitativa con un enfoque causal comparativo, cuyas herramientas de recolección son encuestas y entrevistas, esto debido a que de esta forma se pudo obtener un análisis más acertado sobre las opiniones del personal administrativo de la facultad de ingeniería en el presente caso de estudio para una posterior y correcta implementación. Una vez realizados los levantamientos de información se llegó a la conclusión de que es necesario un dashboard de visualización cuya información será presentada mediante herramientas estadísticas amigables para el usuario final. Adicionalmente, se empleó la metodología tradicional de prototipado rápido para el desarrollo del código empleado en la estación, la cual permitió un desarrollo progresivo y eficaz en el dispositivo. Finalmente, los sistemas implementados se encargarán de evidenciar la información en tiempo real.

Palabras Clave: Domótica, Ingeniería, IoT, Ubidots, Ciudad Inteligente, Arduino, Prototipado rápido, Estación meteorológica.

Abstract

At present, the facilities of the faculty of engineering, as well as those of the computer science engineering career work in a traditional way, so that devices such as lighting, air conditioning or security are controlled manually by switches or remote controls, thus giving an uncomfortable experience for the institutional member, as well as a wrong and informal management for energy saving and staff access, which can be improved today with the existing technological advances. Due to this, it has been proposed to automate a specific feature, so that the aim of this project is to obtain climatological variables of greater relevance through the development of an automated weather station with the help of the IoT that allows visualizing the variables and climatic factors of the locality. This work has a qualitative method with a comparative causal approach, whose collection tools are surveys and interviews, this because in this way it was possible to obtain a more accurate analysis of the opinions of the administrative staff of the faculty of engineering in this case study for a subsequent and correct implementation. Once the information has been collected, it was concluded that a visualization dashboard would be necessary, whose information will be presented by user-friendly statistical tools. Additionally, the traditional rapid prototyping method was used for the development of the code used in the station, which allowed a progressive and efficient development in the device. Finally, the implemented systems will oversee showing the information in real time.

Keywords: Home automation, Engineering, IoT, Ubidots, Smart City, Arduino, Rapid Prototyping, Weather Station.

Introducción

En la actualidad, la tecnología se ha convertido en parte de nuestro diario vivir, a tal punto de estar presente en todas o en gran parte de las actividades que realizamos día a día, cambiando así con gran presteza la forma en la que nos comunicamos, aprendemos o inclusive como trabajamos, tal como sucedió hace unos pocos años atrás con la manifestación de la Covid-19.

El cambio generacional de tecnologías que hemos estado viviendo en los últimos años es tan radical que muchas personas y organizaciones todavía no han podido adaptarse a esta transición, ya sea por los costos que conlleva realizar esta transformación para cubrir con los sistemas e implementaciones que cumplan los requerimientos necesarios o simplemente por el desconocimiento de los nuevos avances en la tecnología.

Debido a este rezago tecnológico, en Latinoamérica es necesario hacer hincapié en los campos que nos facilitarían el diario vivir y el ahorro sistemático de energía en nuestro trabajo tanto para el personal como para las organizaciones, esto debido a que muchos establecimientos de trabajo conservan una estructura anticuada sin darle cabida a las nuevas tecnologías de automatización las cuales pueden ser de gran utilidad en la creación de oficinas, edificaciones e inclusive ciudades inteligentes. (J. M. Álvarez, 2019)

Los espacios de trabajo automatizados en la actualidad son una pieza clave para el desarrollo y crecimiento de una empresa, así como también para la sostenibilidad de una sociedad. Por lo cual el incentivo a desarrollar nuevas herramientas tecnológicas que aumenten la productividad de los individuos es un principio vital para el surgimiento de las nuevas y famosas ciudades del futuro. (Leal Morantes, 2007)

La Smart City se está convirtiendo en el paradigma de la sociedad del futuro. El término se refiere a una ciudad que utiliza las tecnologías para producir cambios en cualquier área de la sociedad, tanto en el área de la economía, de la administración local, de la seguridad, de la educación y de la salud. Este concepto como tal es una mezcla de la tecnología, la ciencia y la arquitectura, la cual es caracterizada por el uso de tecnologías e infraestructura digital para mejorar la vida de sus habitantes.

Del mismo modo con la gran cabida del urbanismo muchas ciudades de los países más desarrollados han optado por modernizar sus infraestructuras a tal punto de aportar con gran cantidad de inversión para su modernización, gracias a los principios tecnológicos de los sistemas de domótica e inmótica. Se prevé que a partir del 2030 en adelante estas ciudades sean autosustentables y mantenga automatizados los principales servicios, tales como la distribución de agua, luz, energía, etc. (Das, 2019)

Con el fin de dar solución a la problemática planteada, los resultados de este trabajo de Integración Curricular se han estructurado en un esquema de cuatro capítulos: En el Capítulo I se encuentra la descripción del problema la cual será resuelta mediante la estación meteorológica propuesta, así mismo se podrá encontrar la hipótesis, el objetivo general y objetivos específicos. En adición se podrá encontrar también una justificación del proyecto y el alcance de este trabajo de integración curricular.

En el Capítulo II se encuentra el marco teórico y conceptual en donde serán explicados los procesos que se seguirán, así como también el detalle de los fundamentos, antecedentes investigativos y procesos tecnológicos. En adición serán presentadas las herramientas con las cuales será posible una solución a la problemática planteada.

En el Capítulo III se encuentra la metodología de investigación con su respectiva descripción y mediante la cual se procederá a realizar el proyecto, así como también se evidenciará el tipo de investigación, las técnicas de recolección y el análisis de los resultados. En adición se mencionará la metodología de desarrollo utilizada.

En el Capítulo IV se encuentra la descripción de las herramientas de desarrollo que fueron utilizadas en el presente proyecto tanto de software como de hardware, así como también el diseño esquemático de la solución tecnológica, esquema lógico de comunicación, la interfaz de IoT, descripción de funcionalidades, comparación de características, desarrollo de la estación y pruebas referentes a la implementación. Finalmente, serán incluidas las conclusiones para el trabajo de integración curricular, las observaciones y recomendaciones una vez sea finalizado el proyecto.

Capítulo I: El problema

1.1 Descripción del problema

Durante los últimos años se ha popularizado en los países de primer mundo, el automatizar la mayor cantidad de procesos realizados por el ser humano para de esta forma agilizar las labores y facilitar nuestra vida diaria. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo como el nuestro resulta ser poco demandante aligerar estos procesos en pequeñas y medianas empresas (PYMES) por el precio que eso conlleva.

Recientemente algunas empresas de la región y del país han tomado la iniciativa de automatizar sus sistemas para reducir el consumo de energía, así como también para mejorar el confort y la seguridad del personal en una organización, no obstante, el selecto grupo de empresas que se provee de este privilegio pertenece a la industria tecnológica o por consiguiente únicamente se ve beneficiado el sector inmobiliario y mas no el empresarial o académico. (Morales, 2011)

En la actualidad, las empresas e instituciones educativas se enfrentaron a un gran reto originado por la pandemia suscitada en el año 2020, aquellas que lograron subsistir lo consiguieron por su acoplo con la tecnología. En el proceso de vuelta a la normalidad la tecnología seguirá siendo de vital importancia porque muchas personas dependemos de ella tanto emocional como físicamente por las labores que la misma nos facilita.

Debido a esto las tecnologías de la información (TIC) de aquí en adelante se volverán una pieza irremplazable en nuestras vidas por las comodidades que nos ofrecen en el ámbito social, educativo y laboral, por lo que es esencial que nos llevemos de la mano con ella, para de esta manera convertirnos en una sociedad en expansión. Del mismo modo en este trayecto con la intervención del internet de las cosas (IoT) garantizamos como colectividad un mayor desenvolvimiento y sostenibilidad en nuestras urbes.

Si bien es cierto que en el presente son muy pocas las instituciones educativas y empresas en el país que cuentan con el suficiente capital para implementar soluciones tecnológicas que mejoren la experiencia de sus usuarios, se espera que en unos pocos años podamos contar con un mayor número de instalaciones que cuenten con sistemas automatizados correspondientes para garantizar la permanencia en el mercado.

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil dispone de gran cantidad de procesos por automatizar para ser catalogada como una edificación inteligente (Smart Building), es decir que no cuenta con la totalidad de dispositivos o herramientas de domotización posibles en sus instalaciones, por lo cual se plantea desarrollar una estación meteorológica mediante el uso del IoT para el monitoreo de las variables climáticas de mayor relevancia, tales como la temperatura, humedad relativa, radiación UV, precipitación, calidad del aire, presión atmosférica, etc.

En este sentido, además de contar con el dispositivo IoT y la infraestructura acorde a este, es indispensable para la finalización del proyecto contar con un panel específico para la respectiva visualización de la información, siendo legible por medio de gráficos y herramientas estadísticas destinadas para el usuario final.

1.3 Hipótesis/Pregunta de investigación

- ¿Una estación meteorológica puede aportar beneficios en la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil para la transformación y surgimiento de las ciudades inteligentes?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

Diseñar y desarrollar una estación meteorológica con la intervención del IoT para la monitorización de los factores climáticos de mayor relevancia en el área de la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Demostrar la eficiencia, ventajas o desventajas de contar con un sistema para monitorear las variables climáticas en una institución, mediante el desarrollo de una estación meteorológica automatizada.
- Realizar una recopilación de información que considere requerimientos y funcionalidades los cuales se adecuarán a las necesidades requeridas en el área de implementación.

- Diseñar un sistema de estación meteorológica con la utilización de herramientas informáticas y el respaldo de un sistema de almacenamiento el cual se encargará de evidenciar las variables de mayor incidencia.

1.5 Alcance

La facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil plantea automatizar su infraestructura con la utilización de sistemas domóticos, debido a esto se implementará una estación del clima automatizada con un respectivo sistema de visualización web gracias a la herramienta Ubidots que se encargará de su monitoreo, por lo que se plantea desarrollar un sistema informático que incluya:

- Conexión con dispositivos electrónicos, para la obtención y almacenamiento en tiempo real de los datos y variables recogidas en la estación meteorológica.
- Recolección de datos captados por los sensores utilizados y transmisión de la información a la plataforma de IoT (Ubidots STEM).
- Visualización del estado de las variables climáticas mediante gráficos disponibles como barras, histogramas, indicadores, métricas, etc.
- Experiencia de usuario (UX) e interfaz de usuario (UI) confortable gracias a una fácil accesibilidad y diseño interactivo propuesto por la plataforma Ubidots.

1.6 Justificación

La implementación de una estación meteorológica automatizada para el monitoreo de variables climáticas en la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil como es el caso del presente trabajo de integración curricular abarca una serie de soluciones para el entorno como la comodidad, el confort y las comunicaciones, las cuales a la vez se resumen en una sola que es el aumento de la calidad de vida laboral. Esto debido a que las variables a gestionar podrían integrarse con las soluciones domóticas de control de temperatura y humedad que se podrían implementar posteriormente en nuevos proyectos de titulación. (Manuel et al., 2017)

A su vez con el crecimiento de la tecnología en los últimos años también ha aumentado la demanda de esta en varios aspectos de nuestra vida cotidiana, tal es el caso de las viviendas automatizadas conocidas comúnmente como las casas del futuro, las cuales

han presentado un incremento por el uso de tecnología en los hogares a nivel mundial estando presente en un 3,85% en el año 2017 a un 11,37% en el pasado 2021, de manera que se estima que en el año 2025 un 21,32% de las casas en todo el mundo cuenten con cierto tipo de automatización. (Montes, 2021)

A diferencia de las viviendas la presencia de dispositivos domóticos e IoT en las instituciones educativas o ciudades es relativamente menor, ya que se encuentran presentes en menor cantidad, pero al igual que en el mercado inmobiliario van en aumento por la seguridad y confort que generan en los trabajadores de una “empresa inteligente” contar con este tipo de tecnologías.

Un estudio elaborado por Markets and Markets señala que el sector del Smart Building y Smart City estimaba un valor a nivel mundial de 22.210 millones de dólares en el año 2017, mientras que para el año 2023 se estima que supere los 46.100 millones de dólares, duplicando así su valor en el mercado en tan solo 4 años, aproximadamente un crecimiento anual del 13% gracias al aumento de la demanda para las soluciones tecnológicas en oficinas, edificios y ciudades inteligentes. (Martín, 2021)

Como se mencionó anteriormente el crecimiento de las ciudades inteligentes se está acelerando en todo el mundo, afirmación que es aseverada según un informe de Juniper Research, la compañía menciona que el número de ciudades inteligentes se duplicará para alcanzar las 8.000 en 2025. Dicho informe también predice que el gasto en tecnologías de una ciudad inteligente se triplicará, alcanzando los 274.000 millones de dólares en 2025, cifras que a su vez mejorarán la economía, sostenibilidad y sustentabilidad de las Smart City. (Perez Gulin & Cebreiros, 2014)

En virtud de los datos expuestos considero de rigurosa importancia la elaboración del proyecto, ya que no solo es viable para el crecimiento tecnológico contar con herramientas recientes, sino que es rentable para las empresas contar con este tipo de avances tecnológicos para aumentar el confort, la productividad, el ahorro energético y demás aspectos a considerar para el progreso dentro de una organización.

Capítulo II: Marco teórico y conceptual

En este capítulo se detallan los conceptos relacionados con la domótica e IoT, su origen, su evolución, su importancia en la actualidad y sus aplicaciones, así como también los tipos de herramientas tecnológicas que se considerará utilizar en un principio para el desarrollo del proyecto, además de conceptos comúnmente utilizados en este tipo de implementaciones. Así mismo, en esta sección se expone la información correspondiente a las herramientas, tecnologías y métodos de investigación que serán utilizados para el diseño y desarrollo de la solución a la problemática planteada.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Orígenes de la domótica hacia la era digital

La tecnología desde sus inicios ha avanzado a pasos agigantados por las facilidades que nos aporta como personas y como sociedad, de modo que hoy en día todo se mueve a gracias a la tecnología. En esta evolución de la tecnología se encuentra el término “domótica” cuyos inicios se remontan en la década de los 70’s cuando se comenzaron a desarrollar prototipos y pruebas piloto que estarían destinadas a la automatización de edificios. En la siguiente década en el transcurso de los 80’s los sistemas integrados comenzaron a utilizarse de forma comercial para su implementación en las viviendas. En dirección a los 90’s se comienza a popularizar la automatización en diferentes sistemas como termostatos, control de riego o direccionamiento de cortinas. (Cabezas, 2020)

En el nuevo milenio, a partir de la primera década del siglo XXI con el nacimiento de las redes wifi varios dispositivos dentro del mercado comenzarían a comunicarse entre sí mediante la transmisión de datos, facilitando de esta manera la instalación de sistemas domóticos. Mas adelante luego de otra década y con el surgimiento de los teléfonos inteligentes, los sistemas de gestión en domótica comenzaron a acaparar un espacio en el mercado. Desde entonces los descubrimientos en el campo tecnológico han facilitado la obtención de estos sistemas en los hogares y empresas por su facilidad de adquisición debido a su creciente demanda. (Flórez de la Colina, 2004)

2.1.2 ¿Qué es, cómo funciona y cuáles son las aplicaciones de la domótica?

La domótica es un término compuesto por la palabra “domus” (casa en latín) y autónomo, en síntesis, son aquel conjunto de técnicas orientadas a automatizar un espacio y que integren la tecnología necesaria con la finalidad de aportar seguridad, gestión energética, bienestar y confort, mediante redes internas y externas de comunicación cableadas o inalámbricas desde dentro y fuera de la localización. (Zanotti, 2022)

La domótica permite a los usuarios tener la capacidad para poder controlar una agrupación de tecnologías con el objetivo de regular su utilización en caso de existir un descontrol, con el soporte de estas tecnologías y sistemas se pueden controlar los aspectos como calefacción, aire acondicionado, electricidad, iluminación, sistemas de alarma, control de acceso, entre otros. La domótica también puede ser personalizada en base a nuestras necesidades consiguiendo comodidad y ahorro energético. (Herrera Quintero, 2005)

En una instalación domótica los dispositivos que conforman estos sistemas tienen la capacidad de comunicarse entre sí mediante las redes wifi para enviar o recibir información, estos dispositivos por lo general suelen ser algún tipo de equipamiento que disponga de inteligencia para comunicarse mediante un sistema programable o en su defecto una interfaz diseñada para su control y monitoreo. (Sarachu, 2022)

Estas técnicas de automatización desde sus inicios han incursionado en diversos ámbitos por su eficiencia dentro de esta era digital, al principio eran utilizadas en el campo científico como prototipos para el futuro, ahora y con los avances de estos últimos años podemos aseverar que gracias a estas tecnologías cualquier persona sin o con leve conocimiento en informática puede convertir su vivienda tradicional en una Smart Home, sin embargo, es necesario entender que el funcionamiento de esos sistemas automatizados requiere de un panel de control centralizado para el monitoreo de todos los sistemas inmersos en la vivienda, oficina o edificación, para que puedan ser visualizados desde nuestro ordenador o dispositivo inteligente. (Livingkits, 2022)

2.1.3 Arquitectura de sistemas domóticos en la actualidad

Los avances tecnológicos presentes en el campo de la domótica colaboran en la existencia de varios tipos de sistemas domóticos que nos benefician gracias a sus servicios y productos automatizados. Estos tipos de sistemas pueden ser cableados e inalámbricos, al mismo tiempo pueden ser categorizados como centralizados, descentralizados, distribuidos o mixtos.

2.1.3.1 Sistema domótico cableado

El poco conocimiento en tecnología existente en los primeros años de vida de la domótica conllevó al primer sistema a desarrollarse bajo este concepto. Este sistema consiste en un sistema centralizado que conecta a todos los dispositivos mediante cables, que a pesar del paso del tiempo y hallazgos tecnológicos sigue siendo utilizado en varias edificaciones, específicamente en el sector empresarial por su fiabilidad, sin embargo, en las viviendas no es muy utilizado por las nuevas tecnologías existente y el alto costo que conlleva esta implementación. (Electrónica Edimar, 2021)

2.1.3.2 Sistema domótico inalámbrico

Estos sistemas, a diferencia de los cableados, tienen más acogida en el mercado por su fiabilidad, eficacia, velocidad, fácil instalación y diferencia en cuanto a costos, resultando más rentable para su utilización en las viviendas. Este sistema consiste en dotar de una red propia de comunicación a los dispositivos del hogar/oficina mediante un ordenador central que asigna diversas órdenes a los dispositivos, esto para no depender de una red wifi, de esta manera los aparatos se comunican de forma ininterrumpida gracias a protocolos seguros. (Alexander et al., 2015)

2.1.3.3 Sistema domótico centralizado

Este tipo de sistema fue el primero en tener una aparición en el mercado, a la vez es el más utilizado en los hogares inteligentes por su capacidad de almacenar información en tiempo real, este sistema consta de un controlador central, el cual sirve de cerebro para todos los dispositivos que están conectados a él. Los dispositivos que se conectan a esta matriz recopilan los datos mediante sensores y son capaces de comunicarse gracias a

la unidad central. Dentro de este sistema si falla el cerebro todo el sistema colapsa. (Bracho Tovar et al., 2019)



Figura 1: Esquematación de un Sistema domótico Centralizado (Enerxia, 2020)

2.1.3.4 Sistema domótico descentralizado

Estos sistemas descentralizados a diferencia de su contraparte funcionan de forma independiente, todos los dispositivos que están conectados entre sí cuentan con un pequeño procesador. Sin embargo, para poder comunicarse enviando y recibiendo información se requiere de un bus de datos o canal, en el que todos los dispositivos se conectan para poder comunicarse. Al igual que el sistema centralizado cuentan con cables, pero en menor cantidad y algo para tener en cuenta es que se recomienda la instalación por parte de un profesional especializado.

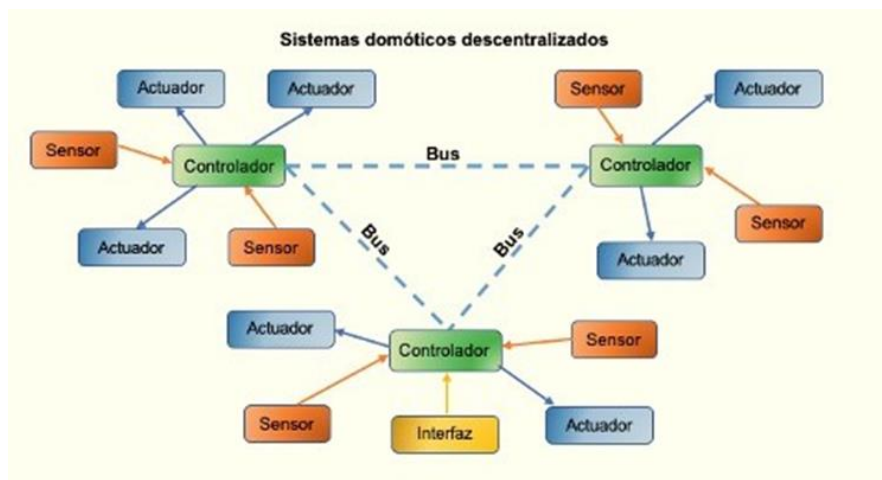


Figura 2: Esquematación de un Sistema domótico Descentralizado (Enerxia, 2020)

2.1.3.5 Sistema domótico distribuido

En cuanto a un sistema distribuido estos están basados en la tecnología de la inteligencia artificial (IA) debido a que cada sensor incorporado en el sistema es capaz de tomar sus propias decisiones y no dependen de un cerebro central como los anteriores sistemas mencionados. Todos los dispositivos de este tipo tienen su propia inteligencia pudiendo ser controlados para la ejecución de diferentes actividades, además este sistema cuenta con la ventaja de ser más económico que un sistema centralizado.



Figura 3: Esquemización de un Sistema domótico Distribuido (Enerxia, 2020)

2.1.3.6 Sistema domótico híbrido

Este sistema se caracteriza por ser una combinación entre los sistemas anteriormente mencionados, el sistema puede contar con controlador central al igual que en un sistema centralizado o en su defecto utilizar varios controladores descentralizados. En este tipo de sistema los sensores se encargan de gestionar y transmitir la información recibida para enviarla a los demás dispositivos del sistema domótico.

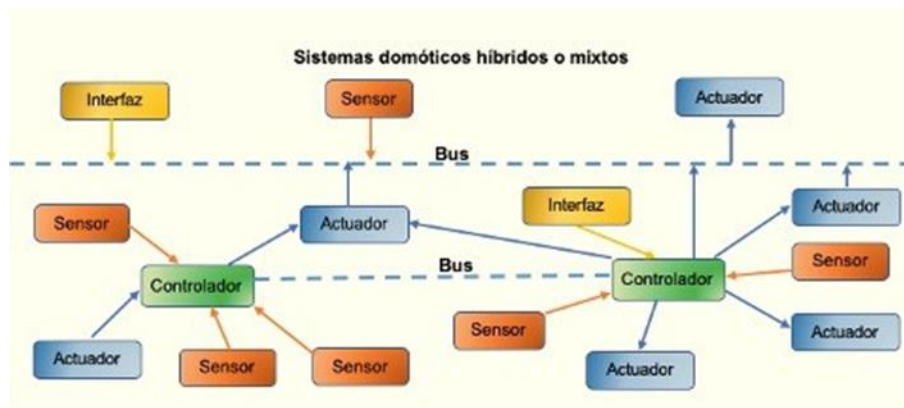


Figura 4: Esquemización de un Sistema domótico Híbrido (Enerxia, 2020)

2.1.4 Definición del Internet de las cosas (IoT)

El internet de las cosas (IoT) es un concepto que referencia al intercambio de datos entre dispositivos electrónicos conectados a Internet. Estos dispositivos suelen ser teléfonos inteligentes, tabletas o laptops, como también dispositivos de seguridad doméstica, sensores de temperatura, electrodomésticos, entre otros. El IoT se basa en la tecnología de la información y la comunicación para permitir a los dispositivos intercambiar datos en tiempo real, la utilización de esta tecnología permite a los dispositivos conectados automatizar procesos y realizar acciones sin intervención humana.

En pocas palabras, el internet de las cosas es una red de dispositivos conectados que pueden intercambiar datos sin la necesidad de una conexión directa. Estos dispositivos pueden monitorear y controlar procesos de forma remota, permitiendo a las empresas mejorar la eficiencia y optimizar recursos. La IoT también se utiliza para desarrollar nuevos productos, servicios y soluciones de negocios, haciendo que el mundo sea más inteligente y conectado. (Gokhale et al., 2018)

2.1.5 Importancia de la domótica para las nuevas generaciones

El crecimiento en avances tecnológicos durante estos últimos años ha dado cabida a nuevos sectores como lo es el IoT y la domótica, la cual busca mejorar la experiencia habitacional de una persona. Hoy en día estas tecnologías nos permiten mejorar varios aspectos de nuestro diario vivir aumentando el ahorro energético, el confort, la comodidad, la seguridad, la accesibilidad, etc.

A diferencia de cómo es la tecnología en la actualidad, en un pasado los dispositivos como el control remoto funcionaban únicamente para dirigir el funcionamiento de los televisores con funciones muy sencillas. Ahora algo tan simple es utilizado en varios dispositivos inteligentes de uso espontáneo, los cuales permiten dotar de inteligencia a elementos de una habitación de forma rápida y eficaz, como es el caso de interruptores o dispositivos de iluminación de tipo “plug and play”. (Santana, 2020)

El mercado referente a la domótica se encuentra en un crecimiento exponencial desde el año 2013 en donde las principales empresas fabricantes de dispositivos compatibles con sistemas domóticos se embolsaron 39,262 millones de dólares. A partir de ese año

las ventas en tecnologías de la domótica solo comenzaron a subir llegando a vender cerca de 95 millones de dólares en sistemas de control y automatización.(CEDOM, 2021)

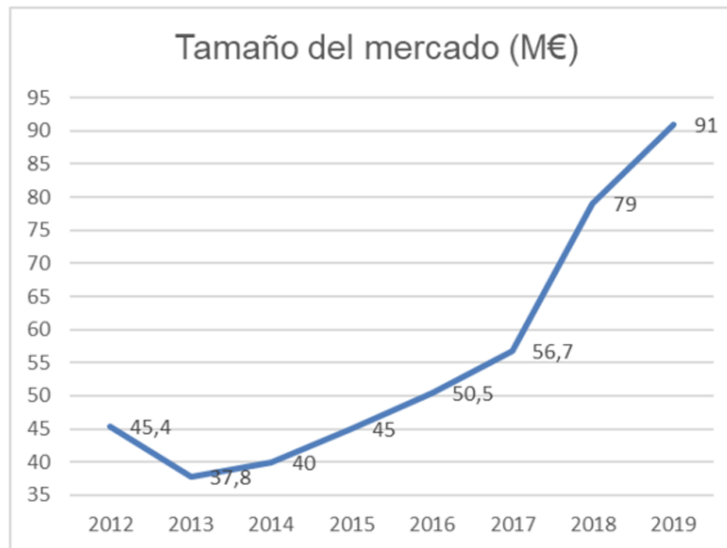


Figura 5: Facturación de fabricantes en Sistemas domóticos (CEDOM, 2021)

2.1.6 Domótica e Inmótica en la industria tecnológica

La inmótica está destinada a la automatización de edificaciones de gran tamaño como es el caso de universidades, hoteles, hospitales, fabricas, etc. Debido a que abarcan un mayor volumen de espacio automatizable los sistemas de inmótica requieren de un software de programación más complejo y a la vez más costoso en comparación a los sistemas domóticos, al ser sistemas de mayor robustez se necesita de mayor potencia y estar bajo la supervisión de un especialista. (Romero et al., 2005)

Al igual que en la domótica, las aplicaciones de un sistema inmótico facilitan las labores dentro del inmueble, ya que generan practicidad, así como también mejoran la habitabilidad, el confort, y por su puesto la seguridad, de igual manera al implementar este tipo de sistemas los gastos se reducen con creces porque se minimiza el consumo de energía respecto a otras estructuras convencionales. (Barreto, 2020)

Tanto la domótica como la inmótica representan un negocio muy lucrativo para las empresas lideres en este mercado, como lo son los gigantes de Amazon, Alphabet y Apple con sus productos de automatización en las Smart Home. Según las estimaciones de un estudio del portal estadístico Statista referente al crecimiento de las casas

inteligentes realizado entre los periodos del año 2017 al presente 2022, los ingresos de esta industria se verán incrementados en un 27,5% anual.(Moreno, 2018)

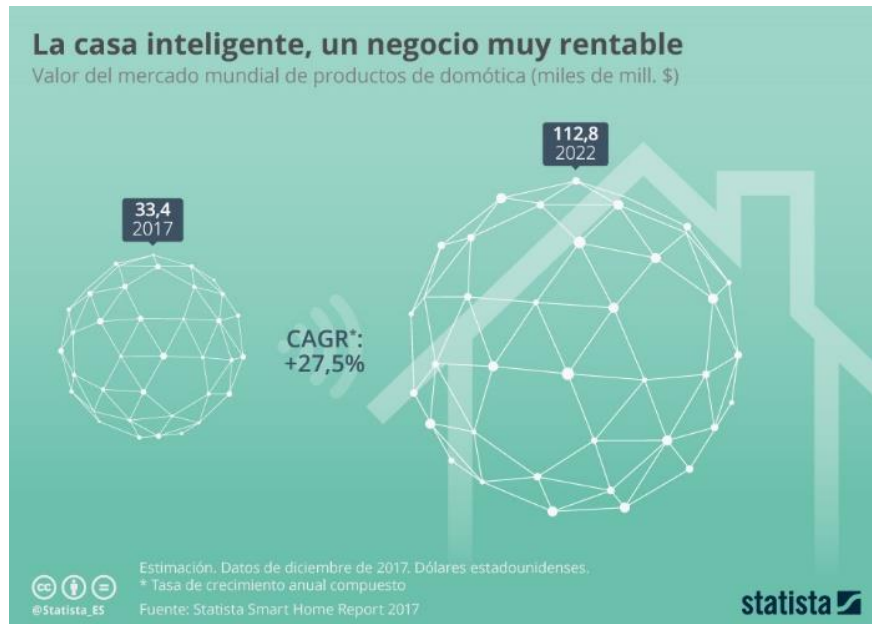


Figura 6: Crecimiento en el mercado de dispositivos domóticos (Statista, 2018)

2.1.7 Orígenes del internet de las cosas (IoT), e innovaciones de sus aplicaciones

El internet de las cosas, comúnmente conocido también como IoT, es una tecnología que se está convirtiendo cada vez más en una parte integral de nuestras vidas. Está transformando la manera en la que interactuamos con los objetos cotidianos, y está cambiando la forma en que las empresas, instituciones e incluso como los gobiernos trabajan. El IoT se está desarrollando a un ritmo acelerado, y se espera que el impacto que tendrá en nuestras vidas sea significativo.

Se estima que el IoT tiene sus orígenes a principio de los 80's, debido a que el consumismo tecnológico y la creación de nuevas herramientas vieron su surgir en esa época. En el trayecto hacia los 90's muchas personas adquirieron su primer ordenador de escritorio, del mismo modo en esa década se comercializaron los primeros teléfonos móviles, así como también los famosos walkie-talkie. Posteriormente aparecieron nuevos dispositivos con más y mejores funcionalidades, de este modo nacería el concepto inicial de IoT, dando paso a lo que conocemos hoy en día como internet de las cosas. (CiudadesDelFuturo, 2020)

La empresa de soluciones de ciberseguridad Kaspersky realizó un informe en el año 2019, el cual asegura de forma detallada que en ese año el 61% de las empresas implementaron soluciones a base de IoT y a la vez comenzaron a utilizar plataformas para gestionar los sistemas en sus instalaciones.

De los sectores involucrados los que destacan por su acople a estas tecnologías son las empresas de la industria hotelera, con un 63% de aplicaciones con IoT, reflejando un 10% de crecimiento al año anterior, las compañías de atención médica, con un 66% de aplicaciones con IoT, reflejando 10% de crecimiento anual al igual que el sector hotelero, las compañías de la industria financiera con un 68% de aplicaciones con IoT, incrementando un 8% el crecimiento del 2018 y finalmente las empresas de tecnologías de la información (TI) y telecomunicaciones con un 71% de aplicaciones, siendo el sector con mayor interés por el IoT. (Abdul-Qawy et al., 2015)

Dentro de las nuevas soluciones que nos brinda y brindará esta red de dispositivos a futuro tenemos las innovaciones en el hogar, como es el caso de poder visualizar las cámaras de seguridad, o controlar electrodomésticos como microondas, hornos o lavadoras desde acceso remoto. También tenemos a nuestra disposición complementos tecnológicos, conocidos también como “wearables” que nos permiten controlar aspectos generales de nuestra vida diaria. Del mismo modo tenemos la aparición de vehículos autónomos, los cuales de forma automática determinan las mejoras rutas en tiempo real, a su vez estos brindan un autodiagnóstico detallado al usuario. Por otro lado, actualmente existe gran variedad de sistemas médicos que facilitan la prevención y tratamiento de enfermedades gracias a la presencia del IoT. (Tavizon et al., 2016)

2.1.8 Importancia del IoT en el porvenir de las ciudades del futuro

La tecnología del IoT está impulsando el desarrollo de una nueva era para la economía, en la que los objetos y los sistemas están siendo cada vez más interconectados, de esta forma cooperando entre sí para ofrecer nuevos servicios y aplicaciones, razón por la cual se espera que el IoT se convierta en una parte integral de nuestras vidas en un futuro próximo, y sea utilizada cada vez más para mejorar nuestra calidad de vida.

Hoy en día un sector en el que se aplican de gran manera las nuevas tecnologías del IoT es la industria 4.0, la cual puede ser básicamente interpretada como la actual revolución industrial, este concepto consiste en la digitalización de gran parte de procesos industriales con la ayuda de la inteligencia artificial (IA), sin embargo también va de la mano con el IoT, ya que es una pieza clave en las industrias y se está convirtiendo en una parte integral de la mayoría de los sectores dentro de fábricas inteligentes. En este sentido el IoT está facilitando la recopilación y el análisis de datos a escala nunca vista, lo que está permitiendo a las empresas tomar mejores decisiones, a la vez que mejoran drásticamente la eficiencia y el rendimiento. (FIBK, 2020)

Las nuevas industrias al igual que las ciudades inteligentes deben de apuntar a ser autosustentables, por lo cual es indispensable saber reconocer los sectores o factores que pueden ser mejorados mediante tecnologías como el IoT. Dicho esto, se puede concluir que el camino correcto para garantizar el futuro de una ciudad inteligente está en la solución de sus problemas con herramientas tecnológicas. (Mercado et al., 2017)

2.1.9 Relación del IoT y la domótica en nuevas tecnologías

La tecnología en la actualidad supera todas las expectativas a futuro que teníamos hace unas cuantas décadas atrás cuando las aplicaciones de IoT y domótica eran sumamente escasas. En un principio es importante mencionar que estos 2 conceptos fundamentales de automatización varían en su significado. Por un lado, la domótica es reconocida como una rama de las tecnologías de la información (TI) que recopila un conjunto de sistemas integrados y tecnologías que interactúan de forma simultánea en el mismo entorno, gestionando de esta forma aspectos cotidianos en un determinado espacio.

Mientras que por otro lado el IoT conforma los dispositivos que tienen la capacidad de conectarse a internet, tales como dispositivos electrónicos, vehículos o infraestructuras, las cuales trabajan de forma independiente, es decir que pueden interconectarse a través de cualquier punto de acceso a internet, caso contrario a la domótica en donde sus dispositivos dependen de un sistema centralizado, sin embargo, estos 2 conceptos pueden implementarse en conjunto dentro un mismo ambiente. (Dimas Luján, 2017)

En este sentido la domótica buscará automatizar servicios como la comunicación, accesos, controles energéticos y demás elementos que puedan facilitar la vida cotidiana de los seres humanos, dando libertad para mejorar aspectos generales de confort, y comodidad dentro de viviendas, oficinas e incluso infraestructura organizacional de una empresa. En cambio, el IoT buscará la correcta comunicación de elementos electrónicos, como es el caso de sensores, actuadores y prácticamente cualquier dispositivo inteligente con la capacidad de acceder a la red del internet. (Telcel, 2019)

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Descripción de un dispositivo interconectado

La predisposición tecnológica ha generado magnos avances en el campo de la domótica, dando paso a los dispositivos de IoT que disponemos en la actualidad, estos dispositivos aportan diversas resoluciones según su fin. En el presente trabajo se hará hincapié en los dispositivos que aporten soluciones específicas en el caso de factores climáticos como lo es la temperatura, humedad, regulación energética, etc.

2.2.2 Elementos que componen un ecosistema IoT

En un ambiente de IoT existen componentes esenciales que permiten a sus usuarios hacer uso de su conectividad para la interconexión de dispositivos con un mismo objetivo. La conectividad que ofrece esta tecnología es una capa de red que garantiza una rápida y eficaz comunicación entre dispositivos tales como sensores o actuadores en la nube IoT de alojamiento. La comunicación que permite es fluida y segura gracias a los protocolos bajo la tecnología IoT, de tal modo que en la nube se puedan almacenar diversos tipos de datos, además de información relevante sobre los dispositivos inteligentes. (Hattingh, 2022)

2.2.2.1 Sensores, actuadores y controladores

Dentro de los elementos que conforman una arquitectura de IoT destacan principalmente los sensores conocidos popularmente como dispositivos de entrada, estos son aquellos dispositivos encargados de recibir información para que sea procesada, de este modo los datos pueden ser interpretados y ejecutados en la red de IoT. En conjunto con los sensores están los actuadores que son aquellos elementos que reciben las señales y

tienen la capacidad de ejecutar una acción específica como respuesta, la cual está capacitada para intervenir cuando sea requerido. (Mora Magallanes & Rosas Pari, 2019)

Por otro lado, los controladores domóticos coexisten con los elementos mencionados, los cuales procesan la información recogida de los sensores para enviarla directamente a los actuadores, este elemento replica la función de un panel central, donde se puede interpretar que básicamente un controlador actúa como un intermediario entre sensores y actuadores. Por lo expuesto, tanto sensores como actuadores conforman una red central de IoT, siendo los sensores quienes recaudan la información, para enviarla a los controladores comunicando el dispositivo con la red de internet, mediante los protocolos de comunicación implementados para posteriormente emitir al actuador las interacciones necesarias. (K. Patel et al., 2016)

2.2.3 Monitoreo de variables climáticas

Se predispone recrear con dispositivos electrónicos la labor de una estación climatológica compuesta por instrumentos tales como el higrómetro, el cual es un dispositivo encargado de controlar la temperatura en un espacio, estos dispositivos tienen la capacidad de detectar los cambios físicos y químicos variables en el ambiente. El sistema funciona gracias a dos materiales de diferente naturaleza que forman dos uniones, en estas uniones se provoca una diferencia potencial, la cual permite al aparato conocer el nivel de temperatura y humedad exacto. Por otro lado, en la estación se integrarán diversos sensores climáticos que detectarán demás variables meteorológicas consideradas para la elaboración del proyecto.

El sensor de temperatura de este sistema transforma la diferencia potencial en una señal eléctrica, mientras que el sensor de humedad da a conocer el porcentaje de destemplanza. En el mercado actual existen sensores mecánicos, de conductividad, capacitivos, resistivos e infrarrojos para la detección de humedad y sensores termopares, RTD, termistores e infrarrojos para la determinación de la temperatura. En este caso se plantea utilizar un sistema en chip (SoC) para la obtención de los valores climáticos a tener en consideración con la ayuda de las placas Arduino Mega 2560 y NodeMCU ESP8266. (Collado et al., 2020)

2.2.3.1 Meteorología

La meteorología es el estudio de la atmósfera y los fenómenos meteorológicos, como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, el viento, la lluvia, la nieve, la niebla, la tormenta y otros fenómenos relacionados. Esta ciencia interdisciplinaria se relaciona con la química, la física, la mecánica de fluidos, la dinámica de la atmósfera y otros campos de la ciencia para determinar los cambios climáticos. Los datos obtenidos mediante estos estudios se usan para construir mapas y modelos que permiten predecir el tiempo para los próximos días e incluso semanas, las predicciones se utilizan para anticiparse a los fenómenos y planificar con éxito actividades como la agricultura o industria hídrica.

2.2.3.2 Estación meteorológica

Una estación meteorológica es un dispositivo utilizado para medir y registrar los datos meteorológicos, como la temperatura, la presión atmosférica, la humedad, la dirección o velocidad del viento, entre otros. Estos datos obtenidos se pueden utilizar para determinar la variación del clima en un lugar determinado o para su predicción, por otro lado, este dispositivo es utilizado para informar de los cambios en el clima a largo plazo.

2.2.4 Definición de herramientas informáticas (Software)

Una herramienta informática es aquel software que brinda facilidades para la elaboración de una tarea específica, de tal modo que en la computación estas herramientas agilizan el diseño y desarrollo de un programa informático, aplicación móvil, web, etc. En el presente trabajo se mencionará las herramientas de desarrollo que se plantea utilizar para la elaboración del proyecto de titulación propuesto, como lo son los lenguajes de programación, entornos de desarrollo y softwares open source.

2.2.4.1 Lenguajes de programación

Se define como un lenguaje de programación a aquella herramienta que permite el desarrollo del software que será utilizado en un dispositivo electrónico, existen diversos lenguajes los cuales son utilizados para el diseño y desarrollo de programas que definen el comportamiento lógico en una computadora o smartphone, esto gracias a la utilización de algoritmos que sirven para la comunicación de hombre a máquina. (Carla et al., 2021)

Dentro de estos lenguajes existen 3 tipos entre los cuales se agrupan los lenguajes existentes hasta la fecha, estos lenguajes son el lenguaje máquina, los lenguajes de bajo nivel y los lenguajes de alto nivel, siendo estos los más utilizados por la implementación de lenguajes similares al inglés, incluyendo condicionantes y operadores para la estructuración de operaciones lógicas y matemáticas, algunos lenguajes adoptaron la programación estructurada para la ejecución de tareas específicas. (Ruiz-Lizama, 2014)

Según un informe realizado por la comunidad de programadores de la plataforma de desarrollo colaborativo GitHub, el lenguaje más popular hoy en día, en el mes de noviembre del año 2022 es Python, seguido de Java, JavaScript, C/C++, PHP, etc. Además, se menciona que el lenguaje Python es el de mayor crecimiento. (López, 2022)

Para el caso puntual de la programación en IoT no es de extrañar que se utilice gran variedad de lenguajes, ya que es una tecnología en constante expansión. Según una encuesta realizada por la fundación Eclipse dirigida a los usuarios de su plataforma de desarrollo, los desarrolladores mencionaron la utilización de 14 diferentes lenguajes, entre los cuales destacan Java, Python, JavaScript, C, C++ y Swift.

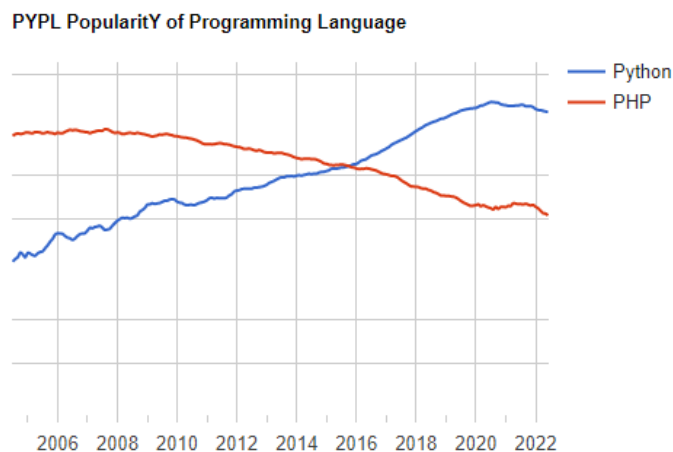


Figura 7: Popularidad de los lenguajes de programación (Carbonelle, 2022)

2.2.4.2 IDE

Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es una herramienta de software utilizada para el desarrollo de aplicaciones, cuyo objetivo es agilizar los procesos llevados a cabo durante la creación de cualquier tipo de software, de otro modo se puede decir que un IDE es un editor de texto llevado a gran escala para la ejecución del código de los

lenguajes de programación. Un IDE en su composición cuenta con un editor de código, un compilador, un depurador y un método de refactorización de código. (Luna, 2018)

Existen varios tipos de IDE utilizados dependiendo el tipo de software que se plantea desarrollar. De acuerdo con datos recopilados de Google Trends por las búsquedas realizadas en su navegador sobre un IDE, se ha logrado determinar que el IDE más popular es Visual Studio con un 29,71% de búsquedas, seguido por Eclipse con un 14,42%, Visual Studio Code con un 12,41% y Android Studio en el quinto lugar con un 8,44%. (Kumar, 2019)

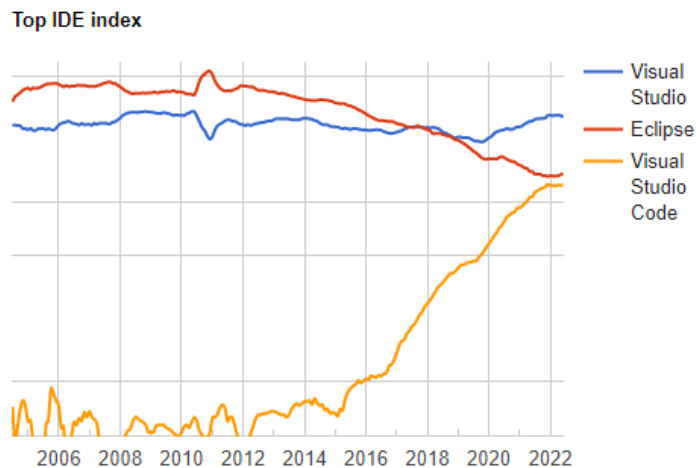


Figura 8: Entornos de desarrollo más populares (Google Trends, 2022)

2.2.4.3 Visual Studio Code

Es un IDE distribuido por la empresa Microsoft al igual que Visual Studio, también es el tercer IDE con mayor popularidad en el mercado, sin embargo, según una encuesta realizada por Stack Overflow a más de 80,000 programadores de la comunidad el pasado 2021 este entorno de desarrollo es el más utilizado con un 71,06%, seguido de Visual Studio con 33,03%, Notepad++ con 28,71% y demás IDEs. (StackOverflow, 2021)

Este IDE fue desarrollado para ser un editor de código fuente similar a su principal competidor “Sublime Text”, de forma que incluiría soporte para depuración, control integrado de Git, resaltado de sintaxis y refactorización de código. Visual Studio Code también agiliza el trabajo de un programador por la gran cantidad de características útiles en el desarrollo al ser multiplataforma y por disponer de extensiones que mejoran la experiencia del usuario sin afectar al rendimiento del editor utilizado. (Mustafeez, 2018)

2.2.4.4 Python

Python es un lenguaje de programación de alto nivel orientado a objetos, es muy conocido por contar con una sintaxis fácil de interpretar, debido a esto muchas personas que se adentran al mundo de la programación lo adoptan como su primera alternativa, además este lenguaje también es conocido por sus soluciones en el ámbito de Big data.

El lenguaje Python se especializa en ciencia de datos e inteligencia artificial (IA), ya que al ser un lenguaje multiplataforma y multiparadigma favorece tanto la extracción como el procesamiento de grandes volúmenes de datos, además al ser un lenguaje Open Source posee una amplia comunidad que participa de forma activa en el desarrollo del lenguaje, no obstante, también es utilizado en soluciones de IoT. (Haji & Sallow, 2021)

2.2.4.5 C++

C++ es un lenguaje de programación versátil que se usa ampliamente para el desarrollo de dispositivos habilitados para IoT. Está diseñado para manejar gran cantidad de datos, proporcionar eficiencia de tiempo de ejecución, aprovechar la flexibilidad y la escalabilidad de los dispositivos. Se usa para la programación de dispositivos embebidos, tarjetas de desarrollo y computadoras pequeñas, que son muy comunes en los sistemas de IoT. Su capacidad para manejar un alto nivel de detalle lo hace ideal para la creación de módulos de seguridad, administración de recursos, control de dispositivos y otras funciones de sistema críticas en los sistemas IoT. (Stroustrup, 1998)

2.2.4.6 Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, este lenguaje fue diseñado para permitir a los desarrolladores desarrollar aplicaciones y programas para una variedad de entornos de computadoras, desde teléfonos hasta servidores de gran tamaño. Está construido con la idea de que los programas escritos en Java sean portables y robustos, lo que significa que se pueden ejecutar en diferentes plataformas sin cambiar el código. Además, tiene un gran conjunto de bibliotecas que los desarrolladores pueden usar para crear aplicaciones prácticas de cualquier índole, siendo ampliamente utilizado en el desarrollo de soluciones de IoT. (Dea et al., 2014)

2.2.4.7 Software Libre

El software libre hace referencia a un tipo de software cuyo código fuente está disponible al público para que cualquiera pueda usarlo, estudiarlo, modificarlo y redistribuirlo libremente. El software libre se distribuye generalmente bajo una licencia de software libre, que permite la modificación y redistribución del código fuente. Esto significa que los usuarios no están limitados por los términos de uso impuestos por un desarrollador.

El software libre se distingue del software propietario por su enfoque en la libertad y el compartir, en lugar de la ganancia. Estas libertades incluyen el derecho a los usuarios de usar el software para cualquier propósito, el derecho de modificar el software para distribuirlo, y el derecho de compartir el software con los demás. Estas libertades permiten a la comunidad de desarrolladores colaborar entre sí para mejorar el software, además, permite a los usuarios mantener control sobre el software que usan, en lugar de depender de una empresa o desarrollador. (Capiluppi et al., 2007)

2.2.4.8 Open Source

El open source, también conocido como código abierto es una filosofía de diseño, desarrollo y distribución que promueve el acceso libre al código fuente de una aplicación. Esto significa que cualquier persona puede descargar el código fuente de una aplicación de código abierto, modificarlo y mejorarlo. Esta filosofía promueve la colaboración, el intercambio de ideas y el trabajo cooperativo para crear mejores productos. Además de dar acceso al código fuente, los proyectos de código abierto permiten a los usuarios descargar, modificar y distribuir los productos sin ningún costo.

En síntesis, quiere decir que los usuarios pueden aprovechar el trabajo de otros para mejorar sus propios productos y compartir sus mejoras con otros usuarios. Esto genera una comunidad de usuarios y desarrolladores que colaboran entre sí para mejorar el producto. Los proyectos de código abierto contribuyen a la innovación, ya que permiten a los desarrolladores probar nuevas ideas y compartirlas con la comunidad. (Fernandes & Vos, 2017)

2.2.4.9 Arduino IDE

Arduino es una plataforma Open Source para la programación hardware/software de microcontroladores, el desarrollo del software es realizado mediante el entorno de desarrollo Arduino IDE, este compilador posee varias bibliotecas que pueden ser utilizadas para la programación de un circuito. La IDE de Arduino está basada en Wiring y utiliza una interfaz gráfica de Java, de tal forma que es totalmente intuitiva, mediante este entorno de desarrollo se puede programar en diversos modelos de placas Arduino y se pueden solventar varios proyectos de robótica y domótica. (Fernández, 2020)

2.2.4.10 Proteus

Proteus es una herramienta de software para la modelización, simulación, diseño y optimización de sistemas de control. Este software está diseñado para ayudar a los ingenieros a planificar y desarrollar sistemas de control complejos, esto se logra mediante la modelización de los sistemas a través de diagramas de bloques para evaluar el comportamiento del sistema y la optimización del diseño para mejorar el rendimiento. Proteus también se utiliza para implementar diseños de sistemas de control en hardware real, como microcontroladores, tarjetas de circuito impreso y sistemas embebidos. El software permite a los usuarios crear diagramas de bloques para programar los dispositivos, así como generar código para la programación, permitiendo la comprobación del funcionamiento en tiempo real. (Koller Šarić et al., 2019)

2.2.4.11 Sigfox

Sigfox es una red de comunicaciones inalámbricas para la conectividad de dispositivos IoT, esta red permite a los dispositivos intercambiar datos de forma segura y eficiente en espacios aislados, como áreas remotas y edificios, donde la señal de la red móvil no está disponible o es muy escasa. Sigfox se caracteriza por su bajo consumo de energía, bajo costo y baja velocidad de transmisión, lo que la hace ideal para dispositivos IoT de baja potencia. Esta red se basa en la tecnología de radiofrecuencia de ancho de banda ultra estrecho, que permite a los dispositivos conectarse a la red desde un radio de kilómetro.

2.2.4.12 Ubidots

Ubidots es una plataforma de IoT que permite a los usuarios conectar dispositivos, recopilar datos y analizar los datos en tiempo real, es una plataforma que ofrece una interfaz completamente intuitiva, al mismo tiempo está diseñada para proporcionar la máxima flexibilidad y escalabilidad a proyectos de IoT, ahorrando tiempo para los desarrolladores. Ubidots está especialmente diseñado para satisfacer las necesidades de los usuarios finales, tiene una interfaz de usuario fácil de usar y una API robusta que permite a los usuarios conectar, controlar dispositivos, recopilar datos, procesar datos, crear visualizaciones y generar informes con facilidad. La plataforma también ofrece una variedad de herramientas de análisis de datos avanzadas para ayudar a los usuarios a tomar decisiones informadas. (Kanakaraja et al., 2021)

2.2.4.13 KiCad

KiCad es un software de código abierto para el diseño de circuitos electrónicos, ofrece un conjunto de herramientas para diseñar circuitos de PCB, diseños esquemáticos, realizar simulaciones y generar documentación para la fabricación de componentes electrónicos. El software ofrece una interfaz para facilitar la creación de diseños de circuitos a través de herramientas intuitivas y fáciles de usar para los usuarios. Además, KiCad ofrece una amplia variedad de herramientas para la simulación y la comprobación de su diseño, esto permite la verificación a los desarrolladores antes de proceder con la fabricación. (Kanagachidambaresan, 2021)

2.2.4.14 Fritzing

Fritzing al igual que KiCad es una herramienta de diseño de prototipos electrónicos de código abierto, está diseñada para ayudar a los estudiantes, investigadores y aficionados a la electrónica a documentar sus prototipos electrónicos, compartir sus diseños y aprender electrónica a través de la interacción con otros usuarios. Esto permite a los usuarios diseñar circuitos, prototipos visuales, agregar conexiones y crear diagramas de circuitos listos para su fabricación. (Knörig et al., 2009)

2.2.4.15 Simulink

Simulink es un software de diseño para modelar, simular y analizar simulación de sistemas dinámicos, está diseñado para ayudar a ingenieros y científicos a resolver problemas complejos, así como para diseñar sistemas de control. Simulink proporciona un entorno gráfico en el que los usuarios pueden crear modelos de sus sistemas mediante una interfaz gráfica, estos modelos se construyen mediante bloques que representan funciones relacionadas con el sistema, como ecuaciones diferenciales, ecuaciones de estado o señales de entrada y salida. (Lynch, 2014)

2.2.4.16 CRUMB Circuit Simulator

Crumb es una herramienta de simulación electrónica de circuitos de computadoras, esta herramienta se utiliza para simular y predecir el comportamiento de un circuito electrónico antes de que comience su fabricación., esto permite al usuario ahorrar tiempo y dinero al evitar la construcción física de circuitos. Esta herramienta ofrece gran cantidad de características, como el análisis de circuitos complejos, el modelado de dispositivos electrónicos, la simulación de circuitos de alimentación, la simulación de circuitos de potencia, la simulación de circuitos de señal, la simulación de circuitos de control, y el análisis de señales. Estas características permiten al usuario comprender los circuitos electrónicos y diseñarlos de forma eficiente. (Sanz, 2022)

2.2.4.17 ThingSpeak

ThingSpeak es una plataforma de IoT que permite a los usuarios recopilar y almacenar datos de sensores en la nube, así mismo permite crear gráficos y aplicaciones para analizar los datos, esta plataforma utiliza protocolos de comunicación inalámbrica como Wifi, Ethernet y GSM para recopilar los datos de los sensores, enviándolos a la nube donde los usuarios pueden verlos en tiempo real. La plataforma también ofrece herramientas para crear aplicaciones personalizadas para controlar los dispositivos conectados, así como para enviar mensajes de alerta a los usuarios cuando los datos cambian. (Nettikadan & Raj M S, 2018)

2.2.4.18 *Arduino Cloud*

Arduino Cloud es una plataforma de software basada en la nube que permite a los usuarios conectar fácilmente sus dispositivos Arduino o herramientas compatibles. Esta plataforma ofrece diferentes servicios que permiten a los usuarios conectar y almacenar datos en línea, compartir proyectos con otros usuarios y acceder al contenido desde cualquier lugar con una conexión a Internet, adicionalmente dispone de una aplicación móvil (IoT Remote) que facilita la visualización en dispositivos móviles inteligentes. La herramienta de IoT se ha convertido en una parte integral de muchas aplicaciones de automatización y productividad.

2.2.4.19 *ESP Rainmaker*

ESP RainMaker es una plataforma de IoT de código abierto basada en ESP32 y computación en la nube que permite a los usuarios construir fácilmente aplicaciones de IoT, así como también soluciones de inteligencia artificial de las cosas (AIoT) sin tener que lidiar con los protocolos de comunicación de la red. Esta plataforma proporciona una interfaz de usuario amigable y herramientas que facilitan el desarrollo de aplicaciones IoT. Los usuarios pueden usar la plataforma para conectar fácilmente dispositivos como sensores, actuadores, dispositivos inteligentes, etc. a la red y crear aplicaciones de IoT de forma rápida y sencilla, la plataforma también ofrece soporte para la creación de aplicaciones web, aplicaciones móviles y aplicaciones de comandos de voz.

2.2.4.20 *Protocolo MQTT*

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) es un protocolo de comunicación de mensajería ligero, seguro y confiable, diseñado para la conexión entre dispositivos y aplicaciones en tiempo real, está diseñado para ser usado en redes de baja potencia y velocidad como redes de sensores, redes inalámbricas y redes de área personal. El protocolo utiliza una combinación de transferencia de datos de estado de tópico y un patrón de publicación/subscripción para permitir que los dispositivos y aplicaciones se comuniquen de forma fiable en tiempo real. MQTT ofrece una manera simple y escalable de compartir datos entre dispositivos a través de una red. (Masdani & Darlis, 2018)

2.2.4.21 *Protocolo I2C*

El protocolo I2C (Inter-Integrated Circuit) es un protocolo de comunicación de dispositivos de baja velocidad que se utiliza para conectar varios dispositivos electrónicos, además posee una comunicación bidireccional que utiliza señales de control, datos y direcciones para permitir que los dispositivos se comuniquen entre sí de forma eficaz y eficiente. Estas señales se transmiten a través de dos líneas de bus: una línea de datos (SDA) y una línea de reloj (SCL), las dos líneas de bus están conectadas a todos los dispositivos en un bus I2C, donde cada dispositivo tiene una dirección configurable y única, lo que le permite identificarse en el bus recibiendo y enviando datos. El protocolo es muy útil para conectar una placa base a sus dispositivos, como es el caso de los sensores, también permite a los dispositivos compartir recursos y señales de control entre sí sin tener que enviar grandes cantidades de datos. (S. Patel et al., 2019)

2.2.4.22 *Comunicación serial*

La comunicación serial es un tipo de comunicación entre dispositivos en la que los datos se transfieren bit a bit sobre un único canal de comunicación, esta forma de comunicación es utilizada para transmitir datos entre computadoras, dispositivos de red, periféricos y otros dispositivos digitales. La comunicación serial se caracteriza por su flujo de datos de un solo sentido, en el que los datos se transfieren bit a bit secuencialmente.

Los dispositivos que utilizan la comunicación serial se conectan a través de un cable de conexión, el cable puede ser un cable de par trenzado o un cable coaxial, estos cables se conectan a los dispositivos utilizando conectores especializados que permiten la transferencia de datos entre los dispositivos. La comunicación serial también es conocida como comunicación "full-dúplex" lo que significa que los datos se pueden enviar y recibir a la vez, por otro lado, la comunicación serial es ampliamente utilizada para la conexión de diversos dispositivos electrónicos. (Bates, 2014)

2.2.4.23 *Grado de protección IP*

El Ingress Protection (IP), también conocido como IP Code o Índice de Protección, es una clasificación utilizada para determinar el nivel de resistencia de un dispositivo al polvo, humedad, agua, calor y otros factores. Se basa en un sistema de números y letras

que indican el nivel de protección ofrecido, los niveles de protección IP generalmente varían desde 0 a 8, donde 8 ofrece la máxima protección y 0 la menor.

Las letras se utilizan para determinar el grado de protección contra el polvo, los líquidos y otros elementos, estas letras se presentan seguidas de dos números entre 0 y 8. El primero de estos números representa la protección contra el polvo, mientras que el segundo la protección contra el agua. Este nivel de protección es comúnmente utilizado en productos electrónicos en los cuales el ingreso de partículas tanto de polvo como de agua sean perjudiciales para los circuitos integrados. (Fernández, 2021)

2.2.5 Definición de herramientas informáticas (Hardware)

En el presente apartado se mencionarán las herramientas de hardware que se plantea utilizar para el progreso del proyecto de titulación propuesto, estas herramientas pueden ser tanto sensores como actuadores y placas basadas en microcontroladores ofertadas por las compañías Arduino y Raspberry Pi con sus respectivos modelos.

2.2.5.1 Placa de prototipado

Una placa de prototipado, también conocida como tablero de ensamblaje o protoboard es un dispositivo de circuito impreso, que se utiliza para diseñar, probar y ensamblar circuitos electrónicos. Está hecho de una placa de plástico con una serie de agujeros en los que se insertan los componentes, estos orificios están conectados entre sí con líneas de cobre en un patrón que permite a los usuarios conectar los componentes electrónicos. La principal característica de una protoboard es su capacidad para probar circuitos sin soldar, esto significa que los usuarios pueden construir un circuito, probarlo y modificarlo si es necesario, todo sin usar herramientas de soldadura. Esto les da a los usuarios una gran cantidad de flexibilidad para experimentar con diferentes circuitos hasta encontrar el diseño deseado. (Manika & Prima, 2019)

2.2.5.2 Arduino UNO

Arduino Uno es una placa de desarrollo electrónica de código abierto basada en un microcontrolador Atmel AVR y que funciona bajo el lenguaje de programación C++, esta herramienta fue diseñada para facilitar la creación de proyectos interactivos con una variedad de componentes electrónicos y para ser fácil de usar en el mundo de la

electrónica, tanto para principiantes como para usuarios avanzados. Se puede conectar a una variedad de sensores, motores, pantallas y otros dispositivos electrónicos para crear proyectos complejos. Esta placa también incluye un puerto USB para conectarla a una computadora y programarla con el software Arduino. (Prasad et al., 2017)

2.2.5.3 *Arduino nano 33 BLE*

Arduino Nano 33 BLE es una placa microcontroladora pequeña y versátil que es parte de la familia de placas Arduino Nano, esta placa es una versión mejorada del Arduino Nano con un mayor almacenamiento, una mayor capacidad de procesamiento y una mejor conectividad. Esta placa es compatible con Bluetooth Low Energy (BLE) y puede ser utilizada para conectar proyectos domésticos inteligentes, IoT y proyectos móviles, la placa también puede ser utilizada para conectar dispositivos externos, como sensores, actuadores y controladores. (Kurniawan, 2021)

2.2.5.4 *Raspberry Pi modelo 4*

Raspberry Pi modelo 4 es una placa única de bajo costo y tamaño reducido, está diseñada para ser una herramienta que ayude a las personas con la programación y el entendimiento de la computación, la herramienta es capaz de realizar tareas como procesamiento de audio, vídeo, streaming y otras actividades de computación en la nube.

Este microcontrolador Raspberry es una plataforma para desarrolladores, especialmente aquellos que buscan crear proyectos basados en Linux, también puede ser utilizada para correr sistemas operativos como Raspbian, Ubuntu y Windows IoT Core. Además, Raspberry ofrece una amplia selección de herramientas de programación, como Python, C y C++, así como tarjetas de expansión y accesorios para la creación de proyectos electrónicos. Esto hace que la Raspberry Pi modelo 4 sea una herramienta ideal para desarrolladores y aficionados a la electrónica. (Longbottom, 2021)

2.2.5.5 *Módulo ESP32 Wifi + Bluetooth*

La versión de ESP32 (Wifi + Bluetooth) es una placa de desarrollo de código abierto de bajo costo que ofrece una versión mejorada del microcontrolador ESP32 basado en la arquitectura Xtensa de 32 bits. Esta placa puede conectarse a una variedad de dispositivos inalámbricos gracias a su conectividad Wifi y Bluetooth, no obstante, también

ofrece muchas características adicionales, como un reloj de tiempo real integrado, una interfaz de I/O de alto nivel, un puerto UART, un puerto SPI, un puerto I2C y dos puertos CAN. La placa ESP32 puede ser utilizada para desarrollar dispositivos de IoT conectados a la nube, por otro lado, la placa se puede utilizar para desarrollar sistemas de vigilancia, dispositivos de control de movimiento, dispositivos de monitoreo de entorno, dispositivos de control de acceso, entre otros. (Dravya et al., 2020)

2.2.5.6 Módulo NodeMCU ESP8266

El ESP8266 es un chip de microcontrolador de bajo costo que está diseñado para aplicaciones de conectividad inalámbrica, también ofrece una interfaz de programación de computadoras y soporta Wifi. Por otro lado, está diseñado para permitir al usuario construir dispositivos basados en Internet de las Cosas (IoT) de una manera rápida y sencilla. El ESP8266 es capaz de ejecutar múltiples protocolos de red, incluidos TCP, UDP, HTTP, FTP, MQTT y SNMP, esto hace que sea ideal para la creación de dispositivos conectados a la red que necesiten una conexión inalámbrica segura.

La placa ofrece una gran cantidad de funcionalidades integradas que permiten a los desarrolladores crear proyectos robustos y conectarlos a la nube, esto permite a los usuarios crear dispositivos inteligentes que respondan a los cambios en el entorno de forma automática. Además, los usuarios tienen la capacidad de programar la placa con su lenguaje de programación favorito, como Python o Java. Las capacidades de este módulo junto a una placa Arduino son casi ilimitadas, siendo esta herramienta de hardware una de las más populares para aplicaciones IoT. (Perets, 2019)

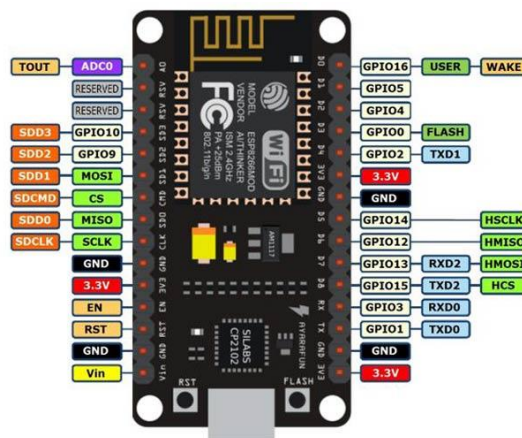


Figura 9: Pinout del microcontrolador NodeMCU ESP8266 (Indobot, 2022)

2.2.5.7 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador ATmega2560, esta placa cuenta con 54 entradas/salidas digitales disponibles, 16 entradas analógicas, 4 salidas PWM y una interfaz USB para comunicarse con un ordenador o un dispositivo externo. Esta placa de desarrollo está diseñada para proporcionar a los usuarios una herramienta poderosa, versátil y asequible para crear proyectos electrónicos de cualquier tamaño. Además, permite a los usuarios escribir código, usar diferentes componentes electrónicos, crear prototipos y desarrollar dispositivos inteligentes utilizados en automatización industrial, domótica, o proyectos de electrónica de nivel intermedio/avanzado. (Shaheen et al., 2021)

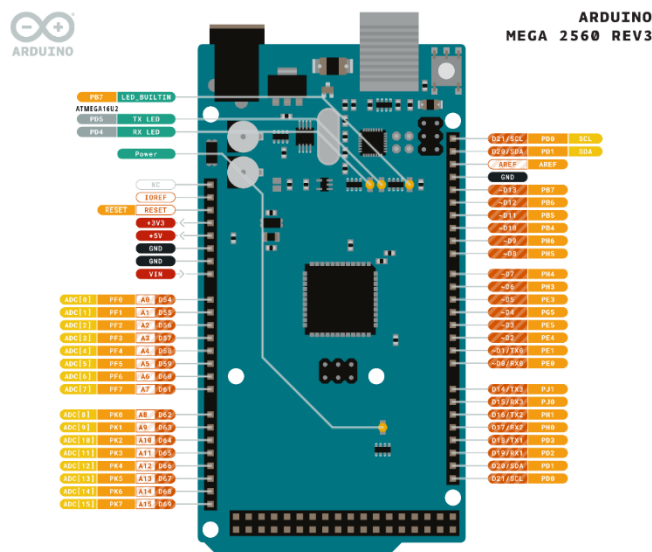


Figura 10: Pinout del microcontrolador Arduino Mega 2560 (Arduino, 2019)

2.2.5.8 Modulo LILYGO TTGO T-Display ESP32

Es una plataforma de desarrollo para la creación de dispositivos electrónicos con pantalla táctil, la placa está basada en el chip ESP32 de Espressif y cuenta con una pantalla táctil IPS de 1.14 pulgadas con una resolución de 135x240. El módulo cuenta con una memoria flash de 8 MB y una conexión inalámbrica Wifi 802.11 b/g/n, además, el módulo dispone de un puerto USB con controlador CP2104 para facilitar la programación y el depurado del código. LILIGO ESP32 está diseñado para ser usado en proyectos de domótica, robótica e IoT como es el caso del proyecto planteado, el módulo ofrece una gran cantidad de características para facilitar el desarrollo de proyectos electrónicos.

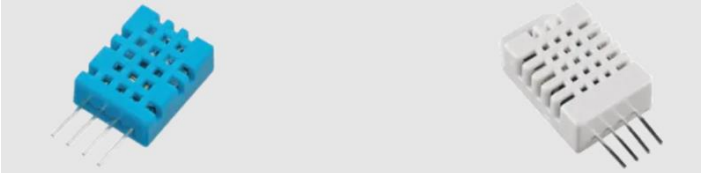
Además, el módulo cuenta con una serie de librerías para facilitar el uso de la pantalla táctil, el control del puerto serial y el control remoto del dispositivo a través de Wifi.

2.2.5.9 Sensor BMP280

El sensor BMP280 es un dispositivo electrónico que se utiliza para medir la presión atmosférica, la temperatura y la humedad. Está compuesto por sensores que miden estas variables, estos sensores se combinan para dar una medición precisa de las condiciones climáticas del ambiente, de tal forma que puede ser utilizado en aplicaciones como el control de calidad del aire, la medición de temperatura del agua, el monitoreo del clima, entre otras aplicaciones siendo un instrumento de medición útil para múltiples escenarios. (Wibawa & Putra, 2022)

2.2.5.10 Sensores DHT11/DHT22

Los sensores DHT11/DHT22 son sensores de temperatura y humedad, diseñados para su uso en aplicaciones electrónicas. Estos sensores son un termohigrómetro digital de precisión, que utiliza un sensor especial para medir la temperatura y la humedad del aire, están diseñados para ser utilizados en una amplia variedad de aplicaciones tales como sistemas de control de temperatura y humedad, dispositivos de monitorización ambiental, sistemas de vigilancia y vigilancia en tiempo real. El sensor DHT11 a diferencia del DHT22 es un dispositivo extremadamente confiable con una precisión de $\pm 1^\circ\text{C}$ en la temperatura y una precisión de $\pm 1\%$ en la humedad relativa. Esto significa que es ideal para aplicaciones críticas donde se requiere una exactitud extrema. (Gay, 2014)



DHT11		DHT22
0 - 50°C / $\pm 2^\circ\text{C}$	Temperature Range	-40 - 125 °C / $\pm 0.5^\circ\text{C}$
20 - 80% / $\pm 5\%$	Humidity Range	0 - 100 % / $\pm 2\text{-}5\%$
1Hz (one reading every second)	Sampling Rate	0.5 Hz (one reading every two seconds)
15.5mm x 12mm x 5.5mm	Body Size	15.1mm x 25mm x 7.7mm
3 - 5V	Operating Voltage	3 - 5V
2.5mA	Max Current During Measuring	2.5mA

Figura 11: Diferencias entre sensores DHT11 y DHT22 (Oukheir, 2018)

2.2.5.11 *Sensor S12SD*

Un sensor S12SD es un dispositivo electrónico que se utiliza para medir una propiedad física, química o biológica y convertirla en una señal eléctrica, generalmente se usan para monitorear la variable de radiación ultravioleta, ángulo o posición. Los sensores S12SD son sensores de estado sólido, lo que significa que no tienen partes móviles y funcionan a base de un circuito integrado, estos sensores son compactos, precisos, seguros y de bajo costo, por lo que se han convertido en una elección popular para una variedad de aplicaciones. (Anoliefo et al., 2020)

2.2.5.12 *Sensor MQ2*

Un sensor MQ2 es un tipo de sensor que se utiliza para detectar gases y humo, está diseñado para detectar gas inflamable, como el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el metano, el alcohol, entre otros. Estos sensores están hechos de un material semiconductor que se calienta al contacto con el gas, lo que permite que el sensor detecte la presencia de humo o gases. Los sensores MQ2 se utilizan principalmente en sistemas de alarma de incendios, en aplicaciones industriales y en automóviles, además los sensores MQ2 son muy sensibles y confiables. Estos sensores pueden detectar pequeñas cantidades de gases inflamables y se pueden conectar a un circuito para generar una señal de salida en presencia de gas, esto permite que el sensor envíe una señal a un sistema de alarma para advertir a los usuarios de una posible presencia de gas inflamable, además, suelen tener una larga vida útil. (Gunawan et al., 2018)

2.2.5.13 *Sensor BME680*

El Sensor BME680 es un sensor de alta calidad para aplicaciones de IoT, es un dispositivo de 4 en 1 que combina un sensor de temperatura, presión, humedad y gases óxidos de nitrógeno (NO₂) en un solo paquete. Está diseñado para brindar detección precisa y rápida de gases en el ambiente, lo que lo hace ideal para la monitorización de medición de la calidad del aire, es capaz de detectar la cantidad de gases presentes en el aire, lo que lo hace ideal para usar en una variedad de aplicaciones, como alarmas de gases, sistemas de seguridad, vigilancia meteorológica y aplicaciones de salud.

2.2.5.14 *Sensor MH-RD*

El sensor de lluvia MH-RD es un dispositivo diseñado para medir la cantidad de precipitación acumulada, además es muy preciso y fiable. Este sensor está diseñado para ser usado en una amplia gama de aplicaciones como el riego, el monitoreo de los niveles de agua en una región, entre otros, el sensor MH-RD utiliza un sistema de medida basado en una resistencia que se ajusta a una bobina especial, esta bobina se ajusta para medir la cantidad de agua presente en el aire, dicha medición se realiza a través de una señal eléctrica que es procesada por el dispositivo y se muestra en la pantalla.

2.2.5.15 *Modulo GPS NEO 6M*

El GPS NEO 6M es un módulo GPS que permite a los usuarios conectar dispositivos electrónicos a la red GPS, recibiendo y transmitiendo datos de la ubicación. El módulo cuenta con una antena de alto rendimiento, una memoria flash de hasta 8 MB y una salida de datos de hasta 38400 baudios, esto lo hace perfecto para aplicaciones de navegación y aplicaciones de localización, además el módulo también tiene una pantalla OLED que permite al usuario ver la ubicación exacta en tiempo real.

2.2.5.16 *Modulo GPS GT-U7*

Un módulo GPS GT-U7 es un dispositivo de recepción de señal GPS diseñado para monitorear la posición y rastrear un dispositivo, el módulo es un dispositivo de tamaño reducido, similar al de una tarjeta de crédito, que se puede conectar a un dispositivo móvil para proporcionar información sobre la posición y la ubicación exacta del dispositivo. El sensor está equipado con un módulo de navegación GPS y un receptor de señal GPS, que reciben datos de los satélites para determinar la ubicación exacta del dispositivo. El dispositivo también incluye una batería, que proporciona alimentación al dispositivo cuando se desconecta de la alimentación externa. (CarlosVolt, 2020)

2.2.5.17 *Modulo RTC DS3231*

El Módulo RTC DS3231 es un dispositivo de tiempo real (RTC) de alta precisión diseñado para proporcionar una medición exacta del tiempo, está diseñado para funcionar con microcontroladores y proporciona un reloj de tiempo real con una precisión de ± 2 ppm (partes por millón). El módulo RTC DS3231 es una solución compacta y confiable para

aplicaciones que requieren una medición precisa del tiempo, esta tarjeta de tiempo real ofrece una salida de reloj de alta precisión de 32 kHz y una alarma programable que se puede utilizar para generar interruptores de tiempo precisa. Además, el módulo incluye una temperatura compensada cronómetro (TCXO) que mantiene la precisión a largo plazo sin la necesidad de ajustes frecuentes. El módulo también incluye una batería de respaldo para almacenar la hora y los ajustes de alarma cuando el suministro de alimentación principal está apagado, estas características hacen del módulo una excelente solución para aplicaciones que requieren un reloj de tiempo exacto y fiable.

2.2.5.18 Panel Solar

Un panel solar es un dispositivo que transforma la energía del sol en energía eléctrica., está compuesto por celdas solares, que convierten la luz del sol en electricidad. Los paneles solares tienen una variedad de usos, desde usos domésticos hasta comerciales, y se utilizan para ahorrar energía, minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir los costos de electricidad, el propósito de la utilización del panel solar es evitar la dependencia de la corriente eléctrica. Esta herramienta tiene numerosas ventajas, primero, la energía solar es una forma limpia y renovable de obtener energía. Esto significa que la energía solar no produce ninguna emisión de gases de efecto invernadero, lo que contribuye a reducir la contaminación del aire. Por otro lado, los paneles solares también pueden ahorrar enormes cantidades de dinero a largo plazo, ya que los usuarios no tendrán preocuparse. (Jumaat & Othman, 2018)

2.2.5.19 Anemómetro

El anemómetro es un dispositivo que se utiliza para medir la velocidad del viento o la velocidad de un flujo de aire., está formado por una serie de aspas o palas que giran cuando se mueve el aire, haciendo que un eje conectado al dispositivo gire en respuesta. La velocidad del viento se mide a partir de la velocidad de giro de este eje, es útil en gran variedad de aplicaciones, desde la detección de tormentas hasta la aerodinámica y la meteorología. Este dispositivo se utiliza para medir la velocidad del viento en áreas como los aeropuertos, en la industria de la energía eólica, en la agricultura y en el seguimiento de la contaminación del aire, este instrumento meteorológico se basa en la escala anemométrica de Beaufort para medir las escalas y velocidad. (Aguila-Leon et al., 2018)

ESCALA DE BEAUFORT				
Grado	Denominación	V NUDOS	Estado de la Mar	Símbolo
0	Calma	<1	Mar llana como un espejo	
1	Ventolina	1-3	Mar rizada. Pequeña ondulación	
2	Flojito (brisa muy débil)	4-6	Pequeñas olas cortas. Mar rizada	
3	Flojo (brisa débil)	7-10	Las olas empiezan a romper. Mar rizada	
4	Bonacible (brisa moderada)	11-16	Olas bajas, algo largas. Marejadilla	
5	Fresquito (brisa fresca)	17-21	Olas largas. Algunos rociones. Marejada	
6	Fresco (brisa fuerte)	22-27	Grandes olas que rompen. Crestas blancas. Peligro para embarcaciones menores. Mar gruesa	
7	Frescachón (viento fuerte)	28-33	Espuma longitudinal por el viento. Mar muy gruesa	
8	Temporal (viento duro)	34-40	Olas altas que rompen. Espuma en bandas. Mar arbolada	
9	Temporal fuerte (muy duro)	41-47	Olas muy gruesas. El mar ruge. Mala visibilidad por rociones y espuma	
10	Temporal duro (temporal)	48-55	Olas muy gruesas. Superficie del mar blanca. El mar ruge intensamente. Espuma en el aire	
11	Temporal muy duro (borrasca)	56-63	Olas muy grandes. Mar blanca. Navegación imposible	
12	Temporal huracanado (huracán)	> 64	Aire lleno de espuma y de rociones. Visibilidad casi nula	

Figura 12: Escala anemométrica de Beaufort para la medición de la velocidad del viento (masmar, 2013)

2.2.5.20 LCD Keypad Shield

Un LCD (o pantalla LCD) Keypad Shield es una placa de expansión para la placa Arduino que agrega una pantalla LCD y un teclado para interactuar con el usuario, la pantalla de cristal líquido es utilizada en dispositivos, como computadoras, televisores, teléfonos móviles y relojes digitales. Estas pantallas utilizan una técnica de visualización llamada transferencia de cristal líquido, que permite a los usuarios ver imágenes claras y nítidas en una pantalla delgada, cuando se aplica una corriente eléctrica a los electrodos, el pigmento se activa y permite que la luz pase a través de la capa líquida. Esto permite que la pantalla muestre información, como números, letras u otros gráficos, además, la tecnología LCD se ha mejorado a lo largo de los años para aumentar el tiempo de respuesta de la pantalla. (Afriani et al., 2022)

2.2.5.21 LCD I2C

Un LCD I2C (Inter-Integrated Circuit) es una pantalla de visualización de matriz de puntos (o display) que utiliza el protocolo de comunicación I2C para recibir y enviar datos, esta pantalla se puede utilizar para mostrar información de forma gráfica, como texto, imágenes, líneas, círculos, iconos, etc. Esta pantalla se puede conectar a un microcontrolador, como Arduino o Raspberry Pi, utilizando solo dos o tres cables. Un LCD I2C se alimenta a través de un bus de dos cables, uno para la dirección del

dispositivo y otro para el reloj, estas conexiones permiten al dispositivo comunicarse con el microcontrolador a través de un protocolo de comunicación digital. El microcontrolador envía señales digitales al LCD I2C para controlar la dirección, el brillo y el contenido mostrado en la pantalla, esta forma de comunicación permite al microcontrolador controlar la pantalla sin necesidad de utilizar muchos cables.

2.2.5.22 Módulo Relay

El módulo relé es un dispositivo electrónico que se utiliza para controlar circuitos eléctricos con una señal de control, está diseñado para proporcionar una conexión de puente entre dos líneas de alimentación separadas para permitir la circulación de corriente entre ellas. Se utiliza para controlar circuitos de potencia como luces, motores, sistemas de calefacción, etc., y se conecta a un circuito de control para permitir el encendido y apagado de los dispositivos conectados. (Orlys et al., 2005)

2.2.5.23 Potenciómetro

Un potenciómetro es un dispositivo electrónico que se utiliza para medir y controlar la cantidad de energía disponible en un circuito, está formado por un resistor variable que permite ajustar la resistencia del circuito. Cuando el potenciómetro está girado, la resistencia cambia, lo que afecta la cantidad de corriente que circula a través del circuito. Un potenciómetro de 5k es un dispositivo muy versátil que se usa para una variedad de aplicaciones. Se puede usar para ajustar el volumen de un equipo de sonido, controlar la velocidad de un motor eléctrico, controlar la iluminación de una sala o ajustar la temperatura en una nevera, por su sencillez y versatilidad, es uno de los componentes electrónicos más utilizados en la industria.

2.2.6 Definición de instrumentos climáticos

En el segmento se mencionará los instrumentos para realizar mediciones climatológicas, así como también el sistema de unidades que utiliza cada uno de ellos.

2.2.6.1 Barómetro

Un barómetro es un instrumento utilizado en la meteorología para la medición de la presión atmosférica, de tal forma que con el valor obtenido se pueda determinar la presión ejercida del aire de la atmosfera sobre la superficie de la Tierra, a diferencia de

un manómetro que se utiliza para obtener la presión de fluidos o gases almacenados en un recipiente, como es el caso del nitrógeno, hidrogeno, helio, oxígeno, etc.

La presión obtenida por un barómetro suele ser utilizada en varias ocasiones para predecir el clima, ya que con el cambio de la presión atmosférica es posible conjeturar variaciones climáticas. La presión es obtenida gracias a los sistemas de medición dedicados para esta fuerza, sin embargo, en este proyecto se utilizará la medición proporcionada por el sistema internacional de unidades (S.I.) que es el pascal (Pa) o el hectopascal (hPa), no obstante, existen otros métodos para la medición de esta variable que son los bares (b), atmósferas (atm), milímetros de mercurio (mmHg) y Torricelli (Torr). El valor estándar de la presión atmosférica cuando se sitúa a 0 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) es 1013,25 hPa, lo que equivale a 1 atm. (S. Álvarez & Nieto-Samaniego, 2012)

ICAO Standard Atmosphere

Altitude (ft)	Temperature (°C)	Pressure (hPa) (p)	Density (kg/m ³) (ρ)	Relative Density (σ)
0	15	1013.25	1.225	1.0
5,000	5.1	843.1	1.056	0.86
10,000	- 4.8	696.8	0.905	0.74
15,000	- 14.7	571.8	0.771	0.63
20,000	- 24.6	465.6	0.653	0.53
25,000	- 34.5	376.0	0.549	0.45
30,000	- 44.4	300.9	0.458	0.37
35,000	- 54.3	238.4	0.386	0.31
40,000	- 56.5	187.6	0.302	0.25
45,000	- 56.5	147.5	0.237	0.19
50,000	- 56.5	116.0	0.186	0.15

Figura 13: Presión atmosférica de la organización de aviación civil internacional (Gómez, 2018)

2.2.6.2 Termómetro

Un termómetro es un instrumento utilizado para medir los cambios relacionados a la temperatura, esta herramienta se encarga de registrar los cambios en la temperatura de un ambiente determinado mediante una escala establecida. Las unidades de medición que utiliza este instrumento son los grados Celsius (°C), Fahrenheit (°F), Kelvin (°K) y Réaumur (°R), la cual ha dejado de ser utilizada. En la elaboración de este proyecto tendremos en consideración a Celsius, que a pesar de no ser utilizada por el S.I., es comúnmente usada por los habitantes de nuestra región.

En el caso del cuerpo humano una temperatura corporal de 37°C es considerada aceptable y saludable, sin embargo, una temperatura ambiente adecuada ronda los 18 a 20°C cuando se está en reposo, por otro lado, el Reglamento de Instalación Térmicas de Edificios (RITE) indica que la temperatura ideal en un ambiente laboral se estima entre 23 y 25°C, en verano y de 21 a 23°C en invierno. No obstante, el rango de temperatura donde se alcanza el bienestar se encuentra entre los 21 y 26°C, siendo los 25°C catalogado como la temperatura perfecta. (Enrique, 2013)

En la ciudad de Guayaquil la temperatura recogida por un estudio de hikersbay denota que el punto más alto alcanzado en promedio es de 31.3°C, mientras que el más bajo de 19.7°C. Por otro lado, se menciona que el mes con menor registro en promedio de la temperatura en esta ciudad fue de 23°C y el más alto de 28°C. No obstante, el mayor registro de temperatura que se ha recabado es de 34.8°C el 28 de diciembre del año 2019 según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (Barona Obando, 2015)

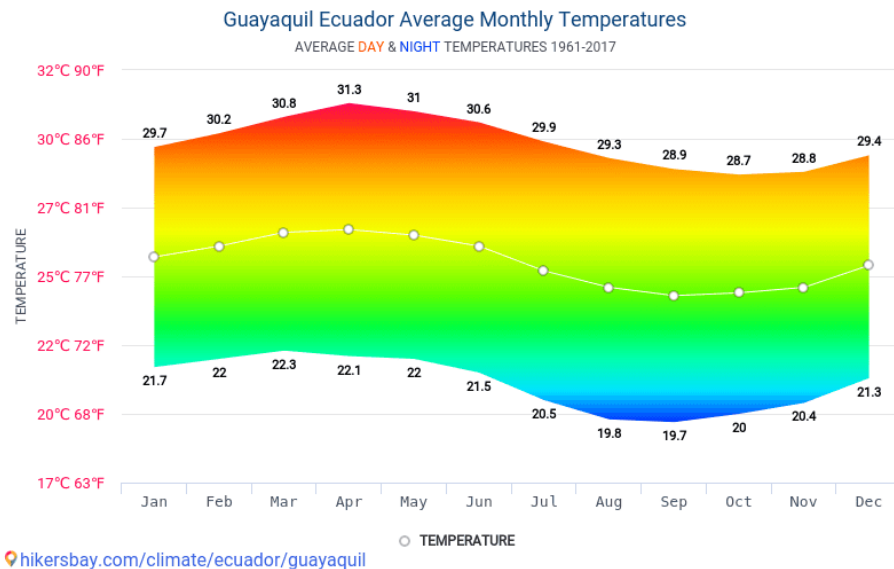


Figura 14: Temperatura en Guayaquil a través de los años (hikersbay, 2018)

2.2.6.3 Higrómetro

Un higrómetro, también conocido como higrógrafo es un instrumento utilizado para medir el nivel de humedad en el ambiente, dicho de otro modo, es usado para medir el contenido de humedad en el aire. Esta medición se realiza a través de una escala de humedad relativa y se usa para medir el nivel de humedad en una habitación, un edificio o una determinada zona. Esto se hace para mantener la temperatura y la humedad

perfectas para las actividades humanas. En general, un higrómetro es una herramienta esencial para mantener un ambiente saludable y cómodo.

La unidad de medición que utiliza esta herramienta es mensurada en porcentajes del 0 al 100% en relación con la humedad relativa del ambiente. Por lo general para determinar el grado de confort en un lugar determinado se utiliza el índice humidex, el cual recapitula datos de humedad y temperatura o sensación térmica para establecer qué nivel de bienestar tiene un lugar en específico. Usualmente este índice es utilizado cuando el nivel de temperatura es mayor a 30°C, sin embargo, los valores obtenidos mediante este índice no suelen ser exactos y puede variar entre individuos. (Tomás, 2002)

Del mismo modo que existe una temperatura ideal para el bienestar del ser humano, mediante el índice humidex se puede determinar que la humedad relativa sublime existe entre 40 y 60% de humedad, puesto que al ser muy alta el individuo en cuestión es propenso a presentar alergias y enfermedades derivadas de la aparición de humedades por condensación o caso contrario cuando es muy baja existe la posibilidad de presentar sequedad en las mucosas, en la nariz, la boca y la garganta. (Muprotec, 2021)

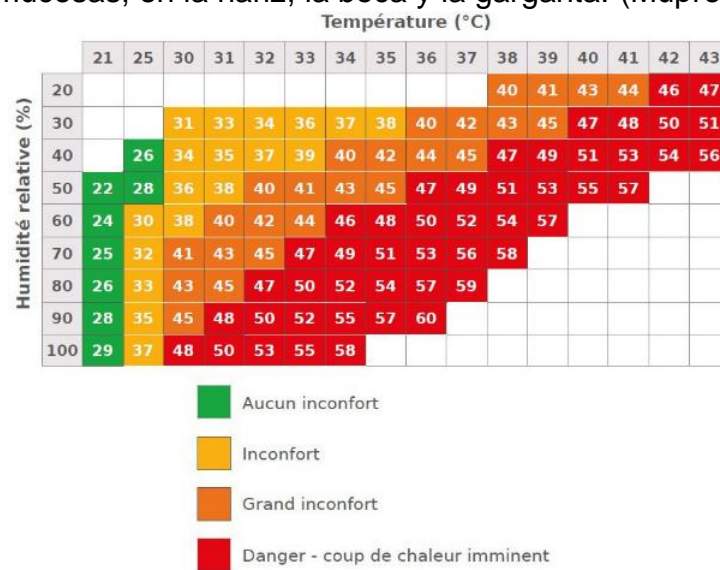


Figura 15: Índice humidex para determinar el nivel de confort (Souchier Boulet, 2013)

2.2.6.4 Medidor de Calidad del aire

Un medidor o analizador de calidad de aire es un instrumento que indica el nivel de concentración de gases en el ambiente, esta herramienta puede reconocer varios tipos

de compuestos dispersos en el aire, como es el caso de la concentración de dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), gas metano (CH₄), gas propano (C₃H₈), gas licuado del petróleo (LPG), formaldehído (CH₂O), entre otros compuestos orgánicos volátiles (TVOC). En este proyecto se buscará medir la presencia de CO, el cual es la principal fuente de contaminación del aire entre los gases de efecto invernadero (GEI).

El sistema de medición que utiliza un analizador de calidad de aire indica la concentración de partículas por millón (ppm) dispersas en el aire. Esta unidad de medida cuantifica las unidades de un compuesto determinado que existen por cada millón de unidades de un conjunto, para ello existe un índice conocido con índice de calidad del aire (ICA) que distribuye la concentración de partículas de un compuesto en 6 niveles donde de 0 a 50ppm es aire fresco y no existe riesgo alguno, mientras que estar en exposición a niveles superiores a 150 se considera riesgoso. (Eurofins, 2022)



Figura 16: Índice de calidad del aire (Greater Mercer, 2018)

Por otro lado, para el caso particular de la concentración del monóxido de carbono y dióxido de carbono (compuestos contaminantes más habituales) se utiliza una escala particular. Donde el rango de exposición saludable para el CO es de 0 a 200ppm, mientras que una exposición prolongada de 400ppm es considerada peligrosa o letal, dependiendo del tiempo de exposición. Para el caso del CO₂, de 0 a 350 es considerado aire fresco, mientras que niveles superiores a 1000 son perjudiciales. (Mihai, 2018)

Efectos del Monóxido de Carbono en la salud

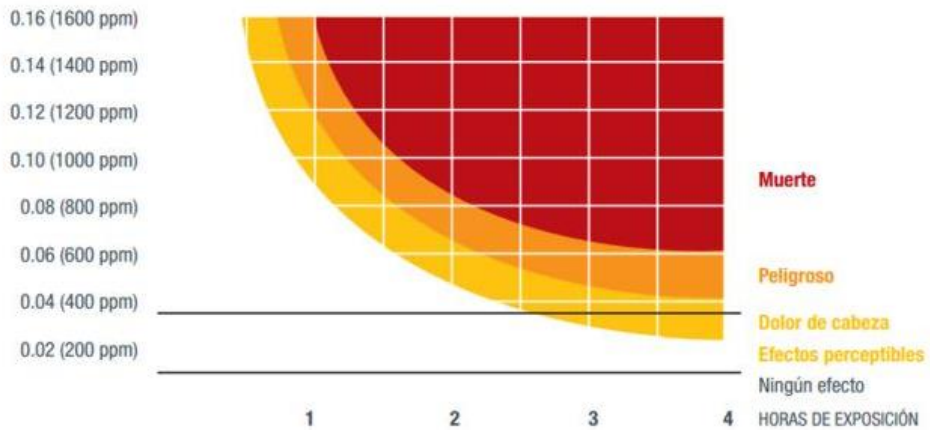


Figura 17: Índice de calidad de aire del monóxido de carbono (Radio M, 2018)

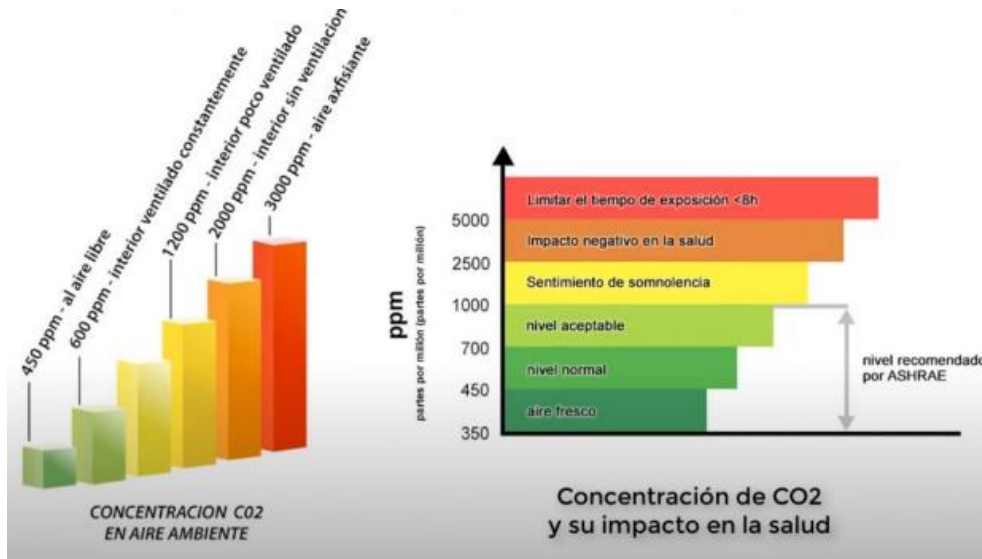


Figura 18: Índice de calidad del aire del dióxido de carbono (Lopez, 2021)

2.2.6.5 Medidor de Radiación UV

Un medidor de radiación ultravioleta es un instrumento utilizado en la meteorología para medir la intensidad de la radiación electromagnética, cuya longitud de onda sea entre 100 a 400 nanómetros (nm), la cual es una unidad de medida utilizada por el S.I. y que equivale a una mil millonésima parte de un metro. Por otro lado, un instrumento de medición similar es el piranómetro, sin embargo, esta herramienta es utilizada para medir la radiación solar sobre la superficie terrestre en un rango comprendido entre 300 a 2800 nm y su unidad de medida es el vatio por metro cuadrado (W/M2).

Para una correcta medición de radiación UV es necesario tener en cuenta que existen 3 tipos, el primero es la radiación ultravioleta A (UVA), cuya longitud de onda es mayor y menos peligrosa, está comprendida entre los 320 a 400nm. También existe la radiación UVB cuya longitud de onda está entre los 280 a 320 nm, finalmente existe la UVC que es la más peligrosa y cuya longitud se extiende entre 200 a 280nm. (Portillo, 2020)

Para la medición de radiación UV en este proyecto se utilizará el índice de radiación UV, el cual menciona que estar expuesto a niveles entre 0 y 2 de radiación no es perjudicial, mientras que una exposición prolongada superior a 8 puede ser fatídica, es necesario mencionar que no existe un límite en este índice, pero un rango entre 0 a 15 es habitual.

Si la Radiación Ultravioleta es:	Y el IUUV es:	Los minutos de exposición al sol, sin protección, según tu tipo de piel, son:					
		Muy clara	Clara	Morena clara	Morena oscura	Oscura	Muy oscura
Baja	0	Indef.	Indef.	Indef.	Indef.	Indef.	Indef.
	1	112	140	175	219	274	342
	2	56	70	88	109	137	171
Moderada	3	37	47	56	73	91	144
	4	28	35	44	55	68	86
	5	22	28	35	44	55	68
Alta	6	19	23	29	37	47	57
	7	16	20	25	31	39	49
Muy alta	8	14	18	22	27	34	42
	9	12	16	19	24	30	38
	10	11	14	18	22	27	34
Extremadamente Alta	11	10	13	16	20	25	31
	12	9	12	15	18	23	29
	13	9	11	14	17	21	26
	14	8	10	13	16	20	24
	15	8	9	12	15	18	23

Figura 19: Índice de radiación UV (IUUV) comprendido en 5 niveles (Animal Politico, 2019)

2.2.6.6 Pluviómetro

Un pluviómetro es una herramienta usada para medir la cantidad de precipitación en un área determinada, dispone de un contenedor que recoge la precipitación y un mecanismo que registra el volumen de esta. La información puede ser utilizada para comprender el patrón de lluvia en un área en específico o para calcular cómo la cantidad de precipitación afecta a una región, además de ayudar a los científicos a predecir patrones climáticos a largo plazo. El sistema de medición que utiliza este dispositivo son los milímetros de agua (mm), donde se comprende que un 1mm de lluvia equivale a un 1 litro de cagua caída sen 1 metro cuadrado. (Padrón et al., 2020)

Capítulo III: Metodología y resultados

En este capítulo se describe el enfoque investigativo, la metodología de investigación utilizada, la metodología de investigación para el desarrollo del proyecto y el respectivo análisis de resultados, así como los motivos por los cuales se llegó a la conclusión de utilizar la metodología y las técnicas empleadas para la recolección de datos.

3.1 Metodología de la investigación

Antes de establecer la metodología de investigación que será implementada es necesario conocer la definición de una metodología y los tipos existen de la misma para la elaboración la presente investigación. Se conoce como metodología de investigación a aquel método utilizado por un investigador para la resolución de una problemática planteada por el o por un agente externo, esta solución es buscada mediante diversas técnicas como la recolección de datos o técnicas de observación y experimentación que dan una interpretación distinta a la inicial, de esta forma aportando conclusiones fiables a los datos dentro de una investigación. (Femández, 1998)

Dentro de las metodologías de investigación destacan 2 grandes pilares de los cuales se rigen la gran parte de metodologías, que son la metodología cualitativa y la cuantitativa. La metodología cualitativa está centrada en la recopilación y el análisis de datos textuales dentro de una investigación, por lo que hace alusión a las palabras, más que los números para de esta forma obtener un análisis más profundo mediante las cualidades de un banco de datos. Por otra parte, la metodología cuantitativa busca explicar la información registrada de la recolección de datos mediante análisis matemáticos o estadísticos, obteniendo así los valores numéricos más relevantes para la investigación. (Solís, 2020)

Una metodología de la investigación de clase cuantitativa compone a las investigaciones descriptiva, experimental y casual, ya que esta metodología presenta datos numéricos utiliza 2 métodos de recolección de datos muy habituales que son las encuestas y las entrevistas, siendo las encuestas online el método más empleado. En su contraparte la metodología cuantitativa emplea como métodos de recolección un estudio de caso, método de observación, entrevistas, grupos focales o análisis de textos. (Peña-Calero, 2017)

En el actual proyecto se ha optado por utilizar la metodología de investigación cualitativa con enfoque causal comparativo, debido a que facilita la elaboración de conclusiones entre más de dos variables, además de adquirir un conocimiento más profundo del tema en cuestión, a su vez se buscará obtener una opinión concreta por parte de los usuarios para la valoración de funciones, opiniones y elementos que tendrán gran influencia en el desarrollo de la estación meteorológica automatizada la cual será posteriormente desarrollada.(Rodríguez-Gómez et al., 1996)

La investigación cualitativa causal comparativa tendrá como uno de sus métodos de recolección de datos encuestas cualitativas online, facilitadas gracias a la herramienta tecnológica Google Forms, ya que facilita una rápida respuesta en comparación a otros métodos de recolección, estas encuestas estarán enfocadas para el personal académico y administrativo de la carrera de Ingeniería de Computación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, con la finalidad de obtener puntos de vista y opiniones cercanas al punto de elaboración del proyecto.

A su vez también se elaborarán 2 entrevistas, una hacia la Coordinadora académica 1 Ana Camacho, mientras que la segunda para la Coordinadora académica 2 Rosa Macias, de esta forma obteniendo respuestas más cercanas a las requeridas en un caso real de estudio como es el del presente proyecto a realizar.

3.2 Metodología de desarrollo

Una metodología de desarrollo consiste en una colección de técnicas y métodos organizacionales referentes a los procedimientos que son aplicados para el diseño y desarrollo de un proyecto de software. Estas metodologías se dividen en dos grandes campos que son las tradicionales y las agiles, de las cuales estas últimas han ganado mayor popularidad en las empresas de ingeniería de software por su eficacia. Sin embargo, en este proyecto se optará por una metodología tradicional.(Santander, 2020)

Las metodologías tradicionales o también conocidas como clásicas se caracterizan por establecer los requisitos al inicio del proyecto sin la permisión de cambios a diferencia de las metodologías agiles, pero adecuándose a las directrices del trabajo de titulación. Dentro de estas metodologías existen las siguientes mencionadas: Waterfall (cascada),

Prototipado, Espiral, Incremental y Diseño rápido de aplicaciones (RAD) o también conocida como Prototipado rápido (RP). Dentro de este proyecto se utilizará la metodología de prototipado rápido, por su accesibilidad de un desarrollo progresivo y por su flexibilidad en comparación a otras metodologías.

Con lo mencionado anteriormente se reafirma la utilización de la metodología tradicional de prototipado rápido, la cual presentará una estructura que se regirá bajo las siguientes directrices: Definición, Diseño, Desarrollo (análisis, diseño), Pruebas (código, pruebas), Implantación y Auditoría (entrega, retroalimentación).

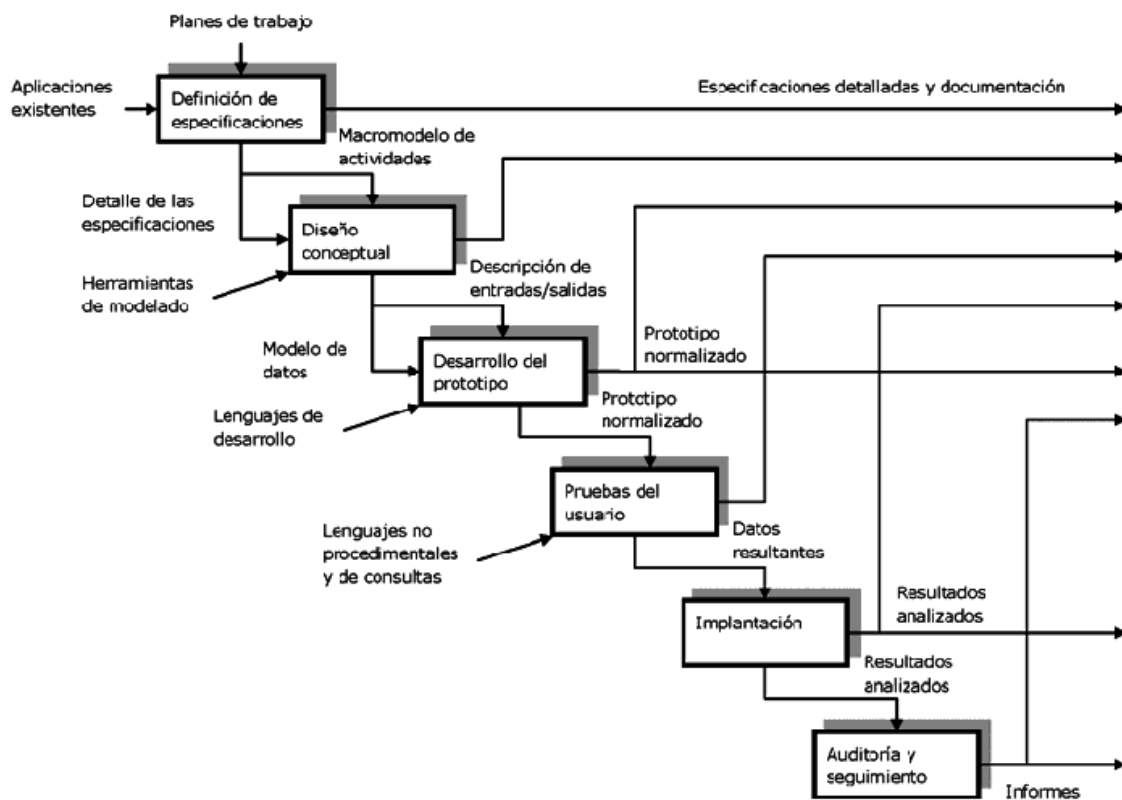


Figura 20: Metodología de desarrollo tradicional rápido de aplicaciones (Naya, 2010)

3.3 Muestreo y población

En la facultad de ingeniería existe personal tanto académico como administrativo, entiéndase por académico a los tutores de las asignaturas en carreras universitarias y administrativo a aquellas personas encargadas de cumplir una función específica para la sostenibilidad de una facultad dentro de la universidad.

La facultad de ingeniería, la cual es beneficiada por la implementación del proyecto cuenta con 2 carreras, posterior a la implementación de la nueva malla académica. Estas carreras son ingeniería civil e ingeniería en ciencias de la computación, en la cual se hará énfasis para la selección del muestreo basado en su población. La población para la encuesta virtual, la cual es la primera herramienta para la recolección de datos está compuesta por el personal académico y administrativo, la muestra de la población a su vez está compuesta por 30% personal administrativo y 70% personal académico, siendo 10 personas las involucradas para determinar el total de la muestra.

Por otro lado, para la selección de la muestra las entrevistas como segunda herramienta de recolección de datos, se optó por tomar en cuenta la participación de las coordinadoras académicas de la facultad de ingeniería, siendo la muestra el 100% de la población objetiva, donde se realizaron preguntas indagatorias.

3.4 Análisis de resultados

En este aspecto se creó una encuesta virtual como se mencionó con anterioridad, gracias a la herramienta tecnológica Google Forms, la cual estaba dirigida a un segmento del personal administrativo y personal académico de la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación, con la finalidad de obtener un punto de vista con mayor amplitud para la elaboración y viabilidad del proyecto.

3.4.1 Análisis de resultados encuesta personal académico y administrativo

La encuesta realizada presentó un total de 5 preguntas de opción múltiple, las cuales fueron satisfactoriamente contestadas por parte del personal académico y administrativo. La encuesta fue culminada con 10 respuestas, los resultados fueron idóneos para la viabilidad del proyecto, ya que se obtuvieron respuestas esperadas para su continuidad. Para la visualización de los resultados se utilizaron los gráficos estadísticos que fueron generados de forma automática por la herramienta Google Forms.

En la primera pregunta de la encuesta se puede observar que de las 10 personas interrogadas el 90% se encontraría conforme con la decisión de implementar sistemas automatizados, más expresamente el caso de implementar una estación meteorológica

ubicada en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, dando paso estadísticamente a la viabilidad del proyecto.

¿Considera usted necesaria la implementación de sistemas automatizados en la facultad de Ingeniería, como es el caso de una estación que m...que hubiere que considerarse referentes al clima?

10 respuestas

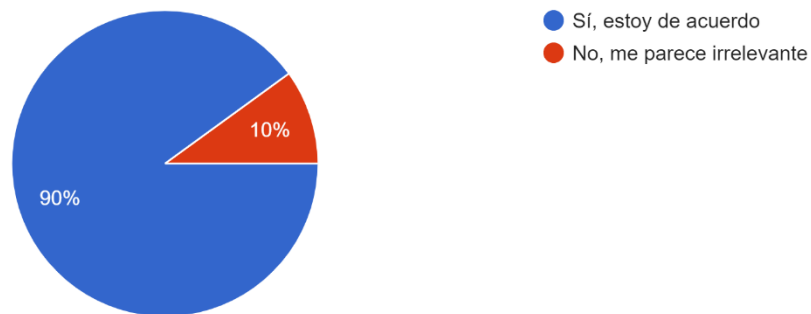


Figura 21: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 1

En la segunda pregunta podemos observar que la mitad del público objetivo considera que la implementación del proyecto es relevante para la facultad en un 100%, por otro lado, un 30% de los encuestados determinó que tendría una relevancia del 75%, mientras que solo un 20% considera al proyecto con una relevancia del 50%.

En caso de estar de acuerdo con la pregunta anterior y teniendo en consideración que mediante esta implementación se obtendrán valores más acer...rtancia le asignaría usted a esta funcionalidad?

10 respuestas

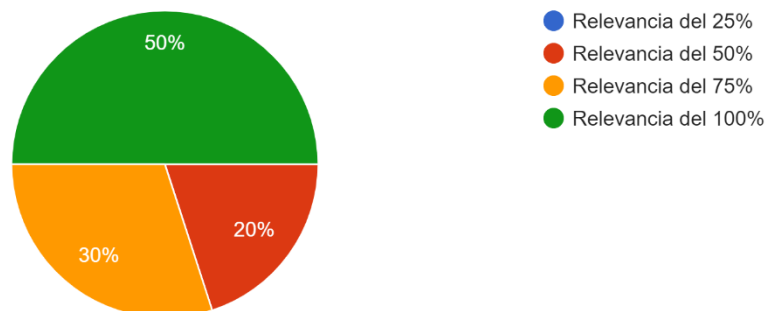


Figura 22: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 2

En este tercer grafico se determinó gracias a los encuestados que las variables más importantes a considerar para los usuarios es el la temperatura y la humedad, siendo elegida en el 100% de las respuestas, seguido de eso los usuarios preferirían el monitoreo del índice de raciona UV con un 80% y a continuación variables tales como la precipitación, velocidad y dirección del aire con el 60% cada una. Finalmente, como las funciones menos importantes para los usuarios según la encuesta destaca la presión atmosférica, con un 50% de aceptación.

En caso de estar de acuerdo con la primera pregunta, ¿Cuáles de estas variables considera de mayor relevancia para ser consideradas en la implementación del proyecto?

10 respuestas

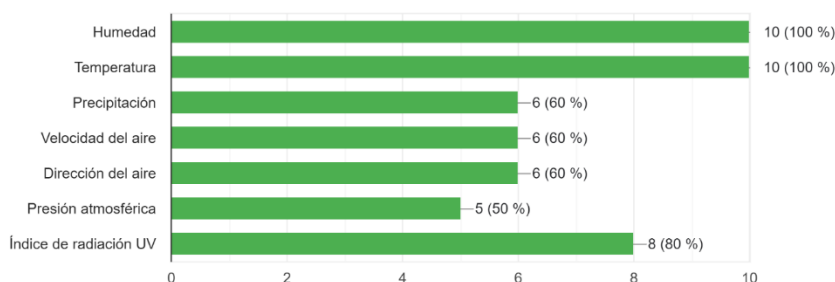


Figura 23: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 3

En la cuarta pregunta del cuestionario se presentó la interrogante que cuestiona al público objetivo sobre la viabilidad de desarrollar una estación meteorológica automatizada para el monitoreo y visualización de las variables climáticas, ante ello el 90% de los encuestados respondió afirmativamente a la propuesta, mientras que un 10% se mantuvo reacio ante la proposición.

¿Le gustaría que la universidad cuente con una herramienta informática visual que monitoree en tiempo real las variables anteriormente mencionadas para la implementación del proyecto?

10 respuestas

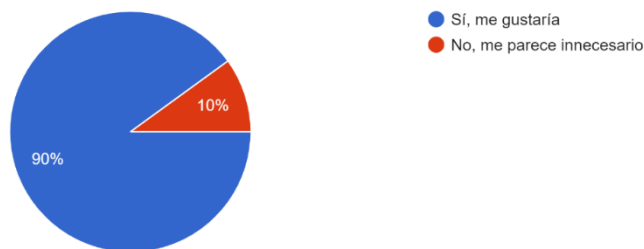


Figura 24: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 4

En esta última pregunta se planteó la intención al público objetivo sobre una futura automatización a toda la institución educativa, de tal forma que se construya un sistema inmótico en toda la universidad, para esto el 80% se encuentra conforme, mientras que un 20% se encuentra indeciso ante la propuesta y no se obtuvieron respuestas negativas.

Finalmente, ¿Le gustaría que la universidad también implemente soluciones tecnológicas en todas sus instalaciones, convirtiendo de esta forma a las...ltades en Smart Buildings (edificios inteligentes)?
10 respuestas

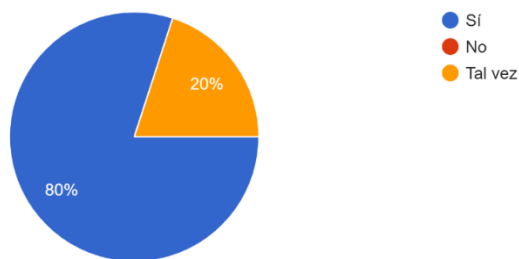


Figura 25: Análisis encuesta personal académico y administrativo, pregunta 5

3.4.2 Análisis de resultados entrevistas realizadas a personal administrativo

En la entrevista efectuada a las autoridades administrativas de la carrera de Ingeniería en Ciencias de la computación se incluyeron preguntas que se formularon para poder evidenciar y analizar los requerimientos necesarios para la implementación del proyecto en cuestión, de tal forma que se pueda llegar a una solución para la problemática planteada con la utilización de las herramientas informáticas adecuadas. Con la información obtenida de dichas entrevistas situadas en el Anexo 2, se llegó a la conclusión de que es indispensable automatizar las instalaciones en la actualidad con la acogida de los avances tecnológicos, para aumentar el ahorro y la eficiencia dentro de las oficinas de la facultad. Además de que se prioriza gracias a la información recaudada implementar soluciones para el control de acceso, iluminación y temperatura.

Como resultado del análisis para las entrevistas como método de recolección de información, se llegó a la conclusión de desarrollar una estación meteorológica automatizada, la cual pueda monitorear variables climáticas y en adición a ello se implemente un dashboard para visualizar las variables importantes para el usuario final, como lo pueden ser la humedad, temperatura, calidad, dirección y velocidad del aire, visualización de climatización, entre otras variables consideradas.

Capítulo IV: Propuesta tecnológica

En este capítulo se describirá el proceso llevado a cabo para la elaboración del proyecto, así como también el diseño y desarrollo para la solución tecnológica en la problemática de la inexistencia de una estación meteorológica en la Facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

4.1 Definición

La metodología de desarrollo a utilizar como se mencionó anteriormente es la tradicional de prototipado rápido, bajo el modelo: Definición, Diseño, Desarrollo, Pruebas, Implantación y Auditoría. Mediante lo expuesto la posterior estación meteorológica automatizada contará con las siguientes funcionalidades:

- Arduino Mega 2560 actúa como esclavo en el funcionamiento del proyecto siendo el eje de conexión principal entre los sensores, mientras que la placa ESP8266 actúa como maestro para la transmisión de los datos.
- El Arduino esclavo recibe los datos enviados por los sensores DHT11, BMP280, MQ2, MH-RD, GUVVA-S12SD UV-A, módulos Relay, RTC DS3231 y GPS GT-U7.
- Recepción de los datos mediante el módulo ESP8266 y bajo el protocolo MQTT para establecer una conexión y envío de datos a la plataforma Ubidots.
- Utilización de la plataforma Ubidots para la visualización de variables, datos e información relevante para el usuario, mediante gráficos reactivos en tiempo real.
- Manejo de librerías en el software open source Arduino IDE para la conexión respectiva y compatibilidad con los sensores utilizados.
- Panel visual en la plataforma Ubidots para la personalización y visualización de los datos recibidos mediante dashboards interactivos.
- Manipulación de la información obtenida a través de los sensores implementados en la solución tecnológica, ofreciendo datos aproximados a la realidad.

A continuación, se especificarán los procedimientos a implementar en el desarrollo de la solución tecnológica, siendo detallados según su orden prioritario, siendo (1) el más importante y (2) la característica o funcionalidad menos importante:

4.1.1 Funcionamiento del desarrollo

- **Obtención de variables climáticas**

Actividad	Prioridad
Capacidad para recibir señales directas a través de los sensores, de tal forma que los datos acogidos sean verídicos.	1
Comprobación de la información recogida en comparación a los datos provistos por plataformas meteorológicas.	2

- **Visualización de señales climáticas**

Actividad	Prioridad
Evidenciar los datos obtenidos mediante gráficos estadísticos acordes con la información ilustrada.	1
Detallar la información de los gráficos presentados para obtener una agradable experiencia de parte del usuario final.	2

- **Transmisión de variables climáticas**

Actividad	Prioridad
Capacidad para capturar datos enviados a través del Arduino esclavo mediante el protocolo MQTT.	1
Utilización de librerías acordes para la transmisión de los datos obtenidos hacia el NodeMCU ESP8266.	2

- **Validación de señales climáticas**

Actividad	Prioridad
Obtención de datos, mediante el sistema de medición de unidad determinado para cada variable en específico.	1

Comprobación de la información obtenida de acuerdo con los índices establecidos para estas variables.	2
--	----------

- **Manejo de señales climáticas**

Actividad	Prioridad
Disponibilidad de enviar y recibir señales meteorológicas a través de la plataforma de visualización en tiempo real.	1
Capacidad para predecir variaciones climáticas en base a los datos obtenidos con anterioridad.	2

4.1.2 Herramientas de desarrollo

Las herramientas de software utilizadas para el desarrollo de la solución tecnología son:

- **Arduino IDE (Editor de código):** Este IDE fue escogido por su compatibilidad con librerías y por su facilidad para la instalación de complementos, además de su facilidad para la implementación de código con dispositivos de hardware.
- **Ubidots STEM (Plataforma de IoT):** La plataforma fue escogida por su eficacia en la conexión de dispositivos de hardware gracias al protocolo MQTT, además de poseer personalización de los dashoard para la gestión en tiempo real.
- **Proteus (Software de diseño):** Se utilizó esta herramienta para el diseño de los circuitos electrónicos, acortando el tiempo en las pruebas practicas gracias a la gran cantidad de librerías de componentes electrónicos que posee el software.

Las herramientas de hardware utilizadas para el desarrollo de la solución tecnología son:

- **Arduino Mega 2560 (Placa esclavo):** Este microcontrolador fue escogido por la gran cantidad de puertos entrada o salida que tiene a disposición, además de poseer mayor capacidad de memoria y poder de cómputo que sus competidores.
- **ESP8266 (Placa maestro):** Este microcontrolador fue elegido sobre la placa ESP32, debido a su velocidad para la transmisión de datos en internet, además de poder mantener conexiones con un menor consumo energético.

- LCD I2C (Pantalla visual): Esta pantalla se utilizó para poder visualizar los datos emergentes de la implementación, es posible gracias a su integración con un módulo I2C donde existe un maestro receptor y un esclavo transmisor.
- Modulo Relay (Interruptor eléctrico): Esta herramienta electrónica se utilizó para accionar un interruptor cuando cada uno de sus canales detecte una variación superior a la asignada, en el caso de la temperatura cuando esta sea mayor a 30°C y en el caso de la calidad del aire cuando sea mayor a 200ppm.
- Modulo DS3231 (Real Time Clock): Este reloj en tiempo real fue utilizado para mostrar en la pantalla LCD la fecha y hora exacta de la zona horaria establecida.
- Modulo GT-U7 (Localización GPS): Este módulo fue utilizado para obtener datos relacionados a la localización geográfica, como es el caso de la latitud y longitud.
- Sensor MH-RD (Pluviómetro): Este sensor de lluvia fue utilizado para determinar cuándo se aproxima o se sitúa una precipitación, debido a su arquitectura que permite detectar el agua de las garuas, lloviznas o chubascos.
- Sensor MQ2 (Medidor de calidad del aire): Este sensor de gas fue utilizado para medir el nivel de partículas de monóxido de carbono dispersa en el ambiente, de tal forma que se pueda determinar en qué estado de pureza se encuentra el aire.
- Sensor DHT11 (Termómetro/Higrómetro): Este sensor en particular se utilizó para medir la temperatura y el nivel de humedad relativa en el ambiente.
- Sensor BMP280 (Barómetro): Este sensor fue utilizado para obtener el nivel de presión atmosférica medido en hPa, por otro lado, también recoge información correspondiente a la temperatura externa y altura sobre el nivel del mar.
- Sensor S12SD (Medidor de radiación UV): Este sensor fue utilizado para obtener el índice de radiación UV, de tal forma que en base a la escala IUV se pueda colegir si las ondas electromagnéticas provenientes del sol son o no perjudiciales para el cuerpo humano en un tiempo de exposición determinado.

4.1.3 Requerimientos de software

En este apartado tendremos el servicio de dashboard para la visualización de las variables climáticas, por lo que serán necesarios ciertos elementos para la visibilidad por parte del usuario final, sus requisitos son los siguientes:

- Sistema operativo (indiferente)
- Navegador (indiferente)
- Servicio web (Ubidots STEM)
- Aplicación móvil (Ubidots Explorer)

4.1.4 Requerimientos de hardware

Dentro de este apartado, para la realización de este proyecto se requirió la utilización de sensores y módulos detallados en las herramientas para la respectiva implementación IoT, debido a que el proyecto consiste en el desarrollo de una estación meteorológica, de tal forma que se realizó una conexión con dispositivos electrónicos, para esto los requisitos de hardware son los siguientes:

- Conexión eléctrica cableada para la alimentación del sistema
- Estación meteorológica automatizada
- Dispositivo inteligente para la visualización de los datos (Laptop, Smartphone)

4.2 Diseño

4.2.1 Funcionamiento de la solución tecnológica

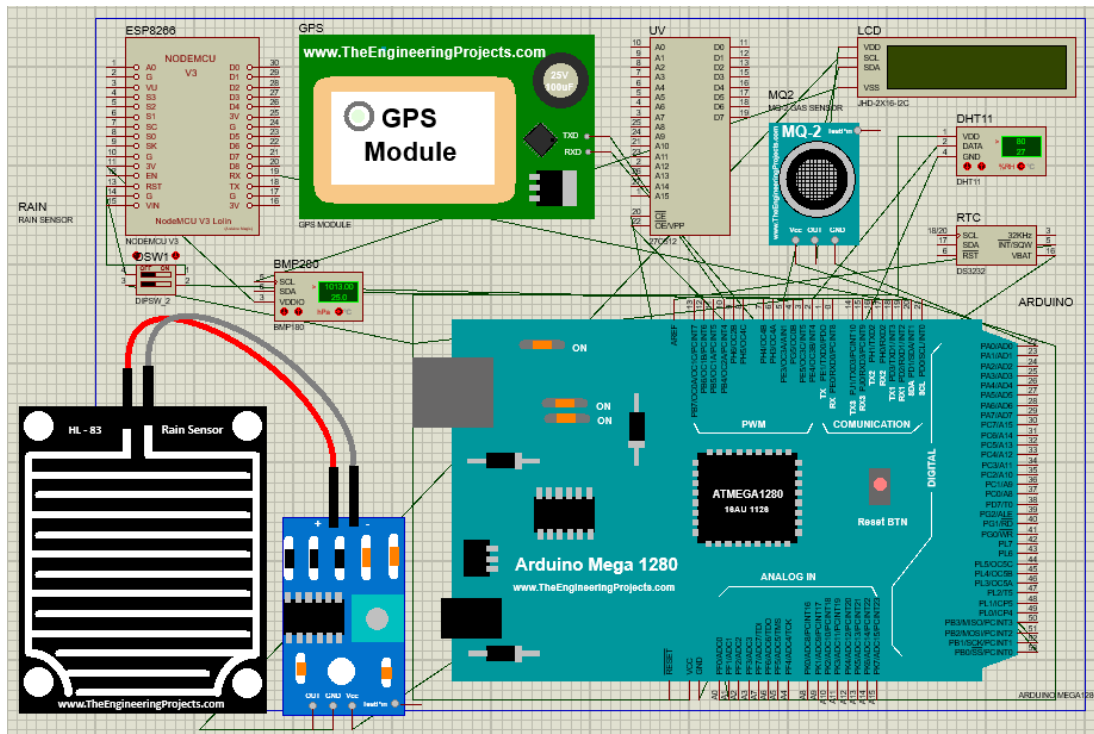


Figura 26: Diseño esquemático de los circuitos en Proteus para el desarrollo de la estación

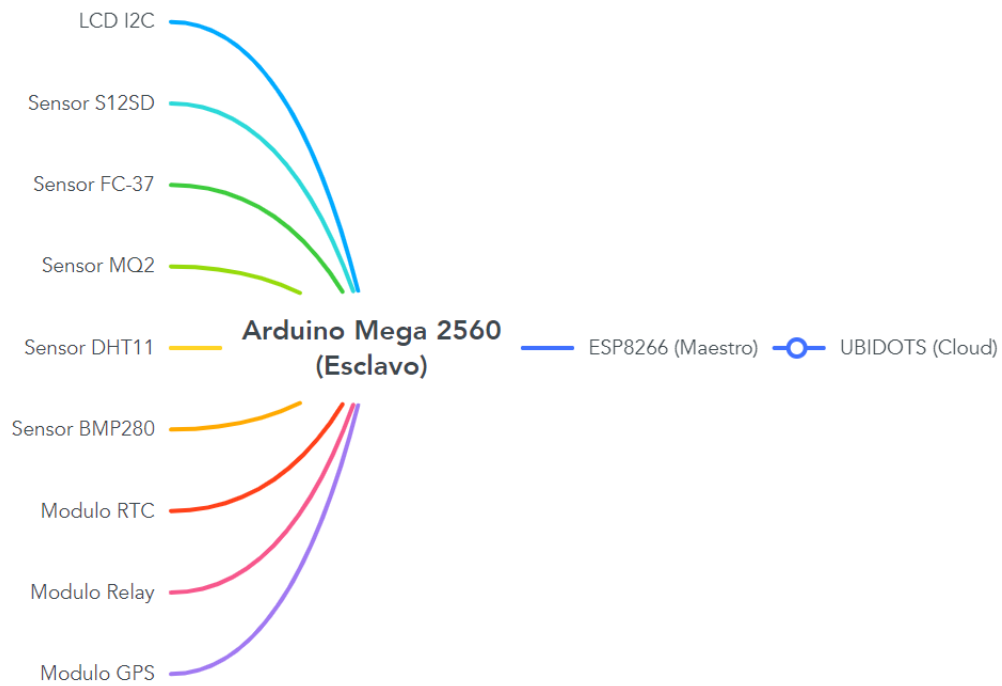


Figura 27: Esquema de comunicación entre las herramientas utilizadas

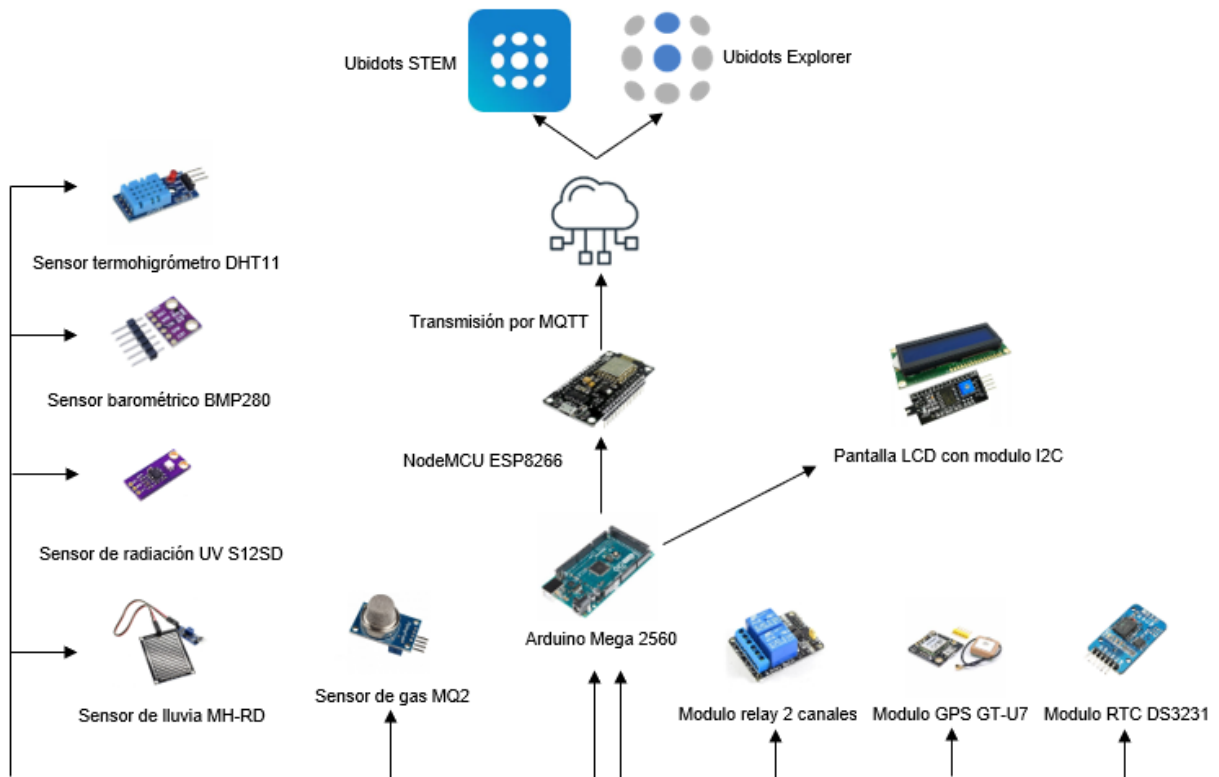


Figura 28: Esquema lógico de comunicación entre las herramientas y la plataforma de IoT

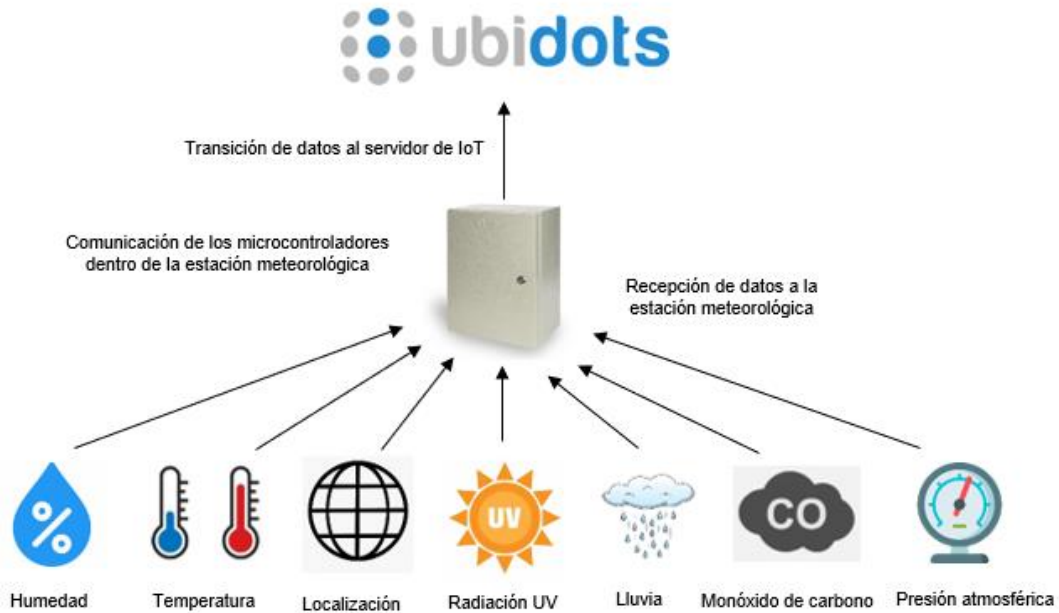


Figura 29: Funcionamiento de la solución tecnológica

4.2.2 Conexión de principales puertos de las herramientas utilizadas

LCD I2C		Sensor MQ2 (gas en ppm)	
Pin GND (Tierra)	Jumper Marrón	Pin VCC (Voltaje)	Jumper Morado
Pin VCC (Voltaje)	Jumper Azul	Pin GND (Tierra)	Jumper Gris
Pin SDA (S. Data)	Jumper Amarillo	Pin A0 (Analog)	Jumper Amarillo
Pin SCL (S. Clock)	Jumper Verde	Sensor MH-RD (lluvia)	
Real Time Clock		Pin VCC (Voltaje)	Jumper Amarillo
Pin GND (Tierra)	Jumper Gris	Pin GND (Tierra)	Jumper Morado
Pin VCC (Voltaje)	Jumper Blanco	Pin A2 (Analog)	Jumper Naranja
Pin SDA (S. Data)	Jumper Naranja	Sensor S12SD (UV en IUUV)	
Pin SCL (S. Clock)	Jumper Amarillo	Pin VCC (Voltaje)	Jumper Gris

Sensor DHT11 (temperatura/humedad)		Pin GND (Tierra)	Jumper Morado
Pin GND (Tierra)	Jumper Negro	Pin A1 (Analog)	Jumper Azul
Pin DATA	Jumper Gris	Relay1 Pin A4	Jumper Naranja
Pin VCC (Voltaje)	Jumper Blanco	Relay2 Pin A3	Jumper Amarillo
Sensor BMP280 3.3V (presión en hPa)		NodMCU ESP8266	Pin TX (Transmisor)
Pin GND (Tierra)	Jumper Negro	Arduino Mega 2560	Pin RX (Receptor)
Pin VCC (Voltaje)	Jumper Blanco	Modulo GPS GT-U7 (localización)	
Pin SDA (S. Data)	Jumper Morado	Pin TX (Transmisor)	Pin A10 (Analog)
Pin SCL (S. Clock)	Jumper Azul	Pin RX (Receptor)	Pin A11 (Analog)

4.3 Desarrollo

4.3.1 Desarrollo del Microcontrolador NodeMCU ESP8266 en Arduino IDE

```

/*****
 * Include Libraries
 *****/
#include "UbidotsESPMQTT.h"
/*****
 * Define Constants
 *****/
//BBFF-Uwy4v17oGuHe5EKmHsUgknC7AWiY2x
#define TOKEN "BBFF-qvYEvRiXRh6gdX0CmbpwGkGYFSXYWf" // Ubidots TOKEN
#define WIFINAME "TC_SISTEMAS" // SSID
#define WIFIPASS "Ingenieria2022" // Wifi Pass
Ubidots client(TOKEN);
/*****
 * Auxiliar Functions
 *****/
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  Serial.print("Message arrived [");
  Serial.print(topic);
  Serial.print("] ");
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    Serial.print((char)payload[i]);
  }
  Serial.println();
}

```

Figura 30: Inclusión de librerías y definición de constantes


```

String incomingString1="";
String incomingString2="";
String incomingString3="";
String incomingString4="";
String incomingString5="";
String incomingString6="";
String incomingString7="";
String incomingString8="";
String incomingString9="";
String incomingString10="";
float valor1=0;
float valor2=0;
float valor3=0;
float valor4=0;
float valor5=0;
float valor6=0;
float valor7=0;
float valor8=0;
float valor9=0.00000;
float valor10=0.00000;

```

Figura 31: Adición de variables receptoras de datos

```

void setup()
{
  // put your setup code here, to run once:
  //client.ubidotsSetBroker("industrial.api.ubidots.com");
  // Sets the broker properly
  Serial.begin(115200);
  Serial1.begin(115200);
  client.setDebug(true); // Pass a true or false bool value to activate debug messages
  client.wifiConnection(WIFINAME, WIFIPASS);
  client.begin(callback);
}

```

Figura 32: Preparación del programa y conexión con la red para la transmisión de los datos

```

void loop()
{
  //modelo
  //1011.93@28.80@1@0@49.87@77.87@30.34@80@-2.22367@-79.92608@
  if (Serial.available() > 2)
  {
    incomingString1 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString2 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString3 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString4 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString5 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString6 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString7 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString8 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString9 = Serial.readStringUntil('@');
    incomingString10 = Serial.readStringUntil('@');
  }
}

```

Figura 33: Validación de datos recibidos a la plataforma Ubidots

```

if ((incomingString1!=0) || (incomingString2!=0) || (incomingString3!=0) || (incomingString4!=0) || (incomingString5!=0) ||
(incomingString6!=0) || (incomingString7!=0) || (incomingString8!=0) || (incomingString9!=0) || (incomingString10!=0))
{
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString1);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString2);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString3);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString4);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString5);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString6);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString7);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString8);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString9);
  Serial.print("He recibido: ");
  Serial.println(incomingString10);

  valor1 = incomingString1.toFloat();
  valor2 = incomingString2.toFloat();
  valor3 = incomingString3.toFloat();
  valor4 = incomingString4.toFloat();
  valor5 = incomingString5.toFloat();
  valor6 = incomingString6.toFloat();
  valor7 = incomingString7.toFloat();
  valor8 = incomingString8.toFloat();
  valor9 = incomingString9.toFloat();
  valor10 = incomingString10.toFloat();
}

```

Figura 34: Recepción de datos a la plataforma de Ubidots

```

// put your main code here, to run repeatedly:
if(!client.connected()){
  client.reconnect();
}

// Publish values to 2 different data sources

client.add("presion", valor1);
client.add("temperatura", valor2);
client.add("radiacionuv", valor3);
client.add("lluvia", valor4);
client.add("gas", valor5);
client.ubidotsPublish("datos1estacion");
client.add("altura", valor6);
client.add("tempinterna", valor7);
client.add("humedad", valor8);
client.add("latitud", valor9);
client.add("longitud", valor10);
client.ubidotsPublish("datos2estacion");
client.loop();
}
}

delay(1000);
}

```

Figura 35: Exportación de datos a la plataforma Ubidots STEM

4.3.2 Desarrollo del Microcontrolador Arduino Mega 2560 en Arduino IDE

```
// Librerias
#include <Wire.h> // Un solo cable de comunicacion dht11
#include <SPI.h> // Protocolo de puerto serial rtc, lcd presion
#include <Adafruit_BMP280.h> // Sensor de presion
#include <LCD_I2C.h> // Para lcd
#include "RTClib.h" // Modulo de reloj
#include <SimpleDHT.h> // Sensor de temperatura y humedad
#include <MQUnifiedsensor.h> // Sensor MQ2
#include <SoftwareSerial.h> // Para GPS
#include <TinyGPS.h> // Complemento de GPS
```

Figura 36: Adición de librerías utilizadas para la programación de los sensores y módulos

```
//LCD_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Original Default address of most PCF8574 modules, change according
LCD_I2C lcd(0x27, 20, 4); // Default address of most PCF8574 modules, change according

////////// RTC
RTC_DS1307 RTC; // Setup an instance of DS1307 naming it RTC

////////// Sensor de presion
Adafruit_BMP280 bmp; // Use I2C interface
Adafruit_Sensor *bmp_temp = bmp.getTemperatureSensor();
Adafruit_Sensor *bmp_pressure = bmp.getPressureSensor();

//////////////////////////////////// DHT11
int pinDHT11 = 2;
SimpleDHT11 dht11(pinDHT11);
```

Figura 37: Asignación de objetos para los sensores

```
//////////////////////////////////// MQ2
// Include the library
#include <MQUnifiedsensor.h>
/*****Hardware Related Macros*****/
#define Board ("Arduino MEGA")
#define Pin (A0) // Analog input 3 of your arduino
/*****Software Related Macros*****/
#define Type ("MQ-2") // MQ2
#define Voltage_Resolution (5)
#define ADC_Bit_Resolution (10) // For arduino UNO/MEGA/NANO
#define RatioMQ2CleanAir (9.83) // RS / R0 = 9.83 ppm

/*****Globals*****/
MQUnifiedsensor MQ2(Board, Voltage_Resolution, ADC_Bit_Resolution, Pin, Type);
int centinela=0;
```

Figura 38: Asignación de objetos para el sensor de gas

```

////////////////////////////////////// SENSOR UV

float sensorVoltage;
float sensorValue;
int UV_index;
String quality ="";

////////////////////////////////////// SENSOR DE LLUVIA
const int sensorPin = A2;

////////////////////////////////////// RELAY
int relay1 = 3;
int relay2 = 4;

////////////////////////////////////// LCD
int cont1=0;
int cont2=0;
////////////////////////////////////// BIDOTS
int cont3=0;
////////////////////////////////////// GPS
TinyGPS gps;
SoftwareSerial serialgps(10,11); // RX,TX ARDUINO MEGA
float latitude=0.00000;
float longitude=0.00000;

```

Figura 39: Definición de variables globales y constantes utilizadas

```

void setup()
{
  //////////////////////////////////////// Comunicacion serial
  Serial.begin(115200); // Comunicacion serial con el computador
  Serial1.begin(115200); // Comunicacion serial con con ESP8266

  //////////////////////////////////////// Sensor de presion
  unsigned status;
  status = bmp.begin(BMP280_ADDRESS_ALT, BMP280_CHIPID);
  /* Default settings. */
  bmp.setSampling(Adafruit_BMP280::MODE_NORMAL, /* Operating Mode. */
                  Adafruit_BMP280::SAMPLING_X2, /* Temp. oversampling */
                  Adafruit_BMP280::SAMPLING_X16, /* Pressure oversampling */
                  Adafruit_BMP280::FILTER_X16, /* Filtering. */
                  Adafruit_BMP280::STANDBY_MS_500); /* Standby time. */

  bmp_temp->printSensorDetails();

```

Figura 40: Preparación del programa y asignación de configuraciones al sensor de presión

```

////////////////////////////////////// LCD
lcd.begin(); // If you are using more I2C devices using the Wire library use lcd.begin(false)
              // this stop the library(LCD_I2C) from calling Wire.begin()
lcd.backlight();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" PROYECTO:"); // You can make spaces using well... spaces
lcd.setCursor(0, 1); // Or setting the cursor in the desired position.
lcd.print(" ESTACION"); // You can make spaces using well... spaces
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print(" METEOROLOGICA"); // You can make spaces using well... spaces
lcd.setCursor(0, 3); // Or setting the cursor in the desired position.
lcd.print("Para: IngenieriaUCSG"); // You can make spaces using well... spaces
delay(1000);

```

Figura 41: Configuración del LCD e impresión de un mensaje de inicio

```

// Set math model to calculate the PPM concentration and the value of constants
MQ2.setRegressionMethod(1); // _PPM = a^ratio^b
MQ2.setA(36974); MQ2.setB(-3.109); // Configure the equation to calculate LPG concentration
/*
Exponential regression:
Gas | a | b
H2 | 987.99 | -2.162
LPG | 574.25 | -2.222
CO | 36974 | -3.109
Alcohol| 3616.1 | -2.675
Propane| 658.71 | -2.168
*/
MQ2.init();
// Serial.print("Calibrating please wait.");
float calcR0 = 0;
for(int i = 1; i<=10; i++)
{
MQ2.update(); // Update data, the arduino will read the voltage from the analog pin
calcR0 += MQ2.calibrate(RatioMQ2CleanAir);
Serial.print(".");
}
MQ2.setR0(calcR0/10);
Serial.println(" done!.");

```

Figura 42: Configuración del sensor MQ2 para la definición del compuesto para su lectura

```

//////////////////////////////////// LLUVIA

// pinMode(sensorPin, INPUT);
// Definir pin como entrada

//////////////////////////////////// RELAY
pinMode(relay1, OUTPUT);
pinMode(relay2, OUTPUT);
digitalWrite(relay1, HIGH);
digitalWrite(relay2, HIGH);

//////////////////////////////////// GPS
serialgps.begin(9600);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("CARGANDO...");
while((serialgps.available()) && (latitude==0) && (longitude==0))
{
int c=serialgps.read();
if(gps.encode(c))
{
gps.f_get_position(&latitude, &longitude);
}
}
}
}

```

Figura 43: Configuración para la lectura del sensor de lluvia y datos en módulos relay y GPS

```

void loop()
{
//////////////////////////////////// RTC
DateTime now = RTC.now();

Serial.print(now.year(), DEC);
Serial.print('/');
Serial.print(now.month(), DEC);
Serial.print('/');
Serial.print(now.day(), DEC);
Serial.print(' ');
Serial.print(now.hour(), DEC);
Serial.print(':');
Serial.print(now.minute(), DEC);
Serial.print(':');
Serial.print(now.second(), DEC);
Serial.println();
}

```

Figura 44: Ejecución del programa en el cuerpo del proyecto con la inicialización del reloj

```

////////////////////////////////////// SENSOR DE PRESION
sensors_event_t temp_event, pressure_event;
bmp_temp->getEvent(&temp_event);
bmp_pressure->getEvent(&pressure_event);

Serial.print(F("Temperatura [*C]= "));
Serial.println(temp_event.temperature);

Serial.print(F("Presion [hPa]= "));
Serial.println(pressure_event.pressure);

Serial.print(F("Altura [m]= "));
if(bmp.readAltitude(1013.25)>0)
Serial.println(bmp.readAltitude(1013.25)); //Adjusted to local forecast!
else
Serial.println("1.0000"); //Adjusted to local forecast

```

Figura 45: Obtención de datos de presión atmosférica

```

////////////////////////////////////// DHT11 TEMPERATURA
// read without samples.
byte temperature = 0;
byte humidity = 0;
int err = SimpleDHTErrSuccess;
if ((err = dht11.read(&temperature, &humidity, NULL)) != SimpleDHTErrSuccess) {
  // Serial.print("Read DHT11 failed, err="); Serial.print(SimpleDHTErrCode(err));
  // Serial.print(","); Serial.println(SimpleDHTErrDuration(err));
  return;
}
Serial.print("Temp cabina [*C]: ");
Serial.println((int)temperature);
Serial.print("Humedad [%]: ");
Serial.println((int)humidity);

////////////////////////////////////// MQ2 sensor de CO2
MQ2.update(); // Update data, the arduino will read the voltage from the analog pin
MQ2.readSensor(); // Sensor will read PPM concentration using the model, a and b values set previously or from the setup
MQ2.serialDebug(); // Will print the table on the serial port
Serial.print("PPM CO: ");
Serial.print(MQ2.readSensor());
Serial.println();

```

Figura 46: Obtención de datos de temperatura, humedad y calidad del aire

```

sensorValue = analogRead(A1);
sensorVoltage = sensorValue/1024*5.0;
UV_index= sensorVoltage/0.1;
// Condition for UV state
if(UV_index<=2){
  quality = "LOW";
}

else if(UV_index > 2 && UV_index <=5){
  quality = "MOD";
}

else if(UV_index>5 && UV_index<=7){
  quality = "HIGH";
}

else if(UV_index>7 && UV_index<=10){
  quality = "VERY HIGH";
}

}

else{
  quality = "EXTREME";
}
// Serial.print("UV: "+String(quality) + " ");
// Serial.print(UV_index);
// Serial.println();

```

Figura 47: Inicialización del sensor analógico y recepción de datos según el IUUV

```

////////////////////////////////////// SENSOR DE LLUVIA
int value = 0;
value = analogRead(A2); // Lectura digital de pin
if (value <700)
{
    // Serial.print("Lluvia: si");
    cont2=1;
}
else
{
    // Serial.print("Lluvia: no");
    cont2=0;
}
////////////////////////////////////// RELAY
if(temp_event.temperature>=30)
    digitalWrite(relay1, LOW);
else
    digitalWrite(relay1, HIGH);

if(MQ2.readSensor()>=450)
{
    digitalWrite(relay2, LOW);
    if(centinela==0)
    {
        Serial1.print(pressure_event.pressure+String('@')+temp_event.temperature+String('@')+UV_index+String('@')+cont2+
            String('@')+MQ2.readSensor()+String('@')+latitude+String('@')+longitude+String('@')+!digitalRead(relay2)+String('@'));
        Serial.println(pressure_event.pressure+String('@')+temp_event.temperature+String('@')+UV_index+String('@')+cont2+
            String('@')+MQ2.readSensor()+String('@')+latitude+String('@')+longitude+String('@')+!digitalRead(relay2)+String('@'));
        centinela=1;
    }
}
else
{
    digitalWrite(relay2, HIGH);
    centinela=0;
}
}

```

Figura 48: Validación de datos en el relay para el encendido o apagado del interruptor

```

////////////////////////////////////// LCD
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(now.year()+String('/')+now.month()+String('/')+now.day()+String(' ') +now.hour()+String(':')+now.minute()+String(':')+ now.second());
if((cont1==0) || (cont1==5) || (cont1==10) || (cont1==15))
    lcd.clear();

cont1++;
if(cont1<5)
{
    // lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(now.year()+String('/')+now.month()+String('/')+now.day()+String(' ') +now.hour()+String(':')+now.minute()+String(':')+ now.second());

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(String("Temperatura: ") +temp_event.temperature+("C"));
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print(String("Presion: ") +pressure_event.pressure+("hPa"));
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print(String("Altura: ") +bmp.readAltitude(1013.25)+("msnm"));
    // lcd.print(String("Altura: ") +bmp.readAltitude(pressure_event.pressure));
}
if((cont1==0) || (cont1==5) || (cont1==10) || (cont1==15))
    lcd.clear();
if((cont1>=5) && (cont1<10))
{
    // lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print(now.year()+String('/')+now.month()+String('/')+now.day()+String(' ') +now.hour()+String(':')+now.minute()+String(':')+ now.second());

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(String("Temp Interna: ") +(int) temperature+("C"));
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print(String("Humedad: ") +(int) humidity+("%");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print(String("Aire: ") +MQ2.readSensor()+("PPM"));
}
}

```

Figura 49: Presentación y posicionamiento de las variables como presión, humedad en la pantalla LCD

```

if((cont1==0)|| (cont1==5) || (cont1==10) || (cont1==15))
  lcd.clear();
if((cont1>=10) && (cont1<15))
{
  // lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(now.year()+String('/')+now.month()+String('/')+now.day()+String(' ') +now.hour()+String(':')+now.minute()+String(':')+ now.second());
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(String("Indice UV: ") +UV_index);
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print(String("Lluvia: "));
  if(cont2==1)
  lcd.print(String("Si "));
  if(cont2==0)
  lcd.print(String("No "));
}
if((cont1==0)|| (cont1==5) || (cont1==10) || (cont1==15))
  lcd.clear();
if(cont1>=15)
{
  // lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(now.year()+String('/')+now.month()+String('/')+now.day()+String(' ') +now.hour()+String(':')+now.minute()+String(':')+ now.second());
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print(String("Latitud: "));
  lcd.setCursor(10, 1);
  lcd.print(latitude, 5);
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print(String("Longitud: "));
  lcd.setCursor(10, 2);
  lcd.print(longitude, 5);
}
if(cont1>=20)
{
  cont1=0;
}

```

Figura 50: Presentación de variables correspondiente a radiación UV, lluvia, latitud y longitud

```

if((cont3>30)|| (cont3==0))
{
  Serial.print(now.year(), DEC);
  Serial.print('/');
  Serial.print(now.month(), DEC);
  Serial.print('/');
  Serial.print(now.day(), DEC);
  Serial.print(' ');
  Serial.print(now.hour(), DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.minute(), DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.second(), DEC);
  Serial.println();

  Serial1.print(pressure_event.pressure+String('@')+temp_event.temperature+String('@')+UV_index+String('@')+cont2+String('@')+MQ2.readSensor()+String('@'));
  Serial1.print(latitude, 5);
  Serial1.print(String('@'));
  Serial1.print(longitude, 5);
  Serial1.print(String('@'));
  Serial1.print(!digitalRead(relay1)+String('@'));

  Serial.print(pressure_event.pressure+String('@')+temp_event.temperature+String('@')+UV_index+String('@')+cont2+String('@')+MQ2.readSensor()+String('@'));
  Serial.print(latitude, 5);
  Serial.print(String('@'));
  Serial.print(longitude, 5);
  Serial.print(String('@'));
  Serial.println(!digitalRead(relay1)+String('@'));
  // Serial.println(pressure_event.pressure+String('@')+temp_event.temperature+String('@')+UV_index+String('@')+cont2+String('@')+MQ2.readSensor()+
  // String('@')+latitude+String('@')+longitude+String('@')+!digitalRead(relay1)+String('@'));
}
if(cont3>30)
  cont3=0;

cont3++;
////////////////////////////////////
// Serial.println();
// Serial.println();
delay(1000);
}

```

Figura 51: Exportación de las variables al microcontrolador NodeMCU ESP8266

4.4 Pruebas

4.4.1 Pruebas de ensamblaje y voltaje

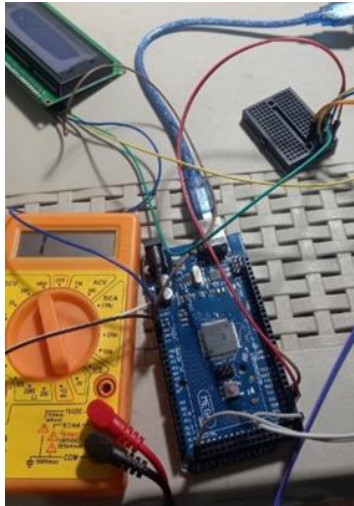


Figura 52: Prueba de voltaje y conexión entre Arduino Mega 2560 y pantalla LCD

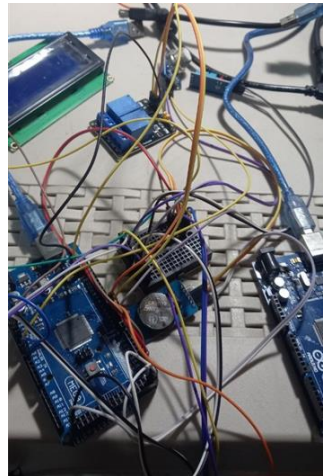


Figura 53: Pruebas de conexión entre módulos RTC y Relay con Arduino Mega 2560

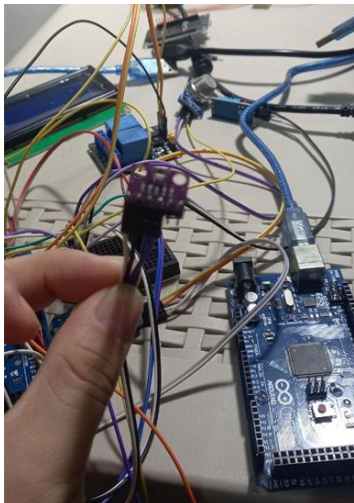


Figura 54: Pruebas de conexión del sensor BMP280 al Arduino Mega 2560 y ESP8266

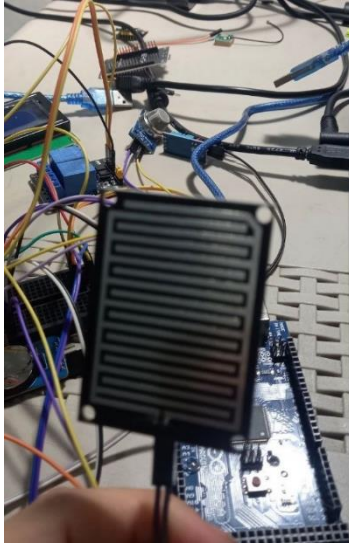


Figura 55: Pruebas de conexión sensores MQ2 (gas) y MH-RD (lluvia) con Arduino Mega 2560



Figura 56: Muestra de datos obtenidos a través de la pantalla LCD



Figura 57: Colocación de la estación meteorológica en las instalaciones de la faculta de ingeniería

4.4.2 Características de la plataforma IoT (Ubidots STEM)

A continuación, en este apartado serán mostradas las ventanas y funcionalidad de mayor relevancia dentro de la plataforma de IoT para el servicio de la comunidad universitaria, como es el caso de los variables con datos obtenidos mediante en un lapso determinado, así como también los dashboards utilizados para la presentación de la información.

4.4.2.1 Obtención de datos en la plataforma Ubidots STEM

4.4.2.1.1 Variable de temperatura en grados Celsius (°C)

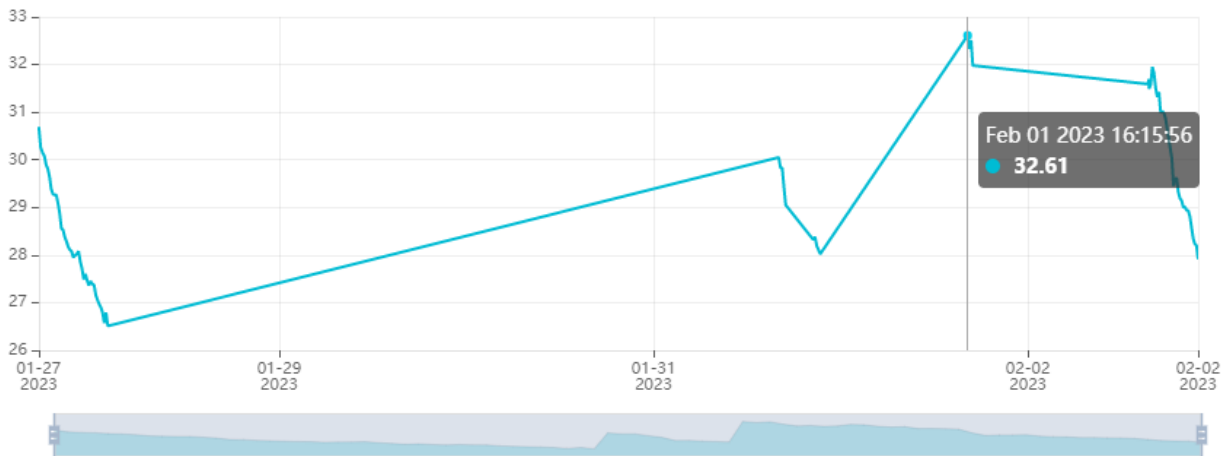


Figura 58: Fluctuación del estado de la variable de temperatura

2023-01-28 02:02:01 -05:00	26.51	{}	🗑️
2023-01-28 01:48:23 -05:00	26.79	{}	🗑️
2023-01-28 01:35:07 -05:00	26.57	{}	🗑️
2023-01-28 01:21:54 -05:00	26.79	{}	🗑️
2023-01-28 01:08:49 -05:00	26.90	{}	🗑️
2023-01-28 00:55:35 -05:00	26.97	{}	🗑️
2023-01-28 00:42:29 -05:00	27.06	{}	🗑️
2023-01-28 00:29:27 -05:00	27.16	{}	🗑️
2023-01-28 00:16:20 -05:00	27.37	{}	🗑️
2023-01-28 00:03:09 -05:00	27.39	{}	🗑️

Figura 59: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de temperatura

4.4.2.1.2 Variable de presión atmosférica en hectopascales (hPa)

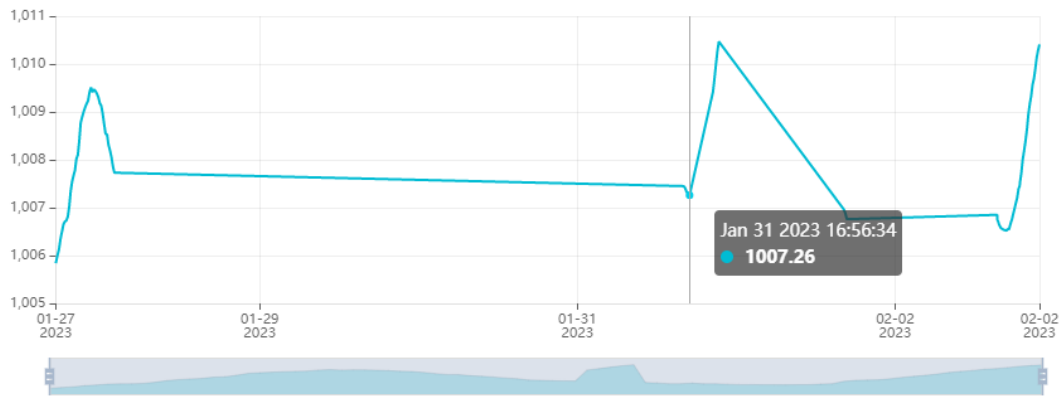


Figura 60: Fluctuación del estado de la variable de presión atmosférica

2023-01-28 02:02:01 -05:00	1007.73	🗑️
2023-01-28 01:48:23 -05:00	1007.87	🗑️
2023-01-28 01:35:07 -05:00	1008.06	🗑️
2023-01-28 01:21:54 -05:00	1008.20	🗑️
2023-01-28 01:08:49 -05:00	1008.31	🗑️
2023-01-28 00:55:35 -05:00	1008.53	🗑️
2023-01-28 00:42:29 -05:00	1008.54	🗑️
2023-01-28 00:29:27 -05:00	1008.74	🗑️
2023-01-28 00:16:20 -05:00	1008.96	🗑️
2023-01-28 00:03:09 -05:00	1009.13	🗑️

Figura 61: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de presión atmosférica

4.4.2.1.3 Variable de radiación ultravioleta en índice UV (IUV)

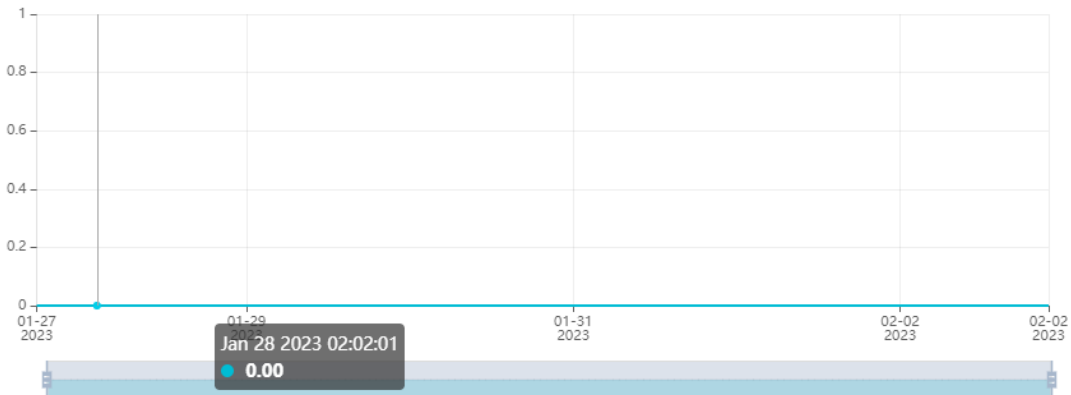


Figura 62: Fluctuación del estado de la variable de radiación ultravioleta

2023-01-28 02:02:01 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:55:16 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:48:23 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:41:55 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:35:07 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:28:39 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:21:54 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:15:28 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:08:49 -05:00	0.00	0	
2023-01-28 01:02:19 -05:00	0.00	0	

Figura 63: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de radiación ultravioleta

4.4.2.1.4 Variable de gas en partículas por millón (ppm)

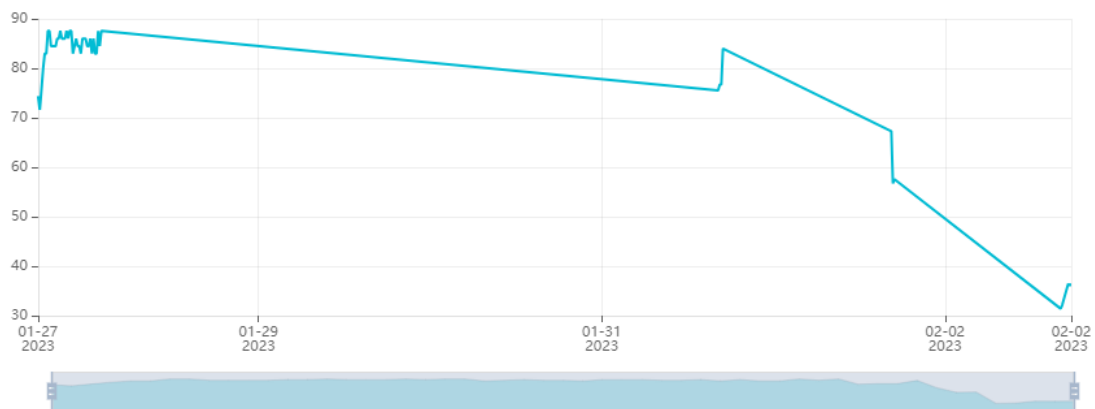


Figura 64: Fluctuación del estado de la variable de gas

2023-01-28 02:02:01 -05:00	87.56	0	
2023-01-28 01:48:23 -05:00	84.48	0	
2023-01-28 01:35:07 -05:00	87.56	0	
2023-01-28 01:21:54 -05:00	82.98	0	
2023-01-28 01:08:49 -05:00	82.98	0	
2023-01-28 00:55:35 -05:00	86.01	0	
2023-01-28 00:42:29 -05:00	82.98	0	
2023-01-28 00:29:27 -05:00	86.01	0	
2023-01-28 00:16:20 -05:00	84.48	0	
2023-01-28 00:03:09 -05:00	84.48	0	

Figura 65: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de gas

4.4.2.1.5 Variable de humedad relativa (%)

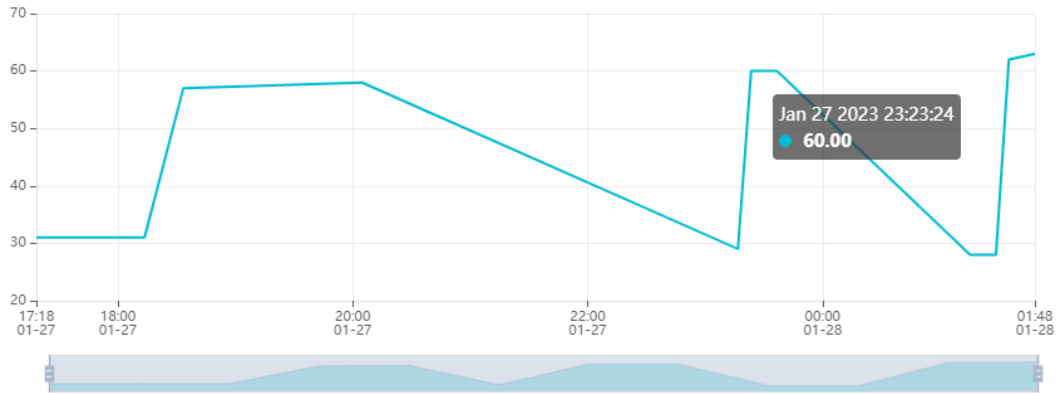


Figura 66: Fluctuación del estado de humedad relativa

2023-01-28 01:48:24 -05:00	63.00	{}	
2023-01-28 01:35:08 -05:00	62.00	{}	
2023-01-28 01:28:31 -05:00	28.00	{}	
2023-01-28 01:15:20 -05:00	28.00	{}	
2023-01-27 23:36:37 -05:00	60.00	{}	
2023-01-27 23:23:24 -05:00	60.00	{}	
2023-01-27 23:16:45 -05:00	29.00	{}	
2023-01-27 20:04:41 -05:00	58.00	{}	
2023-01-27 18:33:25 -05:00	57.00	{}	
2023-01-27 18:13:37 -05:00	31.00	{}	

Figura 67: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de humedad relativa

4.4.2.1.6 Variable de temperatura interna (°C)

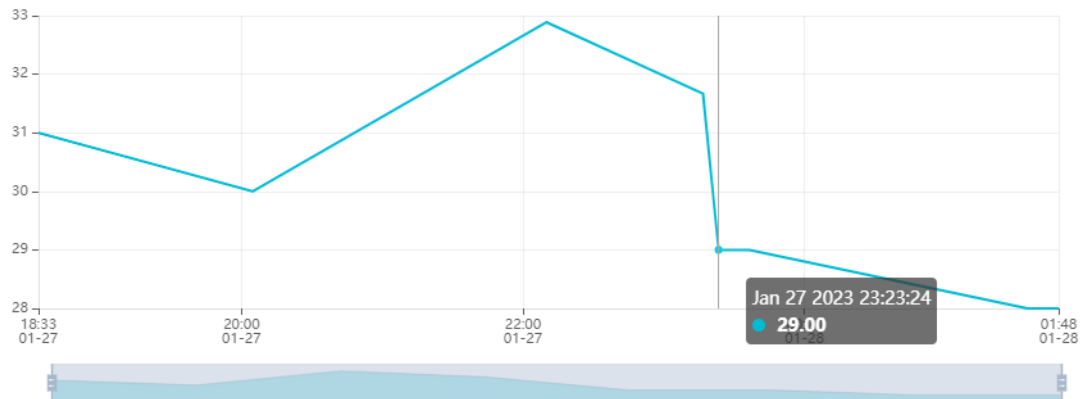


Figura 68: Fluctuación del estado de temperatura interna

2023-01-28 01:48:24 -05:00	28.00	{}	🗑
2023-01-28 01:35:08 -05:00	28.00	{}	🗑
2023-01-27 23:36:37 -05:00	29.00	{}	🗑
2023-01-27 23:23:24 -05:00	29.00	{}	🗑
2023-01-27 23:16:45 -05:00	31.67	{}	🗑
2023-01-27 22:09:55 -05:00	32.89	{}	🗑
2023-01-27 20:04:41 -05:00	30.00	{}	🗑
2023-01-27 18:33:25 -05:00	31.00	{}	🗑

Figura 69: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de temperatura interna

4.4.2.1.7 Variable de altura (msnm)

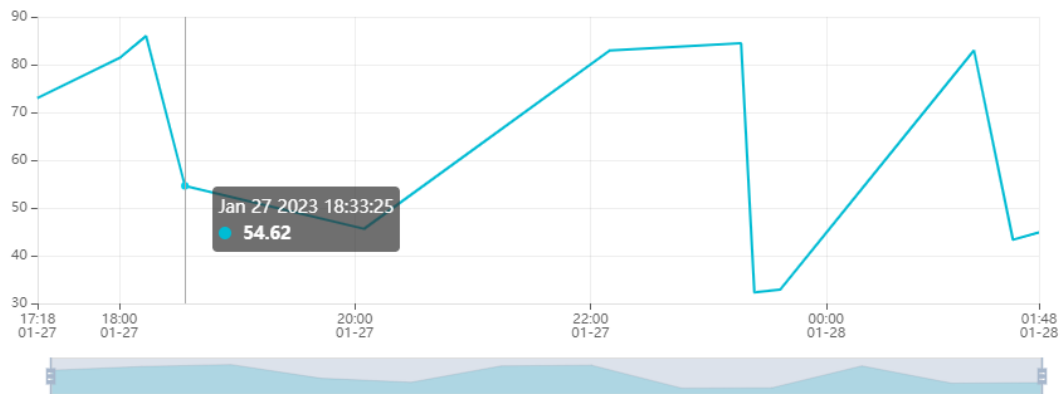


Figura 70: Fluctuación del estado de la variable de altura

2023-01-28 01:48:24 -05:00	44.86	{}	🗑
2023-01-28 01:35:08 -05:00	43.32	{}	🗑
2023-01-28 01:15:20 -05:00	82.98	{}	🗑
2023-01-27 23:36:37 -05:00	32.89	{}	🗑
2023-01-27 23:23:24 -05:00	32.31	{}	🗑
2023-01-27 23:16:45 -05:00	84.48	{}	🗑
2023-01-27 22:09:55 -05:00	82.98	{}	🗑
2023-01-27 20:04:41 -05:00	45.62	{}	🗑
2023-01-27 18:33:25 -05:00	54.62	{}	🗑
2023-01-27 18:13:37 -05:00	86.01	{}	🗑

Figura 71: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de altura

4.4.2.1.8 Variable de latitud

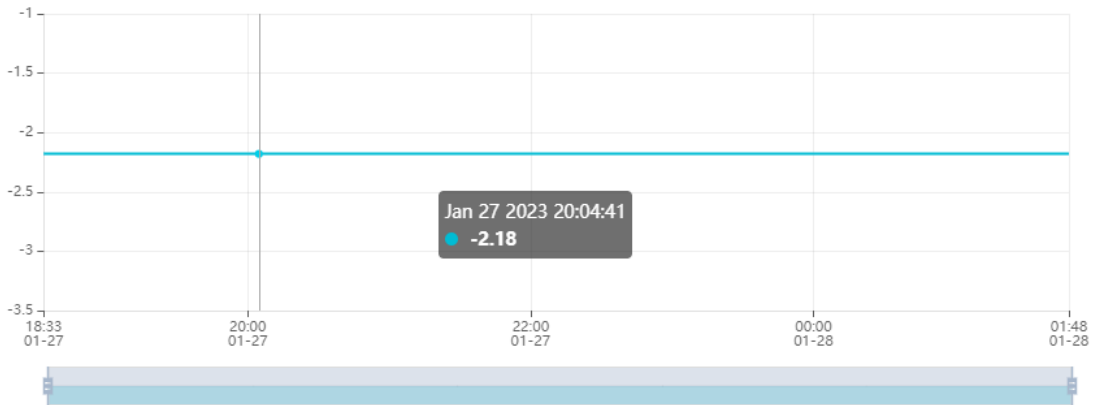


Figura 72: Fluctuación del estado de la variable de latitud

DATE	VALUE	CONTEXT	ACTIONS
2023-01-19 00:05:08 -05:00	0.000	{}	
2023-01-19 00:03:50 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:55:04 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:50:03 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:48:48 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:34:30 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:33:12 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:30:38 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:29:20 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:19:36 -05:00	0.000	{}	

Figura 73: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de latitud

4.4.2.1.9 Variable de longitud

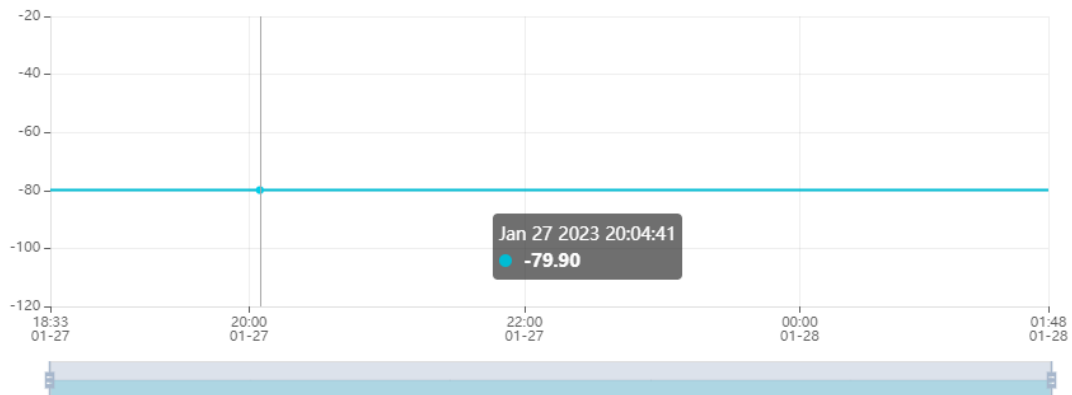


Figura 74: Fluctuación del estado de la variable de longitud

DATE	VALUE	CONTEXT	ACTIONS
2023-01-19 00:05:08 -05:00	0.000	{}	
2023-01-19 00:03:50 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:55:04 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:50:03 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:48:48 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:34:30 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:33:12 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:30:38 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:29:20 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:19:36 -05:00	0.000	{}	

Figura 75: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de longitud

4.4.2.1.10 Variable de lluvia

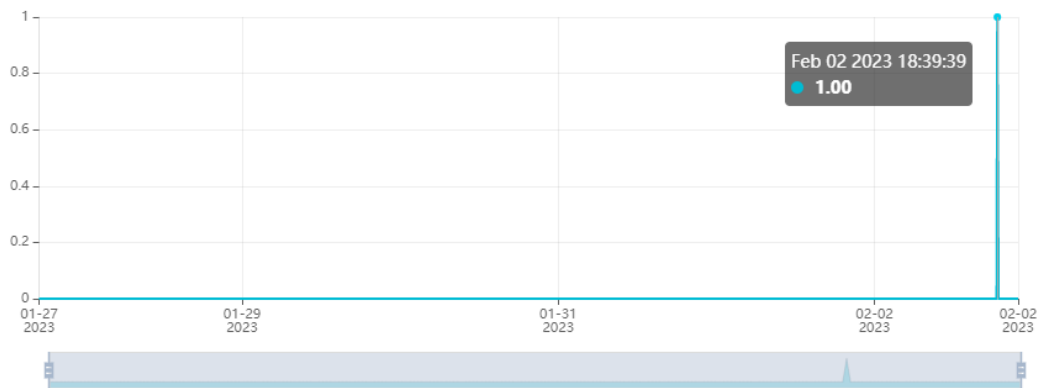


Figura 76: Fluctuación del estado de la variable de lluvia

DATE	VALUE	CONTEXT	ACTIONS
2023-01-19 00:05:08 -05:00	0.000	{}	
2023-01-19 00:03:50 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:55:04 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:50:03 -05:00	0.000	{}	
2023-01-18 23:48:48 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:34:30 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:33:12 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:30:38 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:29:20 -05:00	0.000	{}	
2023-01-16 07:19:36 -05:00	0.000	{}	

Figura 77: Datos recapitulativos referentes al estado de la variable de lluvia

4.4.2 Presentación de variables

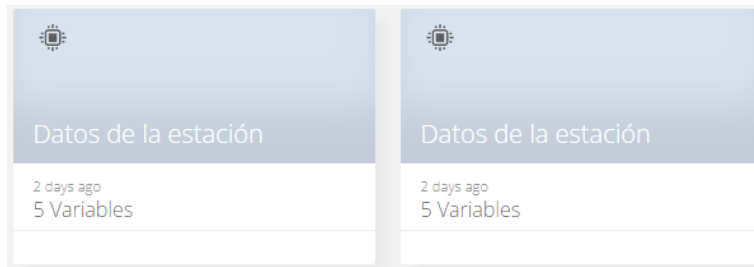


Figura 78: Variables utilizadas para el dashboard de la estación

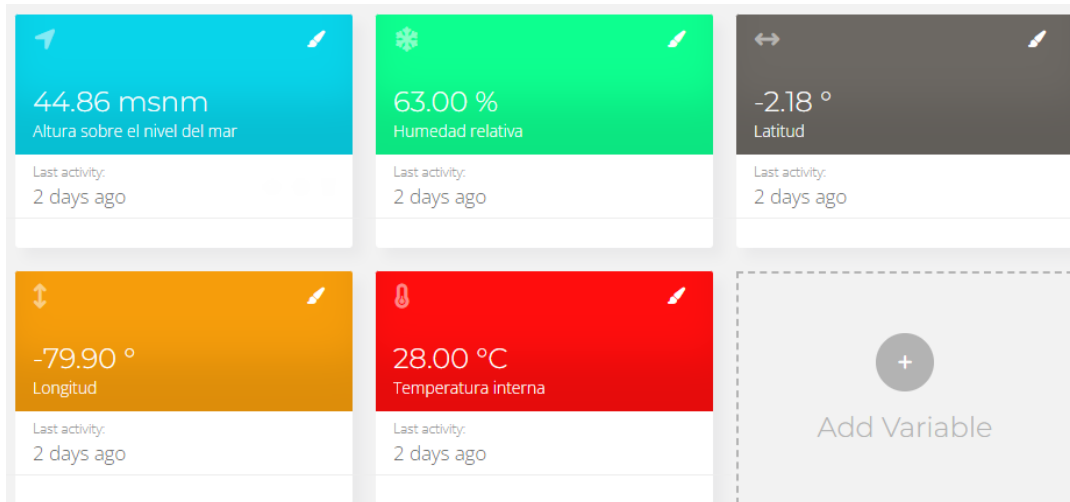


Figura 79: Variables utilizadas como altura, humedad, latitud, longitud y temperatura interna

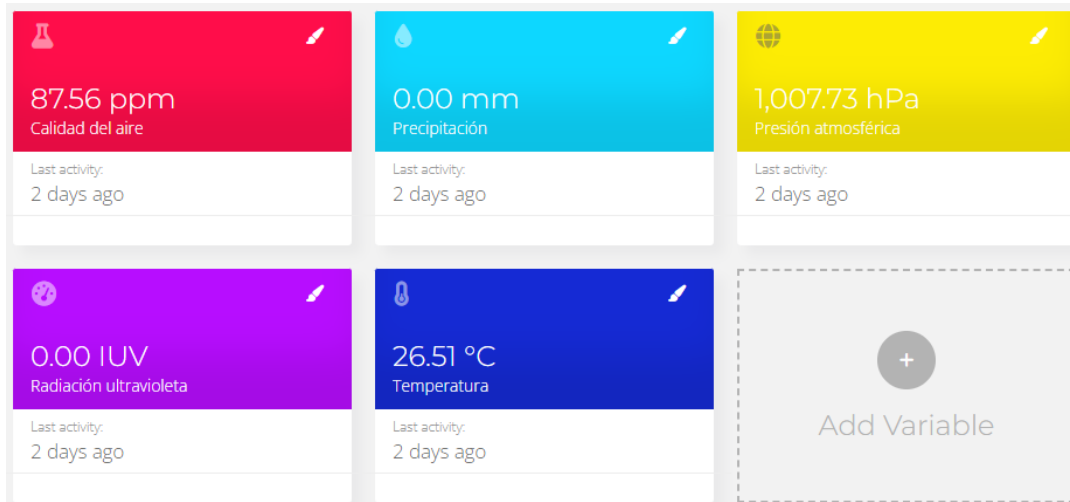


Figura 80: Variables utilizadas como gas, lluvia, presión, radiación UV y temperatura

4.4.2.3 Presentación del dashboard

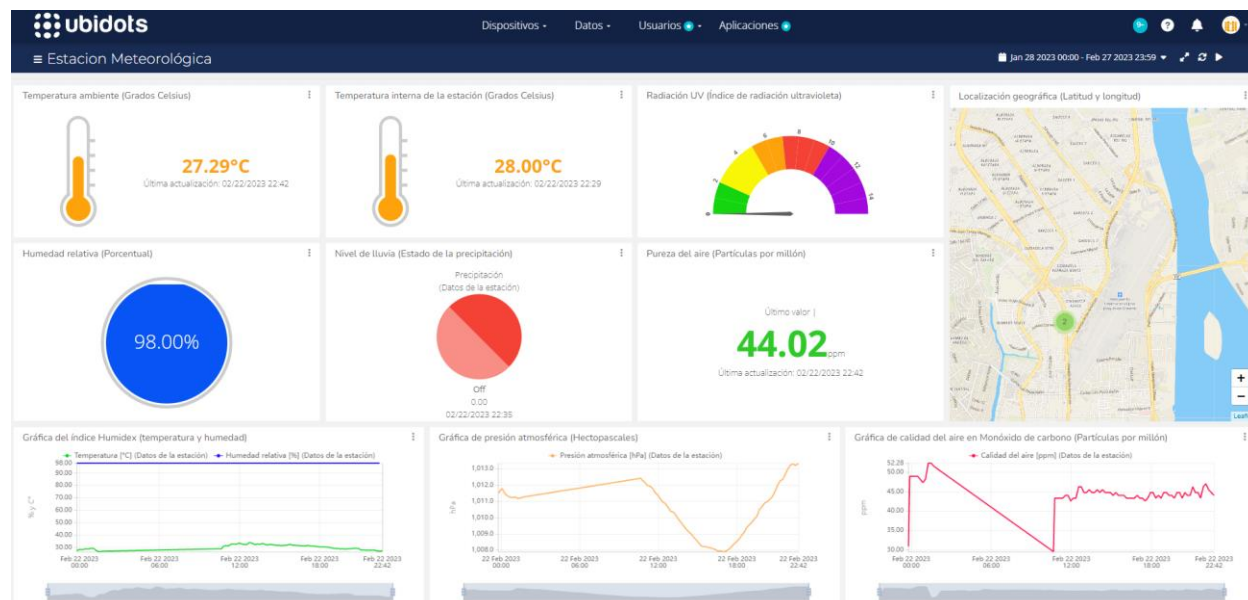


Figura 81: Dashboard para la visualización de las variables utilizadas

4.5 Implantación

La estación meteorológica desarrollada para la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil recopila información referente al cambio climático, con la obtención de estos datos es posible llegar a una conclusión acorde a la variable que se esté analizando, por ejemplo con la obtención de las variables de temperatura, humedad y lluvia se puede determinar si es acorde realizar actividades en el exterior, especialmente en temporada de invierno cuando la precipitación es más prominente.

Por otro lado, con las mismas variables de temperatura y humedad es posible estatuir el nivel de confort del personal tanto académico como institucional, ya que con estos parámetros se puede calcular si las condiciones ofrecen un buen nivel de productividad o inclusive si la situación climática es desfavorable para la salud.

Del mismo modo con la variable de radiación ultravioleta se puede detectar el IUV de las ondas electromagnéticas emitidas por el sol, de tal forma que es seguro para el cuerpo humano estar expuesto a niveles entre 0 y 3, mientras que niveles superiores son perjudiciales. Así mismo con la obtención del nivel de ppm en el aire es posible aseverar la peligrosidad de las emisiones de CO dispersas en el ambiente. Con estas variables y

datos obtenidos gracias a la implementación se puede generar información relevante con fines investigativos que puedan aportar datos relevantes a la comunidad universitaria,

En otro aspecto a considerar se presentará a continuación los costos de las herramientas que han sido utilizadas para la elaboración del presente proyecto, siendo su valor equiparable con el de marcas dedicadas a esta industria en el mercado.

Recursos	Costos
Microcontrolador NodeMCU ESP8266	\$9,00
Microcontrolador Arduino Mega 2560	\$38,50
Modulo RTC DS3231 + pila Energizer	\$6,00
Modulo GPS GT-U7	\$10,00
Modulo Relay 2 canales	\$4,50
Pantalla LCD I2C	\$16,00
Sensor MQ2	\$4,50
Sensor DHT11	\$2,50
Sensor S12SD	\$8,00
Sensor BMP280	\$4,00
Sensor MH-RD	\$3,00
Plataforma de IoT Ubidots (STEM)	\$0,00
Gabinete metálico IP65	\$27,00
Instalación de la estación meteorológica	\$20,00
Materiales extra	\$10,00
Total	\$163,00

Tabla 1: Comparación de costos de los componentes y herramientas utilizadas para el proyecto

4.6 Auditoria

En este segmento será detallado el Benchmark (ficha técnica) de las herramientas utilizadas en comparación a herramientas de similares características como es el caso de la plataforma de IoT, protocolos de comunicación entre otros.

4.6.1 Ubidots STEM vs Ubidots (Plataforma de IoT)

Descripción	Ubidots STEM	Ubidots
Dispositivos	10 dispositivos, primero 3 dispositivos gratis	1 a miles de dispositivos.
VARIABLES	10 variables por dispositivo	20 variables por dispositivo.
Plugin	1 plugin, con 10.000 ejecuciones de plugin al mes	Paneles y widgets ilimitados.
Ingesta de datos	4.000 puntos por día en todos sus dispositivos	A partir de 2 millones de puntos por mes
Extracción de datos	500,000 puntos por día en toda su cuenta	A partir de 20 millones de puntos por mes.
Velocidad de datos	1 solicitud por segundo, en todos sus dispositivos	4 solicitudes por segundo, en todos sus dispositivos.
Retención de datos	1 mes	2 años
Dashboards	3 dashboards, con hasta 10 widgets cada uno	De 1 a miles de dashboards.
Correos electrónicos	100 correos electrónicos gratis por mes.	Ilimitados.
Tiempo de actividad	Recursos de servidor compartidos entre los usuarios de STEM	99.5% de mejor esfuerzo de tiempo de actividad incluido
Soporte	Basado en la comunidad o autoservicio mediante API Docs.	Soporte por chat y correo electrónico incluido.

Tabla 2: Comparación de la ficha técnica entre Ubidots y Ubidots STEM (Cristina, 2022)

4.6.2 I2C vs SPI vs UART (Protocolo de comunicación serial)

Descripción	I2C	SPI	UART
Transferencia de datos síncrona	VERDADERO	VERDADERO	FALSO
Transferencia de datos asíncrona	FALSO	FALSO	VERDADERO
Rendimiento	10.000 a 1.000.000 bits/s	Hasta 10.000.000 bits/s hasta 10.000.000 bits/s	Hasta 115.200 bits/s
El esclavo necesita una dirección única	VERDADERO	FALSO	FALSO
Número de pines requeridos	2	4	2
Protocolo de comprobación de errores	VERDADERO	FALSO	VERDADERO
Multimaestro	VERDADERO	FALSO	FALSO
Multi-esclavo	VERDADERO	VERDADERO	FALSO
Conmutación de paquetes	VERDADERO	FALSO	FALSO
De un solo extremo	Datos serie verdaderos (SDA)	Falso amo en esclavo fuera (MISO) Master Out esclavo en (MOSI)	FALSO
Conexión serie	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO

Tabla 3: Comparación de los protocolos de comunicación serial (David, 2019)

4.6.3 MQTT vs HTTP (Protocolo de comunicación IoT)

Descripción	MQTT	HTTP
Establecer conexión (bytes)	5572	2261
Desconectar (bytes)	376 (opcional)	0
Para cada mensaje publicado (bytes)	388	3285
Suma para 1 mensaje (bytes)	6336	5546
Suma para 10 mensajes (bytes)	9829	55460
Suma para 100 mensajes (bytes)	44748	554600
Tiempo medio de respuesta para 1 mensaje en un ciclo de conexión	113	289
Tiempo medio de respuesta para 100 mensajes en un ciclo de conexión	47	289
Tiempo medio de respuesta para 1000 mensajes en un ciclo de conexión	43	289

Tabla 4: Comparación de los protocolos MQTT y HTTP para IoT (Craggs, 2022)

4.6.4 ESP8266 vs ESP32 (Microcontrolador Maestro)

Descripción	ESP32 NodeMCU	ESP8266 NodeMCU
CPU	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 con 600 DMIPS	Xtensa Single-core 32-bit L106
Velocidad del WiFi	802.11n hasta 150 Mbps	Hasta 72,2 Mbps
Protocolo WiFi	802,11 b/g/n (2,4 Ghz)	802,11 b/g/n (2,4 Ghz)
GPIO	36	17
Bluetooth	SÍ	NO
DAC	Dos canales DAC de 8 bits	NO
ADC	SAR de 12 bits	SAR de 10 bits
Canales ADC	8 Canales	Un solo canal
Referencia del CAD V	1100mV	1100mV

SPI/I2C/I2S/UART	4/2/2/3	2/1/2/2
Modos WiFi	Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P	Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P
Sensor táctil	SÍ (8-Canales)	NO
Sensor de temperatura	SÍ	NO
Sensor de efecto Hall	SÍ	NO
SRAM	520 kB (8 kB de SRAM en RTC)	Tamaño de la RAM < 50 kB
FLASH (externo)	4Mbytes (también disponible más alto)	4Mbytes
ROM	448 kB de ROM para el arranque y las funciones básicas	No hay ROM programable
Protocolos de red	IPv4, IPv6, SSL, TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT	IPv4, TCP/UDP/HTTP/MQTT
Interfaz periférica	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Control RemotoGPIO/ADC/DAC/Touch/PWM/LED	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Control RemotoGPIO/ADC/PWM/LED
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C ~ +85°C	-40°C ~ 125°C
Tensión de funcionamiento	2.5V ~ 3.6V	2.5V ~ 3.6V
Corriente operativa	Promedio: 80 mA	Valor medio: 80 mA
Precio	4 € – 10 €	€3 – €6

Tabla 5 : Comparación de los microcontroladores ESP32 y ESP8266 (Damián, 2020)

4.6.5 Arduino Mega 2560 vs Arduino UNO (Microcontrolador Esclavo)

Descripción	Arduino UNO R3	Arduino UNO WIFI R2	Arduino Mega
Microcontrolador	ATmega328p	ATmega4809	ATmega2560
Tensión de funcionamiento	5V	5V	5V
Fuente de alimentación	7V – 12V	7V – 12V	7V – 12V
Consumo de corriente	45 mA – 80 mA	50 mA – 150 mA	50 mA – 200 mA
Consumo de corriente Sueño profundo	35 mA	35 mA	500 μ A
Pines de E/S digitales	14	14	54
Pines de E/S digitales con PWM	6	5	15
Pines de entrada analógica	6	6	16
SPI/I2C/I2S/UART	1/1/1/1	1/1/1/1	1/1/1/4
Corriente CC por pin de E/S	40 mA	40 mA	20 mA
Corriente de CC para 3. 3V Pin	150 mA	150 mA	150 mA
Memoria flash	32 KB	48 KB	256 KB
SRAM	2 KB	6 KB	8 KB
EEPROM	1024 bytes	256 bytes	4096 bytes
Velocidad de reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz
Longitud	69 mm	69 mm	102 mm
Ancho	53 mm	53 mm	53 mm
WIFI	no	sí	no
Bluetooth	no	no	no
Toma de corriente	sí	sí	sí
Conexión USB	sí	sí	sí
Precio	\$22	\$44,90	\$38,50

Tabla 6: Comparación de especificaciones placas Arduino Mega y Uno (elosciloscopio, 2021)

Conclusiones

En los últimos años con el aumento de soluciones tecnológicas en el ámbito empresarial e institucional, las empresas de toda índole se han visto en la necesidad de actualizar parte de sus instalaciones para aumentar la productividad y mejorar el servicio dentro de su organización, de lo contrario fracasarán en el mercado actual frente a sus competidores, debido a que las nuevas tecnologías son cada vez más frecuentes, en comparación a la década pasada. Al igual que las empresas, la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil con la ayuda de los beneficios de la domótica e IoT, podrá ser un ejemplo para otras universidades destacando por sus innovaciones, así como ser la primera opción de nuevos estudiantes que se interesen en la informática e ingeniería.

Gracias al levantamiento de información recaudado mediante encuestas y entrevistas realizadas al personal académico y administrativo de la facultad de ingeniería se pudo precisar la información correspondiente para el correcto desarrollo del sistema informático, de esta forma mediante las herramientas adecuadas se deliberó cual eran las principales necesidades por cubrir para el acoplamiento de la implementación.

De acuerdo con lo precisado en la hipótesis y los objetivos se pudo determinar que la estación meteorológica con la ayuda de las herramientas informáticas necesarias puede llegar a aportar soluciones a problemáticas puntuales relacionadas a los cambios climáticos, por lo tanto, en efecto se puede asegurar que la hipótesis es correcta, ya que esta implementación ofrecería beneficios en la monitorización del buen o mal tiempo, predicción del clima y cambios climáticos, así como también usos circunstanciales en diversas áreas como climatología, agricultura o construcción. Por otro lado, se puede concluir que los objetivos fueron cumplidos satisfactoriamente, al llegar al cumplir el desarrollo de la implementación como previamente se había descrito.

Con la ayuda de las herramientas tecnológicas utilizadas tales como: Arduino, Proteus, Ubidots y demás dispositivos electrónicos se consiguió desarrollar una estación meteorológica eficiente, la cual cumple con los requerimientos contemplados con anterioridad, priorizando la correcta lectura y transición de los datos, así como también la experiencia del usuario.

Recomendaciones

La institución educativa beneficiada con esta implementación debe generar roles de usuario personalizados para la visualización o edición de los dashboard creados en un futuro próximo, puesto que el sistema está enfocado y desarrollado con la versión gratuita de la plataforma de Ubidots, de tal manera que ciertas funcionalidades se encuentran sujetas a la versión estándar, las cuales podrían mejorar con la versión profesional.

El personal encargado de continuar con el desarrollo de esta implementación, o por consiguiente el personal estudiantil que colabore con la implementación de nuevos dispositivos domóticos o de IoT deberá de tener en consideración el diseño de este producto para asegurar una compatibilidad, de lo contrario no se evidenciará una transmisión de datos en las variables encargadas del monitoreo, además se sugiere que se priorice la corrección de errores que puedan existir en el sistema a medida que la información, los usuarios o los dispositivos aumenten con el paso del tiempo, así como también en caso de que exista la necesidad de aumentar las funcionalidades del sistema.

Se sugiere que se enfoque la implementación para próximos proyectos a un campo de utilidad en otras áreas como pueden ser los casos de: Agricultura para el control del riego en cultivos y cosechas, Silvicultura para la gestión forestal, Construcción para evitar riesgos de orden meteorológico en proyectos, Municipalidades para la seguridad de tránsito y desarrollo urbanístico, Hidrología para el control y gestión de las fuentes hídricas que surten a las ciudades. Así como otros casos ajenos a un sector en los que se puede por ejemplo medir la concentración de toxicidad en la lluvia o purificación del aire, originados por la combustión y contaminación.

En las instalaciones de la facultad de ingeniería se sugiere que se enfoque el proyecto para automatizar el sistema de climatización o añadir ramas de la carrera enfocadas a la tecnología como es el caso de machine learning, analítica o ciencia de datos para realizar predicciones climáticas acertadas con la obtención de los datos proporcionados por los sensores utilizados. Por otro lado, se sugiere la utilización de paneles solares para la sustentabilidad de la implementación, con la finalidad de reducir el consumo energético.

Bibliografía

- Abdul-Qawy, A., Magesh, E., & Tadisetty, S. (2015). *The Internet of Things (IoT): An Overview*. 5, 71–82.
- Afriani, D., Ilham, D., Khairuman, K., Talib, M., & Harahap, M. (2022). Internet of Things Based Automatic Visitor Counter. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Arts*, 1, 35–40. <https://doi.org/10.47709/ijmdsa.v1i1.1615>
- Aguila-Leon, J., Chiñas-Palacios, C., Vargas-Salgado, C., & García, E. (2018). *ANEMÓMETRO CON COMUNICACIONES MODBUS TCP IP BASADO EN UN MICROCONTROLADOR ARDUINO*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10511.74403>
- Alexander, J., Arellano Riera, J., Cornejo, N., Cornejo, N., Víctor, M., & Asanza, V. (2015, marzo 6). *Diseño de Sistema Domótico WiFi y Aplicación Androide, utilizando Hardware Idetec-Inventio*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1859.1841>
- Álvarez, J. M. (2019, agosto 5). La 'smart office', ¿el lugar donde querrás trabajar? *El País*. https://elpais.com/retina/2019/08/01/innovacion/1564660924_500045.html
- Álvarez, S., & Nieto-Samaniego, A. (2012). *La presión atmosférica y la caída de los cuerpos*. <https://doi.org/10.22201/cgeo.9786070231902p.2012>
- Anoliefo, E., Salome, U., & Favour, I. (2020, Agosto 5). *Automation Of Procedures for Experiments on Hybrid Crop Drying*.
- Barona Obando, M. (2015). *Temperatura ambiental y su incidencia en cinco parques de Guayaquil, Ecuador*.
- Barreto, N. (2020). *Domótica vs Inmótica*. <https://www.hogarsense.es/domotica/domotica-e-inmotica>
- Bates, M. (2014). *Serial Communications* (pp. 263–297). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-099363-8.00008-X>

- Bracho Tovar, G., Rojas, J., & Herrera, L. (2019). *Desarrollo del prototipo de un sistema domótico para el control de electrodomésticos a través de una aplicación para móviles Android y comunicación wifi* (p. 21).
- Cabezas, J. L. (2020, abril 7). *Desde la domótica de los años setenta hasta hoy: La historia y evolución del estándar KNX*. smartlighting. <https://smartlighting.es/historia-evolucion-estandar-knx/>
- Capiluppi, A., Galván, J. R., Palomo-Duarte, M., & Herraiz, I. (2007). Software libre: Investigación y desarrollo. *Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, ISSN 0211-2124, N.º. 190, 2007 (Ejemplar dedicado a: Software libre: investigación y desarrollo)*, pags. 3-5.
- Carla, M. V., Alfonso, U. M., & Ángel, R. G. M. (2021). *Lenguajes de programación*. Editorial UNED.
- CarlosVolt. (2020, septiembre 21). *Como usar el módulo GPS U7 con Arduino y display oled – RogerBit*. <https://rogerbit.com/wprb/2020/09/como-usar-el-modulo-gps-u7-con-arduino-y-display-oled/>
- CEDOM. (2021, enero 27). *Aumento de la facturación de los fabricantes de sistemas domóticos e inmóticos en 2019, según el estudio de mercado de CEDOM*. CASADOMO. <https://www.casadomo.com/2021/01/27/aumento-facturacion-fabricantes-sistemas-domoticos-inmoticos-2019-segun-estudio-mercado-cedom>
- CiudadesDelFuturo. (2020, agosto 28). *¿Cuál es el origen del IoT? ¿Y el futuro? - Ciudades del Futuro*. *Ciudades del futuro | El Blog de Siemens España*. <https://ciudadesdelfuturo.es/cual-es-el-origen-del-iot.php>
- Collado, E., Sáez, Y., & Valdes, E. (2020, enero 1). *Sistema basado en IoT para monitoreo de temperatura y humedad relativa en invernaderos*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.113>
- Das, D. (2019). *Smart City*. 1–7. <https://doi.org/10.1002/9781118568446.eurs0294>

- Dea, C., Heckler, M., Grunwald, G., Pereda, J., & Phillips, S. (2014). *JavaFX and Arduino* (pp. 269–304). https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6461-3_10
- Dimas Luján, J. (2017). *Internet of Things y la domótica*. EDteam - No te detengas. <https://ed.team/blog/internet-things-y-la-domotica>
- Dravya, Holla, U., & K N, P. (2020). *Indoor Navigation System using BLE and ESP32*. <https://doi.org/10.22214/irjaset.2020.32089>
- Electrónica Edimar. (2021, mayo 17). *Sistemas domóticos: Tipos y estándares*. Electrónica Edimar. <https://edimar.com/sistemas-domoticos-tipos-y-estandares/>
- Enrique, H. (2013, junio 15). *Cuál es la temperatura ideal para vivir*. ABC. <https://www.abc.es/sociedad/20130615/abci-temperatura-ideal-vivir-201306141909.html>
- Eurofins, E. (2022, agosto 24). Qué es el Índice de calidad del aire (ICA) y cómo se calcula. *Eurofins Envira*. <https://envira.es/es/indice-de-calidad-del-aire/>
- Fernández, R. (1998). La metodología en los trabajos de investigación. *Revista mexicana de investigación educativa*, ISSN 1405-6666, Vol. 13, Nº. 38, 2008, pags. 969-972, 13.
- Fernandes, P., & Vos, R. (2017). *Open Science, Open Data, Open Source*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1015287>
- Fernández, Y. (2020, septiembre 23). *Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- Fernández, Y. (2021, mayo 24). *IP55, IP67, IP68, y otras: Qué significan y tipos de protección de un teléfono o dispositivo*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/ip55-ip67-ip68-otras-que-significan-tipos-proteccion-telefono-dispositivo>

- FIBK. (2020, enero 7). IoT e Industria 4.0. *Fundación Innovación Bankinter*.
<https://www.fundacionbankinter.org/noticias/iot-e-industria-4-0/>
- Flórez de la Colina, M. A. (2004). Hacia una definición de la domótica. *Informes de la Construcción*.
https://www.researchgate.net/publication/26524591_Hacia_una_definicion_de_la_domotica
- Gay, W. (2014). *DHT11 Sensor* (pp. 1–13). https://doi.org/10.1007/978-1-4842-0769-7_1
- Gokhale, P., Bhat, O., & Bhat, S. (2018). *Introduction to IOT*. 5, 41–44.
<https://doi.org/10.17148/IARJSET.2018.517>
- Gunawan, T., Yaldi, I., Kartiwi, M., & Mansor, H. (2018). Performance Evaluation of Smart Home System using Internet of Things. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 8, 400–411. <https://doi.org/10.11591/ijece.v8i1.pp400-411>
- Haji, S., & Sallow, A. (2021). IoT for Smart Environment Monitoring Based on Python: A Review. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 57–70.
<https://doi.org/10.9734/ajrcos/2021/v9i130215>
- Hattingh, D. (2022, enero 14). *¿Qué es un ecosistema IoT? (5 componentes importantes)*. <https://telecoms.adaptit.tech/es/blog/what-is-an-iot-ecosystem/>
- Herrera Quintero, L. F. (2005). Viviendas inteligentes (Domótica). *Ingeniería e Investigación*, 25(2), 47–52.
- Jumaat, S., & Othman, M. (2018). Solar Energy Measurement Using Arduino. *MATEC Web of Conferences*, 150, 01007.
<https://doi.org/10.1051/matecconf/201815001007>
- Kanagachidambaresan, G. (2021). *Introduction to KiCad Design for Breakout and Circuit Designs* (pp. 165–175). https://doi.org/10.1007/978-3-030-72957-8_8

- Kanakaraja, P., Pillalamarri, S., Vaishnavi, N., Reddy, S., & Manikanta, G. (2021). IoT enabled advanced forest fire detecting and monitoring on Ubidots platform. *Materials Today: Proceedings*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.343>
- Knörrig, A., Wettach, R., & Cohen, J. (2009). *Fritzing: A tool for advancing electronic prototyping for designers*. 351–358. <https://doi.org/10.1145/1517664.1517735>
- Koller Šarić, K., Jelić, D., Konrad, P., Jalžić, B., Aljančič, G., Sremac, J., Karajica, B., Bedek, J., Lukić, M., & Lukac, M. (2019). *PROTEUS*.
- Kumar, C. (2019, diciembre 28). *13 mejores IDE que todo programador debe conocer*. Geekflare. <https://geekflare.com/es/ide-for-programmer/>
- Kurniawan, A. (2021). *IoT Projects with Arduino Nano 33 BLE Sense: Step-By-Step Projects for Beginners*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6458-4>
- Leal Morantes, M. E. (2007). Tecnología de información e innovación: Factores clave de la competitividad en las pequeñas y medianas empresas. *Revista de Ciencias Sociales*, 13(1), 84–97.
- Livingkits. (2022, julio 19). ¿Qué es y para qué sirve la domótica? *Livingkits*. <https://livingkits.com/que-es-y-para-que-sirve-la-domotica/>
- Longbottom, R. (2021). *Raspberry Pi Pico, Pi 4 and Pi 400 Python and C Basic Beginners Bit Banging Benchmarks R*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29674.85447>
- López, J. M. (2022, julio 20). *Los lenguajes de programación más demandados en 2022*. Hipertextual. <http://hipertextual.com/2022/07/lenguajes-programacion-mas-demandados-2022>
- Luna, E. (2018). *Qué es un IDE o Entorno de Desarrollo Integrado*. Platzi. <https://platzi.com/blog/que-es-ide-editor-de-texto/>
- Lynch, S. (2014). *Simulink* (pp. 457–467). https://doi.org/10.1007/978-3-319-06820-6_21

- Manika, K., & Prima, E. (2019, octubre 12). *STEM Learning on Electricity using Arduino-Protoboard Experiment to Improve 8 th Grade Students' STEM Literacy*. <https://doi.org/10.4108/eai.12-10-2019.2296437>
- Manuel, T. V., Alberto, L. G. M., & Belisario, M. M. (2017). Implementación de sistemas domóticos como alternativa de seguridad, confort, comunicación y ahorro energético. En M. E. C. Mandujano, J. M. Ochoa, & M. C. G. Domínguez (Eds.), *La investigación universitaria y sus contribuciones en Mesoamérica* (pp. 107–116). CLACSO. <https://doi.org/10.2307/j.ctvtxw269.11>
- Martín, L. (2021, noviembre 15). Digitalización y domótica: Así serán las oficinas del futuro. *Revista Haz*. <https://hazrevista.org/rsc/2021/11/digitalizacion-domotica-oficinas-futuro/>
- Masdani, M., & Darlis, D. (2018). A comprehensive study on MQTT as a low power protocol for internet of things application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434, 012274. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/434/1/012274>
- Mercado, G., Álvarez, L., Boccaccini, L., Ledda, M., Membrives, J., Muros, M., López, L., Juárez, D., Guillen, L., Gómez, F., Favaro, G., Ciperiani, G., Dumé, S., & Berra, G. (2017, abril 27). *Diagnóstico y metodología para la implementación de "Internet of Things" en el planeamiento y desarrollo de ciudades inteligentes*.
- Mihai, B. (2018, November 2). *Gas Detector using Arduino and LabVIEW*. IEEE International Conferences on Fuzzy Systems.
- Montes, L. (2021, junio 6). *La domótica y las casas del futuro*. Duabitad. <https://www.duabitad.com/mosaico/la-domotica-y-las-casas-del-futuro>
- Mora Magallanes, H. V., & Rosas Pari, J. L. (2019). Diseño, desarrollo e implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el control, monitoreo y toma de decisiones aplicado en la agricultura de precisión basado en internet de las cosas (IOT). – Caso de estudio cultivo de frijol. *Repositorio institucional - URP*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2294>

- Morales, G. (2011). La domótica como herramienta para un mejor confort, seguridad y ahorro energético. *Ciencia e Ingeniería*, 32(1), 39–42.
- Moreno, G. (2018, enero 9). *Infografía: El mercado de la domótica crecerá a más de un 25% anual hasta 2022 en todo el mundo*. Statista Infografías. <https://es.statista.com/grafico/12443/el-mercado-de-la-domotica-crecera-a-mas-de-un-25-anual-hasta-2022-en-todo-el-mundo/>
- Muprotec. (2021, abril 5). Humedad relativa ideal: Qué es y cómo se calcula. *Murprotec*. <https://www.murprotec.es/hogar/humedad-relativa-ideal/>
- Mustafeez, A. Z. (2018). *What is Visual Studio Code?* Educative: Interactive Courses for Software Developers. <https://www.educative.io/answers/what-is-visual-studio-code>
- Nettikadan, D., & Raj M S, S. (2018). Smart Community Monitoring System using Thingspeak IoT Platform. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13, 13402–13408.
- Orly, E., Breffe, E., Profesor, A., Ismm, M., Vilaragut Llanes, M., Llanes, D., Profesora, A., Cipel, C., Yarima, D., Ramírez, I., Cte, L., Ramón, P., Holguin, E., Antonio, M., García, P., & Titular. (2005). Relé para la Protección de un Transformador de Potencia basado en Redes Neuronales Artificiales. *Energía y Computación. Biblioteca Digital Universidad del Valle, Colombia*, 13.
- Padrón, R., Feyen, J., Córdova, M., Crespo, P., & Céleri, R. (2020). *Comparación entre pluviómetros cuantifica diferencias en el monitoreo de la precipitación*.
- Patel, K., Patel, S., Scholar, P., & Salazar, C. (2016). *Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges*.
- Patel, S., Talati, P., & Gandhi, S. (2019). *Design of I2C Protocol*.

- Peña-Calero, B. (2017, junio 22). *Metodología de la Investigación Cuantitativa: Procedimientos, errores y recomendaciones*.
<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/PR4XY>
- Perets, T. (2019). *INVESTIGATION OF WI-FI (ESP8266) MODULE AND APPLICATION TO AN AUDIO SIGNAL TRANSMISSION*.
- Perez Gulin, J. M., & Cebreiros, J. (2014). *Guía SMART City: Ciudades con Futuro*.
- Portillo, G. (2020, diciembre 17). Índice ultravioleta: Qué es, características e importancia. *Meteorología en Red*. <https://www.meteorologiaenred.com/indice-ultravioleta.html>
- Prasad, M., Singh, R., Kumar, P., & Pradhan, S. (2017). Home Automation Using Microcontroller (Arduino Uno). *International Journal of Engineering Research and*, V6. <https://doi.org/10.17577/IJERTV6IS030414>
- Rodríguez-Gómez, G., Gil-Flores, J., & Garcia-Jimenez, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa / Gregorio Rodríguez Gómez, Javier Gil Flores, Eduardo García Jiménez. En *SERBIULA (sistema Librum 2.0)*.
- Romero, C., Vazquez, F., & De Castro Lozano, C. (2005). *Domótica e Inmótica Viviendas y edificios inteligentes*.
https://www.researchgate.net/publication/258358263_Domotica_e_Inmotica_Viviendas_y_edificios_inteligentes
- Ruiz-Lizama, E. (2014). Lenguajes de programación: Conceptos y paradigmas. *Industrial Data*, 4, 071. <https://doi.org/10.15381/idata.v4i1.6605>
- Santana, D. L. (2020, septiembre 19). Importancia de la domótica para el hogar. *tutallerdebricolaje.com*. <https://tutallerdebricolaje.com/electronica/importancia-la-domotica-hogar/>
- Santander. (2020, diciembre 21). *Metodologías de desarrollo de software: ¿qué son?*
<https://www.becas-santander.com/es/blog/metodologias-desarrollo-software.html>

- Sanz, J. L. (2022, septiembre 22). *CRUMB Circuit Simulator, el juego de electrónica que evitará que quemes tu casa*. HardZone. <https://hardzone.es/noticias/juegos/crumb-circuit-simulator-pc/>
- Sarachu, E. (2022, mayo 5). *Domótica ¿Qué es la domótica? ¿Cómo funciona?* <https://eficiencia.com/domotica-que-es-y-como-funciona/>
- Shaheen, Y., Alkafrawi, H., Aga, T., Elkafrawi, I., & Imaeeg, M. (2021). Arduino Mega Based Smart Traffic Control System. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 15(12): 43-52, 2021, 15(12): 43-52, 2021. <https://doi.org/10.9734/AJARR/2021/v15i1230449>
- Solís, L. D. M. (2020, marzo 17). Métodos y técnicas de investigación cuantitativa. *Investigalia*. <https://investigaliacr.com/investigacion/metodos-y-tecnicas-de-investigacion-cuantitativa/>
- StackOverflow. (2021, mayo). *Stack Overflow Developer Survey 2021*. Stack Overflow. https://insights.stackoverflow.com/survey/2021/?utm_source=social-share&utm_medium=social&utm_campaign=dev-survey-2021
- Stroustrup, B. (1998). *An Overview of the C++ Programming Language*. <https://doi.org/10.1201/9780849331350.sec3>
- Tavizon, A., Guajardo, T., & Laines Alamina, C. I. (2016). *IOT, el internet de las cosas y la innovación de sus aplicaciones. 2*.
- Telcel. (2019). *La relación entre IoT y la industria 4.0 | Telcel Empresas*. <https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/relacion-entre-iot-e-industria-4.html>
- Tomás, D. (2002). Estudio del comportamiento de la humedad relativa del aire en centros urbanos. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, ISSN 0212-9426, Nº. 33, 2002, pags. 159-170.
- Wibawa, I., & Putra, I. (2022). Design of air pressure and height measuring equipment based on Arduino nano using BME280 sensor. *International research journal of*

engineering, IT & scientific research, 8, 222–229.
<https://doi.org/10.21744/irjeis.v8n5.2191>

Zanotti, L. (2022, marzo 3). Domótica: Qué es, cómo funciona, productos, ejemplos y un poco de historia. *InnovaciónDigital360*.
<https://www.innovaciondigital360.com/iot/smart-building/domotica-que-es-como-funciona-productos-ejemplos-y-un-poco-de-historia/>

Anexos

Anexo 1: Encuesta para el personal administrativo de la carrera de Computación

Cuestionario para la implementación de una estación meteorológica con el uso de IoT para la Facultad de Ingeniería

En la presente encuesta se evidenciarán una serie de preguntas que servirán como fundamento para el levantamiento de información en acorde a la viabilidad del proyecto en cuestión.

***Obligatorio**

1. ¿Considera usted necesaria la implementación de sistemas automatizados en la facultad de Ingeniería, como es el caso de una estación que monitoree valores como la temperatura, humedad, calidad del aire, presión atmosférica y demás factores que hubiere que considerarse referentes al clima? *

Marca solo un óvalo.

- Sí, estoy de acuerdo
- No, me parece irrelevante

2. En caso de estar de acuerdo con la pregunta anterior y teniendo en consideración que mediante esta implementación se obtendrán valores más acertados, ¿Qué grado de importancia le asignaría usted a esta funcionalidad? *

Marca solo un óvalo.

- Relevancia del 25%
- Relevancia del 50%
- Relevancia del 75%
- Relevancia del 100%

3. En caso de estar de acuerdo con la primera pregunta, ¿Cuáles de estas variables considera de mayor relevancia para ser consideradas en la implementación del proyecto? *

Selecciona todos los que correspondan.

- Humedad
- Temperatura
- Precipitación
- Velocidad del aire
- Dirección del aire
- Presión atmosférica
- Índice de radiación UV

4. ¿Le gustaría que la universidad cuente con una herramienta informática visual que monitoree en tiempo real las variables anteriormente mencionadas para la implementación del proyecto? *

Marca solo un óvalo.

- Sí, me gustaría
- No, me parece innecesario

5. Finalmente, ¿Le gustaría que la universidad también implemente soluciones tecnológicas en todas sus instalaciones, convirtiendo de esta forma a las facultades en Smart Buildings (edificios inteligentes)? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No
- Tal vez

Anexo 2: Entrevistas realizadas a principales autoridades de la carrera de Computación, tanto a la coordinadora académica Ana Camacho y como a la Ing. Rosa Macias.

- 1. ¿Conoce usted la definición o ha escuchado en algún momento sobre los términos domótica e internet de las cosas (IoT), de ser así que me podría comentar sobre estos conceptos?**

Ing. Ana Camacho: El termino domótica lo entiendo como un conjunto de técnicas para la automatización de una vivienda o un edificio mediante el control de dispositivos que se interconecten al internet de las cosas, mientras que por IoT entiendo a la facultad que tienen los dispositivos para comunicarse y conectarse entre sí a través del internet.

Ing. Rosa Macias: Podría comentar que la domótica es la facilidad para el uso personal de algún dispositivo o herramienta tecnológica que esté conectada al internet en un establecimiento específico y el IoT podría ser el medio de comunicación o enlace entre dispositivos electrónicos.

- 2. ¿Considera usted que es el momento para que la universidad católica de Santiago de Guayaquil realice implementaciones de automatización o domotización dentro de sus instalaciones o considera que aún no es necesario?**

Ing. Ana Camacho: Considero que, si es el momento adecuado, con los avances tecnológicos es necesario estar a la vanguardia de todas las innovaciones tecnológicas existentes. De igual manera me encaminaría a la reducción de costos en los casos puntuales de iluminación, seguridad o climatización.

Ing. Rosa Macias: Claro que, si porque he podido observar ese tipo de implementaciones en sustentaciones anteriores y me parece un tema muy interesante para efectuar en la facultad de ingeniería, así como también las ventajas que supondría tener este tipo de herramientas tecnológicas en las instalaciones de nuestra facultad para la inclusión de nuevos estudiantes.

- 3. ¿Cuál sería su postura en caso de que se suscite la implementación de una estación meteorológica con ayuda del IoT en la facultad de ingeniería, se encontraría a favor o en contra de dicha acción?**

Ing. Ana Camacho: Me encuentro a favor de dicha acción para lo cual brindaría la ayuda pertinente para el proceso de implementación del proyecto, además de que considero que cualquier tipo de proyectos con fin investigativo es bienvenido para desarrollar en nuestra facultad.

Ing. Rosa Macias: Me encontraría bastante de acuerdo porque actualmente, la automatización en las instalaciones es un tema muy solicitado y es una oportunidad apta para resaltar los conocimientos en ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG).

- 4. ¿Qué variables determina de crucial importancia a considerar para el monitoreo y gestión del estado climático con el desarrollo de una estación meteorológica en la facultad de ingeniería?**

Ing. Ana Camacho: Personalmente considero que la temperatura es quizás la variable más importante porque actualmente varios proyectos de otros estudiantes apuntan a la automatización de los sistemas en la facultad y con la temperatura se podría automatizar el sistema de climatización, obteniendo una reducción energética circunstancial además de apoyar a la concientización.

Ing. Rosa Macias: Yo considero que las variables climáticas como temperatura y humedad serían las más importantes porque con estas se puede determinar cuándo es necesario la utilización de los sistemas de climatización.

- 5. En caso de realizar dicha implementación de domótica/IoT, ¿cree usted que debería existir un sistema informático o dashboard para la visualización de los datos existentes? ¿Si, no y por qué?**

Ing. Ana Camacho: Considero que debería existir un sistema de monitoreo o visualización porque no estamos exentos a que existan fallos, por lo cual el

sistema daría indicaciones de los valores que emite la estación meteorológica o si existen novedades en alguna variable.

Ing. Rosa Macias: Considero que si debe de existir ese tipo de herramienta en la facultad porque de ese modo se podrán visualizar los variables que están siendo afectadas dentro de las instalaciones.

6. En otro aspecto, ¿Para usted que dispositivos o acciones deberían de ser automatizadas primordialmente en la facultad de ingeniería para precautelar la inconformidad del personal o desgaste energético en las instalaciones?

Ing. Ana Camacho: Es importante que exista un sistema de monitoreo que sea como un panel central para que sean monitoreados todos los elementos que están siendo controlados mediante esta tecnología, porque sería conveniente llevar un control respecto a la reducción de costos, por ejemplo, en la iluminación mediante algún tipo de lectura que se pueda visualizar que se está mejorando el ahorro energético. Por otro lado, un control de entrada y salida del personal sería idóneo.

Ing. Rosa Macias: Es necesario tener un control en el acceso del personal administrativo de la facultad, en el que se pueda visualizar con las credenciales el personal que ingresa y el momento en el que lo hace, mediante un acceso utilizando el dispositivo móvil como herramienta de autenticación.

7. ¿Considera usted que la herramienta tecnológica propuesta como estación meteorológica deba monitorear en tiempo real las variables climáticas consideradas para un posterior análisis?

Ing. Ana Camacho: Considero que es ideal tener un control adecuado del servicio, de tal forma que el usuario pueda acceder a la información en cualquier momento, en adición a esto de acuerdo con la prioridad de las variables, personalmente colocaría en primer lugar a los valores referentes a la climatización de áreas, como temperatura y humedad, seguido las variables relacionadas al control del clima.

Ing. Rosa Macias: Personalmente considero que, si seria de utilidad monitorear en todo momento variables como la humedad, calidad del aire, temperatura, etc., para un mejor control del servicio desarrollado.

8. Finalmente, ¿Le gustaría a usted que en un futuro la universidad implemente soluciones tecnológicas en todas sus instalaciones? ¿Qué opinión tendría al respecto?

Ing. Ana Camacho: Sería muy interesante poder ver implementaciones en cada aspecto tecnológico o de infraestructura de la universidad, de una manera automatizada en la que se refleje la innovación aplicada.

Ing. Rosa Macias: Me gustaría que todas las instalaciones de la facultad sean automatizadas porque de esta forma existiría un mayor control y ahorro energético, ya que por lo general existen estudiantes y profesores que olvidan apagar las luces o los equipos de cómputo.

Anexo 3: Imágenes referentes a materiales utilizados y desarrollo para la implementación

1. Arduino Mega 2560 (Maestro), ESP8266 (Esclavo), LCD I2C 20x4, Modulo Relay, Modulo RTC DS3231, Modulo GPS GT-U7, Sensor DHT11, Sensor BMP280, Sensor MQ2, Sensor MH-RD, Sensor GUVA-S12SD UV-A

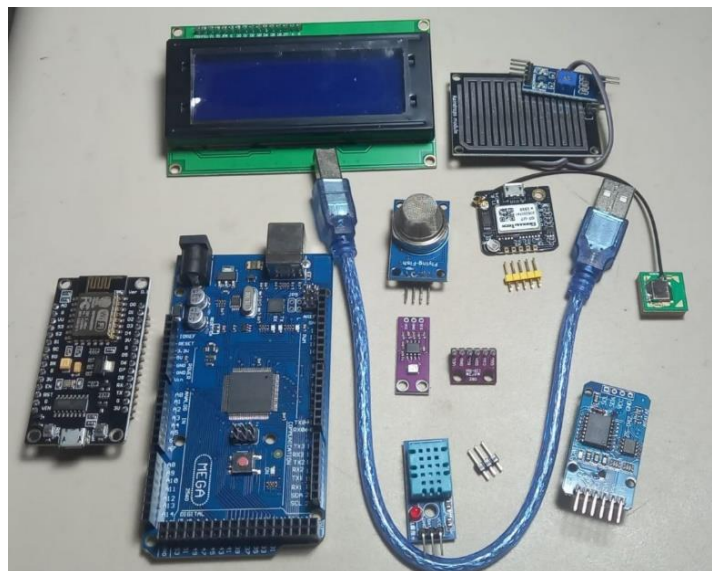


Figura 82: Herramientas utilizadas en el desarrollo

2. Conexión de alimentación y obtención de datos de temperatura y humedad

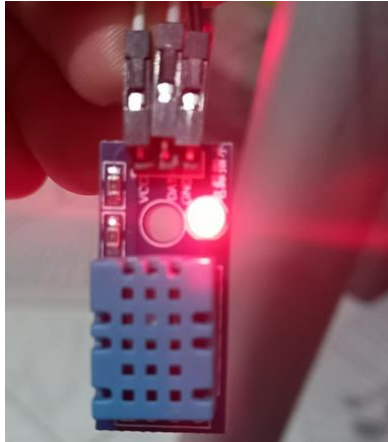


Figura 83: Conexión de pines al sensor DHT11

3. Soldadura con caudín de circuitos electrónicos no heterogéneos en la adquisición

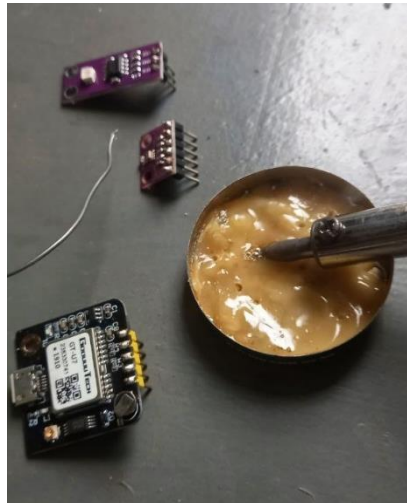


Figura 84: Soldadura de circuitos

4. Conexión del sensor MQ2 para la obtención del nivel de contaminación en el aire



Figura 85: Conexión de pines al sensor MQ2

5. Conexión del microcontrolador NodeMCU ESP8266

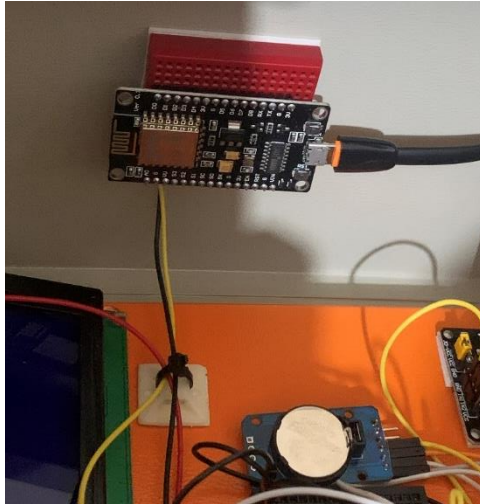


Figura 86: Conexión y testeo del funcionamiento de la placa ESP8266

6. Conexión y test de la pantalla LCD para la muestra de valores



Figura 87: Conexión de pines a la pantalla LCD

7. Conexión del sensor BMP280 para la obtención de la presión atmosférica

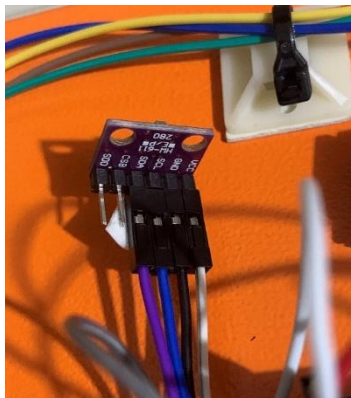


Figura 88: Conexión de pines al sensor BMP280

8. Utilización y pruebas con el sensor S12SD

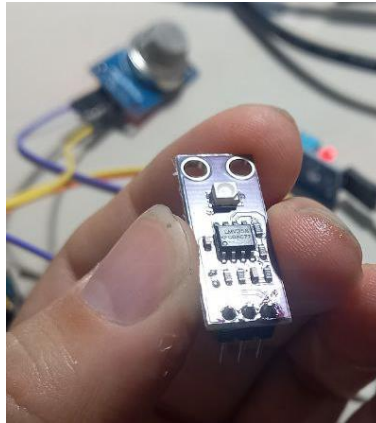


Figura 89: Testeo de funcionamiento del sensor S12SD

9. Conexión del módulo GPS para la obtención de variables de localización

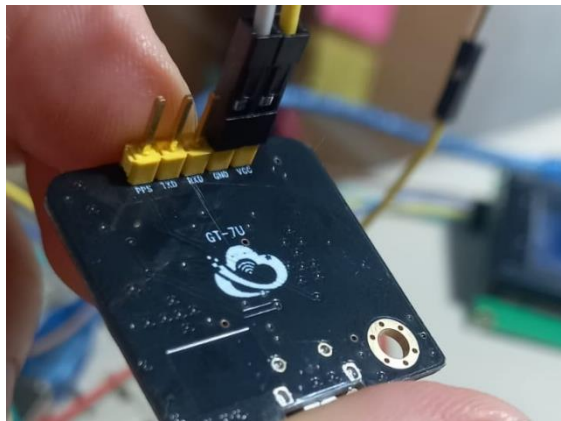


Figura 90: Conexión de pines al módulo GPS para obtención de valores de localización geográfica

10. Conexión del módulo relay para la validación de condiciones climáticas

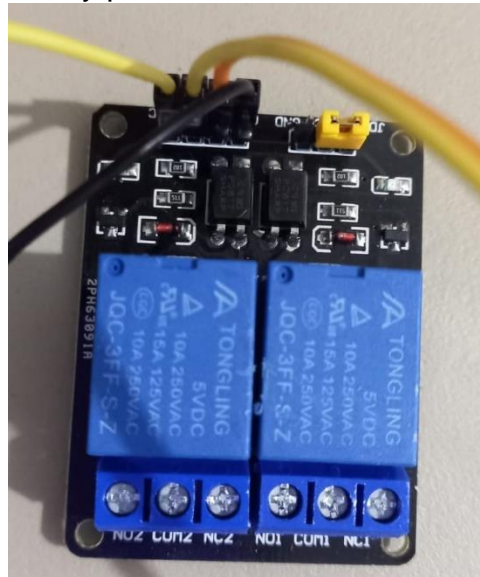


Figura 91: Conexión de pines al módulo relay

11. Instalación de la estación meteorológica en la facultad de ingeniería



Figura 92: Instalación de la estación meteorológica

12. Acoplamiento de componentes para la instalación de la estación



Figura 93: Adaptación de componentes

13. Ensamblaje de todos los componentes electrónicos que conforman la estación



Figura 94: Composición final de los componentes en la estación meteorológica

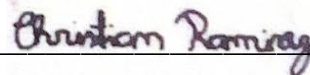
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Christian Alejandro Ramirez Castro**, con C.C: # **2300494099** autor/a del trabajo de titulación: “**Diseño y desarrollo de una estación meteorológica mediante el uso del IoT para la medición de factores climáticos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**” previo a la obtención del título de **Ingeniero en Ciencias de la Computación** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 17 de febrero de 2023



Nombre: **Christian Alejandro Ramirez Castro**

C.C: **2300494099**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Diseño y desarrollo de una estación meteorológica mediante el uso del IoT para la medición de factores climáticos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
AUTOR(ES)	Christian Alejandro Ramirez castro		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	José Lenin Morejón Campoverde		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería en Ciencias de la Computación		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Ciencias de la Computación		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	17 de febrero de 2023	No. DE PÁGINAS:	106 paginas
ÁREAS TEMÁTICAS:	IoT, Automatización, Tecnología		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Domótica, Ingeniería, IoT, Ubidots, Ciudad Inteligente, Arduino, Prototipado rápido, Estación meteorológica.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>En la actualidad, las instalaciones de la facultad de ingeniería, así como las de la carrea de ingeniería en ciencias de la computación funcionan de forma tradicional, de tal manera que dispositivos tales como los de iluminación, climatización o seguridad son controlados de forma manual mediante interruptores o controles remoto, dando de esta forma una experiencia poco confortable para el miembro institucional, así como también un manejo equivoco e informal para el ahorro energético y acceso del personal, el cual puede ser mejorado a día de hoy con los avances tecnológicos existentes. Debido a esto se planteó automatizar una característica puntual, de tal forma que el objetivo de este proyecto es la obtención de variables climatológicas de mayor relevancia mediante el desarrollo de una estación meteorológica automatizada con la ayuda del IoT que permita visualizar las variables y factores climáticos de la localidad. Este trabajo cuenta una metodología cualitativa con un enfoque causal comparativo, cuyas herramientas de recolección son encuestas y entrevistas, esto debido a que de esta forma se pudo obtener un análisis más acertado sobre las opiniones del personal administrativo de la facultad de ingeniería en el presente caso de estudio para una posterior y correcta implementación. Una vez realizados los levantamientos de información se llegó a la conclusión de que es necesario un dashboard de visualización cuya información será presentada mediante herramientas estadísticas amigables para el usuario final. Adicionalmente, se empleó la metodología tradicional de prototipado rápido para el desarrollo del código empleado en la estación, la cual permitió un desarrollo progresivo y eficaz en el dispositivo. Finalmente, los sistemas implementados se encargarán de evidenciar la información.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-984124278	E-mail: christian.ramirez01@outlook.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Toala Quimí, Edison José		
	Teléfono: +593-990976776		
	E-mail: edison.toala@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			