



TESIS PROFESIONAL

**Implementación de un servidor
LAMP con una Raspberry Pi y
ESP32 para monitorear la
temperatura, presión y humedad
de un Laboratorio de Ciencias
Básicas del Instituto Tecnológico
Superior de Martínez de la Torre.**



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO



SEV
Secretaría
de Educación

SEMSys
Subsecretaría de Educación
Media Superior y Superior



DET
Instituto de Educación
Terciaria y Superior
de Veracruz

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVIDOR LAMP CON UNA
RASPBERRY PI Y ESP32 PARA MONITORER LA
TEMPERATURA, PRESIÓN Y HUMEDAD DE UN
LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS DEL INSTITUTO
TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MARTÍNEZ DE LA TORRE.**

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MARTÍNEZ DE LA TORRE

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

INGENIERA EN MECATRÓNICA

Presenta:

**YULIANA ESTHER ANDRADE
ORTÍZ**

Asesor:

**M.R.y.T. Víctor Guillermo Asad
Zetina**

Revisores:

**M.C.I.M. Hemet Bautista Ruíz
Ing. José Antonio De La Rosa
Gonzáles**

Martínez de la Torre, Veracruz

Julio 2022

FICHA TÉCNICA

Estudiante

Apellido paterno

Apellido materno

Nombre(s)

Andrade Ortiz Yuliana Esther

No. de control: 16010258

Carrera: Ingeniería Mecatrónica

Correo: 16010258@tecmartinez.edu.mx

Asesor(es) y/o colaboradores ITSMT

M.R.Y.T Víctor Guillermo Asad Zetina

M.C.I.M. Hemet Bautista Ruíz

Ing. José Antonio De la Rosa Gonzáles

Datos del lugar donde se desarrolló el proyecto

Nombre o razón social

Instituto Tecnológico Superior De Martínez De La Torre

Dirección (calle, número, colonia, ciudad, código postal)

Cmo. a Cartago s/n, Vega Redonda, 93610

Martínez de la Torre, Ver.

Asesor externo: M.C.I.M. Hemet Bautista Ruíz

Departamento: Jefatura de Ingeniería Mecatrónica

Cargo: Jefe de Ingeniería Mecatrónica

Correo: mecatronica@tecmartinez.edu.mx

Teléfono y extensión: 2322160120

FORMATO DE LIBERACIÓN DEL PROYECTO PARA TITULACIÓN INTEGRAL

	Liberación de Proyecto para la Titulación Integral	Pág. 1/1
---	--	-------------

Martínez de la Torre, Veracruz el 4 de Febrero de 2022

C. ING. LIENI MERARI GONZALEZ GALICIA

Jefe(a) de la División de Estudios Profesionales o su equivalente en los Institutos Tecnológicos Descentralizados

PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

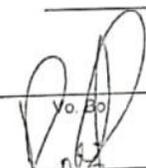
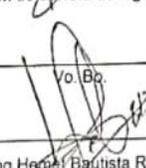
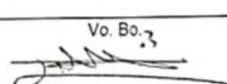
Nombre del estudiante y/o egresado:	Yuliana Esther Andrade Ortiz
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica
No. De control:	16010258
Nombre del proyecto:	Implementación de un Servidor LAMP con una Raspberry Pi y ESP32 para monitorear temperatura, presión y humedad de un Laboratorio de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre
Producto:	9. Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

ING. HENRY BAUTISTA RUIZ

Jefatura de División de Carrera de Ingeniería Mecatrónica

Vo. Bo.	Vo. Bo.	Vo. Bo.
		
M.R. y T. Víctor Guillermo Asad Zetina	Ing. Henry Bautista Ruiz	Ing. José Antonio De La Rosa González

* Solo aplica para el caso de tesis o tesina
C.c.p.- Expediente



F-11-07REV.04

JEFATURA DE CARRERA
ING. MECATRÓNICA

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE TESIS EN SOPORTE DIGITAL

	Carta de Autorización de Entrega de Tesis en Soporte Digital	Página 1 de 1
---	--	---------------

No. de Oficio: DET/ITSMT/DA/IMT/066/2022

ASUNTO: Autorización de entrega

Martínez de la Torre, Ver., a 08 de junio de 2022.

C. YULIANA ESTHER ANDRADE ORTÍZ
No DE CONTROL 16010258
EGRESADO (A) DE LA CARRERA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
P R E S E N T E

Por medio de la presente hago constar que ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el Lineamiento para la Titulación Integral.

Por tal motivo se autoriza la entrega de la Tesis en soporte digital titulada:

"Implementación de un Servidor LAMP con una Raspberry Pi y ESP32 para monitorear la temperatura, la presión y la humedad de un Laboratorio de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre"

Dándose un plazo máximo de 30 días naturales a partir de la fecha de la expedición de la presente para realizar la solicitud del Acta de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE


Ing. José Antonio De La Rosa González
Presidente de Academia de Ingeniería
Mecatrónica

C.c.p. División de Estudios Profesionales
C.c.p. Archivo



JEFATURA DE CARRERA
ING. MECATRÓNICA


Ing. Hernet Bautista Ruiz
Jefe de Carrera de Ingeniería
Mecatrónica

F-11-09
Rev. 1

DEDICATORIA

En primer lugar, este trabajo está dedicado a Dios por haberme dado la fortaleza y sabiduría necesaria para culminar esta importante etapa de mi vida.

De igual manera, a mi querida familia, mi madre Esther Ortiz León, mi padre Nicolás Andrade Sánchez, y mi abuelita Jovita Ortiz León, por ser mi pilar fundamental, quienes siempre me han apoyado y nunca me han soltado de la mano, por todo el esfuerzo y sacrificio que hicieron para darme la oportunidad de realizar mis estudios universitarios, muchas gracias familia este trabajo es para ustedes, los amo y los quiero mucho.

A mi apreciado jefe de carrera, el maestro Hemet Bautista Ruiz, que, por su esfuerzo y dedicación, quien con su conocimiento, experiencia, paciencia y motivación ha logrado que pueda culminar mi proyecto con éxito.

A los docentes, que a lo largo de estos años fueron y serán ejemplo de dedicación, constancia y superación.

A mi estimado amigo y hermano José Elías Hernández Montalvo, quien hoy ya es un ángel en el cielo, pero siempre estuvo y ha estado presente en mi corazón apoyándome y dándome ánimos para no rendirme y seguir adelante.

A mi novio Saul Hernandez Jacobo por estar en las buenas y en las malas conmigo, por apoyarme y brindarme su amor y cariño, por ser no solo mi novio, sino también mi mejor amigo, mi cómplice, por confiar en mí y apoyarme en todos y cada uno de los pasos que doy en mi vida, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

En este trabajo de tesis, agradezco especialmente a mi madre Esther Ortíz León, el ser humano que me dio la vida, y que ha estado para mí siempre incondicionalmente, a mi padre Nicolás Andrade Sánchez y a mi abuelita Jovita Ortíz León, seres que me han apoyado totalmente, en las situaciones y etapas que yo lo he necesitado durante toda mi vida.

Al Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre, especialmente a los profesores de la academia de Ingeniería Mecatrónica, por su dedicación y su esfuerzo, quienes me han aportado todos los conocimientos profesionales y personales que me han ayudado a mejorar como persona.

A mi estimado jefe de carrera y asesor el maestro Hemet Bautista Ruiz, por su gran aporte a la educación, sus aprendizajes de gran valor y por su apreciada ayuda, de todo corazón muchas gracias.

A mis asesores, el maestro Víctor Guillermo Asad Zetina y el ingeniero José Antonio De la Rosa Gonzáles, quienes me han apoyado valiosamente durante la realización de este proyecto. Y en conjunto a todos aquellos que me han aportado experiencia y saber, de manera sincera, muchísimas gracias.

RESUMEN

La utilización de la tecnología a través de herramientas es cada vez más frecuente en cualquier organización, su uso genera productividad y competitividad a las empresas, escuelas o fábricas. En el caso del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre (ITSMT), cuenta con un Laboratorio de Ciencias Básicas, que actualmente presenta un problema en cuanto a los parámetros de temperatura, presión y humedad. A partir de esta área de oportunidad se da apertura a recurrir a la automatización de la medición de dichos parámetros, por medio de la implementación de un servidor LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) a través de una Raspberry Pi, que permita monitorear la temperatura, la presión y la humedad, y con ello propicie a la optimización de tiempos y recursos, así mismo se ha determinado implementar la placa ESP32 para este proceso automatizado. La gestión del proyecto se hará a partir de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos y el desarrollo de la aplicación se fundamenta bajo la Metodología “Ágil Extreme Programming”, ambas metodologías en conjunto concluyeron en el éxito y solución a esta problemática presentada.

Palabras Clave: *Apache, Laboratorio, servidor LAMP, Raspberry Pi, monitoreo de parámetros.*

ABSTRACT

The use of technology through tools is more and more frequent in any organization, its use generates productivity and competitiveness in companies, schools or factories. In the case of the Higher Technological Institute of Martínez de la Torre (ITSMT), it has a Basic Science Laboratory, which currently presents a problem in terms of temperature, pressure and humidity parameters. From this area of opportunity there is an opening to resort to the automation of the measurement of these parameters, through the implementation of a LAMP server (Linux, Apache, MySQL, PHP) through a raspberry pi, which allows monitoring temperature, pressure and humidity, and thus conducive to the optimization of times and resources, likewise it has been determined to implement the ESP32 board for this automated process. The management of the project will be based on the Guide of the Fundamentals for Project Management and the development of the application is based on the Methodology "Agil Extreme Programming", both methodologies together concluded in the success and solution to this problem presented.

Keywords: *Apache, Laboratory, LAMP server, Raspberry Pi, parameter monitoring.*

CONTENIDO

FICHA TÉCNICA	III
FORMATO DE LIBERACIÓN DEL PROYECTO PARA TITULACIÓN INTEGRAL	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE TESIS EN SOPORTE DIGITAL	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
CONTENIDO.....	X
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE TABLAS.....	XVI
CAPÍTULO 1	1
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4 HIPÓTESIS.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN	5
1.6 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	6
CAPÍTULO 2.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 METODOLOGÍA DEL PMBOK	7
2.1.1 GRUPOS DE PROCESOS.....	10
2.1.2 ÁREAS DEL CONOCIMIENTO	12

2.2 METODOLOGÍA ÁGIL PROGRAMACIÓN EXTREMA.....	16
2.2.1 PROCESO XP.....	17
2.3 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN.....	21
CAPÍTULO 3.....	25
ESTADO DEL ARTE.....	25
3.1 PLACA ESP32.....	25
3.1.1 PINES DE PLACA ESP WROOM 32.....	26
3.1.2 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE ESP32	27
3.1.3 VENTAJAS DE LA PLACA ESP32.....	28
3.2 PLACA RASPBERRY PI.....	29
3.2.1 PRESENTACIÓN.....	29
3.2.2 COMPONENTES QUE CONFORMAN LA PLACA RASPBERRY PI	30
3.2.3 VISTA SUPERIOR DE LA PLACA RASPBERRY PI.....	30
3.2.4 VISTA INFERIOR DE LA PLACA RASPBERRY PI.....	31
3.2.5 EL SOC DE LA RASPBERRY PI.....	31
3.2.6 LA CPU DE LA RASPBERRY	32
3.2.7 LA GPU DE LA RASPBERRY.....	32
3.2.8 LOS PUERTOS USB Y ETHERNET DE LA RASPBERRY	33
3.2.9 EL WI-FI Y EL BLUETOOTH DE LA RASPBERRY PI3.....	35
3.2.10 VENTAJAS DE LA PLACA RASPBERRY PI3	37
3.2.11 DESVENTAJAS DE LA PLACA RASPBERRY PI3	37
3.3 SERVIDOR LAMP.....	38
3.3.1 APACHE.....	39
3.3.2 MySQL.....	39
3.3.3 PHP.....	40

3.3.5 CARACTERÍSTICAS DEL SERVIDOR LAMP.....	40
3.3.6 FUNCIÓN DEL SERVIDOR LAMP	40
3.3.7 VENTAJAS DEL SERVIDOR LAMP.....	41
3.3.8 DESVENTAJAS DEL SERVIDOR LAMP	41
3.4 SENSOR BMP280.....	42
3.4.1 MÓDULO SENSOR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA BMP280.....	42
3.4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	43
3.5 INTRODUCCIÓN A LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN.....	44
3.5.1 TEMPERATURA	44
3.5.2 ESCALAS DE LA TEMPERATURA.....	44
3.5.3 ¿CÓMO SE MIDE LA TEMPERATURA?	45
3.5.4 TIPOS DE TEMPERATURA.....	46
3.5.5 TEMPERATURA NORMAL.....	47
3.5.6 HUMEDAD	48
3.5.7 CLASIFICACIÓN DE LA HUMEDAD	48
3.5.8 HUMEDAD NORMAL	49
3.5.9 PRESIÓN	49
3.5.10 CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN	50
CAPÍTULO 4.....	51
MARCO METODOLÓGICO.....	51
4.1 DISEÑO Y ENFOQUE.....	51
4.2 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN	51
4.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	51
4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	52

4.5. ASPECTOS ÉTICOS	52
CAPÍTULO 5	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE EL USO DE UNA PLACA ESP32 Y UN SENSOR BMP280 Y RASPBERRY PI COMO SERVIDOR WEB Y BASE DE DATOS	53
5.2 CONFIGURACIÓN DEL RASPBERRY PI COMO SERVIDOR WEB Y BASE DE DATOS	54
5.2.1 INSTALACIÓN DEL SERVIDOR LAMP EN LA RASPBERRY PI.....	54
5.3 INSTALACIÓN DE APACHE.....	56
5.4 INSTALACIÓN DE PHP	58
5.5 INSTALACIÓN DE MySQL	59
5.6 INSTALACIÓN DE PHPMYADMIN	59
5.7 PROGRAMACIÓN DE CÓDIGO DE ARDUINO IDE	60
5.8 SCANNER PARA OBTENER LA IP DE LA RASPBERRY PI.....	63
5.9 CREACIÓN - CONFIGURACIÓN DE BASE DATOS USANDO PHPMYADMIN	64
5.10 PRUEBA DE CONEXIÓN Y ALMACENAMIENTO EN BASE DE DATOS.....	66
5.11 VISUALIZACIÓN DE DATOS EN PÁGINA WEB.....	67
6. CONCLUSIÓN	68
7. RECOMENDACIONES	69
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
9. ANEXOS.....	72
ANEXO 1. CÓDIGO DEL PROGRAMA.....	72
ANEXO 2. DISEÑO GENERAL DEL PLANO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MARTINEZ DE LA TORRE.	77

ANEXO 3. ÁREA DONDE SE IMPLEMENTARÁ EL SERVIDOR LAMP CON LA RASPBERRY PI Y ESP32.....	78
ANEXO 4. MEDIDAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS.	79
ANEXO 5. DISEÑO DEL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS	80
ANEXO 6. PLACA RASPBERRY PI 3 APAGADA	81
ANEXO 7. PLACA RASPBERRY PI 3 FUNCIONANDO.....	82
ANEXO 8. PLACA ESP32 APAGADA.	84
ANEXO 9. PLACA ESP32 FUNCIONANDO.....	85
ANEXO 10. SENSOR BMP280	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de la metodología XP	18
Figura 2. Casa de la calidad con sus 6 bloques	21
Figura 3. Esquema del diagrama de Ishikawa	22
Figura 4. Placa ESP32.....	26
Figura 5. Pines placa ESP32	26
Figura 6. Placa Raspberry Pi.....	29
Figura 7. Vista superior placa Raspberry Pi	30
Figura 8. Vista inferior placa Raspberry Pi	31
Figura 9. SOC BCM2837	31
Figura 10. GPU de la Raspberry Pi.....	32
Figura 11. Puertos USB y ethernet de la Raspberry Pi.....	33
Figura 12. Puertos USB y ethernet de la Raspberry Pi	34
Figura 13. Puertos USB y ethernet del Raspberry Pi – Vista lateral	34
Figura 14. BCM43438 Wifi y bluetooth de la Raspberry Pi	35
Figura 15. Antena cerámica del wifi y bluetooth de la Raspberry Pi	36
Figura 16. Circuito Wifi y bluetooth de la Raspberry Pi	37
Figura 17. Servidor LAMP	39
Figura 18. Esquema de conexiones del sensor BMP280.....	42
Figura 19. Sensor BMP280.....	43
Figura 20. Diagrama general del sistema de adquisición de datos	53
Figura 21. LAMP componentes para servidor web	55
Figura 22. Software para servidor web y base de datos.....	55
Figura 23. Comandos Apache.....	56
Figura 24. Servidor Apache	57
Figura 25. Código Apache	57
Figura 26. Comandos PHP.....	58
Figura 27. Pantalla de inicio de sesión de phpMyAdmin	60
Figura 28. Declaración de librerías que se utilizaron en el código del programa.....	60

Figura 29. Código inicial -conexión wifi con router.....	61
Figura 30. Inicialización de código.....	61
Figura 31. Código para la lectura de los parámetros de medición.....	62
Figura 32. Cadena aleatoria de modificación	62
Figura 33. Envío de datos al servidor	63
Figura 34. IP Scanner - Raspberry pi.....	63
Figura 35. Inicio de sesión PhpMyAdmin	64
Figura 36. Estructura de la base de datos.....	64
Figura 37. Base de datos	65
Figura 38. Base de datos - esp_data.....	65
Figura 39. Base de datos -SensorData	66
Figura 40. Base de datos - datos almacenados.....	66
Figura 41. Visualización de datos	67
Figura 42. Plano de la institución educativa (ITSMT)	77
Figura 43. Área del Laboratorio de Ciencias Básicas.....	78
Figura 44. Medidas del Laboratorio de Ciencias Básicas.....	79
Figura 45. Diseño del Laboratorio de Ciencias Básicas	80
Figura 46. Placa Raspberry Pi3 apagada.....	81
Figura 47. Placa Raspberry Pi3 conectada.....	82
Figura 48. Placa Raspberry Pi3 funcionando.....	83
Figura 49. Placa ESP32 apagada.	84
Figura 50. Placa ESP32 funcionando.....	85
Figura 51. Sensor BMP280.....	86
Figura 52. Sensor BMP280 conectado junto con la placa ESP32.	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Correspondencia entre Grupos de Procesos y áreas del conocimiento de la dirección de proyectos....	9
Tabla 2. Proceso de la programación XP y sus tareas clave	20

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 INTRODUCCIÓN

Las herramientas tecnológicas cada vez son más poderosas y comunes en la actualidad, pues día con día millones de personas, organizaciones e instituciones en todo el mundo disponen y hacen uso de ellas, permitiendo el acceso a un sinnúmero de información, la mayoría de estas herramientas son diseñadas para facilitar el trabajo y aplicar los recursos de forma eficiente, de ahí que radica su uso e implantación frecuente y exponencial.

Las empresas públicas y privadas no han sido la excepción en adoptar herramientas tecnológicas dentro de sus procesos, sin importar el tamaño de la organización y el giro al que se dedique, el impacto que trae la mayoría de las veces es positivo, algunas de las herramientas pueden estar destinadas al apoyo de procesos operativos y otras más a los procesos administrativos de las organizaciones, entre otras.

El presente trabajo tiene como objetivo principal automatizar la medición de parámetros de un Laboratorio de Ciencias Básicas, a través de la implementación de un servidor LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) por medio de una Raspberry Pi, este objetivo se cumple con ayuda de dos metodologías que son descritas a lo largo de todo el documento, la primera de ellas es la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK) en su quinta edición, esta guía establece los lineamientos y buenas prácticas para proyectos de diferente naturaleza, que seguidos de forma ordenada y apropiada, brinda éxito en la finalización del proyecto. La segunda metodología es de uso exclusivo para la implementación del servidor LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP), la cual establece las fases para la entrega de un producto intuitivo y de manejo fácil para los usuarios, esta metodología lleva por nombre Metodología Ágil Extreme Programming.

La presentación de toda la tesis está dividida en cinco apartados, en el capítulo 1 se encuentran las generalidades de la institución educativa, en el capítulo 2 se concentra el marco teórico que fundamenta la presente investigación, en el capítulo 3 se encuentra el estado del arte, en el capítulo 4 se centra en el marco metodológico y en el capítulo 5 se tiene el apartado de resultados, que como su nombre lo dice muestra el resultado final de la implementación del servidor LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP), posteriormente se colocan las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron de todo el proyecto, en el apartado siguiente se exponen las diversas fuentes de información a las que se recurrieron como guía y fundamento para agregar valor intelectual a la tesis, y finalmente se tiene el apartado de anexos que cuenta con información complementaria del presente trabajo.

1.2 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre, es una escuela con un excelente nivel académico y personal altamente calificado, actualmente la escuela cuenta con 5 ingenierías, entre las cuales se encuentran: Ingeniería en industrias alimentarias, ingeniería ambiental, ingeniería en gestión empresarial, ingeniería en sistemas computacionales e ingeniería en mecatrónica. Debido al alto nivel académico que tiene este colegio universitario, cuenta con varias áreas educativas destinadas al aprendizaje de cada ingeniería, entre estas áreas se encuentra el Laboratorio de Ciencias Básicas, el cual es un sitio de estudio científico práctico, en el que estudiantes de las diferentes carreras llevan a cabo experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o tecnológico de las materias como química, física, electrónica y otras que se basan en la experimentación y comprobación de los fenómenos y teorías de la ciencia.

Aun cuando esta institución educativa cuenta con todo lo necesario para las diferentes áreas, el Laboratorio de Ciencias Básicas no cuenta con un monitoreo de medición de temperatura, presión y humedad, lo que trae como consecuencia el retraso en algunos trabajos y tareas de los estudiantes, al no tener una respuesta inmediata en algún trabajo que requiera de dichos parámetros de medición, dicho motivo da pauta para agilizar este proceso de forma vanguardista y dinámica, a través de la implementación de un servidor LAMP con una Raspberry Pi que gestione este proceso y que propicie a la reducción de tiempo de respuesta.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Implementar un servidor LAMP (**L**inux, **A**pache, **M**ySQL, **P**HP) con una Raspberry pi para el monitoreo de la temperatura, la presión y la humedad de un Laboratorio de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Gestionar e identificar las principales metodologías disponibles para la recolección y manejo de requerimientos que debe cumplir el servidor LAMP.
- Analizar la propuesta de la implementación del servidor LAMP.
- Diseñar y construir un circuito electrónico con la placa Raspberry Pi y la placa ESP32 a través del manejo y administración de la base de datos.
- Simulación e implementación del circuito electrónico.
- Realizar una lista de pruebas que verifiquen el correcto funcionamiento del servidor LAMP a través de la Raspberry Pi y que se ajuste a los requisitos de análisis y diseño.

1.4 HIPÓTESIS

Con la implementación y/o integración de un servidor LAMP mediante el uso de una placa ESP32 y una Raspberry Pi como servidor web y una base de datos, se cubrirá la necesidad que tiene el Laboratorio de Ciencias Básicas, de un sistema de adquisición de datos con conexión a un servidor web y base de datos de bajo costo, esto será de gran ayuda para que los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre, puedan realizar sus experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o tecnológico que requieran la medición de parámetros de temperatura, presión y humedad/altitud.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación surge por el área de oportunidad que la institución educativa, el Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre tiene en el Laboratorio de Ciencias Básicas, el cual busca que por medio de la tecnología se propicie a la optimización de tiempos y recursos, aumentando el nivel de productividad en esta área.

Desde el punto de vista de (Orozco, 2011, pág. 82) “La información es vital para la administración, provee una forma de retroalimentar las actividades internas del sistema para controlarlas y lograr un uso más eficiente y efectivo de los recursos de la organización”, por tal motivo el uso de la implementación de un servidor LAMP con una Raspberry Pi dentro del área de ciencias básicas se verá beneficiado con un ambiente de trabajo y tareas fructíferas y que a su vez la información recopilada pueda consultarse en cualquier momento.

Cabe destacar que la utilización de la tecnología en los principales procesos de una organización genera ventaja competitiva sobre los competidores, es decir sobre otras escuelas, logrando mejorar la calidad de toda la institución educativa para su alumnado, además de lograr una estrategia organizacional en cada una de sus áreas académicas.

Por otra parte, la planificación de un proyecto es vital para obtener un resultado exitoso, por ello se considera la utilización de la Guía del PMBOK que proporciona las pautas que indican que la aplicación de los conocimientos, procesos, herramientas y técnicas tendrán un impacto positivo sobre el proyecto, cabe mencionar que esta guía es versátil en cuanto a su aplicación, lo que significa que cada proyecto no aplica de manera igualitaria estas pautas, pues dependiendo de su naturaleza puede establecer lo que es o no apropiado.

1.6 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es muy importante ya que no hay antecedentes de un diseño de un sistema de adquisición de datos mediante el uso de una placa ESP32 y una Raspberry Pi como servidor web y base de datos en el Instituto Tecnológico Superior de la Torre, con lo cual contribuye al conocimiento ya que será de interés para poder aplicarlo en esta institución educativa y más tarde en otras que así lo requieran.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto es necesario tomar en cuenta los conceptos que fundamentan y describen de forma clara y precisa las metodologías a utilizar, primeramente se hace mención de la metodología del PMBOK de la cual se retoma todo el inicio y planificación del proyecto, seguido de la metodología ágil Xtreme Programming, que será utilizada para el desarrollo del servidor LAMP, finalmente se contemplan un apartado con aquellas herramientas de ingeniería utilizadas para la recolección, análisis e interpretación de la información.

2.1 METODOLOGÍA DEL PMBOK

Project Management Body Of Knowledge (PMBOK): es una guía que proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define los conceptos relacionados con la dirección de proyectos, describiendo el ciclo de la dirección de proyectos, sus procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto. El PMBOK se publicó por primera vez en 1987 por el Project Management Institute (PMI), que a través del comité de estándares y colaboradores realizó un estudio, evaluación y revisión de los estándares generalmente aceptados a nivel internacional, dando como resultado los estándares que representan el cuerpo de conocimientos de la Dirección de Proyectos, que hoy día se conoce como la Guía del PMBOK, en ella se encuentra estándares (normas, métodos, procesos y prácticas establecidas) reconocidas a nivel global y la guía para la profesión de la dirección de proyectos, actualmente se encuentra en su sexta edición publicada en el 2017. (Project Management Institute, Inc., 2013).

El PMBOK define aspectos importantes acerca de las áreas del conocimiento y las integra con los cinco grupos de procesos. Establece 47 procesos que interactúan y se agrupan en 10 áreas del conocimiento, como se muestra en la siguiente tabla 1.

Áreas del Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupos de Procesos de Inicio	Grupos de Procesos de Planificación	Grupos de Procesos de Ejecución	Grupos de Procesos de Monitoreo y Control	Grupos de procesos de Cierre
4. Gestión de la integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el plan para la dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	4.4 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.5 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.6 Cerrar Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Tiempo del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar los Recursos de las Actividades 6.5 Estimar la Duración de las Actividades 6.6 Desarrollar el Cronograma		6.7 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los costes del proyecto		7.1 Planificar la gestión de los costos 7.2 Estimar los costos 7.3 Determinar el presupuesto		7.4 Controlar los costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Realizar el Aseguramiento de la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	

9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos	9.2 Adquirir el Equipo del Proyecto 9.3 Desarrollar el Equipo del Proyecto 9.4 Dirigir el Equipo del Proyecto		
10. Gestión de los Recursos de Comunicación del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Controlar las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de los Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Controlar los Riesgos		
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	12.4 Cerrar las Adquisiciones

Tabla 1. Correspondencia entre Grupos de Procesos y áreas del conocimiento de la dirección de proyectos

Fuente: (Juan Manuel Izar Landeta, 2013)

2.1.1 GRUPOS DE PROCESOS

Los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (Grupos de Procesos) se conforman por la integración, interacciones y propósitos entre otros procesos que incluyen herramientas, técnicas involucradas en la aplicación de las habilidades y capacidades, que en conjunto aseguran que el proyecto avanza de manera eficaz a lo largo de su ciclo de vida. Estos grupos de proceso se conforman en cinco categorías que se presentan a continuación.

- **Grupo de Procesos de Inicio:** son aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase, dentro de estos procesos se define el alcance inicial y los recursos financieros iniciales, además, se identifican los interesados internos y externos participes dentro del proyecto y se selecciona al director del proyecto.
- **Grupo de Procesos de Planificación:** el Grupo de Procesos de Planificación está compuesto por aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos. Estos procesos desarrollan como salidas el plan para la dirección del proyecto y los documentos que se utilizarán para llevarlo a cabo, en la cual exploran todos los aspectos de alcance, tiempo, costo, calidad, comunicaciones, recursos humanos, riesgos, adquisiciones y participación de los interesados.
- **Grupo de Procesos de Ejecución:** este grupo se conforma por aquellos procesos que se realizan para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones de este, dicho grupo implica coordinar personas y recursos, gestionar expectativas de los interesados, así como integrar y realizar las actividades del proyecto conforme al plan para la dirección del proyecto.

Durante la ejecución del proyecto, en función de los resultados obtenidos, se puede requerir una actualización de la planificación y una revisión de la línea base. Esto puede incluir cambios en la duración prevista de las actividades, cambios en la disponibilidad y productividad de los recursos, así como riesgos no previstos.

- **Grupo de Procesos de Monitoreo y Control:** este grupo contempla los procesos requeridos para rastrear, analizar y dirigir el progreso y desempeño del proyecto, con el objetivo de identificar las áreas en las que el plan necesite cambios, esto se cumple a partir del monitoreo y la anticipación de posibles problemas de las actividades que se han hecho, en contraste con las que deberías de tener, midiendo y analizando cada cierto tiempo. (Liu, 2010)

- **Grupos de Procesos de Cierre:** dentro de este grupo se realizan los procesos para finalizar todas las actividades a través de todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos a fin de completar formalmente el proyecto. También dentro de este grupo puede ocurrir cualquiera de los siguientes casos:
 1. Aceptación del cliente o del patrocinador para cerrar formalmente el proyecto o fase,
 2. Registro de impactos de la adaptación a un proceso,
 3. Aplicar actualizaciones adecuadas,
 4. Archivar los documentos relevantes del proyecto para utilizarlos como datos históricos,
 5. Cerrar todas las actividades de adquisición y se asegure la finalización de todos los acuerdos relevantes,
 6. Realizar evaluaciones de los miembros del equipo y liberar recursos del proyecto.

2.1.2 ÁREAS DEL CONOCIMIENTO

Un área de conocimiento representa un conjunto completo de conceptos, términos y actividades que conforman un ámbito profesional, un ámbito de la dirección de proyectos o un área de especialización, como elementos de apoyo las áreas del conocimiento hacen una descripción detallada de las entradas y salidas que requieren para cada proceso, junto con una recomendación de herramientas y técnicas de uso frecuente para desarrollar las actividades y conseguir los resultados esperados. Aunque no se presente el orden específico de desarrollo de cada área del conocimiento cada equipo de proyecto debe utilizar estas 10 áreas del conocimiento de la manera más adecuada para su proyecto.

- **Gestión de la integración del proyecto:** la Guía PMBOK, establece que la Gestión de la Integración del proyecto incluye procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los procesos y actividades de la dirección del proyecto dentro de los grupos de procesos. Implica tomar decisiones para establecer la asignación de recursos, equipo, definir los objetivos y las alternativas para manejo de las áreas del conocimiento. La Gestión de la integración del proyecto incluye los siguientes seis apartados:
 1. **Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto:** Desarrollar el documento que marca la autorización formal de la existencia de un proyecto y confiere al director del proyecto la autoridad para hacer la asignación de los recursos de la empresa al desarrollo de las actividades del proyecto.
 2. **Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto:** documento central que define la base para todo el trabajo del proyecto.
 3. **Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto:** proporciona la dirección general del trabajo del proyecto; en este proceso se liderea y lleva a cabo el trabajo estipulado en el plan para la dirección del proyecto y se implementan los cambios aprobados para el logro de los objetivos

4. **Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto:** permite a las partes interesadas comprender en qué estado se encuentra el proyecto. Da seguimiento, revisa e informa el avance del proyecto con la finalidad de cumplir con los objetivos definidos en el plan para la dirección del proyecto.
 5. **Realizar el Control Integrado de Cambios:** analiza las solicitudes de cambios, puede aprobar o rechazar los cambios, documenta y comunica las decisiones correspondientes. Permite que los cambios documentados sean considerados e integrados en los documentos necesarios, así como reduce los riesgos del proyecto.
 6. **Cerrar el Proyecto o Fase:** finalizar todas las actividades de los distintos grupos de procesos para completar formalmente el proyecto. Proporciona las lecciones aprendidas, la finalización del trabajo y libera los recursos para proyectos próximos.
- **Gestión del alcance del proyecto:** de acuerdo con (Guía PMBOK, 2013, pág. 105), el plan de gestión del alcance incluye los procesos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido únicamente para completar el proyecto exitosamente, a su vez define y controla claramente lo que se incluye y no incluye en el proyecto, este plan contiene a su vez los siguientes seis apartados:
 1. **Planificar la gestión del alcance:** proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionará el alcance a lo largo del proyecto. Crea un plan de gestión de alcance donde se documente como se define, valida y controla el alcance del proyecto.
 2. **Recopilar requisitos:** proporciona la base para definir y gestionar el alcance del proyecto incluyendo el alcance del producto. Determina, documenta y gestiona las necesidades y los requisitos de las partes interesadas para cumplir con el objetivo deseado.
 3. **Definir el alcance:** describe los límites del producto servicio o resultado mediante la especificación de cuáles de los requisitos recopilados serán incluidos y cuáles excluidos del alcance del proyecto.

Desarrolla una descripción detallada del proyecto y del producto.

4. Crear la EDT/WBS: proporciona una visión estructurada de lo que se debe de entregar. Subdivide los entregables del proyecto y el trabajo en componentes pequeños de manera que sean fácil de comprender.
 5. Validar el alcance: aporta objetividad al proceso de aceptación y aumenta las posibilidades de que el producto, servicio o resultado final sea aceptado mediante la validación de cada entregable individual. Formaliza la aceptación de cada entregable del proyecto que se haya completado.
 6. Controlar el alcance: permite mantener la línea base del alcance a lo largo del proyecto. Monitorea el estado en que se encuentra el proyecto y gestiona los cambios en la línea base del proyecto para la correcta ejecución del proyecto.
- **Gestión del tiempo del proyecto:** de acuerdo con la (Guía del PMBOK , 2013) la gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación del proyecto. Este plan está compuesto por siete apartados:
 1. Planificar la Gestión del Cronograma: establece las políticas, los procesos y la documentación necesaria para planificar la gestión del cronograma. Al llevar a cabo esto se genera una guía y dirección de cómo se gestionará el cronograma a lo largo de todo el proyecto.
 2. Definir las actividades: identifica y documenta las acciones específicas que se deben realizar para ejecutar los entregables del proyecto. Se desglosan los paquetes de trabajo de manera que sea más fácil la programación, ejecución y el control y monitoreo.
 3. Secuenciar las Actividades: identifica y documenta las relaciones que existen entre las distintas actividades del proyecto. Crea una secuencia lógica de trabajo con el fin de obtener la máxima eficiencia.

4. Estimar los Recursos de las Actividades: estimar el tipo y cantidades de los materiales, equipos, personas y suministros necesarios para llevar a cabo todas las actividades del proyecto, identifica las características con que debe contar cada recurso a utiliza, lo que permite estimar el costo y la duración de forma precisa.
5. Estimar la Duración de las Actividades: realizar una estimación de los periodos de tiempo para finalizar las actividades individuales con los recursos asignados.
6. Desarrollar el Cronograma: analiza la secuencia de las actividades, la duración los requisitos y las restricciones para crear un modelo de programación del proyecto, con fechas planificadas para completar todas las actividades del proyecto. (Project Management Institute, Inc., 2013)
7. Controlar el Cronograma: monitorea el estado de las actividades para actualizar estado.
 - **Gestión de los riesgos del proyecto:** de acuerdo con la (Guía PMBOK, 2013) la gestión de los riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de los riesgos, a la misma vez que identifica, analiza y planifica la respuesta y control de los riesgos existentes en un proyecto. Este plan incluye los siguientes seis apartados:
 1. Planificar la Gestión de los Riesgos: define como realizar las actividades con las cuales se lleva a cabo la gestión de los riesgos. El plan para la gestión de los riesgos es de vital importancia ya que permite comunicar a todas las partes implicadas el rol que tienen y el apoyo que pueden brindar para neutralizar dichos riesgos.
 2. Identificar los Riesgos: determinar los riesgos que pueden afectar el proyecto y documentar las características de estos. El tener en conocimiento de la existencia de los riesgos permite al equipo anticiparse a ellos y verificar la capacidad de respuesta con la que se cuenta.

3. Realizar el Análisis Cualitativo de los Riesgos: prioriza los riesgos para analizarlos posteriormente, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos, lo que permite al director del proyecto reducir el nivel de incertidumbre y hallar una respuesta óptima a los riesgos que sean de alta prioridad.
4. Realizar el Análisis Cuantitativo de los Riesgos: analiza de forma numérica el efecto de los riesgos identificados en el proyecto, lo que genera información cuantitativa para el apoyo en la toma de decisiones con el fin de reducir la incertidumbre del proyecto.
5. Planificar la Respuesta a los Riesgos: desarrolla y planifica opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Analiza los riesgos de acuerdo con la prioridad, tiene en cuenta los recursos y actividades que se llevarán a cabo en el presupuesto a su vez actualiza actividades del cronograma y el plan para la dirección del proyecto.
6. Controlar el Riesgo: implementa los planes que se desarrollaron en la respuesta a los riesgos, da seguimiento a las actividades necesarias para verificar la efectividad de las acciones tomadas, por último, identifica nuevos riesgos. (Project Management Institute, Inc, 2013)

2.2 METODOLOGÍA ÁGIL PROGRAMACIÓN EXTREMA

Desde el punto de vista de (Bahit, 2012) la programación extrema propone un conjunto de prácticas técnicas que al ser aplicadas de manera simultánea enfatizan los efectos positivos en el desarrollo de proyectos de software.

De acuerdo con (Pressman, 2010) para todo trabajo realizado con Programación Extrema se establecen los siguientes cinco valores:

1. **Comunicación:** promueve que los ingenieros de software junto con todos los participantes del proyecto mantengan una comunicación eficaz involucrando al cliente con la finalidad de conocer los requerimientos, establece metáforas de comunicación, retroalimentación y evita la

documentación voluminosa.

2. **Simplicidad:** incita a los desarrolladores a crear diseños solo para las necesidades inmediatas que se implementen con facilidad en forma de código. Los rediseños se trabajan más adelante.
3. **Retroalimentación:** se obtiene a través del software implementado, el cliente y otros miembros del equipo de software. Se usa la prueba unitaria como táctica principal de pruebas para ejecutar cada operación de acuerdo con su funcionalidad especificada, de acuerdo con el comportamiento y función del software el equipo da retroalimentación al cliente en cuanto al impacto que tendrá los efectos del software en los costos y la planeación del proyecto.
4. **Valentía:** el equipo desarrollador tiene que estar consciente de que los diseños desarrollados actualmente en un futuro necesiten nuevos requerimientos, por lo que demandara repeticiones sustanciales de diseño y código.
5. **Respeto:** fomenta el respeto entre los participantes, el cliente confía en el método que el equipo desarrollador defina para llevar a cabo el proyecto a la vez que el equipo desarrollador conoce el valor que el software tiene para su negocio.

2.2.1 PROCESO XP

La programación extrema usa un enfoque orientado a objetos engloba un conjunto de reglas y prácticas que ocurren en cuatro actividades estructurales: planeación, diseño, codificación y pruebas, las cuales resaltan y se descomponen en subtarear que integran el desarrollo total de cada una de estas.

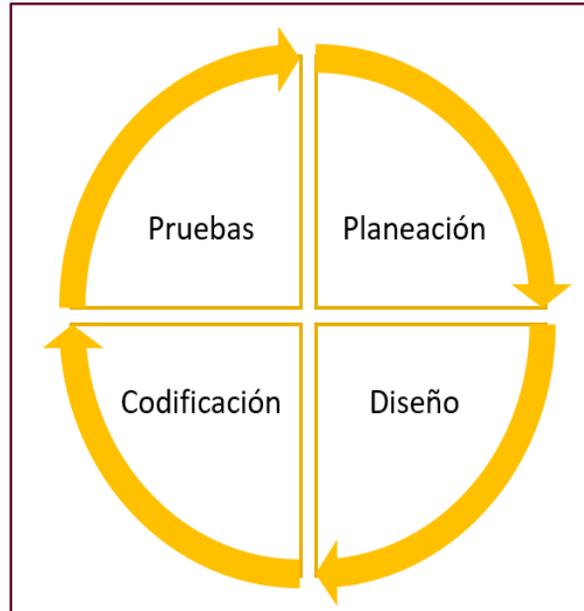


Figura 1. Ciclo de vida de la metodología XP

Fuente: (Juan Manuel Izar Landeta, 2013)

Las actividades clave del proceso XP se describen a continuación:

- **Planeación:** esta fase comienza escuchando la voz del cliente, en la cual los programadores escuchan atentamente los requerimientos que necesita y puedan traducirlos con el fin de diseñar un software con la funcionalidad y características necesarias para el negocio del cliente. Con estos requerimientos se crean historias de usuarios en las que se describe las salidas, características y funcionalidad que tendrá el software, posterior a eso el cliente asigna un valor, priorizando las tareas a desarrollar. Los programadores evalúan las historias, les asignan un costo basado en tiempo. Si las actividades duran más de tres semanas, piden al cliente que las descomponga en tareas más pequeñas y de nuevo evaluarlas y asignarle un costo.

Los clientes junto a los desarrolladores determinan los entregables que ejecutara el equipo XP, se hace un compromiso sobre la entrega y el equipo ordena las historias, las cuales podrán entregar en una de las siguientes formas:

1. Todas las historias se implementarán de inmediato (en pocas semanas).
2. Las historias con más valor entraran en la programación de actividades y se implementaran en primer lugar.
3. Las historias más riesgosas formaran parte de la programación de actividades y se implementaran primero.

Después de la primera entrega de actividades del proyecto se calcula la velocidad de este, es decir, el número de historias de las clientes implementadas en la primera entrega. Esto ayuda a crear un cronograma de actividades en el cual se especifica la fecha de entrega y el responsable de llevarlas a cabo.

- **Diseño:** basado en el principio MS (Mantenlo Sencillo), da guía a la implementación de una historia mientras se escribe, mediante el uso de tarjetas CRC que identifican y organizan las clases orientadas a objetos que son relevantes para el desarrollo del software. Cuando existe un problema de diseño difícil se implementa una solución en punta que busca disminuir el riesgo cuando comience el desarrollo verdadero y valida las estimaciones originales para la historia que contiene el problema de diseño.
- **Codificación:** una vez desarrolladas las historias, el equipo desarrolla una serie de pruebas unitarias para cada historia que se entrega en el desarrollo del software. Una vez que el código se termina se le aplica una de estas pruebas con lo que los desarrolladores obtienen retroalimentación instantánea.

Para esta fase la programación XP recomienda la programación en parejas, con el objetivo de crear código para cada historia, con esto se encuentra una solución a los problemas en tiempo real y se asegura la calidad ya que el código se revisa conforme se va creando. Una vez que las parejas terminan su trabajo, el equipo de integración, incorpora el trabajo de todos, esto ayuda a descubrir a tiempo los errores. (Muñoz, 2013)

- **Pruebas:** las pruebas unitarias se comienzan antes de la codificación, y deben crearse con una estructura que permita automatizarlas pues deben ejecutarse con facilidad en repetidas ocasiones. También se estimula la utilización de pruebas de regresión cada vez que se modifique el código. (Bahit, 2012)

Las pruebas de aceptación, también llamadas pruebas del cliente se centran en las características y funcionalidades generales que son visibles y el cliente puede revisar. Se derivan de las historias de los usuarios y llevan a la aceptación del software desarrollado.

Proceso de la programación XP	Tareas clave
Planeación	<ul style="list-style-type: none"> • Historias de usuarios • Asignación de valores • Criterios de pruebas de aceptación • Plan de iteración
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño simple • Tarjeta CRC • Soluciones en punta • Prototipos
Codificación	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas unitarias • Programación por parejas • Rediseño • Integración continúa
Pruebas	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas unitarias • Pruebas de aceptación

Tabla 2. Proceso de la programación XP y sus tareas clave

Fuente: (Bahit, 2012)

2.3 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

- **Despliegue de la Función de Calidad (QFD):** desde el punto de vista de (Liu, 2010, pág. 482) *el “QFD es un método de traducción de funciones y requisitos de calidad de los clientes en características de ingeniería, que se consideran en el diseño de productos”*, es decir, esta herramienta conduce a traducir las necesidades del cliente en aspectos técnicos que permita a las organizaciones crear un producto que rebase las expectativas de los clientes. Es usada para la recolección de datos, permite a las empresas conocer las necesidades de los clientes, priorizarlas, encontrar una respuesta innovadora a esas necesidades y mejorar los procesos para conseguir una efectividad máxima. (Goetsch & Stanley, 1997,2000).

El QFD tiene su origen en Japón en el año de 1972 por el profesor Yoki Akao, como lo hace notar (Liu, 2010, pág. 483) “QFD se compone de cuatro matrices sucesivas: matriz de planificación de requisitos del cliente, matriz de implementación de características del producto, matriz de control de proceso y calidad, y matriz de instrucción operativa”, la primera matriz que es la planificación de requisitos del cliente, también conocida como la Casa de la Calidad (HOQ), es el primer paso para dar una referencia amplia de lo que necesita el cliente, en la opinión de (Juan Manuel Izar Landeta, 2013, pág. 10) dicha Casa se conforma por seis bloques como se muestra en la ilustración.

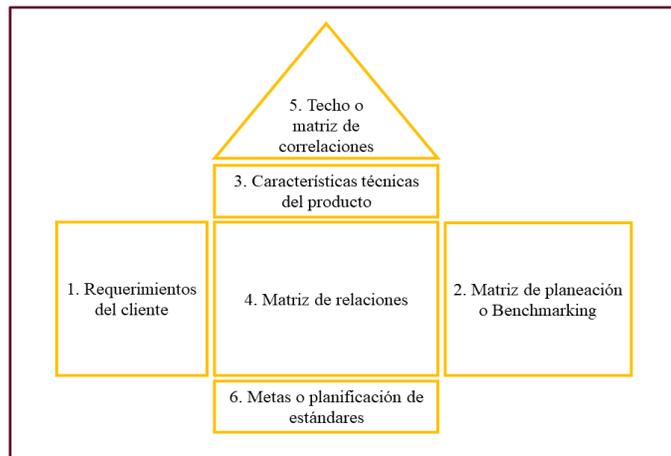


Figura 2. Casa de la calidad con sus 6 bloques

Fuente: (José Luis Carmona Silva, 2019)

- **Diagrama de Ishikawa:** diagrama que muestra la relación entre una característica de calidad y los factores. Está compuesto por una cadena de causas y efectos, y el método para expresarlo es de forma sencilla y clara mediante un diagrama de causa y efecto. Esta herramienta se considera herramienta básica usada ampliamente en distintos campos para el análisis y solución de problemas.

Las características de este diagrama constan de la relación de uno o más factores que intervienen en cualquier proceso, a juicio de (José Luis Carmona Silva, 2019) este diagrama se utiliza para ordenar y representar gráficamente las opiniones o posturas que resultan de un proceso de lluvia de ideas que emite cada uno de los miembros de un grupo al dar respuesta a una pregunta que se plantea como inicio o apertura del análisis. Alguna de sus ventajas es:

1. Obtención de información en poco tiempo.
2. La información se limpia por la argumentación de los participantes.
3. Existe retroalimentación instantánea.
4. Los participantes son los principales protagonistas de la situación que se analiza.

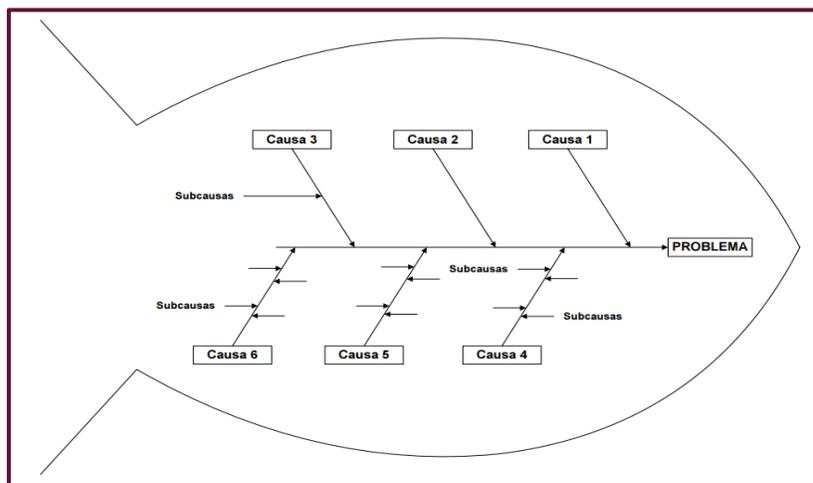


Figura 3. Esquema del diagrama de Ishikawa
Fuente: (Project Management Institute, Inc., 2013)

- **Diagrama de Gantt:** herramienta que permite planificar las actividades de un proyecto. Está compuesta por un sistema de coordenadas de dos ejes, en el vertical se localizan todas las tareas por las que está compuesto el proyecto y en el eje horizontal los tiempos, los plazos pueden estar determinados por días, semanas o meses.
- **Matriz de probabilidad e impacto:** efecto de la incertidumbre sobre los objetivos, con frecuencia se expresa en términos de fuentes de riesgo, eventos potenciales, sus consecuencias y sus probabilidades. (Organización Internacional de Normalización (ISO), 2018). En un proyecto el riesgo es un evento o condición incierta que al concretarse puede tener efectos negativos o positivos en uno a varios objetivos del proyecto.
- **Plan de acción para los riesgos:** conjunto de medidas que mantiene o controla los efectos de un riesgo, usualmente utiliza controles tales como: procesos, políticas, dispositivos, practicas o cualquier acción para minimizar los efectos del riesgo. (ISO 31000:2018)
- **Lista de verificación:** herramienta que se utiliza para verificar el cumplimiento de los entregables, en el cual las partes interesadas aprueban que la tarea planeada está bien ejecutada. Permite tener un registro y/o antecedente del proyecto.
- **Solicitud de cambios:** documento que contiene formalmente modificaciones a las líneas base del proyecto, en el cual se especifica que cambio requiere hacerse, la justificación del cambio y los responsables.
- **PHP:** es un lenguaje de programación muy potente que, junto con HTML, permite crear sitios web dinámicos. PHP se instala en el servidor y funciona con versiones de Apache, Microsoft, Netscape Enterprise Server y otros. La forma de usarlo es insertando código PHP dentro del código HTML de un sitio web. Cuando un cliente (cualquier persona en la web) visita la página web que contiene este código, el servidor lo ejecuta y el cliente sólo recibe el resultado.

Su ejecución, es por tanto en el servidor, a diferencia de otros lenguajes de programación que se ejecutan en el navegador. (Muñoz, 2013)

- **MySQL:** es un gestor de bases de datos, tiene la ventaja de controlar una gran cantidad de información, lo que durante un tiempo se consideró como una sencilla aplicación para su uso en sitios Web, se ha convertido en la actualidad en una solución viable y de misión crítica para la administración de datos. Ahora incorpora muchas de las funciones necesarias para otros entornos y conserva su gran velocidad.
- **XAMPP:** es un servidor independiente de plataforma, software libre, que consiste principalmente en la base de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script: PHP y Perl. Le permite instalar de forma sencilla Apache en el ordenador, sin importar el sistema operativo (Linux, Windows, MAC o Solaris). Y lo mejor de todo es que su uso es gratuito. (Cano, 2015)
- **Framework:** es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar. En el desarrollo de software, un entorno de trabajo es una estructura conceptual y tecnológica de asistencia definida, normalmente, con artefactos o módulos concretos de software, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas, y un lenguaje interpretado, entre otras herramientas, para así ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto. Representa una arquitectura de software que modela las relaciones generales de las entidades del dominio, y provee una estructura y una especial metodología de trabajo, la cual extiende o utiliza las aplicaciones del dominio. (Pérez, 2018)

CAPÍTULO 3

ESTADO DEL ARTE

3.1 PLACA ESP32

ESP32 es la denominación de una familia de chips SoC de bajo costo y consumo de energía, con tecnología Wi-Fi y Bluetooth de modo dual integrada.

- El ESP-WROOM-32 Es un versátil Wi-Fi + BT + Módulo BLE MCU que es potente, versátil y puede ser utilizado para redes de sensores de baja potencia y tareas exigentes como la codificación de voz, transmisión auditiva y la decodificación MP3. Microcontrolador potente ESP32 integrado.
- ESP32 también integra una gran cantidad de periféricos, incluyendo sensores táctiles capacitivos, sensores Hall, sensor de bajo ruido, interfaz de la tarjeta del SD, interfaz de Ethernet, alta velocidad SDIO / SPI, UART, I2S e I2C.
- El Wi-Fi de 2,4 GHz además de bluetooth chip de doble modo es fiable, escalable y adaptable. Dos núcleos de CPU Puede ser controlado individualmente o encendido.
- Pequeño volumen, fácil de integrar a otros productos. ESP32 integra conmutadores de antena, RF balun, amplificadores de potencia, amplificadores de bajo ruido, filtros y módulos de administración de energía. Toda la solución ocupa el área de la placa de circuito impreso menos.
- El usuario puede cortar la potencia de la CPU y utilice el interruptor de baja potencia coprocesador para monitorear continuamente el estado de los periféricos o si algunos de los canales analógicos los valores superan el umbral. (Hoddie, 2018)

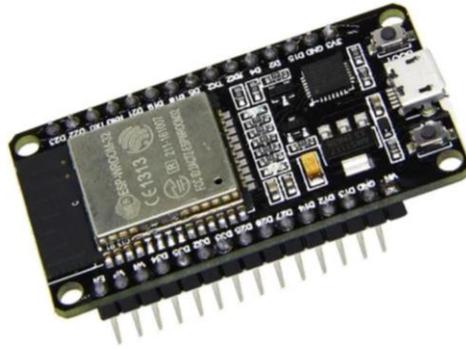


Figura 4. Placa ESP32

Fuente: (Hoddie, 2018)

3.1.1 PINES DE PLACA ESP WROOM 32

La placa ESP32 cuenta con 38 pines. El módulo posee un regulador de voltaje que permite ingresar 5V por el puerto USB, de igual manera se puede alimentar con 3.3V en los pines de 3.3V y gnd. De igual manera cuenta con el chip CP2102 el cual se encarga de la comunicación USB-Serial.

PINOUT ESP32 38 PINES ESP WROOM 32

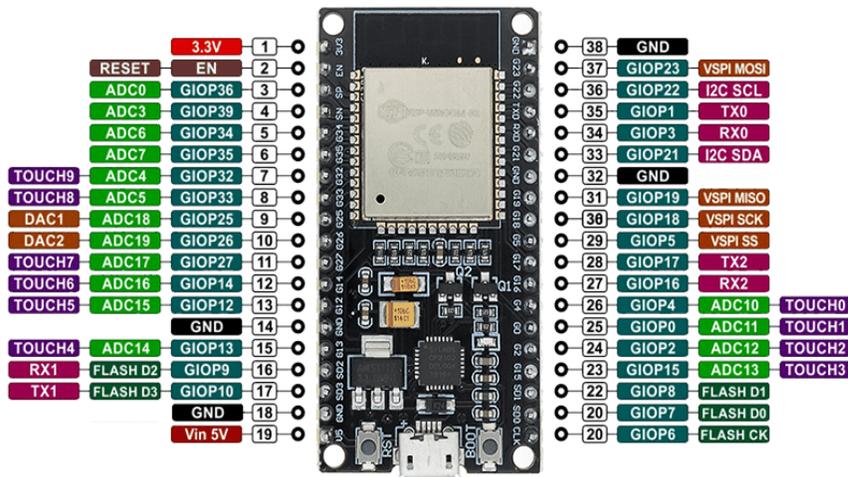


Figura 5. Pines placa ESP32

Fuente: (Upton, 2014)

3.1.2 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE ESP32

- Tipo: Módulo Wifi + Bluetooth
- Modelo: ESP32 38 Pines
- Voltaje de Alimentación (USB): 5V DC
- Voltaje de Entradas/Salidas: 3.3V DC
- Consumo de energía: 5 μ A en modo de suspensión
- CPU principal: Tensilica Xtensa 32-bit LX6
- Desempeño: Hasta 600 DMIPS
- Frecuencia de Reloj: hasta 240Mhz
- Procesador: microprocesador Tensilica Xtensa Dual-Core de 32 bits LX6, que funciona a 160 o 240 MHz
- Procesador secundario: Permite hacer operaciones básicas en modo de ultra bajo consumo
- Conectividad inalámbrica Wifi: velocidad de datos de 150,0 Mbps con HT40
- Bluetooth: 4.2 BR/EDR BLE Modo de control dual
- Memoria: 448 KByte ROM, 520 KByte SRAM, 6 KByte SRAM en RTC y QSPI admite múltiples chips flash / SRAM
- Chip USB-Serial: CP2102
- Antena: en PCB
- Pines Digitales GPIO: 24 (Algunos pines solo como entrada)
- Conversor Analógico Digital: Dos ADC de 12bits tipo SAR, soporta mediciones en hasta 18 canales, algunos pines soportan un amplificador con ganancia programable
- Seguridad: IEEE 802.11, incluyendo WFA, WPA/WPA2 y WAPI
- Criptografía acelerada por hardware: AES, SHA-2, RSA, criptografía de curva elíptica (ECC), generador de números aleatorios (RNG)
- PWM (modulación de ancho de pulso).
- Seguridad: aceleradores de hardware para AES y SSL / TLS

- Compatible con Arduino IDE: puede programar el ESP32 con Arduino IDE utilizando el núcleo Arduino.
- Compatible con MicroPython : puede programar el ESP32 con el firmware MicroPython.
- interfaz periférica con DMA que incluye toque capacitivo
- I²C (circuito inter integrado)
- UART (receptor / transmisor asíncrono universal)
- SPI (interfaz de periféricos en serie)
- I²S (Interchip Sound integrate)
- RMII (Interfaz independiente de medios reducida)

3.1.3 VENTAJAS DE LA PLACA ESP32

- Los chips ESP32 cuentan con dos microprocesadores de bajo consumo Tensilica Xtensa de 32 bits LX6, además de con un co-procesador de ultra bajo consumo empleado para llevar a cabo conversiones analógico-digital y otras operaciones mientras se encuentra funcionando bajo el modo *deep sleep*, mejorando la eficiencia energética del propio chip y haciendo una gestión mucho más eficiente de sus recursos.
- Los chips ESP32 es que cuentan con un gran número de periféricos. Cuenta con 34 pines digitales de características muy similares a los que cuentan las placas Arduino, pudiendo agregar LEDs, botones, zumbadores, pero también dispone de un controlador remoto infrarrojo, interfaces I²C, módulos UART, sensores táctiles, conversores digitales-analógicos y viceversa, entre otros. (Oracle Corporation, 2021)

3.2 PLACA RASPBERRY PI

La Raspberry Pi es una computadora de placa única del tamaño de una tarjeta de crédito desarrollada en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi con la intención de promover la enseñanza de la informática básica en las escuelas.

La placa Raspberry Pi tiene una característica especial que las computadoras normales no tienen: Pines de entrada y salida de propósito general (GPIO).

Estos GPIO le permiten interactuar con el mundo real, lo que le permite crear grandes proyectos de electrónica.

Raspberry Pi es una placa de un tamaño minúsculo (cercano al de una tarjeta de crédito). Esta posee un micro procesador ARM con potencia de hasta 1 GHz, integrado en un chip Broadcom BCM2835. Además, cuenta con 512 MB de RAM, un GPU Video Core IV, es decir, todo lo necesario para poder ejecutar programas básicos, navegar por internet y por programar. (Upton, 2014)

3.2.1 PRESENTACIÓN

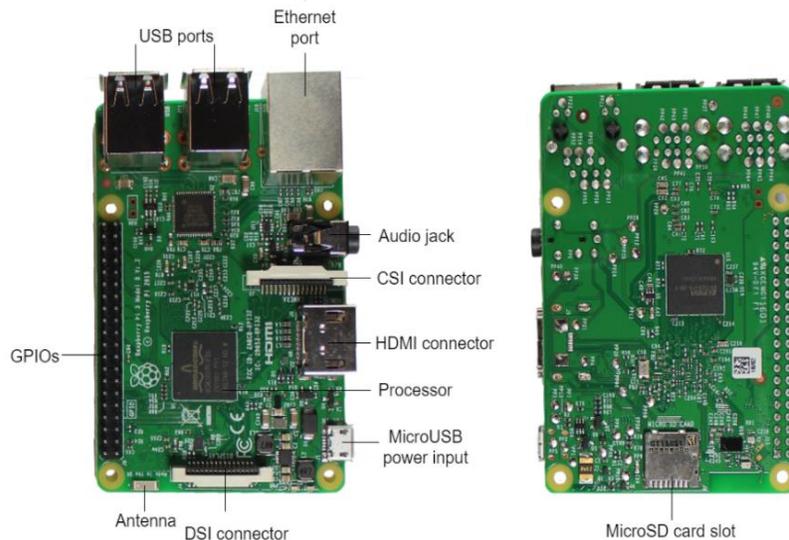


Figura 6. Placa Raspberry Pi

Fuente: (Upton, 2014)

El factor de forma es idéntico al resto de modelos anteriores.

3.2.2 COMPONENTES QUE CONFORMAN LA PLACA RASPBERRY PI

- **Puertos USB:** para conectar un mouse, un teclado u otros periféricos;
- **Puerto Ethernet:** para conectarse a Internet mediante un cable Ethernet;
- **Conector de audio:** para conectar un dispositivo de audio
- **Conector CSI:** para conectar una cámara con una cinta CSI
- **Conector HDMI:** para conectar un monitor o TV
- **Procesador:** es el cerebro de la Raspberry Pi
- **Ranura para tarjeta microSD:** para insertar una tarjeta microSD para almacenar sus archivos y su sistema operativo
- **Entrada de energía micro USB:** para encender su Pi
- **Conector DSI:** para conectar pantallas compatibles con DSI
- **Antena:** capta señales inalámbricas de LAN y bluetooth
- **GPIO** (pines de salida de entrada de propósito general): conecta dispositivos para interactuar con el mundo exterior como sensores y salidas como LED y motores.

3.2.3 VISTA SUPERIOR DE LA PLACA RASPBERRY PI



Figura 7. Vista superior placa Raspberry Pi

Fuente: (Macías Olives, 2018)

El factor de forma es idéntico al resto de modelos anteriores.

3.2.4 VISTA INFERIOR DE LA PLACA RASPBERRY PI

Debajo de la tarjeta Raspberry Pi3 los componentes principales son: la memoria de 1 GB y el conector de tarjeta micro SD. Estos dos elementos tienen un espesor reducido, inferior a la longitud de las clavijas de la GPIO y de otros conectores soldados a la tarjeta.

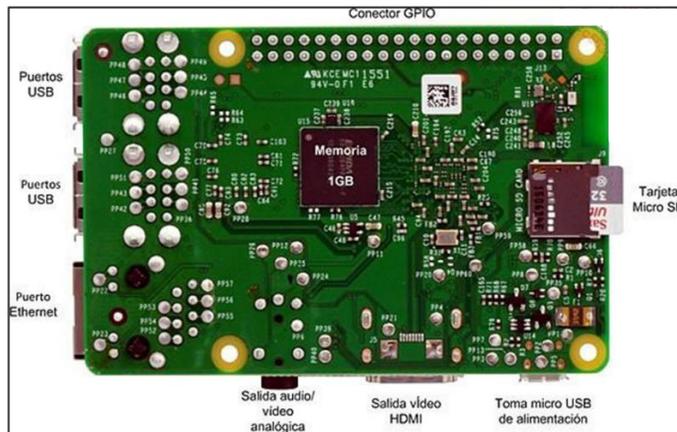


Figura 8. Vista inferior placa Raspberry Pi

Fuente: (Macías Olives, 2018)

3.2.5 EL SOC DE LA RASPBERRY PI

La Raspberry Pi3 está equipada con un Soc. de la familia BCM2837, que integra todos los periféricos del Soc. (bus SPI, I2C...). Este núcleo es la base de toda la gama de procesadores utilizados sucesivamente en los diferentes modelos de Raspberry Pi.



Figura 9. SOC BCM2837

Fuente: (Upton, 2014)

3.2.6 LA CPU DE LA RASPBERRY

La CPU es un modelo de 64 bits, compatible con 32 bits, basado en una arquitectura ARMv8. Es un microprocesador de cuatro núcleos Cortex A53 que funcionan a 1.2GHz.

Con la introducción de esta CPU la Fundación anunció un rendimiento que duplicaba el de la Raspberry Pi2 y que era diez veces mejor que el de la Raspberry Pi original. Las pruebas muestran que, si se usa un único núcleo, la ganancia es cercana a tres veces. Con el uso de 4 núcleos es cuando la ganancia se multiplica por 10, incluso más. Sin embargo, es necesario que el sistema operativo y las aplicaciones gestionen el uso de los 4 núcleos.

3.2.7 LA GPU DE LA RASPBERRY



Figura 10. GPU de la Raspberry Pi

Fuente: (Macías Olives, 2018)

La GPU es un procesador gráfico VideoCore IV de doble núcleo que funciona a 400 MHz. Soporta OpenGL ES 2.0 (*Open Graphics Library* = Librería gráfica), que es una interfaz que permite a los programas generar objetos en 2D o 3D, en forma de puntos, vectores o polígonos. OpenGL se encarga de calcular la imagen que se debe mostrar en la pantalla, teniendo en cuenta el punto de referencia seleccionado, la claridad, textura, reflejos, objetos ocultos por otros, etc. Muchas aplicaciones usan la norma OpenGL para el cálculo de imágenes 2D y 3D (CAO-DAO, videojuegos, modelización 3D). (Upton, 2014)

Video Core IV también soporta la aceleración de hardware OpenVG. Diseñada originalmente para los dispositivos móviles, OpenVG deja a la GPU los cálculos necesarios para la visualización de los diseños vectoriales 2D. Esto permite crear interfaces en formato SVG (*Scalable Vector Graphics* = Gráficos vectoriales redimensionables), que permiten redimensionar una imagen o una tarjeta, conservando la calidad original.

La GPU de la Raspberry Pi3 también decodifica el 1080p30 H.264 high-profile. High Profile (HiP) es el perfil utilizado para la difusión de la televisión HD y para el almacenamiento de vídeos en Blu-ray. También puede mostrar el 1080p H.264 a 60 fps (*frames per second* = frames por segundo) usando una decodificación por software. (Valencia, 2018)

El reloj de la GPU VideoCore IV trabaja a 400 MHz y el nodo de cálculo 3D funciona a 300 MHz. La memoria de la Raspberry Pi3 funciona a 900 MHz, y también participa en la mejora del rendimiento.

3.2.8 LOS PUERTOS USB Y ETHERNET DE LA RASPBERRY

En la Raspberry Pi3, el puerto USB del SoC BCM2837 está conectado a un circuito LAN9514 del fabricante SMSC en lugar de estar conectado directamente a la toma USB como en la Raspberry Pi Zero.

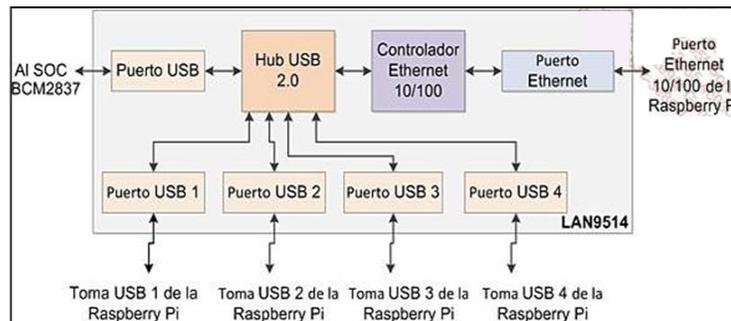


Figura 11. Puertos USB y ethernet de la Raspberry Pi

Fuente: (Macías Olives, 2018)

Este circuito integrado LAN9514 encierra un hub de 6 puertos USB 2.0. Cuatro de los puertos USB están conectados físicamente a dos tomas USB dobles de la Raspberry Pi. Un quinto puerto está conectado en modo interno a un controlador Ethernet 10/100. El sexto puerto está conectado al SoC BCM2837.



Figura 12. Puertos USB y ethernet de la Raspberry Pi

Fuente: (Olaya López, 2018)

En la imagen anterior figura, de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha: la toma Ethernet y los cuatro puertos USB, el circuito LAN9514 y los componentes utilizados para administrar la corriente necesaria para los puertos USB. Los LED de estado de la LAN9514 (Link y 100 Mb/s) se sitúan sobre el conector Ethernet (siguiente imagen). El LED amarillo situado en la parte inferior izquierda del conector Ethernet indica la velocidad de transmisión y se enciende para una velocidad de 100 Mb/s. El LED verde, en la parte inferior derecha del conector Ethernet, se ilumina cuando el enlace físico es estable y parpadea cuando hay actividad en la red. (Valencia, 2018)

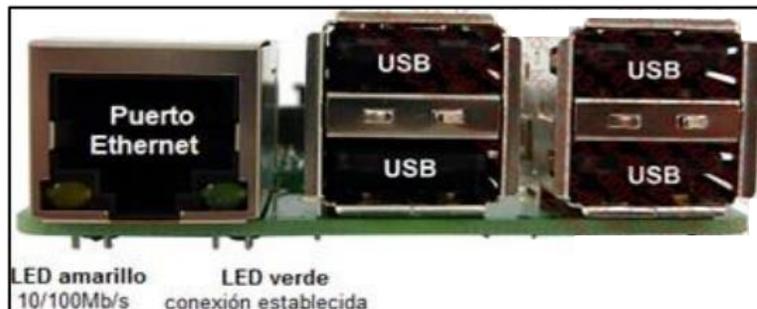


Figura 13. Puertos USB y ethernet del Raspberry Pi – Vista lateral

Fuente: (Macías Olives, 2018)

El controlador Ethernet de la LAN9514 ofrece una dirección MAC (Media Access Control) y una conexión que cumplen las normas IEEE 802.3 en 10BASE-T (10 Mbit/s) y 802.3u en 100BASE-T (100 Mbit/s). La norma 802.3 se conoce generalmente con el nombre de Ethernet.

El puerto Ethernet gestiona la auto negociación, la configuración half o full- dúplex y la auto-MDIX (Medium Dependent Interface Crossover).

En otras palabras, esto significa que es capaz de detectar solo la configuración del enlace de red que se le conecta y se adapta rápidamente (normalmente en menos de 0.5 segundos). Esto evita que el usuario tenga que administrar el tipo de unión de red que se debe establecer (switch, PC, router) y adaptar el cable ethernet en consecuencia (cable recto o cruzado). (Upton, 2014)

3.2.9 EL WI-FI Y EL BLUETOOTH DE LA RASPBERRY PI3

Con la adaptación de un microprocesador de 64 bits, la adición de la conectividad sin cables es la otra gran novedad de la Raspberry Pi3.

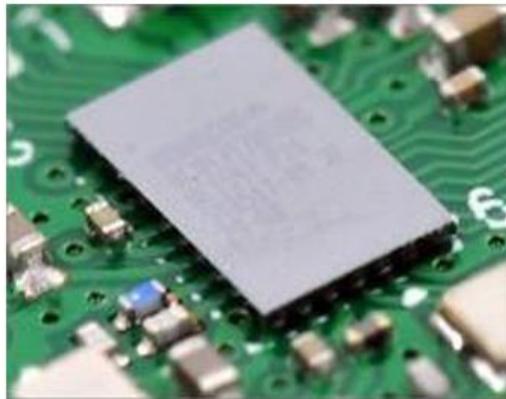


Figura 14. BCM43438 Wifi y bluetooth de la Raspberry Pi

Fuente: (Olaya López, 2018)

El circuito seleccionado por la Fundación para asegurar esta función es el Broadcom BCM43438. Este circuito, que mide menos de 5 mm x 3 mm, está implementado en la tarjeta. Ofrece conectividad Wi-Fi 802.11 b/g/n hasta 150 Mbps, así como Bluetooth 4.1 LE.

El circuito funciona a 2.4 GHz. La Fundación ha implementado una antena cerámica de 2.4 GHz, compartida entre el Wi-Fi y el Bluetooth (siguiente figura).



Figura 15. Antena cerámica del wifi y bluetooth de la Raspberry Pi

Figura: (Olaya López, 2018)

Esta antena, de dimensiones reducidas, ofrece Bluetooth con un rendimiento aceptable. Es cercano a 10 m en línea recta. En Wi-Fi, por el contrario, el alcance obtenido también es de 10 m en campo abierto, lo cual resulta inferior al rendimiento de una mini llave USB Wi-Fi, habitualmente utilizada hasta 30 m. Además, la antena de dimensiones reducidas de la Raspberry Pi3 es muy sensible al entorno. La posición de la antena también influye en la calidad de la unión, el Wi-Fi usa principalmente ondas polarizadas verticalmente, mientras que la antena de la Raspberry Pi3 polariza las ondas horizontalmente. El situar la Raspberry Pi3 en posición vertical puede aumentar ligeramente el alcance del Wi-Fi.

El BCM43438 permite recibir radio FM. La entrada prevista para la antena FM está en el circuito y no ha sido conectada.

Debido al espacio limitado disponible en la tarjeta de la Raspberry Pi y a las dimensiones limitadas similares a las de una tarjeta de crédito, fue necesario volver a reacondicionar la implantación de los componentes. Los LED de estado y sus transistores de control se han movido para dejar sitio al circuito Wi-Fi/Bluetooth, que ocupa algo más de un centímetro cuadrado (siguiente figura).

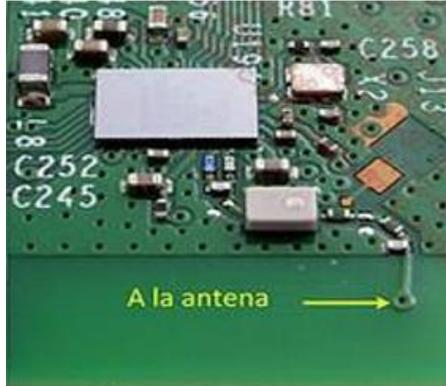


Figura 16. Circuito Wifi y bluetooth de la Raspberry Pi

Fuente: (Macías Olives, 2018)

3.2.10 VENTAJAS DE LA PLACA RASPBERRY PI3

- Precio económico
- Procesador más potente
- Nuevos chips de Wi-Fi, Bluetooth y un chip para controlar la corriente
- PCB totalmente reestructurado
- Usa menos energía
- Es silenciosa

3.2.11 DESVENTAJAS DE LA PLACA RASPBERRY PI3

- La velocidad máxima de Ethernet y Wi-Fi bajas.
- Puertos USB 3.0. en vez de USB 4.0.
- No tiene memoria integrada.

3.3 SERVIDOR LAMP

El acrónimo LAMP está compuesto por las iniciales de sus cuatro componentes: Linux, Apache, MySQL y PHP. Estos forman la infraestructura en el servidor, que hace posible la creación y el alojamiento de páginas web dinámicas. Los componentes individuales se acumulan unos sobre otros, por lo que esta plataforma también recibe el nombre de LAMP *stack* (del inglés “apilar”).

LAMP es la unión de las siguientes tecnologías:

- Linux, el sistema operativo.
- Apache, el servidor Web.
- MySQL, el gestor de bases de datos.
- Perl, PHP o Python, los lenguajes de programación.

Linux sirve como sistema operativo base para ejecutar el servidor web Apache.

Este último no puede interpretar contenidos dinámicos, pero es aquí donde PHP entra a ejercer sus funciones de programación del lado del servidor. El proceso funciona entonces de la siguiente manera: Apache le envía un código fuente al intérprete PHP, incluyendo la información correspondiente sobre las acciones del visitante de la web, y permite el acceso a la base de datos MySQL. El resultado es devuelto a Apache y este se muestra finalmente en el navegador web del visitante. (Guzmán, 2006)

Un servidor LAMP es la opción preferida por muchos por su bajo coste y su alta disponibilidad. Además, sus componentes individuales pueden ser reemplazados fácilmente por aquellos con las mismas funciones. Como sistema operativo se puede usar, por ejemplo, Windows (WAMP) o MacOS (MAMP). En vez de Apache, es común utilizar nginx como servidor web y en cuanto a gestor de bases de datos, MySQL y MariaDB son muy similares. Otros lenguajes de programación compatibles son Perl, Ruby o Python.



Figura 17. Servidor LAMP

Fuente: (Valencia, 2018)

3.3.1 APACHE

Es un servidor web HTTP de código abierto multiplataforma que implementa el protocolo HTTP. Es desarrollado y mantenido por una comunidad de usuarios bajo la supervisión de Apache Software Foundation dentro del proyecto HTTP Server. (Caza, 2016)

3.3.2 MySQL

Es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario de código abierto que desde el 2009 se desarrolla como software libre. Por su rendimiento, confiabilidad y facilidad de uso comprobados, MySQL se ha convertido en la principal opción de base de datos para aplicaciones basadas en la Web.

3.3.3 PHP

Es un lenguaje de programación de propósito general de código de lado del servidor, originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico, se trata de uno de los primeros lenguajes de estas características que se pueden incorporar directamente al documento HTML. (Cibelli, 2015)

3.3.5 CARACTERÍSTICAS DEL SERVIDOR LAMP

- Diferentes sistemas operativos compatibles (Windows, Mac, Linux).
- Fácil manejo de las herramientas.
- Diferentes lenguajes web (PHP, Python, Perl y también es compatible con Ruby on rails por ejemplo).
- Servidores web con protocolos http que usan como puerto estándar 80 (se pueden configurar otros tipos de puertos como el 433).
- Manejo de base de datos.

3.3.6 FUNCIÓN DEL SERVIDOR LAMP

El servidor LAMP ejecuta la lógica escrita en ese archivo, extrae datos de la base de datos MySQL si es necesario y genera una página web. Apache, el servidor web envía esta página web generada al cliente. (Valencia, 2018)

3.3.7 VENTAJAS DEL SERVIDOR LAMP

- Soporte a gran cantidad de arquitecturas, como son Intel y compatibles, SPARC, Mips y PPC (Macintosh).
- Código relativamente sencillo y con pocos cambios de una plataforma a otra.
- Actualizaciones del software vía Internet.
- Posibilidad de incrementar los servicios y funciones desde el código fuente.

3.3.8 DESVENTAJAS DEL SERVIDOR LAMP

- Es muy distinto de Windows, lo que dificulta el trabajo a quienes estén acostumbrados a él.
- Las actualizaciones requieren en ocasiones tener conocimientos profundos del sistema.
- Configurar algunos servicios de red requiere de más tiempo que en Windows.
- Mayor coste del personal.

3.4 SENSOR BMP280

El sensor BMP280 consiste en un sensor piezo-resistivo, un convertidor análogo digital y una unidad de control con una memoria EEPROM, con una interfaz I2C. Los valores de temperatura y presión no están originalmente compensados. En la memoria EEPROM tiene almacenados 176 bits de datos para calibración, utilizados para compensar los distintos parámetros del sensor.

Este sensor está diseñado para conectarse directamente a un microcontrolador, vía protocolo I2C. En la siguiente figura se muestra el diagrama de conexión del sensor BMP280.

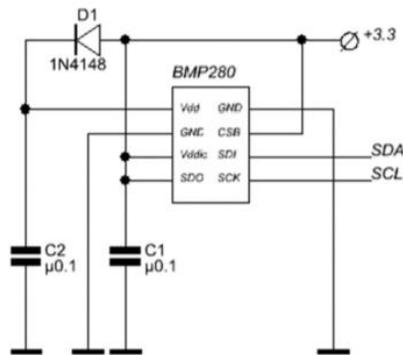


Figura 18. Esquema de conexiones del sensor BMP280

Fuente: (Sensortec, 2018)

3.4.1 MÓDULO SENSOR DE PRESIÓN Y TEMPERATURA BMP280

El sensor BMP280 integra en un solo dispositivo sensores de presión atmosférica, temperatura y humedad relativa, con gran precisión, bajo consumo energético y un formato ultra compacto. Basado en tecnología BOSCH piezo-resistiva con gran robustez EMC, alta precisión y linealidad, así como con estabilidad a largo plazo. Se conecta directamente a un microcontrolador a través de I2C o SPI.

La etapa de sensado de presión es similar al sensor BMP280. En cuanto al sensor de humedad relativa presenta un desempeño sobresaliente comparado a los sensores DHT22 o DHT21.

El sensor BMP280 cuenta con: mejor resolución de presión y temperatura, mejor precisión, mejores filtros digitales y un menor consumo de energía. (Sensortec, 2018)

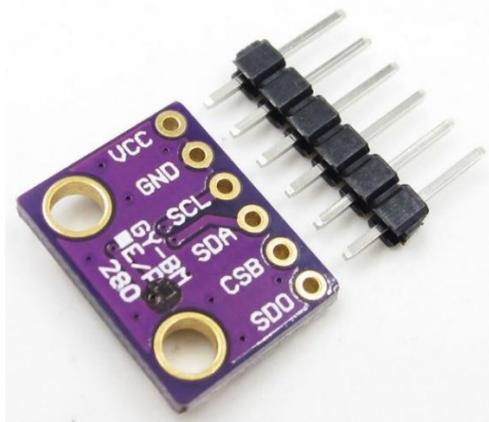


Figura 19. Sensor BMP280

Figura: (Sensortec, 2018)

3.4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 1.8V - 3.3V DC
- Interfaz de comunicación: I2C o SPI (3.3V)
- Rango de Presión: 300 a 1100 hPa
- Resolución: 0.16 Pa
- Precisión absoluta: 1 hPa
- Rango de Temperatura: -40°C a 85°C
- Resolución de temperatura: 0.01°C
- Precisión Temperatura: 1°C
- Rango de Humedad Relativa: 0-100% RH
- Precisión de HR: +-3%
- Ultra-bajo consumo de energía
- Completamente calibrado
- Frecuencia de Muestreo: 157 Hz (máx.)

3.5 INTRODUCCIÓN A LOS PARÁMETROS DE MEDICIÓN

3.5.1 TEMPERATURA

La temperatura es una magnitud escalar que se define como la cantidad de energía cinética de las partículas de una masa gaseosa, líquida o sólida. Cuanto mayor es la velocidad de las partículas, mayor es la temperatura y viceversa.

La medición de la temperatura está relacionada con la noción de frío (menor temperatura) y de calor (mayor temperatura), que se puede percibir de manera instintiva. Además, la temperatura actúa como un valor de referencia para determinar el calor normal del cuerpo humano, información que sirve para estimar estados de salud. El calor también se utiliza para los procesos químicos, industriales y metalúrgicos.

3.5.2 ESCALAS DE LA TEMPERATURA

- **La escala Celsius.** También conocida como “escala centígrada”, es la más utilizada junto con la escala Fahrenheit. En esta escala, el punto de congelación del agua equivale a 0 °C (cero grados centígrados) y su punto de ebullición a 100 °C.
- **La escala Fahrenheit.** Es la medida utilizada en la mayoría de los países de habla inglesa. En esta escala, el punto de congelación del agua ocurre a los 32 °F (treinta y dos grados Fahrenheit) y su punto de ebullición a los 212 °F.
- **La escala Kelvin.** Es la medida que suele utilizarse en ciencia y establece el “cero absoluto” como punto cero, lo que supone que el objeto no desprende calor alguno y equivale a -273,15 °C (grados centígrados).

- **La escala Rankine.** Es la medida usada comúnmente en Estados Unidos para la medición de temperatura termodinámica y se define al medir los grados Fahrenheit sobre el cero absoluto, por lo que carece de valores negativos o bajo cero. (Çengel, 2015)

3.5.3 ¿CÓMO SE MIDE LA TEMPERATURA?

La temperatura se mide mediante magnitudes termométricas, es decir, diferentes unidades que representan la temperatura a distintas escalas.

Para eso se emplea un dispositivo llamado “termómetro” del que existen varios tipos dependiendo del fenómeno que se necesite medir, por ejemplo:

- **Dilatación y contracción.** Existen termómetros para medir los gases (termómetro de gas a presión constante), los líquidos (termómetro de mercurio) y los sólidos (termómetro de columna líquida o bimetalico), que son elementos que se expanden con temperaturas altas o se contraen con temperaturas bajas.
- **Variación de resistencia eléctrica.** Las resistencias eléctricas, es decir, los flujos de electrones que se mueven a través de un material conductor, varían según la temperatura que adquieren. Para su medición se emplean termómetros de resistencia eléctrica como los sensores (en base a una resistencia capaz de transformar la variación eléctrica en una variación de temperatura) y los termoeléctricos (que generan fuerza motriz).
- **Termómetro de radiación térmica.** Los fenómenos de radiación emitidos en el sector industrial pueden ser medidos mediante sensores de temperatura como los pirómetros infrarrojos (para medir temperaturas muy bajas de refrigeración) y los pirómetros ópticos (para medir altas temperaturas de hornos y metales de fusión).

- **Potencial termoeléctrico.** La unión de dos metales diferentes que se someten a temperaturas distintas entre sí, genera una fuerza electromotriz que se convierte en potencial eléctrico y que se mide en voltios.

3.5.4 TIPOS DE TEMPERATURA

- **La temperatura ambiente.** Es la temperatura que se puede registrar en los espacios en los que se desenvuelve el ser humano y para su medición se emplea un termómetro ambiental que emplea valores Celsius o Fahrenheit.
- **La temperatura del cuerpo.** Es la temperatura corporal. Se considera que 36 °C es un valor normal para el ser humano y si la temperatura supera los 37 °C (o 98°F), se considera que el individuo padece fiebre.

Otros tipos de medición de temperatura permiten calcular la sensación térmica, por ejemplo:

- **La temperatura seca.** Es la temperatura ambiente, sin tener en cuenta la radiación calorífica del ambiente y la humedad. Se mide con un termómetro de bulbo pintado de color blanco brillante para no absorber la radiación.
- **La temperatura radiante.** Es la temperatura de las superficies y paredes de un entorno cerrado y se mide a través de un termómetro de bulbo.
- **La temperatura húmeda.** Es la temperatura que mide un termómetro ubicado en la sombra, con su bulbo envuelto con algodón húmedo y ubicado bajo una corriente de aire. A través de este sistema, el agua del algodón se evapora y se absorbe el calor, lo que genera una disminución de la temperatura que capta el termómetro respecto a la temperatura del ambiente. Esto da como resultado una medida de la humedad del aire que se utiliza para medir la sensación térmica. (Çengel, 2015)

3.5.5 TEMPERATURA NORMAL

La norma ISO IEC 17025 expresa los "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo, prácticas y calibración", donde las exigencias técnicas requieren que el área de trabajo es adecuada para alojar el equipo utilizado y la realización de actividades.

Para un Laboratorio dedicado a proyectos, prácticas y medidas dimensionales resulta evidente que la temperatura representa una influencia determinante para obtener imprecisiones de medida muy reducidas.

Cuando se tengan que efectuar medidas dimensionales la temperatura es muy importante para el resultado de la medición como indica la norma internacional **ISO 1**, que fija a 20°C la temperatura de referencia para las especificaciones geométricas de los productos.

Aunque la norma especifique que no es necesario que todas las calibraciones, las medidas para las comprobaciones de aceptación de las piezas y los trabajos mecánicos deban realizarse a la temperatura de referencia, se debe recordar sin embargo que, en las medidas dimensionales, una temperatura de medida diferente a la temperatura de referencia puede llevar a la necesidad de corregir el resultado de la medición y contribuir a aumentar la imprecisión de medida.

Por estos motivos, si es posible, ajustes, medidas y trabajos minuciosos se desarrollan en ambientes con temperaturas lo más cercanas a los 20 °C.

Por lo tanto, se establecen límites aceptables de variación de la temperatura, entorno a unos 20 °C, en función de las propias exigencias de medida, para determinar cuánto puede la temperatura alejarse de los 20 °C durante las actividades de medición o de prueba sin que esto resulte excesivamente perjudicial en términos de imprecisión de medida. (Çengel, 2015)

Por estas razones es absolutamente necesario que la instalación de acondicionamiento, aunque consienta variaciones de temperatura dentro de los límites establecidos, controle la temperatura y

posiblemente la humedad con una regulación en rango proporcional con el fin de tener el valor medio de la temperatura más cercano posible a los 20°C.

Para mediciones de alta precisión, la instalación de acondicionamiento se basa en una adecuada estructura del laboratorio capaz de garantizar los siguientes parámetros termo higrométricos:

- Límites de variación de la temperatura: $20\text{ °C} \pm 0,5$ (o $0,1$) °C.
- Límites de variación de la humedad: $45\% \pm 2\%$.
- Gradiente térmico espacial: $\leq 0,5\text{ °C/m}$.
- Gradiente térmico temporal: $\leq 0,5\text{ °C/h} - 1\text{ °C/día}$.
- Velocidad del aire en el laboratorio: $\leq 0,15\text{ m/s}$.

3.5.6 HUMEDAD

La humedad, conocida como humedad ambiental, es la cantidad de vapor de agua que se haya en el aire.

3.5.7 CLASIFICACIÓN DE LA HUMEDAD

La humedad puede clasificarse de las siguientes 3 formas:

Humedad Absoluta

Es la cantidad de vapor de agua, que se mide en gramos (g), la cual se encuentra presente en un determinado ambiente. Se calcula por unidad de volumen de aire, que se mide en metros cúbicos (m³). Se utiliza para estimar la capacidad del aire del ambiente para admitir o no, un mayor volumen de vapor de agua.

Humedad Específica

La humedad específica, es la cantidad de vapor de agua que se haya contenido en el aire dentro de un determinado ambiente. El vapor de agua se mide en gramos (g), mientras que para este caso el aire se mide en kilogramos (kg). Este valor se calcula con el fin de determinar la cantidad de humedad en peso que es requerida para saturar un kilogramo de aire seco.

Humedad Relativa

La humedad relativa es medida en porcentajes, y se calcula con el fin de obtener la relación entre la cantidad de vapor de agua presente en un determinado ambiente, y la cantidad máxima que podría soportar hasta llegar a su punto de saturación, sin que se produzca la condensación. La humedad relativa en un determinado ambiente, aumenta en cuanto la temperatura del ambiente disminuye, o bien cuando la cantidad de agua presente aumenta.

3.5.8 HUMEDAD NORMAL

El rango de humedad de un laboratorio debe estar entre el 35 - 70 %, considerándose ideal entre el 35 - 55 %.

3.5.9 PRESIÓN

La presión se define como la fuerza normal que ejerce un fluido por unidad de área.

Se habla de presión sólo cuando se trata de gas o líquido, mientras que la contraparte de la presión en los sólidos es el esfuerzo normal. Sin embargo, hay que destacar que la presión es una cantidad escalar mientras que el esfuerzo es un tensor. Puesto que la presión se define como la fuerza por unidad de área, tiene como unidad los newtons por metro cuadrado (N/m²), también conocida como pascal (Pa). Es decir,

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

3.5.10 CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN

Presión absoluta

La presión de referencia más inequívoca es la presión cero, que prevalece en el espacio sin presión atmosférica. Una presión relacionada con esta presión de referencia se llama presión absoluta. Para identificarla correctamente se utiliza la abreviación abs, que se deriva del latín "absolutus", es decir, indiferente, independiente.

Presión atmosférica

La presión atmosférica pamb (amb = ambiens = alrededor) se crea por el peso de la envoltura aérea que rodea la tierra hasta una altura de aprox. 500 km. Hasta esta altura, en la que prevalece la presión absoluta pabs = cero, la presión disminuye continuamente. Además, la presión atmosférica del aire está sujeta a fluctuaciones meteorológicas. A nivel del mar, el promedio de pamb es de 1013.25 hectopascales (hpa) correspondientes a 1013.25 milibares (mbar). La presión atmosférica puede variar en un rango de hasta 5%.

Presión diferencial

La diferencia entre dos presiones p_1 y p_2 se llama presión diferencial $\Delta p = p_1 - p_2$. En los casos en que la diferencia entre dos presiones representa la propia variable medida se refiere brevemente a la presión diferencial $p_{1,2}$. (Çengel, 2015)

Presión relativa (presión manométrica)

La presión relativa P_e (e = excedens) es la diferencia entre presión absoluta y presión atmosférica ($p_e = p_{abs} - p_{amb}$). Se aplica en aquellos casos en los que la presión es superior a la presión atmosférica. Cuando esta cantidad es por debajo de la presión atmosférica hablamos de presión negativa o presión de vacío.

Presión normal

1 atmósfera = 101325 kpasal = 1.01325×10^5 Pa. (Çengel, 2015)

CAPÍTULO 4

MARCO METODOLÓGICO

4.1 DISEÑO Y ENFOQUE

DISEÑO

- Cuantitativo: Experimental.
- Cualitativo: Estudios de Caso.
- Enfoque mixto: Cuantitativo y Cualitativo.

NIVEL

- Descriptivo y diseño.

TIPO.

- Tipología Básica/Aplicada.

4.2 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Universo: Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre (ITSMT)
- Población: Laboratorio de Ciencias Básicas del ITSMT.

4.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Los pasos que se siguieron en el desarrollo de la investigación, en cumplimiento de los objetivos específicos, son los siguientes:

- Se identificaron las principales metodologías disponibles para la recolección y manejo de requerimientos que debe cumplir el servidor LAMP.
- Se analizó la propuesta de la implementación del servidor LAMP.
- Se diseñó y construyó un circuito electrónico con la placa Raspberry Pi y la placa ESP32 a través del manejo y administración de la base de datos.
- Se simuló e implemento el circuito electrónico.
- Se realizó una lista de pruebas que verifiquen el correcto funcionamiento del servidor LAMP.

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

- Técnicas de muestreo: Simple. Se seleccionaron un número determinado de variables físicas, de acuerdo con los objetivos del proyecto para determinar la implementación del servidor LAMP.
- Técnicas de recolección de datos: De gabinete. Todo el estudio se realizó en gabinete usando la información de Internet con respecto a adquisición de datos, Raspberry Pi, ESP32 y sensor BMP280.
- Instrumentos de recolección de datos: Se reviso y analizo información estadística de portales especializados y de interés en adquisición de datos y servidores de base de datos.
- Confiabilidad y validez de los instrumentos: La información fue proporcionada de portales oficiales de internet y libros especializados. Dicha información es confiable y válida.

4.5. ASPECTOS ÉTICOS

Para el desarrollo de esta Tesis se siguieron los principios éticos de acuerdo con el marco legal vigente del Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE EL USO DE UNA PLACA ESP32 Y UN SENSOR BMP280 Y RASPBERRY PI COMO SERVIDOR WEB Y BASE DE DATOS.

En la figura se muestra el diagrama general de un sistema de adquisición de datos, para comprobar el sistema que se propone se utiliza el sensor BMP280 que mide altitud/humedad, presión y temperatura. Los datos adquiridos luego son enviados vía wifi usando la placa ESP32 hacia la Raspberry Pi que actúa como servidor de base de datos y servidor web.

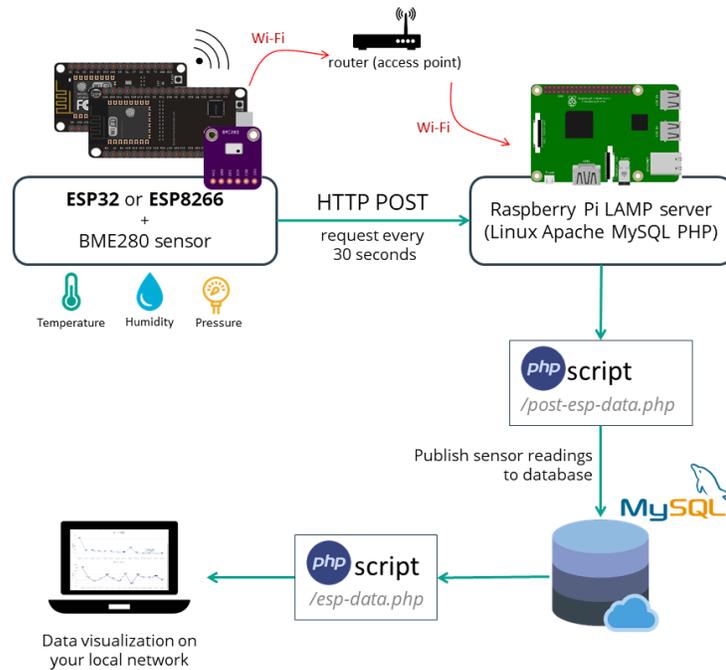


Figura 20. Diagrama general del sistema de adquisición de datos

Fuente: (Valencia, 2018)

El microcomputador Raspberry Pi3 funciona como servidor de base de datos y servidor web para lo cual se ha utilizado el software Apache como servidor web, MySQL como base de datos y PHPmyAdmin para la administración de los datos generados. El sensor BMP280 conectado con la placa ESP32 son los dispositivos inalámbricos que se encargan de medir la temperatura, presión, humedad/altitud y generan los datos que se enviarán vía wifi hacia el servidor para ser almacenados usando MySQL.

Para las pruebas respectivas se ha configurado una red inalámbrica wifi local, para acceso al servidor de base de datos (Raspberry Pi).

A la base de datos creada se puede acceder de cualquier dispositivo siempre que se ingrese el usuario y clave. Se ingresa con <http://192.168.100.214/phpmyadmin>

El sensor BMP280 conectado con la placa ESP32 se conectan directamente hacia la base de datos, y envían las mediciones de altitud/humedad, presión y temperatura.

5.2 CONFIGURACIÓN DEL RASPBERRY PI COMO SERVIDOR WEB Y BASE DE DATOS

5.2.1 INSTALACIÓN DEL SERVIDOR LAMP EN LA RASPBERRY PI

LAMP (LinuxApacheMySQLPHP) son un conjunto de componentes que debemos instalar en la Raspberry Pi3 para poder crear un servidor Web.

- Apache: Servidor Web HTTP open source.
- MySQL: Base de datos Open Source.
- PHP (Personal Home Pages): Lenguaje de programación que forma parte del servidor web para crear webs dinámicas.
- PHPmyAdmin: Sirve para administrar la base de datos a través de interfaz web.



Figura 21. LAMP componentes para servidor web

Fuente: (Valencia, 2018)

Para la implementación de este proyecto se instalará el Apache, PHP, MySQL Y PHPMyAdmin en el minicomputador Raspberry Pi y así poder tener preparado nuestro servidor.

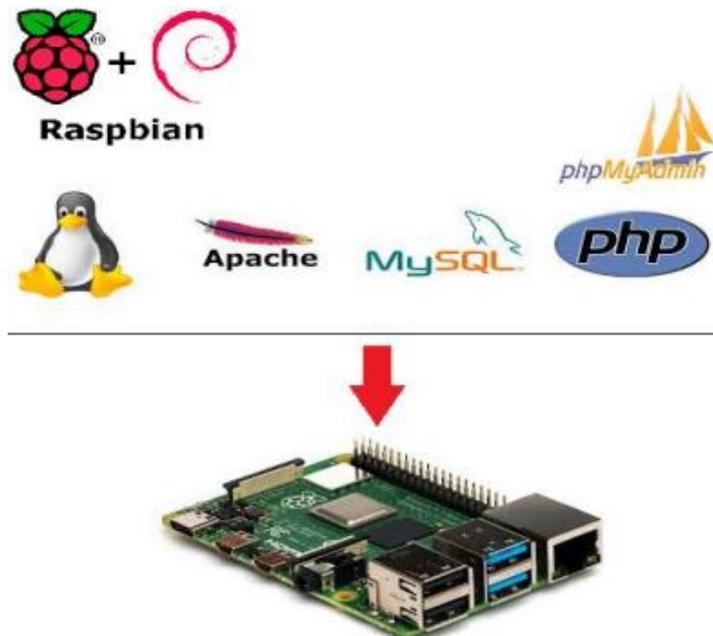


Figura 22. Software para servidor web y base de datos

Fuente: (Upton, 2014)

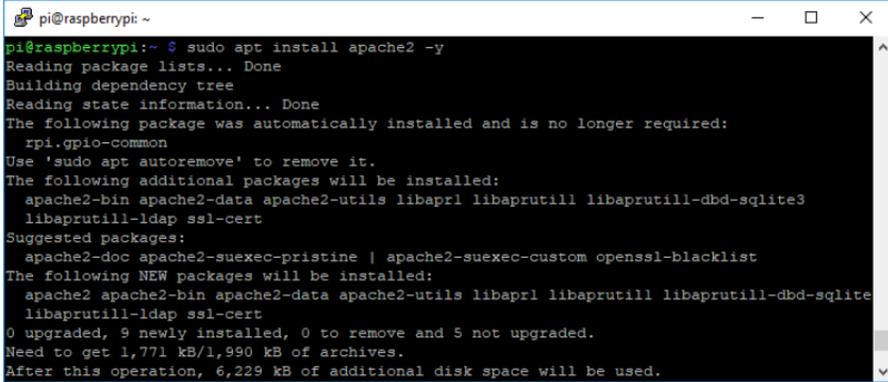
Antes de empezar con la instalación del servidor, se actualizo la Raspberry Pi, para lo cual se utilizaron los siguientes comandos:

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

5.3 INSTALACIÓN DE APACHE

Para la instalación de Apache2 en la Raspberry Pi, se ejecutó el siguiente comando:

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt install apache2 -y
```



```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt install apache2 -y
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
  rpi.gpio-common
Use 'sudo apt autoremove' to remove it.
The following additional packages will be installed:
  apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1 libaprutil1-dbd-sqlite3
  libaprutil1-ldap ssl-cert
Suggested packages:
  apache2-doc apache2-suexec-pristine | apache2-suexec-custom openssl-blacklist
The following NEW packages will be installed:
  apache2 apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1 libaprutil1-dbd-sqlite3
  libaprutil1-ldap ssl-cert
0 upgraded, 9 newly installed, 0 to remove and 5 not upgraded.
Need to get 1,771 kB/1,990 kB of archives.
After this operation, 6,229 kB of additional disk space will be used.
```

Figura 23. Comandos Apache

Fuente: Elaboracion propia.

Apache ahora está instalado. Para probar su instalación, se cambia al/ var / www / html directorio y lista los archivos:

```
pi@raspberrypi:~ $ cd /var/www/html
```

```
pi@raspberrypi:/var/www/html $ ls -al
```

```
index.html
```

Se debería tener un archivo index.html en esa carpeta. Para abrir esa página en su navegador, necesita conocer la dirección IP de Raspberry Pi. Usar:

```
pi@raspberrypi:/var/www/html $ hostname -I
```

Una vez finalizado, se ve que se ha creado un directorio en /var/www donde se ubicaron los archivos HTML y PHP del servidor. Si se pone en un navegador la dirección IP de la Raspberry Pi se ve una página con la frase It works. Esto quiere decir que el servidor se ha instalado correctamente.

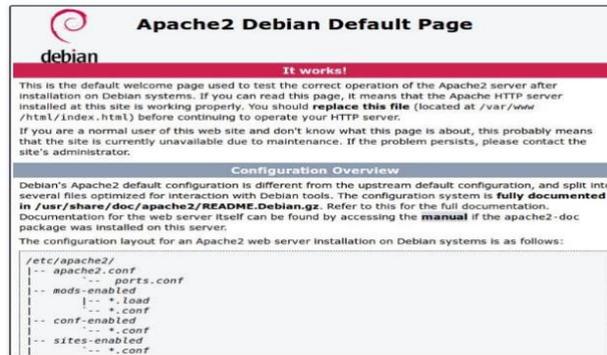


Figura 24. Servidor Apache

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso fue poder habilitar al directorio html creado el poder copiar archivos.

COMANDO PARA DAR PERMISO Y PODER COPIAR ARCHIVOS EN EL DIRECTORIO HTML

`sudo chmod 777 /var/www/html/`

Ahora podemos probar creando un archivo html:

`sudo nano /var/www/prueba.html`

Escribimos el siguiente código:

```
<html>
<head>
<title>PROBANDO</title>
</head>
<body>
<h1>Probando </h1>
<p>hola mundo.....</p>
</body>
</html>
```

Figura 25. Código Apache

Fuente: (Caza, 2016)

Para guardar se pulso CTRL+X, luego S e INTRO. Ahora en el navegador se puso la dirección IP de la Raspberry Pi más el nombre del archivo HTML para ver la web: <http://192.168.100.214/prueba.html>

5.4 INSTALACIÓN DE PHP

El lenguaje de programación PHP sirve para poder crear webs dinámicas. Se procedió a instalar el lenguaje PHP en la Raspberry PI:

```
sudo apt install php php-mbstring
```

Cuando termino se reinició la Raspberry PI:

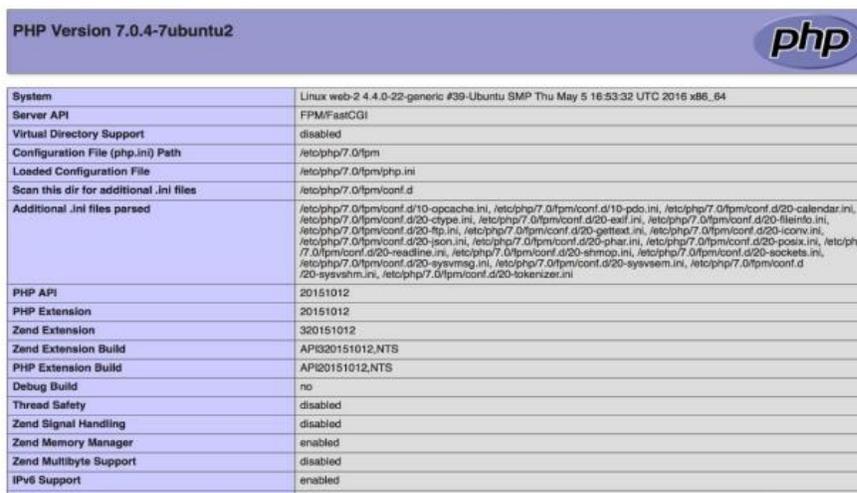
```
sudo reboot
```

Cuando volvió a arrancar, se comprobó que efectivamente funciona correctamente PHP creando este archivo:

```
sudo nano/var/www/html/info.php
```

Se deja así: `<?php phpinfo();?>`

Se vuelve a abrir el navegador e introducir la IP de la Raspberry PI seguido de /info.php. (192.168.100.214/info.php)



PHP Version 7.0.4-7ubuntu2	
System	Linux web-2 4.4.0-22-generic #39-Ubuntu SMP Thu May 5 16:53:32 UTC 2016 x86_64
Server API	FPM/FastCGI
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php/7.0/fpm
Loaded Configuration File	/etc/php/7.0/fpm/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php/7.0/fpm/conf.d
Additional .ini files parsed	/etc/php/7.0/fpm/conf.d/10-opcache.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-calendar.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-ctype.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-ctype.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-exif.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-fileinfo.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-ftp.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-gettext.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-iconv.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-json.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-phar.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-posix.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-readline.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-shmop.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-sockets.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-sysmsg.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-syssem.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-sysvshm.ini, /etc/php/7.0/fpm/conf.d/20-tokenizer.ini
PHP API	20151012
PHP Extension	20151012
Zend Extension	320151012
Zend Extension Build	API320151012.NTS
PHP Extension Build	API20151012.NTS
Debug Build	no
Thread Safety	disabled
Zend Signal Handling	disabled
Zend Memory Manager	enabled
Zend Multibyte Support	disabled
IPv6 Support	enabled
Write Support	enabled

Figura 26. Comandos PHP

Fuente: Elaboración propia.

5.5 INSTALACIÓN DE MySQL

MySQL es una base de datos Open Source que sirve para almacenar datos. Para su instalación escribimos lo siguiente:

```
sudo apt install mysql-server php-mysql
```

Solicita la contraseña que se desee. Al terminar la instalación, se inició el MySQL:

```
sudo service mysql start
```

Para comprobar si se ha instalado correctamente, se escribió el siguiente comando colocando la contraseña que se estableció antes en la instalación de MySQL después de la letra p:

```
mysql -uroot -Pcontraseña
```

Si aparece el comando mysql> quiere decir que funciona correctamente. Para salir se pulso CTRL+C.

5.6 INSTALACIÓN DE PHPMYADMIN

PHPmyAdmin es un software basado en PHP que sirve para administrar la base de datos MySQL a través de interfaz web. Para su instalación se escribió el siguiente comando:

```
sudo apt install phpmyadmin
```

Posteriormente la interfaz preguntó que servidor web se ha instalado. Se seleccionó a Apache con la tecla espacio y se pulso enter. Después preguntó si se quería configurar la base de datos, se seleccionó la opción “Sí”. Luego se colocó la contraseña que se estableció previamente en el MySQL y finalmente solicito que se ponga una nueva contraseña para PHPmyAdmin.

Si todo salio bien, se escribe en el navegador la dirección IP de la Raspberry Pi seguida de /phpmyadmin y se verá una pantalla en la que pidió las credenciales. El usuario es root y la contraseña que se ha elegido. En caso de que no funcione, reiniciar la Raspberry Pi.

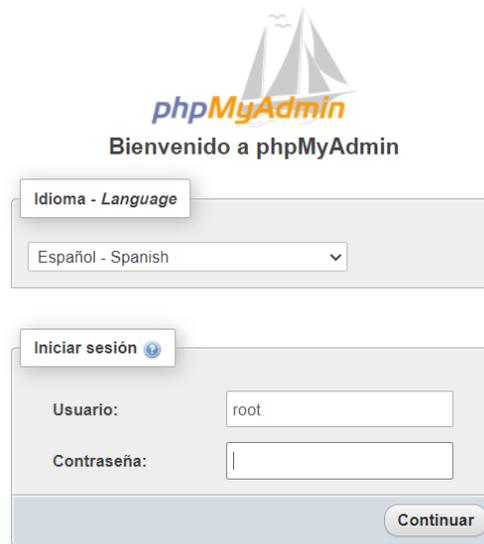


Figura 27. Pantalla de inicio de sesión de phpMyAdmin
Fuente: Elaboración propia.

5.7 PROGRAMACIÓN DE CÓDIGO DE ARDUINO IDE

A continuación, se muestra la programación del Arduino ide, en la Figura 28 se muestra las declaraciones de las librerías que utilizara.

```
#ifndef ESP32
  #include <WiFi.h>
  #include <HTTPClient.h>
#else
  #include <ESP8266WiFi.h>
  #include <ESP8266HTTPClient.h>
  #include <WiFiClient.h>
#endif

#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>
```

Figura 28. Declaración de librerías que se utilizaron en el código del programa
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 29 se muestra el código donde va el nombre del sensor BMP280 y se realiza la conexión wifi con el router, indicando nombre de la red y password. Así como la IP de la Raspberry Pi.

```
// Replace with your network credentials
const char* ssid    = "Local173_2.4Gnormal";
const char* password = "11732224240627";

// REPLACE with your Domain name and URL path or IP address with path
const char* serverName = "http://192.168.100.214/post-esp-data.php";

// Keep this API Key value to be compatible with the PHP code provided in the project page.
// If you change the apiKeyValue value, the PHP file /post-esp-data.php also needs to have the same key
String apiKeyValue = "tPmAT5Ab3j7F9";

String sensorName = "BMP280";
String sensorLocation = "Laboratorio";

#define BMP_SCK  (13)
#define BMP_MISO (12)
#define BMP_MOSI (11)
#define BMP_CS   (10)

Adafruit_BMP280 bmp; // I2C
//Adafruit_BMP280 bmp(BMP_CS); // hardware SPI
//Adafruit_BMP280 bmp(BMP_CS, BMP_MOSI, BMP_MISO,  BMP_SCK);
```

Figura 29. Código inicial -conexión wifi con router

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 30 se muestra la inicialización del código y la conexión al servidor.

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);

  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("Connecting");

  while(WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("Connected to WiFi network with IP Address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // (you can also pass in a Wire library object like &Wire2)
  bool status = bmp.begin(0x76);
  if (!status) {
    Serial.println("Could not find a valid BME280 sensor, check wiring or change I2C address!");
    while (1);
  }
}
```

Figura 30. Inicialización de código

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31 se muestra el código para la lectura de los parámetros de medición.

```
void loop() {
  //Check WiFi connection status
  if(WiFi.status() == WL_CONNECTED){
    WiFiClient client;
    HTTPClient http;

    // Your Domain name with URL path or IP address with path
    http.begin(client, serverName);

    // Specify content-type header
    http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");

    // Prepare your HTTP POST request data
    String httpRequestData = "api_key=" + apiKeyValue + "&sensor=" + sensorName
      + "&location=" + sensorLocation + "&value1=" + String(bmp.readTemperature())
      + "&value2=" + String(bmp.readAltitude(1013.25)) + "&value3=" + String(bmp.readPressure()/100.0F) + "";
    Serial.print("httpRequestData: ");
    Serial.println(httpRequestData);
```

Figura 31. Código para la lectura de los parámetros de medición

Fuente: Elaboración propia.

```
// You can comment the httpRequestData variable above
// then, use the httpRequestData variable below (for testing purposes without the BME280 sensor)
//String httpRequestData = "api_key=tPmAT5Ab3j7F9&sensor=BME280&location=Office&value1=24.75&value2=49.54&value3=1005.14";

// Send HTTP POST request
int httpResponseCode = http.POST(httpRequestData);

// If you need an HTTP request with a content type: text/plain
//http.addHeader("Content-Type", "text/plain");
//int httpResponseCode = http.POST("Hello, World!");

// If you need an HTTP request with a content type: application/json, use the following:
//http.addHeader("Content-Type", "application/json");
//int httpResponseCode = http.POST("{\"value1\":19,\"value2\":67,\"value3\":78}");
```

Figura 32. Cadena aleatoria de modificación

Fuente: Elaboración propia.

```

if (httpResponseCode>0) {
    Serial.print("HTTP Response code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
}
else {
    Serial.print("Error code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
}
// Free resources
http.end();
}
else {
    Serial.println("WiFi Disconnected");
}
//Send an HTTP POST request every 30 seconds
delay(30000);
}

```

Figura 33. Envió de datos al servidor
Fuente: Elaboración propia.

5.8 SCANNER PARA OBTENER LA IP DE LA RASPBERRY PI

IP	Ping	Nombre del equipo	Puertos [3+]
192.168.100.211	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.212	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.213	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.214	132 ...	raspberrypi.local	80
192.168.100.215	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.216	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.217	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.218	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.219	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.220	[n/a]	[n/s]	[n/s]
192.168.100.221	[n/a]	[n/s]	[n/s]

Figura 34. IP Scanner - Raspberry pi
Fuente: Elaboración propia.

5.9 CREACIÓN - CONFIGURACIÓN DE BASE DATOS USANDO PHPMYADMIN

Usando PHPmyAdmin se creó la base de datos con la tabla, para hacer esto se ingresó a la base de datos del servidor con: `http://192.168.100.214/phpmyadmin` usando el usuario `root` y la clave establecida.

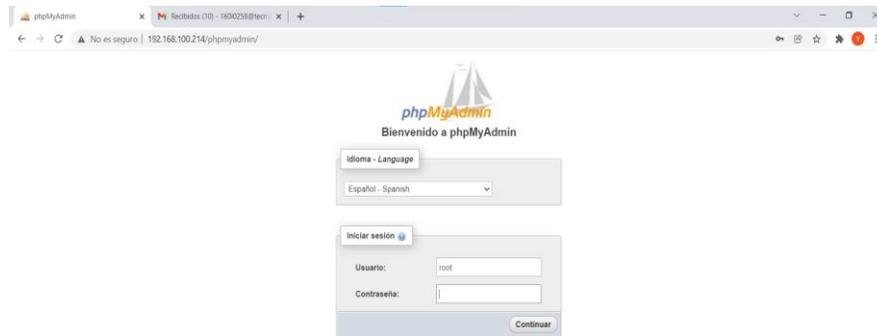


Figura 35. Inicio de sesión PhpMyAdmin

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 36 se muestra la estructura de la tabla: `SensorData`, donde se visualizaron los campos creados: `ID`, `sensor`, `location`, `temperatura`, `altitud` y `tiempo de respuesta`.

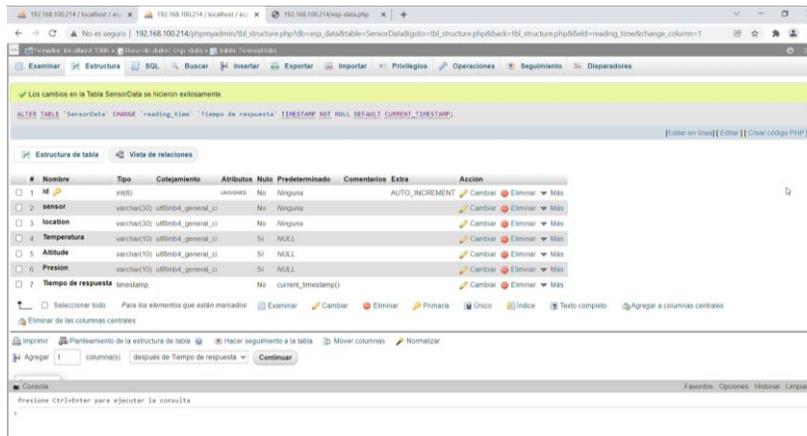


Figura 36. Estructura de la base de datos

Fuente: Elaboración propia.

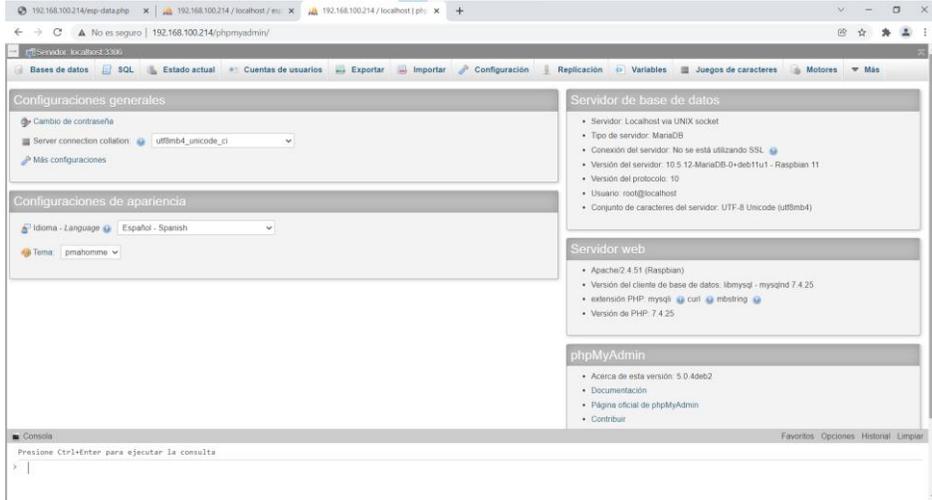


Figura 37. Base de datos
Fuente: Elaboración propia.

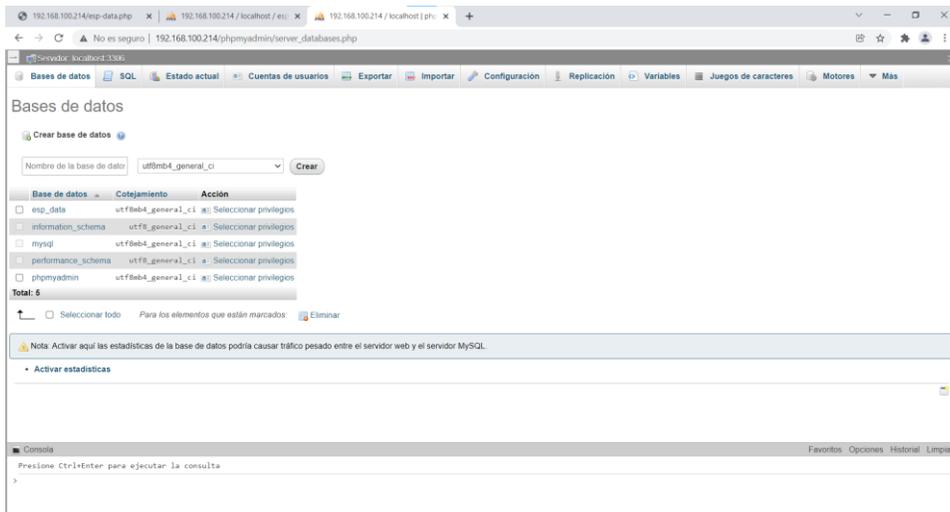


Figura 38. Base de datos - esp_data
Fuente: Elaboración propia.

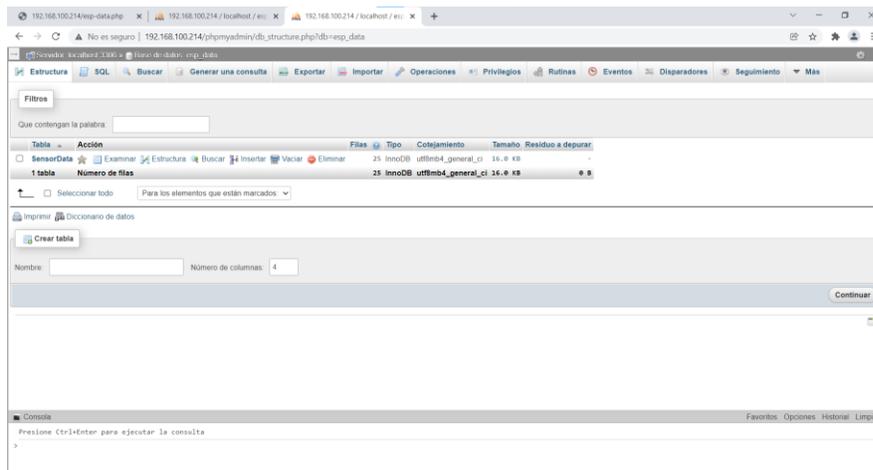


Figura 39. Base de datos -SensorData

Fuente: Elaboración propia.

5.10 PRUEBA DE CONEXIÓN Y ALMACENAMIENTO EN BASE DE DATOS

En la figura 40 se demostró que si se logró la conexión con la base de datos desde la placa ESP32 con el sensor BMP280. Se visualizó que se grabaron los datos del sensor de altitud/humedad, presión y Temperatura.

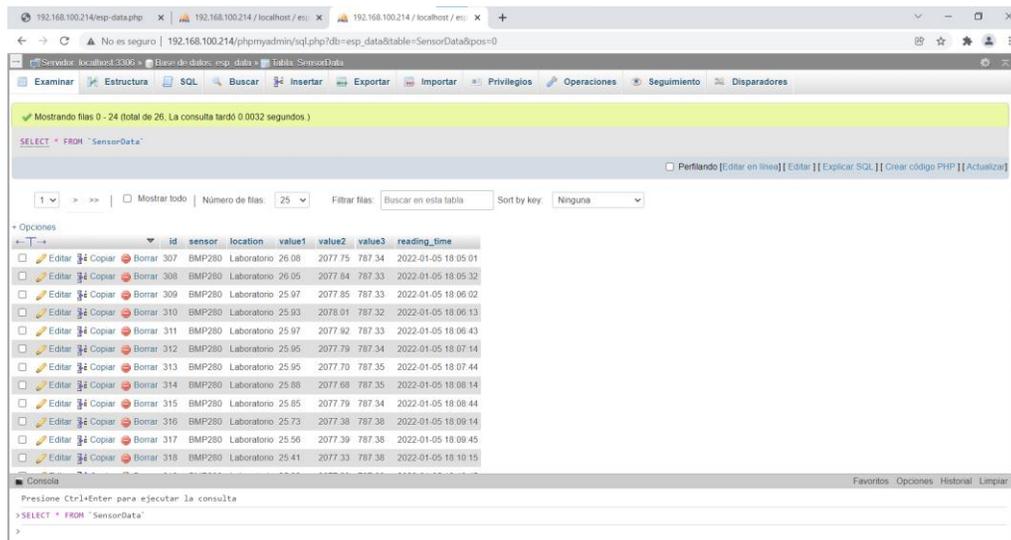
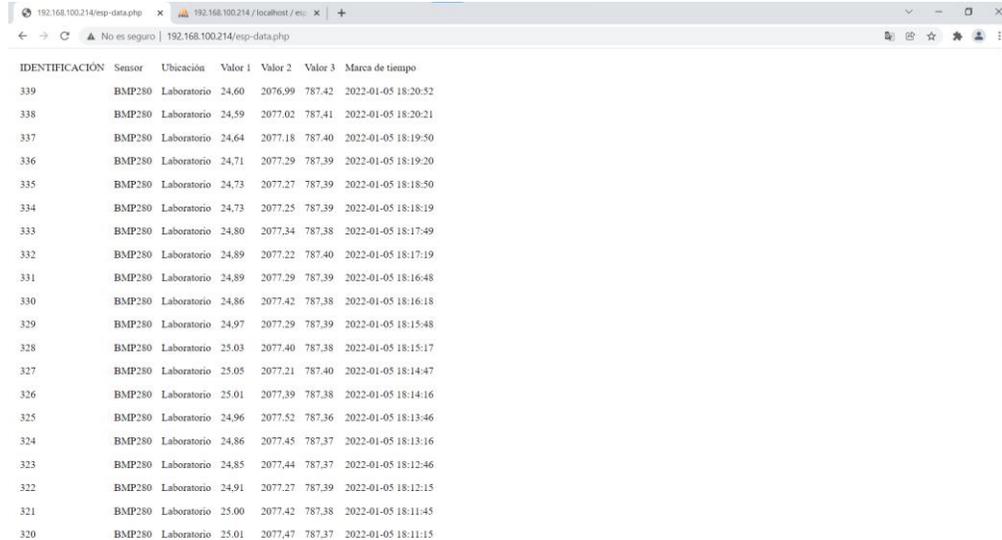


Figura 40. Base de datos - datos almacenados

Fuente: Elaboración propia.

5.11 VISUALIZACIÓN DE DATOS EN PÁGINA WEB



The image shows a web browser window with a single tab titled '192.168.100.214/esp-data.php'. The address bar shows the URL '192.168.100.214/esp-data.php' and a warning icon indicating 'No es seguro'. The main content area displays a table with the following columns: IDENTIFICACIÓN, Sensor, Ubicación, Valor 1, Valor 2, Valor 3, and Marca de tiempo. The table contains 20 rows of data, all with 'BMP280' as the sensor and 'Laboratorio' as the location. The values for 'Valor 1', 'Valor 2', and 'Valor 3' vary slightly between rows, and the 'Marca de tiempo' column shows timestamps from 2022-01-05 18:11:15 to 2022-01-05 18:20:52.

IDENTIFICACIÓN	Sensor	Ubicación	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Marca de tiempo
339	BMP280	Laboratorio	24,60	2076,99	787,42	2022-01-05 18:20:52
338	BMP280	Laboratorio	24,59	2077,02	787,41	2022-01-05 18:20:21
337	BMP280	Laboratorio	24,64	2077,18	787,40	2022-01-05 18:19:50
336	BMP280	Laboratorio	24,71	2077,29	787,39	2022-01-05 18:19:20
335	BMP280	Laboratorio	24,73	2077,27	787,39	2022-01-05 18:18:50
334	BMP280	Laboratorio	24,73	2077,25	787,39	2022-01-05 18:18:19
333	BMP280	Laboratorio	24,80	2077,34	787,38	2022-01-05 18:17:49
332	BMP280	Laboratorio	24,89	2077,22	787,40	2022-01-05 18:17:19
331	BMP280	Laboratorio	24,89	2077,29	787,39	2022-01-05 18:16:48
330	BMP280	Laboratorio	24,86	2077,42	787,38	2022-01-05 18:16:18
329	BMP280	Laboratorio	24,97	2077,29	787,39	2022-01-05 18:15:48
328	BMP280	Laboratorio	25,03	2077,40	787,38	2022-01-05 18:15:17
327	BMP280	Laboratorio	25,05	2077,21	787,40	2022-01-05 18:14:47
326	BMP280	Laboratorio	25,01	2077,39	787,38	2022-01-05 18:14:16
325	BMP280	Laboratorio	24,96	2077,52	787,36	2022-01-05 18:13:46
324	BMP280	Laboratorio	24,86	2077,45	787,37	2022-01-05 18:13:16
323	BMP280	Laboratorio	24,85	2077,44	787,37	2022-01-05 18:12:46
322	BMP280	Laboratorio	24,91	2077,27	787,39	2022-01-05 18:12:15
321	BMP280	Laboratorio	25,00	2077,42	787,38	2022-01-05 18:11:45
320	BMP280	Laboratorio	25,01	2077,47	787,37	2022-01-05 18:11:15

Figura 41. Visualización de datos

Fuente: Elaboración propia.

6. CONCLUSIÓN

Se logró realizar la integración de un sistema de adquisición de datos mediante el uso de un sensor BMP280, una placa ESP32 y una Raspberry Pi como servidor web y base de datos, para la medición de parámetros (altitud/humedad, presión y temperatura). Se consiguió configurar la placa ESP32 para la comunicación vía wifi con la Raspberry Pi. Se logró obtener la instalación del servidor LAMP (Raspbian de Linux, Apache, PHP, PHPmyAdmn) en la Raspberry Pi. Se consiguió instalar y configurar la minicomputadora Raspberry Pi como servidor web y base de datos. Se logró desarrollar el código de programación en lenguaje HTML y PHP para la visualización de datos. Finalmente se consiguió realizar pruebas al sistema.

Así mismo se comprobó que con la implementación y/o integración de un servidor LAMP mediante el uso de una placa ESP32 y una Raspberry Pi como servidor web y una base de datos, se cubrió la necesidad que tiene el Laboratorio de Ciencias Básicas, de un sistema de adquisición de datos con conexión a un servidor web y base de datos de bajo costo, para la correcta medición de parámetros de altitud/humedad, presión y temperatura.

Por otra parte, durante la realización del proyecto se utilizaron y desarrollaron las siguientes competencias:

Capacidad de análisis y síntesis, capacidad de organizar y planificar, conocimientos en electrónica, conocimientos fundamentales de la carrera de ingeniería mecatrónica, habilidades avanzadas en programación, habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes).

7. RECOMENDACIONES

- Para este tipo de proyectos se recomienda que los dispositivos a utilizar sean de bajo costo para que sean accesibles al público en general.
- Se debe tener en cuenta el tipo de alimentación de cada uno de los dispositivos para no tener problemas o se vayan a estropear.
- Se recomienda seguir usando software de licencia libre para evitar futuros problemas de licenciamiento.
- Tener a disposición una buena computadora que cuente con las siguientes características: un procesador Intel Core i5/i7/i9 (mínima de séptima generación), sistema operativo: Windows 10, almacenamiento: disco duro de estado sólido de 500 GB o 1 TB (SSD), memoria RAM de 16 GB, tarjeta gráfica Nvidia GeForce 4 GB, Wi-Fi + Bluetooth 5.0, USB 3.0, e internet para hacer las pruebas necesarias durante el proceso.
- Que el sistema siempre tenga conectado el servicio de internet para que su funcionamiento sea muy eficiente.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bahit, E. (2012). Scrum & extreme Programming para programadores . Buenos Aires, Argentina.
- Caza, C. (2016). Servidores de red Linux: Craig Hunt Linux Library. John Wiley & Sons.
- Çengel, Y. A. (2015). Termodinámica. McGraw-Hill.
- Cibelli, C. (2015). PHP: Programación web avanzada para profesionales. Alfaomega.
- Goetsch, D., & Stanley, D. (1997,2000). Despliegue de la Funcion de Calidad (Quality Function Deployment). En K. Ishikawa, Introducción al control de la calidad. Merrill.
- Guzmán, D. (2006). Base de datos distribuida con una solución LAMP (Linux, Apache, MySQL y PHP).
- Hoddie, P. &. (2018). IoT Development for ESP32 and ESP8266 with JavaScript. Moddable, S. D. K.
- José Luis Carmona Silva, J. A. (04 de Julio de 2019). La actividad agrícola en localidades rurales en procesos conurbatorios: Una aproximación mediante el diagrama de Ishikawa. Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración (RICEA), VIII(16), 28. doi:10.23913
- Juan Manuel Izar Landeta, C. B. (2013). Aplicación del QFD a la industria refresquera de San Luis Potosí, México. Universidad , División Académica de Ciencias Económico Administrativas . México: Juárez Autónoma de Tabasco. Recuperado el 10 de Diciembre de 2020
- Liu, H.-T. (13 de July de 2010). Product design and selection using fuzzy QFD and fuzzy MCDM approaches. Science Direct, 482-496. doi:10.1016/j.apm.2010.07.014
- Macías Olives, J. J. (2018). Diseño e implementación de un prototipo de control y monitoreo .
- Muñoz, V. J. (2013). El nuevo PHP. Conceptos avanzados. . Madrid, España.
- Olaya López, C. M. (2018). Diseño de un Módulo de Prueba con Actuadores Mediante Tarjeta Raspberry Pi para mejorar las Prácticas de Robótica.
- Oracle Corporation. (2021). MySQL 8.0 Reference Manual. MySQL 8.0 Release Notes .
- Organización Internacional de Normalización (ISO). (marzo de 2018). Gestión del riesgo (ISO 31000:2018). Madrid, España: Asociación Española de Normalización.
- Pressman, R. (2010). Ingeniería del software un enfoque práctico (Septima ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Project Management Institute, Inc. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) - Quinta edición (Quinta ed.). (P. M. (PMI), Ed.) Pensilvania, Newtown Square,

Estados Unidos : Project Management Institute (PMI). Recuperado el 12 de Noviembre de 2020
Project Management Institute, Inc. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Pensilvania: Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute, Inc. (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®) (Quinta ed.). Pensilvania, Estados Unidos de Norteamérica : Project Management Institute, Inc. Recuperado el Diciembre de 2020

Sensortec, B. (2018). BMP280. Bosch Sensortec GmbH.

Upton, E. &. (2014). Raspberry Pi user guide. John Wiley & Sons.

Valencia, M. (2018). Servidor LAMP - Base de datos. Madrid, España.

9. ANEXOS

ANEXO 1. CÓDIGO DEL PROGRAMA.

```
#ifdef ESP32
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#else
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <WiFiClient.h>
#endif

#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>

// Replace with your network credentials
const char* ssid = "Local173_2.4Gnormal";
const char* password = "11732224240627";

// REPLACE with your Domain name and URL path or IP address with path
const char* serverName = "http://192.168.100.214/post-esp-data.php";
```

```

// Keep this API Key value to be compatible with the PHP code provided in the project page.
// If you change the apiKeyValue value, the PHP file /post-esp-data.php also needs to have the
same key

String apiKeyValue = "tPmAT5Ab3j7F9";

String sensorName = "BMP280";

String sensorLocation = "Laboratorio";

#define BMP_SCK (13)
#define BMP_MISO (12)
#define BMP_MOSI (11)
#define BMP_CS (10)

Adafruit_BMP280 bmp; // I2C
//Adafruit_BMP280 bmp(BMP_CS); // hardware SPI
//Adafruit_BMP280 bmp(BMP_CS, BMP_MOSI, BMP_MISO, BMP_SCK);

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("Connecting");

  while(WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");

```

```

}

Serial.println("");

Serial.print("Connected to WiFi network with IP Address: ");

Serial.println(WiFi.localIP());

// (you can also pass in a Wire library object like &Wire2)

bool status = bmp.begin(0x76);

if (!status) {

    Serial.println("Could not find a valid BME280 sensor, check wiring or change I2C address!");

    while (1);

}

/* Default settings from datasheet. */

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. */

}

void loop() {

    //Check WiFi connection status

    if(WiFi.status() == WL_CONNECTED){

        WiFiClient client;

        HTTPClient http;

```

```

// Your Domain name with URL path or IP address with path
http.begin(client, serverName);

// Specify content-type header
http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");

// Prepare your HTTP POST request data
String httpRequestData = "api_key=" + apiKeyValue + "&sensor=" + sensorName
                        + "&location=" + sensorLocation + "&value1=" +
String(bmp.readTemperature())
                        + "&value2=" + String(bmp.readAltitude(1013.25)) + "&value3=" +
String(bmp.readPressure()/100.0F) + "";

Serial.print("httpRequestData: ");
Serial.println(httpRequestData);

// You can comment the httpRequestData variable above
// then, use the httpRequestData variable below (for testing purposes without the BME280
sensor)

//String                httpRequestData                =
"api_key=tPmAT5Ab3j7F9&sensor=BME280&location=Office&value1=24.75&value2=49.54
&value3=1005.14";

// Send HTTP POST request
int httpResponseCode = http.POST(httpRequestData);

// If you need an HTTP request with a content type: text/plain
//http.addHeader("Content-Type", "text/plain");

//int httpResponseCode = http.POST("Hello, World!");

```

```

// If you need an HTTP request with a content type: application/json, use the following:
//http.addHeader("Content-Type", "application/json");

//int                                     httpResponseCode                                     =
http.POST("{\"value1\":\"19\",\"value2\":\"67\",\"value3\":\"78\"}");

if (httpResponseCode>0) {
    Serial.print("HTTP Response code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
}
else {
    Serial.print("Error code: ");
    Serial.println(httpResponseCode);
}

// Free resources
http.end();
}
else {
    Serial.println("WiFi Disconnected");
}

//Send an HTTP POST request every 30 seconds
delay(30000);
}

```

ANEXO 2. DISEÑO GENERAL DEL PLANO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MARTINEZ DE LA TORRE.

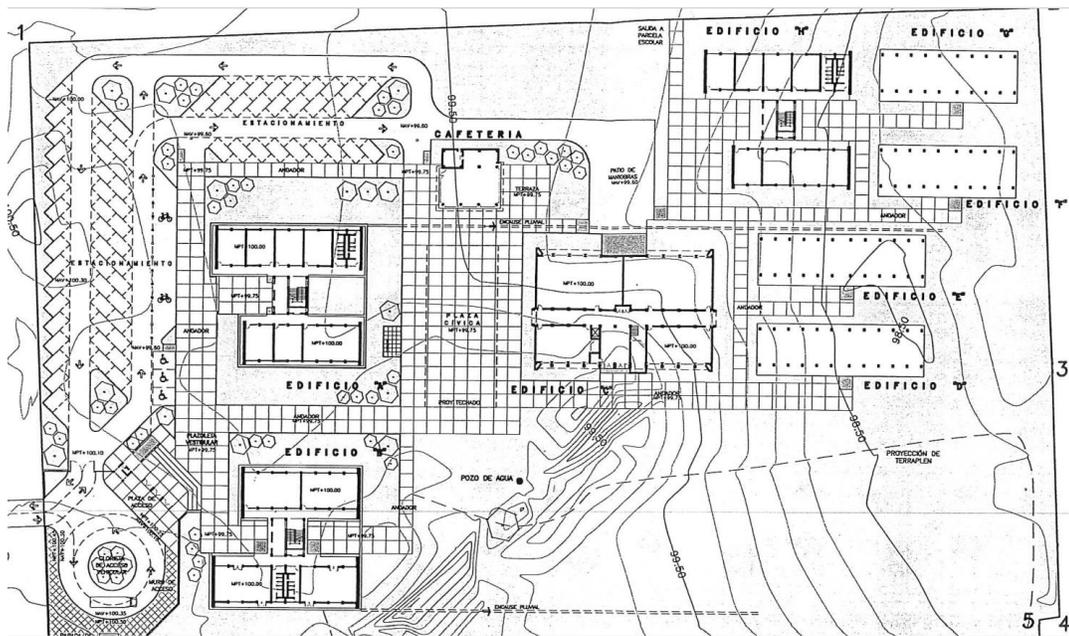


Figura 42. Plano de la institución educativa (ITSMT)

Fuente: Plano general de la institución, proporcionado por el Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre.

ANEXO 3. ÁREA DONDE SE IMPLEMENTARÁ EL SERVIDOR LAMP CON LA RASPBERRY PI Y ESP32

El área sombreada es el laboratorio donde se implementará el servidor LAMP Con la placa Raspberry Pi y la placa ESP32 para el monitoreo de los parámetros de medición (altitud/humedad, presión y temperatura).

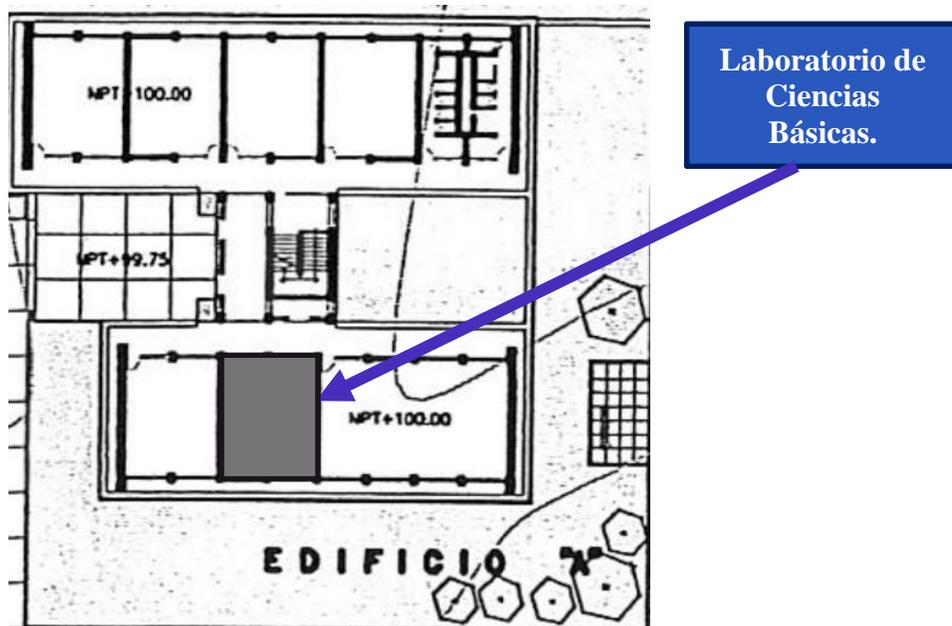


Figura 43. Área del Laboratorio de Ciencias Básicas

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4. MEDIDAS DEL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS.

Se ubicará el servidor LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) con la Raspberry Pi y la ESP32 en frente a las mesas de trabajo del Laboratorio de Ciencias Básicas, alejado de cualquier entrada de corriente de aire (puerta y ventanas) que pueda interferir con las mediciones.

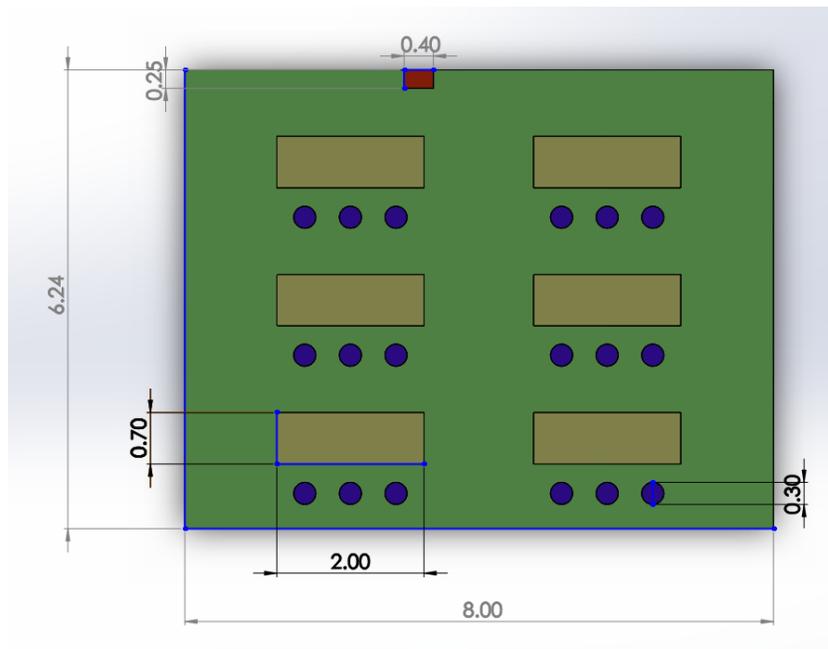


Figura 44. Medidas del Laboratorio de Ciencias Básicas

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. DISEÑO DEL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS

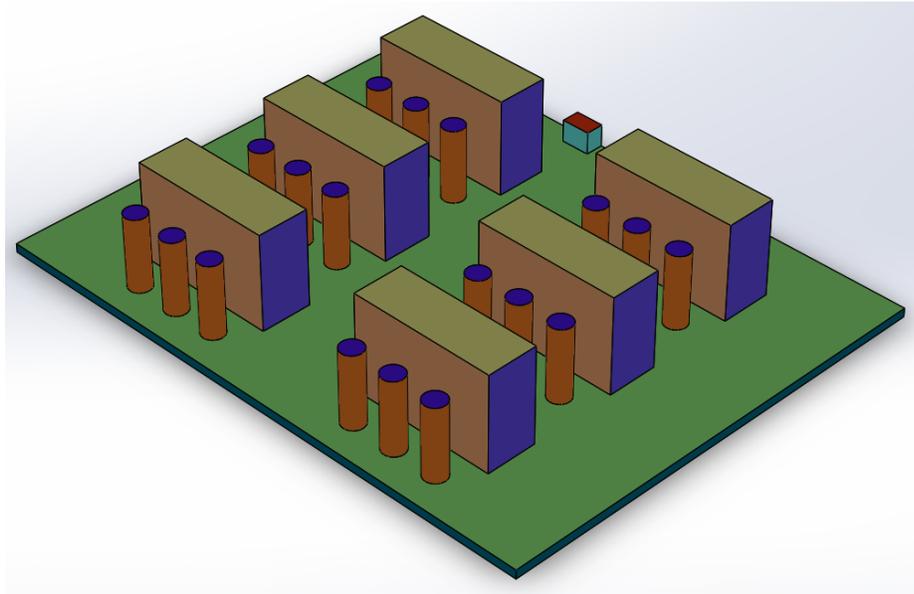


Figura 45. Diseño del Laboratorio de Ciencias Básicas

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6. PLACA RASPBERRY PI 3 APAGADA



Figura 46. Placa Raspberry Pi3 apagada.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7. PLACA RASPBERRY PI 3 FUNCIONANDO

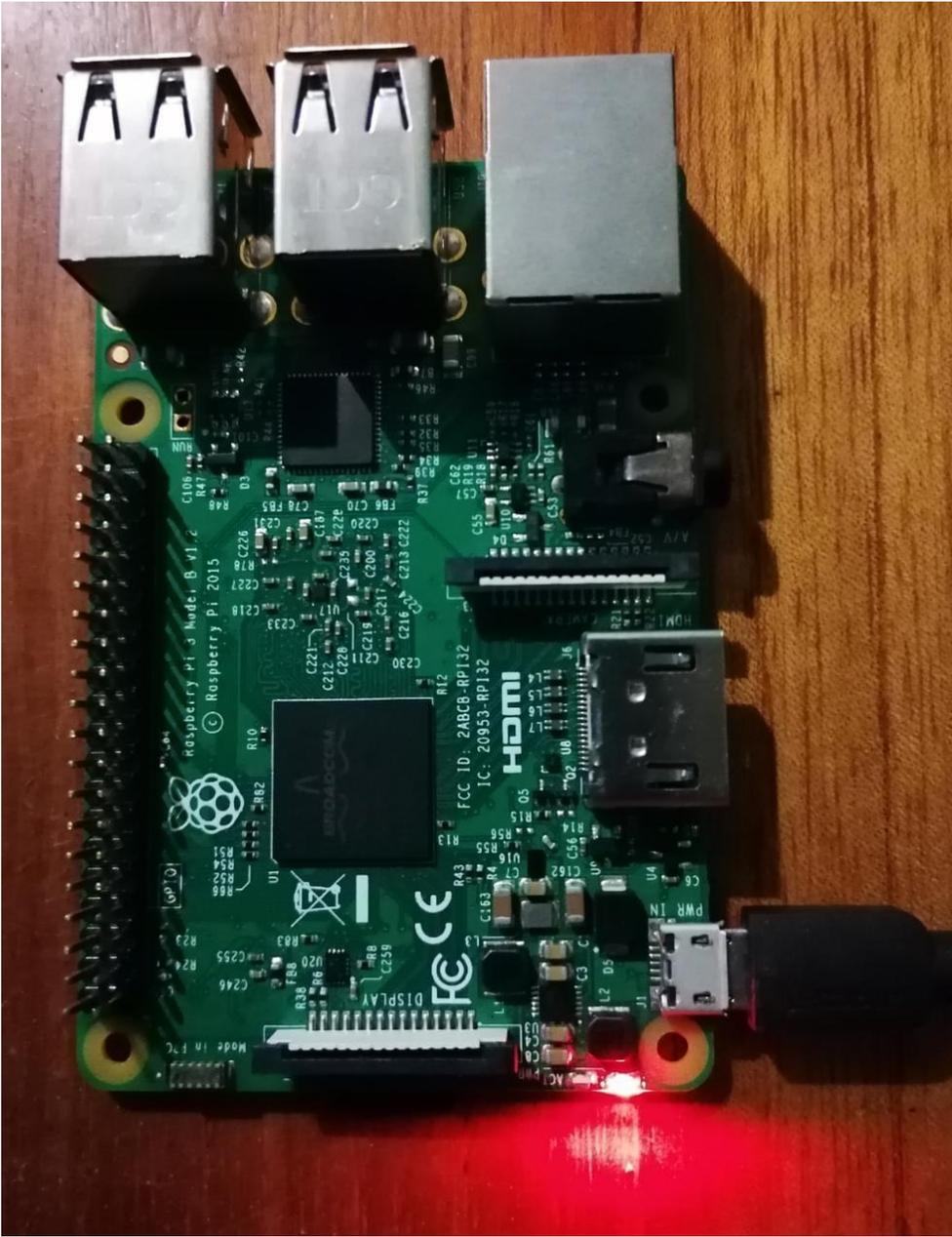


Figura 47. Placa Raspberry Pi3 conectada.

Fuente: Elaboración propia.

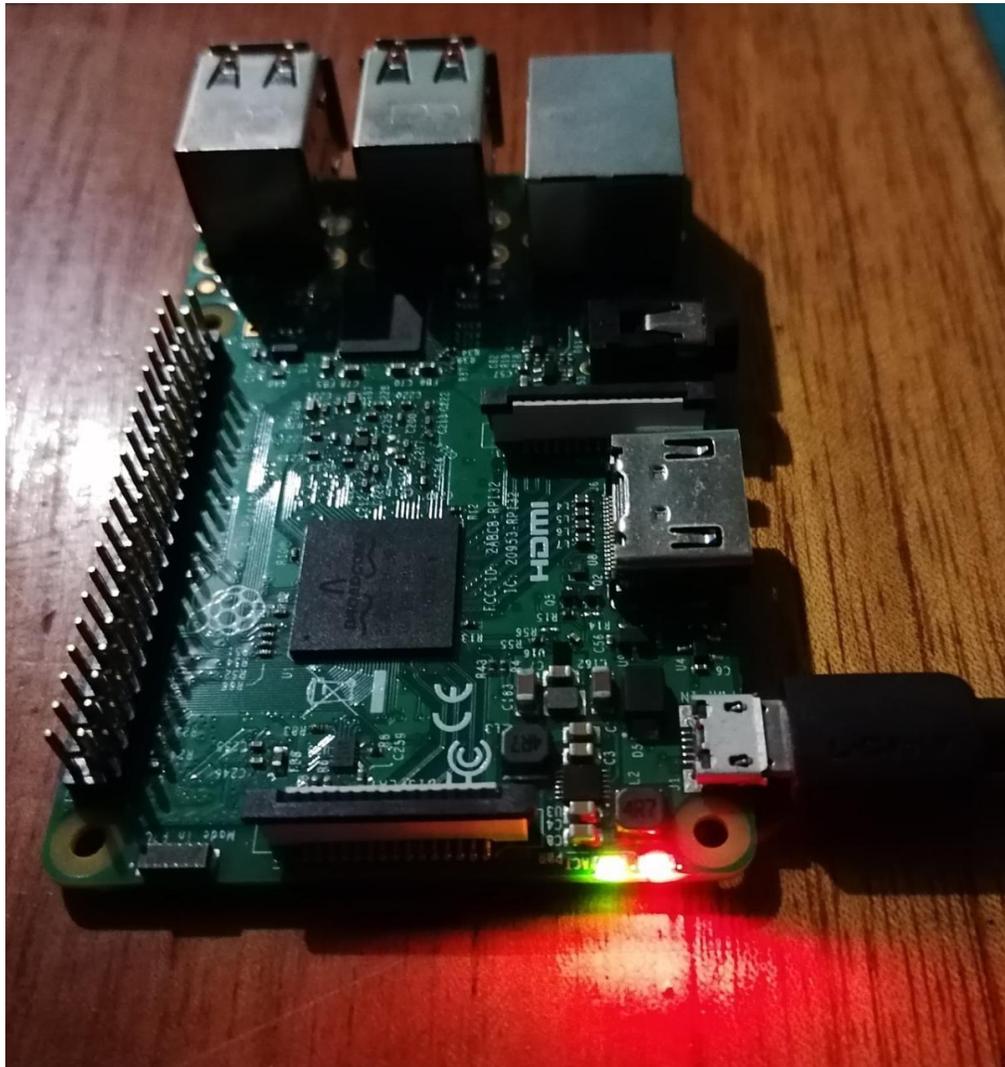


Figura 48. Placa Raspberry Pi3 funcionando.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 8. PLACA ESP32 APAGADA.

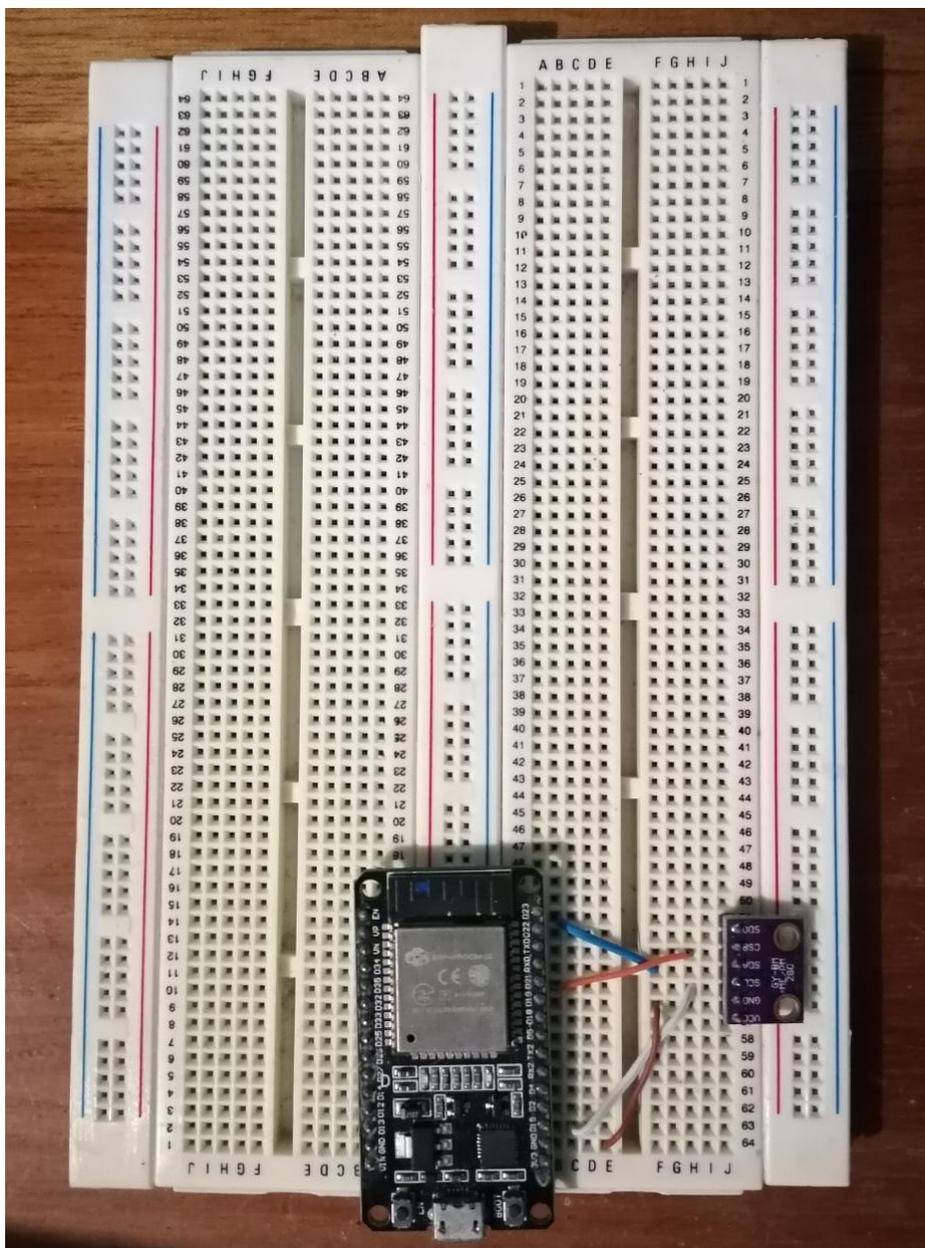


Figura 49. Placa ESP32 apagada.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 9. PLACA ESP32 FUNCIONANDO.

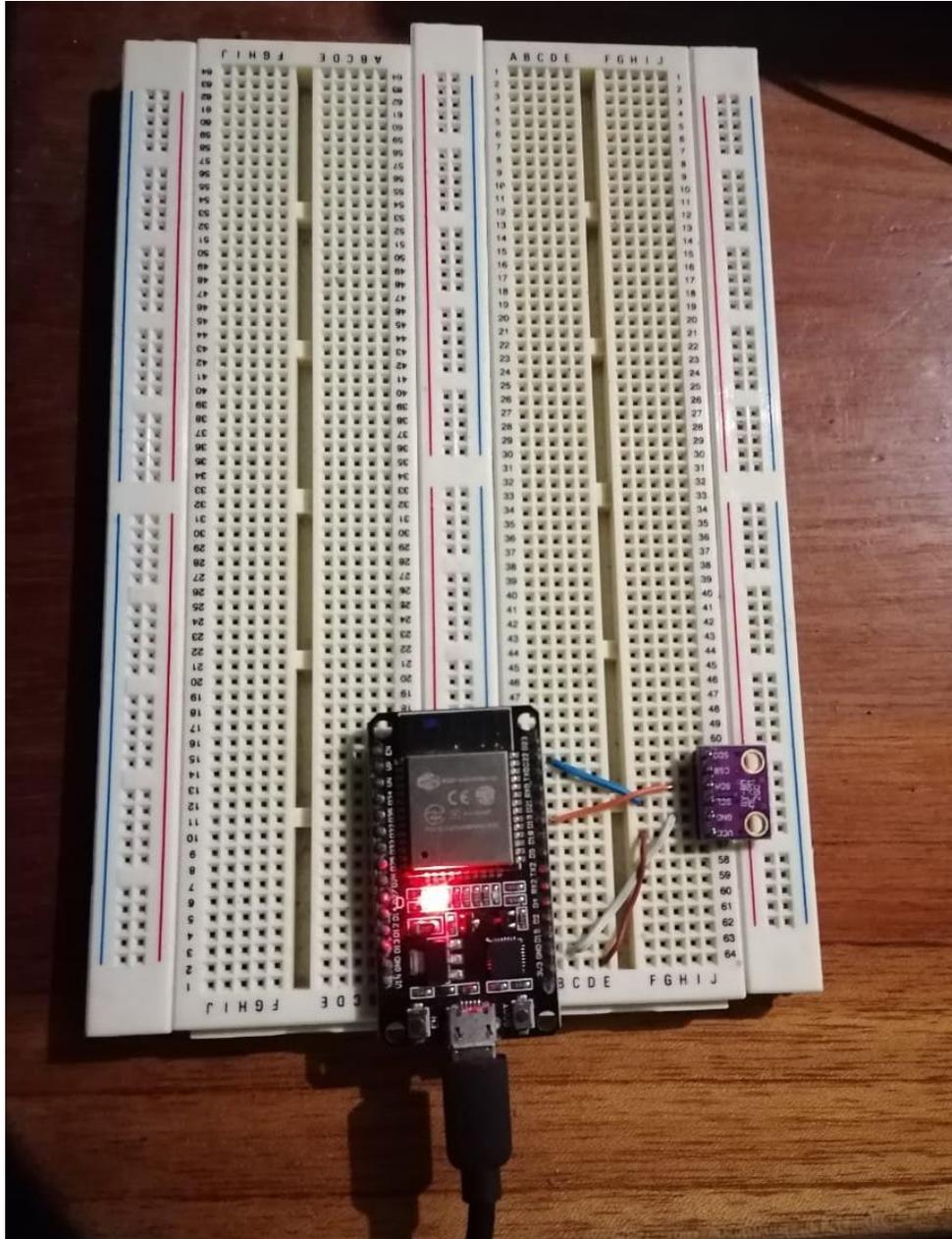


Figura 50. Placa ESP32 funcionando.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 10. SENSOR BMP280

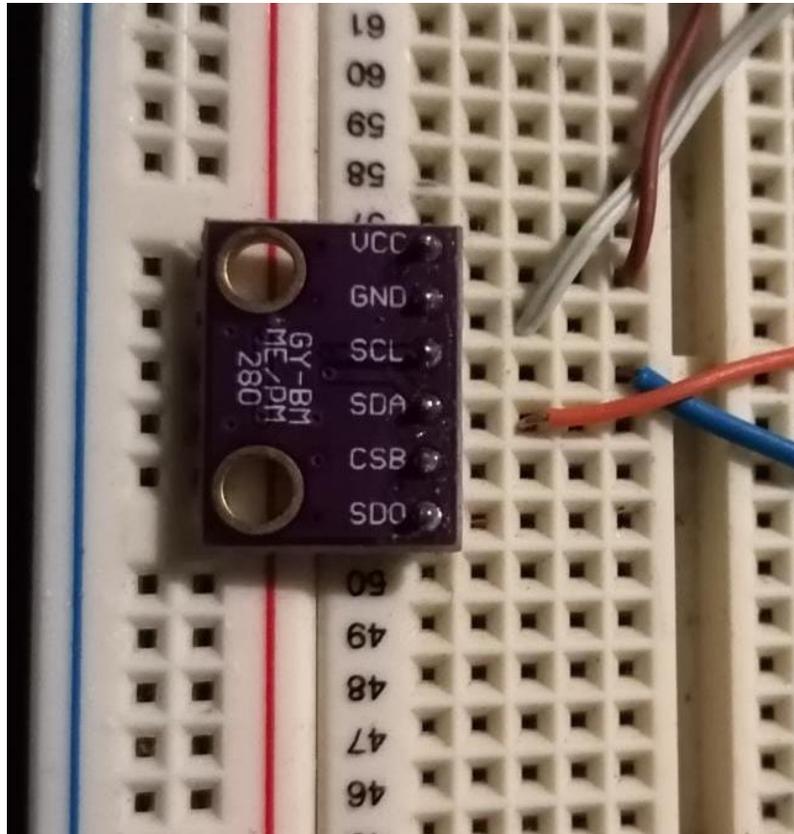


Figura 51. Sensor BMP280

Fuente: Elaboración propia.

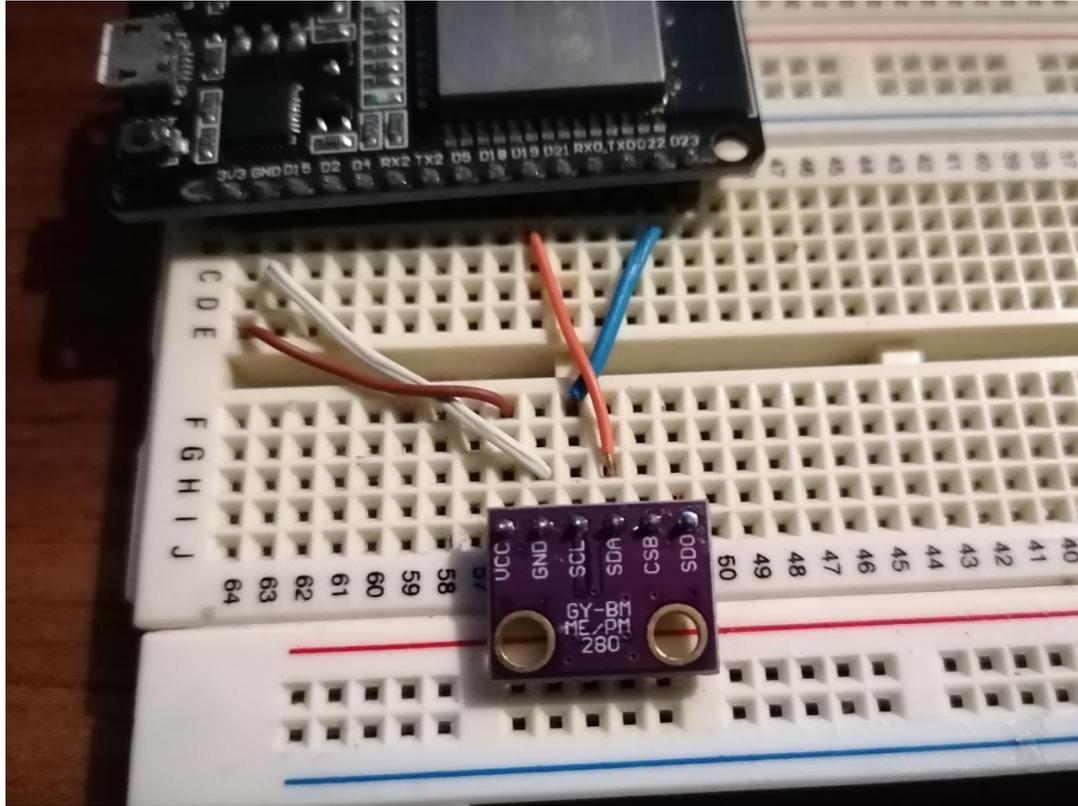


Figura 52. Sensor BMP280 conectado junto con la placa ESP32.

Fuente: Elaboración propia.

El sensor de presión barométrica BMP280 permite medir la altura respecto al nivel del mar, su funcionamiento está basado en la relación entre presión del aire y la altitud. Además, mide la temperatura, presión y humedad de diferentes áreas o determinados lugares.