



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

TESIS

Sistema de transmisión de parámetros meteorológicos utilizando una red de comunicación inalámbrica de bajo costo en el AA.HH. Pachacuúec - Ventanilla

PRESENTADO POR

Marin Alvarez, Joseph Alejandro Marlem

ASESOR

Lara Herrera, Juan Francisco

Los Olivos, 2019



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CON MENCIÓN
EN TELECOMUNICACIONES**

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS UTILIZANDO UNA RED DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE BAJO COSTO EN EL AA.HH. PACHACÚTEC – VENTANILLA

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

PRESENTADO POR:

MARIN ALVAREZ, JOSEPH ALEJANDRO MARLEM

ASESOR:

LARA HERRERA, JUAN FRANCISCO

LIMA – PERU

2019

Dedicatoria

Esta tesis esta dedica en primera instancia a mi madre, hermana y abuelos por su cariño y apoyo incondicional, a mis profesores por las enseñanzas brindadas, siendo las personas mencionadas de gran aporte para llegar a esta etapa de mi vida.

Resumen

El cambio climático, ha afectado a la población, en los aspectos sociales y económicos, siendo una de las razones los cambios bruscos de temperatura en las diferentes temporadas del año. El asentamiento humano Pachacútec en Ventanilla, no es ajeno a estas condiciones, los habitantes viven en situaciones inaceptables producto de clima, combinadas con la pobreza extrema, es por eso que se propone implementar una estación meteorológica mediante la incorporación de unos módulos de comunicación inalámbrica para establecer la transmisión y recepción de parámetros climáticos. De esa forma, la información obtenida podrá enviarse a una central que permitirá su difusión a través de las redes sociales. Los parámetros que se han establecido son temperatura, humedad relativa y presión atmosférica; con ello, se busca a través de entes locales, generar una cultura de prevención y sensibilización en favor del asentamiento humano mencionado y, a posteriori, poder implementar una red meteorológica capaz de obtener datos en tiempo real para toda la provincia constitucional del callao.

Palabras clave: cambio climático, estación meteorológica, parámetros climáticos

Abstract

Climate change has affected the population, in social and economic aspects, being one of the reasons the sudden changes in temperature in the different seasons of the year. The Pachacútec human settlement in Ventanilla, is no stranger to these conditions, the inhabitants live in unacceptable weather conditions, combined with extreme poverty, that is why it is proposed to implement a weather station by incorporating wireless communication modules to establish the transmission and reception of climatic parameters. In this way, the information obtained can be sent to a central that will allow its dissemination through social networks. The parameters that have been established are temperature, relative humidity and atmospheric pressure; With this, it is sought through local authorities to generate a culture of prevention and awareness in favor of the aforementioned human settlement and, subsequently, to be able to implement a meteorological network capable of obtaining real-time data for the entire constitutional province of Callao.

Keywords: climate change, weather station, climatic parameters

Contenido

Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Contenido.....	v
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tablas.....	ix
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.1.1. Planteamiento y descripción del problema.	4
1.1.2. Formulación del problema general.	5
1.1.3. Formulación de los problemas específicos.....	5
1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.3.1. Justificación técnica.....	6
1.3.2. Justificación económica.....	6
1.3.3. Justificación social.....	6
1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.4.1. Alcances.....	7
1.4.2. Limitaciones	7
CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	8
2.1. ANTECEDENTES.....	9
2.1.1. Internacionales	9
2.1.2. Nacionales.....	11
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.2.1 Concepto de estación meteorológica	12
2.2.2 Parámetros climáticos de estudio a utilizar	17
2.2.3 Instrumentos de medición	21
2.2.4 Comunicación inalámbrica	23
2.3. MARCO METODOLÓGICO	29
2.3.1. Tipo de Diseño de Investigación.....	29

2.3.2. Metodología de Investigación	29
2.3.3. Técnicas de investigación	29
2.4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA	29
CAPITULO III: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	32
3.1. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Establecer las características climáticas presenta la zona de AA.HH. Pachacútec.....	33
3.2. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Determinar los parámetros meteorológicos a medir en la zona de AA.HH. Pachacútec.	37
3.3. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Determinar los sensores que se utilizarán para la recopilación de la data.	42
3.4. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Establecer la tecnología con la que se va a elaborar el sistema meteorológico.	46
3.5. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 5: Establecer la tecnología de comunicación se va a utilizar para el envío de la data.	50
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO	62
4.1. ANÁLISIS DE COSTOS	63
4.1.1. Recursos humanos.....	63
4.1.2. Recursos materiales.....	63
4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS	65
4.2.1. Beneficios tangibles.....	65
4.2.2. Análisis de Costo/Beneficio	65
4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	65
4.3.1. Desarrollo del flujo de caja	65
4.3.2. Análisis del VAN	66
4.3.3. Análisis del TIR.....	66
Conclusiones.....	68
Recomendaciones	70
Referencias.....	71

Lista de Figuras

Figura 1. Estación meteorológica domestica.....	13
Figura 2. Estación meteorológica con conexión a PC	14
Figura 3. Estación meteorológica con conexión a WiFi (Hp 1000WiFi)	15
Figura 4. Estación meteorológica portátiles.....	15
Figura 5. Estación meteorológica para aficionados	16
Figura 6. Estación meteorológica profesional automática	17
Figura 7. Proceso de cambios de temperatura	18
Figura 8. Proceso de cambios de humedad relativa.....	19
Figura 9. Proceso de cambios de Presión atmosférica	20
Figura 10. Mapa de radiación solar	21
Figura 11. Termómetro	22
Figura 12. Anemómetro	22
Figura 13. Rango de Frecuencias.....	24
Figura 14. Comunicación GPS	25
Figura 15. Radio Enlace	25
Figura 16. Comunicación mediante luz infrarroja	26
Figura 17. Diagrama en Bloques del sistema.....	30
Figura 18. Primera etapa de (Transmisión)	30
Figura 19. Segunda etapa (Recepción)	31
Figura 20. Arquitectura del sistema	31
Figura 21. Ubicación del AA.HH. Pachacútec.....	33
Figura 22. Mapa del AA.HH. Pachacútec.....	35
Figura 23. Relación entre Temperatura y Ohmiaje	38
Figura 24. Medición de Presión	39
Figura 25. Aplicación típica de sensor	43
Figura 26. Especificaciones técnicas de DTH11.....	44
Figura 27. Sensor BMP 180.....	45
Figura 28. Sensor BMP 280.....	45
Figura 29. Módulo 2596	46
Figura 30. Módulo 1117	47
Figura 31. Esquemático del circuito (modulo Transmisor).....	48
Figura 32. Diagrama del módulo.....	49
Figura 33. Pisteo del circuito	50
Figura 34. Pisteo del circuito	50
Figura 35. Programación para Receptor	51
Figura 36. Programación para la Retransmisión	52
Figura 37. Programación para la Transmisión	53
Figura 38. Módulos de comunicación implementados.....	54

Figura 39. Módulos de comunicación implementados.....	54
Figura 40. Cargadores de 12V	55
Figura 41. Puntos de comunicación	55
Figura 42. Coordenadas de los puntos de comunicación mediante Radio Mobile	56
Figura 43. Simulación en Radio Mobile (Primer enlace).....	57
Figura 44. Simulación en Radio Mobile (Segundo enlace)	57
Figura 45. Realizando las pruebas en laboratorio.....	58
Figura 46. Módulo receptor	58
Figura 47. Locación del módulo transmisor	59
Figura 48. Locación del módulo retransmisor	59
Figura 49. Retransmisión – Institución Educativa	60
Figura 50. Las temperaturas mostradas por el Azande Studio 1	60
Figura 51. Las temperaturas mostradas por el Azande Studio 2	61

Lista de Tablas

Tabla 1. Recursos humanos necesarios para el sistema	63
Tabla 2. Costo de materiales en las etapas del sistema	63
Tabla 3. Costos de sensores.....	64
Tabla 4. Costo de fabricación	64
Tabla 5. Costo de inversión inicial	64
Tabla 6. Ingresos por venta del equipo	65
Tabla 7. Flujo de caja	66

Introducción

El distrito de Ventanilla cuenta con innumerables asentamientos humanos, los cuales se ubican, en su mayoría, en las zonas aledañas a los cerros de dicho distrito. La localización de estos centros poblados, sumado a la pobreza extrema, precariedad de sus domicilios y carencia de servicios públicos básicos, genera un problema de insalubridad que se intensifica en las épocas de otoño e invierno que es donde las temperaturas bajan y se agudizan las enfermedades. Según el diario Perú21, el distrito de Ventanilla se encuentra azotado por intensas olas de frío, afectando a los pobladores y causando enfermedades como resfrío, influenza, pulmonía y gripe común; sobre todo en los grupos generacionales más vulnerables que son los niños y las personas de la tercera edad.

Debido a los problemas mencionados causados por las temperaturas bajas, se vuelve difícil vivir en dicha situación en mayor medida para la gente de bajos recursos económicos; si bien en la actualidad se cuenta con instrumentos tecnológicos de medición y con entidades gubernamentales como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAHMI), que otorgan las mediciones del tiempo y parámetros climatológicos, se necesita la implementación de forma específica, ya que en esta zona de Pachacútec existe escasez de cobertura y a su vez escasez de conectividad a internet, dado que en cierto lugares llegan a variar por las condiciones geográficas, es por ello que se busca implementar un sistema meteorológico para la observación de ciertos parámetros climáticos utilizando módulos inalámbricos, los cuales se han de ubicar en el asentamiento humano Pachacútec –Ventanilla y de esta manera se permita generar un muestreo más frecuente.

Por otro lado, en el distrito de ventanilla existen diferentes entidades y páginas de información que comparten los sucesos que acontecen en el distrito, es por ello que a través de este medio de información que requiere de una miniestación climatológica que permita determinar los valores de parámetros meteorológicos, como la temperatura, el nivel de humedad relativa y presión atmosférica, entre otras; para que tengan la información de estos acontecimientos y con ella puedan

hacer un llamado al Gobierno de turno y además a los vecinos de las periferias y de otras localidades, buscando otorgar una ayuda humanitaria en diferentes zonas del asentamiento humano. De esta manera se propone un sistema que tenga mayor funcionalidad y eficiencia localizada en el mencionado lugar; además de un costo económicamente más adecuado.

En el capítulo I se detallará el planteamiento de la problemática de la presente investigación, así como sus objetivos y la planificación de la arquitectura de comunicación para monitorear los niveles de presión atmosférica, humedad relativa y temperatura; asimismo, se especificará la justificación de la investigación logrando detallar porqué es importante el desarrollo de esta investigación y se determinará sus alcances y limitaciones.

En el capítulo II se detallarán los fundamentos teóricos acerca de los equipos idóneos para lograr desarrollar la investigación, así como la etapa de comunicación, incluyendo algunos esquemas de los sistemas similares que podrán servir de base para homogenizar ciertas características asociadas al monitoreo de parámetros climáticos.

En el capítulo III del presente proyecto, se presentará el análisis de la situación actual del sistema, se diseñará y se desarrollarán los objetivos específicos, de los cuales cada uno de ellos conforman el desarrollo de la tesis, asimismo se expondrán las etapas que se van a desarrollar en la presente tesis que son: el análisis de la zona donde se va a aplicar, la determinación de parámetros meteorológicos a medir, la selección de sensores a utilizar, la tecnología con la que se va a elaborar el sistema y la tecnología de comunicación requerida.

En el capítulo IV de la presente investigación, se presentará el análisis de costo y beneficio donde se detallará los costos de los recursos que se utilizó para la elaboración del presente proyecto de investigación, así como el análisis de sensibilidad para medir el impacto del mismo proyecto.

CAPÍTULO I

**PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL
PROBLEMA**

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Planteamiento y descripción del problema.

En la actualidad existen diversos medios de comunicación que utilizan las redes sociales como canal de información, teniendo gran afluencia de personas dada la facilidad de acceso a la tecnología. El distrito de Ventanilla no es ajeno a estas tendencias tecnológicas y existen numerables páginas de información periodística y monitoreo de los acontecimientos del distrito. Es por ello que una de estas páginas informativas requiere información de los parámetros meteorológicos reales de la zona con mayor altitud ubicada en el AA.HH. Pachacútec, cabe resaltar que en esta zona mencionada existe la escasez de cobertura es por ello que se busca compartir la información y la concientización social por parte de las personas que utilizan estos portales.

De esta manera se busca hacer un llamado al Gobierno Regional del Callao (2019), dado que también ha planteado como actividad prioritaria, la Promoción y Regulación de los Servicios de Telecomunicaciones, con el fin de poder mejorar los aspectos relacionados a este sector y los aportes que ésta pueda brindar frente al sin número de problemas que se ven a diario en dicha región.

Dentro de ese marco, este proyecto busca desarrollar una estación meteorológica, que sea capaz de poder brindar un conjunto de parámetros asociados al clima, en el Asentamiento Humano Pachacútec, ubicado en Ventanilla, Callao, el cual tiene serios problemas de friaje sobre todo en las estaciones de Otoño e Invierno; las características de este proyecto deben ser principalmente de bajo costo, y de una eficiencia medianamente alta ya que en la mayoría de viviendas de este sector, donde la conexión móvil es tenue y no se encuentran servicios de internet; así que se debe empalmar la información recogida por los sensores y ser llevada a otra zona que tenga conectividad, y de esta manera se pueda repartir la data al medio de información, de una forma rápida y varias veces en un mismo día.

1.1.2. Formulación del problema general.

¿Cómo implementar un sistema de transmisión de parámetros meteorológicos utilizando una red de comunicación inalámbrica de bajo costo en el AA.HH. Pachacútec – Ventanilla?

1.1.3. Formulación de los problemas específicos.

PE1: ¿Qué características climáticas presenta la zona de AA.HH. Pachacútec?

PE2: ¿Qué parámetros meteorológicos van a ser monitoreados?

PE3: ¿Qué sensores se utilizarán para la recopilación de la data?

PE4: ¿Qué tecnología se utilizará para la elaboración del sistema meteorológico?

PE5: ¿Qué tecnología de comunicación se utilizará para el envío de la data?

1.2. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

Implementar un sistema de transmisión de parámetros meteorológicos utilizando una red de comunicación inalámbrica de bajo costo en el AA.HH. Pachacútec – Ventanilla.

1.2.2. Objetivos específicos

OE1: Establecer las características climáticas que presenta la zona de AA.HH. Pachacútec.

OE2: Determinar los parámetros meteorológicos a medir en la zona de AA.HH. Pachacútec.

OE3: Determinar los sensores que se utilizarán para la recopilación de la data.

OE4: Establecer la tecnología y los componentes con la que se va a elaborar el sistema meteorológico.

OE5: Establecer la tecnología de comunicación a utilizar para el envío de la data.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Justificación técnica

La estación meteorológica, se implementará utilizando los sensores apropiados para la medición de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica, para ser procesados digitalmente por un microcontrolador (Arduino-nano) y luego pasar a la etapa de comunicación mediante los módulos NRF24L01, que enviarán los datos procesados a un retransmisor y luego a un receptor, de esta forma se podrá visualizar mediante un interfaz, los parámetros climáticos, permitiendo establecer un proceso de monitoreo, y a su vez permite operar en una red, ofreciendo así un nivel de escalabilidad considerable, y una respuesta del cambio climático mayor a la que actualmente existe. A nivel local, se observa que los componentes son accesibles para su adquisición y a su vez permite un montaje sencillo, además se utiliza los parámetros de frecuencia dentro de los rangos autorizados.

1.3.2. Justificación económica

El proyecto presenta un costo accesible frente a otras soluciones de observación de parámetros climáticos, que ya han sido desarrolladas; siendo la tecnología de comunicación inalámbrica, de bajo costo y de un mantenimiento de largo plazo. Además, que se adapta a las condiciones que en este caso el ente ejecutor plantea, y cubre los requerimientos solicitados.

1.3.3. Justificación social

El proyecto beneficiará a las personas pertenecientes al AA.HH. Pachacútec y los sectores aledaños, debido a que se logrará la observación del clima de manera más frecuente, asimismo generar

conciencia a las autoridades y vecinos del distrito, promoviendo en las personas una ayuda social para el asentamiento humano mencionado.

1.4. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Alcances

- Se va a desarrollar un sistema de multisensores controlados por Arduino-nano.
- Se emitirá un código binario para la etapa de transmisión.
- Se va poder conocer remotamente el estado del clima en el lugar de estudio.
- Se compartirá la información del asentamiento humano Pachacútec mediante las redes sociales.

1.4.2. Limitaciones

- El asentamiento humano en donde se realiza el estudio se encuentra en una zona de difícil acceso a llegar.
- Sistema a la intemperie, predispuesto a sustracción de partes.

CAPITULO II
FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacionales

Según, Brassier, Offerhaus y Tesselaar (2018) en su tesis de bachiller denominada *“Diseño de una estación meteorológica inalámbrica”* de Delft University of Technology acotan lo siguiente:

Esta tesis consta del diseño y prototipo de Estación Meteorológica Inalámbrica funcionando de una forma autónoma, asimismo los autores utilizan los módulos comunicación de largo alcance, con costos mínimos para el sistema. También refiere acerca de la problemática generada por otras estaciones meteorológicas, dado que existen múltiples estaciones meteorológicas las cuales se encuentran en desventaja considerablemente al incluir sensores que deben mantenerse con regularidad, lo que requiere mayor consumo de energía y mayor demanda de dinero para la implementación. De esta manera se plantea una solución implementando una estación meteorológica económica y de forma sencilla, ubicando su investigación en los Países Bajos. Como conclusiones los autores se refieren acerca del uso confiable de un módulo fotovoltaico en lugar de un generador de fuente eólica, también priorizan los sensores sólidos sobre los sensores mecánicos. Esta tesis aporta en mi trabajo de investigación, una orientación para poder implementar un sistema similar apropiado a las características nacionales, sobre todo por la variedad de microclimas que se observan en el distrito de Ventanilla, Callao.

Palaguachi (2018). En su investigación titulado *“Diseño de desarrollo e implementación de una de una estación meteorológica basada de una red jerárquica de sensores, software libre y sistemas embebido para la empresa Elecaustro en la minicentral Gualaceo utilizando comunicación MQTT Y MODBUS” de la Universidad Salesiana, en Cuenca – Ecuador*.

La autora expresa lo siguiente:

El siguiente trabajo de titulación, el autor plantea acerca de los valores generales que entrega la Institución Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). El cual es de suma importancia para la empresa

Elecaastro, que requiere de un informe específico de los datos de temperatura, es por ello que se ve en condiciones de optar por un diseño e implementación de una estación meteorológica, basado en sistema embebidos como Raspberry Pi y Arduino, las cuales se encuentran conectados inalámbricamente mediante comunicación MQTT Y MODBUS, de esta manera se otorga lo que es un monitoreo en tiempo real, provenientes de los sensores de temperatura, humedad, velocidad del viento. Como conclusiones del autor se destaca: la autonomía de la estación, además del uso del interfaz de monitoreo MQTT siendo preciso para los parámetros climatológicos básicos del sistema, además la temperatura, humedad, radiación y dirección del viento se toman cada 5 minutos y la velocidad del viento cada 7 segundos, de esta manera se saca un promedio y luego se realiza el muestreo de los parámetros. Siendo su aporte muy enriquecedor, dado que nos indica una interfaz gráfica para poder visualizar los parámetros climáticos en un tiempo real, siendo muy beneficioso para este tipo de monitoreo, además del uso de técnicas para tener en cuenta como la estimación de adquisición en la toma de parámetros.

Asimismo, Ferrer (2017) en su tesis de pregrado de nombre *“Desarrollo de una estación meteorológica de bajo costo”* de la Universidad de Santo Tomas en Colombia, nos expresa acerca de su investigación lo siguiente:

Este trabajo de investigación define el desarrollo de una herramienta tecnológica orientada al estudio el comportamiento de parámetros ambientales y de esta manera poder deducir el comportamiento de los microclimas que existen en el país de estudio, asimismo el trabajo dirigido hacia el sector de la agricultura, si bien existen sistemas meteorológicos, que requieren de un alto costo y carecen de autonomía, lo que es de suma importancia, cuando se encuentra orientado en zonas rurales. De esta manera el autor implementa un sistema autónomo, utilizando la red móvil para la transmisión de datos siendo de suma importancia dado que le brinda una mayor cobertura, además de asumir sistema fotovoltaico autónomo que cuenta con duración hasta de 48

horas sin la percepción de radiación solar y el monitoreo se observa el interfaz gráfico de toda la información, proveniente de la base datos. El trabajo presentado es de suma importancia dado que brinda otro tipo de tecnología de comunicación como son las redes móviles, lo que otorga una mayor variedad en maneras de poder transmitir las variables climáticas, igualmente este trabajo nos brinda otro interfaz gráfico para poder visualizar los parámetros climáticos.

2.1.2. Nacionales

Según, Bravo (2016) en su tesis de pregrado denominada *“Diseño e implementación de una estación meteorológica utilizando microcontrolador Arduino – Raspberry Pi con radio enlace”* de la Universidad Nacional de Ingeniería en Perú, expresa sobre su investigación lo siguiente:

En, este trabajo de tesis, consta de un diseño e implementación en la cual se construye un prototipo de estación meteorológica, utilizando los siguientes microcontroladores Arduino y Raspberry Pi, para el procesamiento de los datos y el monitoreo lo realiza mediante SCADA-WEB, llegando la data por radio enlace. Asimismo, el autor indica acerca la problemática dado que existe la necesidad de contar con estaciones meteorológicas experimentales para investigación académica en el territorio nacional, de modo que permita brindar una adecuada cobertura y calidad en la prestación de los servicios meteorológicos a los centros poblados del país. Las conclusiones del autor demuestran la viabilidad técnica del diseño y su construcción de la estación meteorológica, teniendo en cuenta también la arquitectura de código abierto, además de la escalabilidad pudiendo adicionar más módulos para la integración del monitoreo climatológico, asimismo el autor compara económicamente con otras soluciones existentes en la cual sitúa su trabajo por debajo de estas. Esta tesis me favorece en darme una orientación en los parámetros a medir y en el uso de otras herramientas

para el monitoreo, también contribuye a compartir una problemática similar y sobre todo ubicándolo en territorio nacional.

Ancalla, T. (2017) en su tesis de pregrado titulado “*Sistema de detección de vehículos de carga con altura mayor a puentes vehiculares o peatonales*” de la Universidad nacional de san Agustín de Arequipa, el autor expresa lo siguiente:

En este trabajo de tesis consta acerca de un diseño e implementación del prototipo de un sistema de control, el cual se encargará de evaluar la altura máxima de las unidades vehiculares de carga que transitan bajo los puentes peatonales, teniendo como problemática fundamental los daños de infraestructura en los puentes y con ello daño en la integridad física de los transeúntes, este sistema consta de un actuador para iniciar el proceso de alerta, estando estos actuadores compuestos por los módulos de comunicación nRF24L01. Cabe mencionar que el autor llego a ciertas conclusiones que guardan relación con el uso del módulo de comunicación nRF240L1 y el uso de los microcontroladores PIC utilizados para el funcionamiento del dispositivo. El aporte fundamental de esta referencia es el uso y funcionamiento del módulo de comunicación nRF240L1, además de otorgar ciertas ventajas utilizando la antena sma, que proporciona un mayor alcance de 1000 metros, y de poder contar con diferentes ejemplos de la programación utilizada en estos módulos de comunicación.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Concepto de estación meteorológica

El concepto de estación meteorológica, se define como un dispositivo que recolecta información de distintas variables atmosféricas, siendo de interés para la meteorología. Además, la información de las condiciones meteorológicas es de gran valor para las explotaciones agrícolas que usan esta información para tomar decisiones.

Las estaciones meteorológicas generan aportes de datos en los pronósticos meteorológicos, además las estaciones oficiales utilizan

modelos numéricos, como es el caso de European Centre for Medium-Range Weather Forecasts y Global Forecast System (GFS) (Meteocultura.2019).

Las estaciones meteorológicas pueden estar implementados en cualquier zona de nuestro planeta. Llegando a existir diversos tipos de estaciones meteorológicas, como las presentadas a continuación:

Estaciones meteorológicas domésticas.

Son aquellas que están destinadas para un público en general y suelen tener un precio bastante asequible. Algunas de sus características son, Información meteorológica básica, pantallas de visualización pequeña y no disponen de conexión USB (Meteocultura, 2019).



Figura 1. Estación meteorológica doméstica

Fuente: Hogar10.com

En la Figura.1 se observa la estación meteorológica doméstica, la cual se encuentra compuesta por el dispositivo transmisor de los parámetros climáticos y un visualizador para la muestra de dichos parámetros, asimismo estas estaciones tienen un precio de 100 a 150 dólares.

Estaciones meteorológicas con conexión a PC

Las estaciones meteorológicas con conexión a PC mediante un puerto USB, tienen la ventaja de poder almacenar datos, para luego poder exportarlos a Excel. El uso más cotidiano, es en aficionados, dado que permite visualizar los parámetros meteorológicos, como temperatura, humedad, presión y velocidad del viento, todo ello por medio de un software, convirtiendo su uso de forma práctica. Estas estaciones meteorológicas tienen como características principales, memoria interna para almacenar datos y en ciertas ocasiones diseños no muy llamativos (Meteocultura, 2019).



Figura 2. Estación meteorológica con conexión a PC

Fuente: Amazon

En la Figura.2 se observa la estación meteorológica con conexión a PC, este tipo de estaciones están compuestas por un ordenador que se encarga de generar el monitoreo.

Estaciones meteorológicas Wifi

La función de este tipo de estación meteorológica es compartir los datos de los parámetros climáticos a internet mediante conexión wifi y luego poder obsérvalo mediante un interfaz online. Suelen ser enviados a diversas plataformas virtuales para poder visualizar los datos sensados, en la mayoría de los casos envían sus datos a Wunderground, que es la plataforma más usada para este tipo de estaciones meteorológicas wifi (Meteocultura, 2019).



HP1000 Wifi
 Profi Wettermess-System mit
 Farbdisplay Direkt Analyse und Statistik

Figura 3. Estación meteorológica con conexión a WiFi (Hp 1000WiFi)

Fuente: Froggit.com

En la Figura.3 se observa la estación meteorológica con conexión a Wifi, en este tipo de estaciones se encuentran conectadas a una red wifi para compartir los parámetros meteorológicos, su coste es de 180 a 200 dólares.

Estaciones meteorológicas portátiles

En estas estaciones meteorológicas están diseñadas para realizar toma de datos para necesidades puntuales, relacionadas a campo abierto. Además, tienen limitaciones de variables climáticas, dado que solo están diseñadas para mostrar los parámetros meteorológicos más generales y su gran ventaja es la dimensión, ya que es de tamaño pequeño (Meteocultura, 2019).



Figura 4. Estación meteorológica portátiles

Fuente: Estaciones meteorológicas

En la Figura.4 se observa estación meteorológica portátil, la cual es de dimensiones pequeñas y tiene su uso delimitado para la entrega de ciertos parámetros climáticos, además suelen ser frágiles.

Estaciones meteorológicas profesionales para aficionados

En este segmento de tipo de estaciones meteorológicas, hablamos de las estaciones con mayor calidad y fiabilidad de los datos, en comparación de las otras anteriormente citadas, además cabe resaltar que su costo es sumamente elevado. Es por ello que mayormente el uso de este tipo de estaciones se suele dar en el estudio de los parámetros meteorológicos situados en el ámbito de investigación y en ciertos casos de agricultura. Algunas de sus ventajas es la información meteorológica completa, como es el caso de la temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, también tiene capacidad de almacenamiento de datos, así como la validación de la información y también cuenta con la posibilidad de emitir sus datos de manera online (Meteocultura, 2019).



Figura 5. Estación meteorológica para aficionados

Fuente: Amazon.es

En la Figura.5 se observa la estación meteorológica para aficionados, la cual cuenta con una mayor implementación y el uso de otros sensores de mayor escala, de esta manera se puede obtener datos más certeros, pero cabe mencionar que su coste es más elevado en comparación a los anteriores citados.

Estaciones meteorológicas profesionales automáticas.

Las estaciones profesionales automáticas, son las que usan los servicios meteorológicos oficiales, siendo de muy alta calidad y están

homologadas para que sus datos sean oficiales, así como inspeccionadas por especialistas. Si estos dispositivos presentar problemas están programadas para guardar la información meteorológica y enviar apenas se restablezca su sistema de manera automática. Normalmente estas son las variables que miden: Temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, viento, precipitación y radiación. Además, disponen de energía autónoma (Meteocultura, 2019).



Figura 6. Estación meteorológica profesional automática

Fuente: Amazon.es

En la Figura.6 se observa la estación meteorológica profesional automática, este tipo de estaciones son mediante satélites y software, el cual brindan una información más certera y con un mayor rango de días de pronóstico, además operan con modelamientos matemáticos y suelen ser de uso nacional.

2.2.2 Parámetros climáticos de estudio a utilizar

Temperatura en aire

La temperatura es inestable, dado que se encuentra compuesta de partículas y estas a su vez de masa y temperatura que van cambiando por la radiación solar, cuando los rayos solares ingresan a la tierra, se calientan dichas partículas lo que genera aumento de temperatura y caso contrario sucede en la noche que disminuye. Estos efectos suceden a

mayor escala y por un tiempo mayor en verano y en invierno disminuye dado que el sol se aleja de la tierra, lo que genera menor radiación y por lo tanto temperaturas más bajas. Cabe mencionar que la temperatura del aire también dependerá de la latitud, en los polos (Rodríguez y Múñez, 2012).

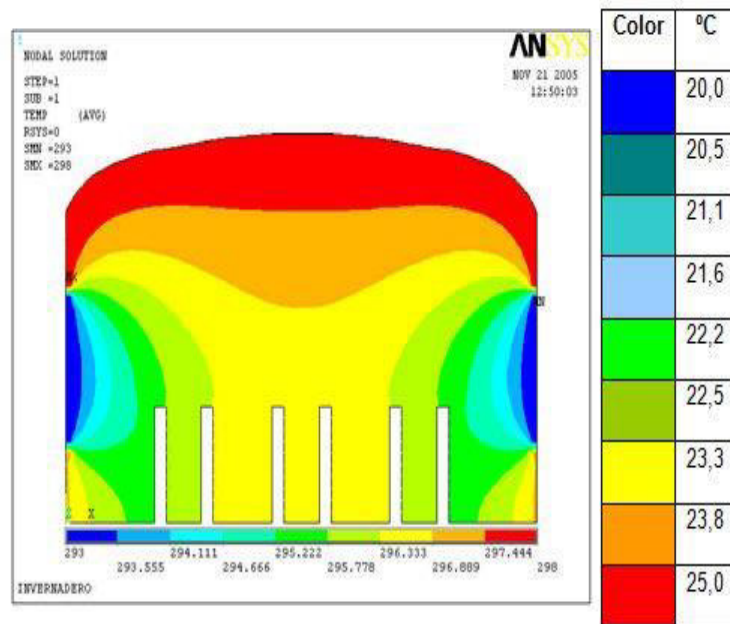


Figura 7. Proceso de cambios de temperatura

Fuente: Infoagro.pe

En la Figura.7 se observa el proceso de cambios de temperatura, en este caso se pone como ejemplo un invernadero, pero lo fundamental en la imagen es la idea del cambio de temperatura.

Humedad relativa en el aire

La humedad relativa o también conocida como “RH” es la relación entre cantidad de vapor de agua contenida en el aire, a la cual se le denomina “humedad absoluta” y la máxima cantidad que el aire sería capaz de contener a esa temperatura siendo denominada como la “humedad absoluta de saturación” (Campetella, Cerne y Salio, 2011).

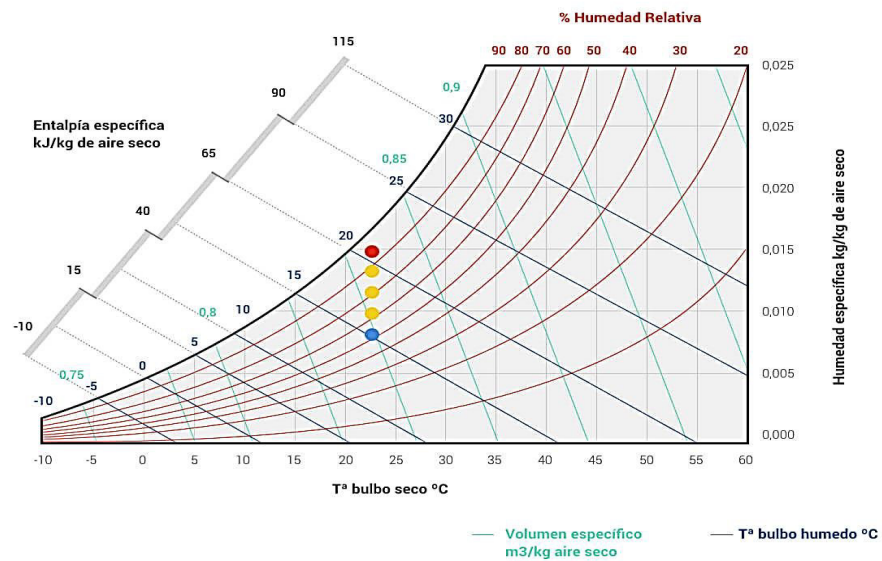


Figura 8. Proceso de cambios de humedad relativa

Fuente: Infoagro.pe

En la **Figura.8** se observa el proceso de cambios de humedad relativa, mediante la humedad específica y la temperatura, dado que la humedad relativa es porcentual.

Presión atmosférica

Según, Ambientum (2019). La presión atmosférica, es la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie de la tierra, también varía con el clima y principalmente con la temperatura, dado que realiza el cambio de la densidad del aire y esto se ve reflejado en un cambio en el peso del aire y por consiguiente en un cambio de presión. Además, factores como la humedad relativa y la velocidad del viento también influyen en la presión atmosférica en menor escala. La unidad de la presión es de 101.325 kilopascales en un estado normal, cuando hay variación por encima o por debajo de esta presión, se habla de presión atmosférica baja o alta.

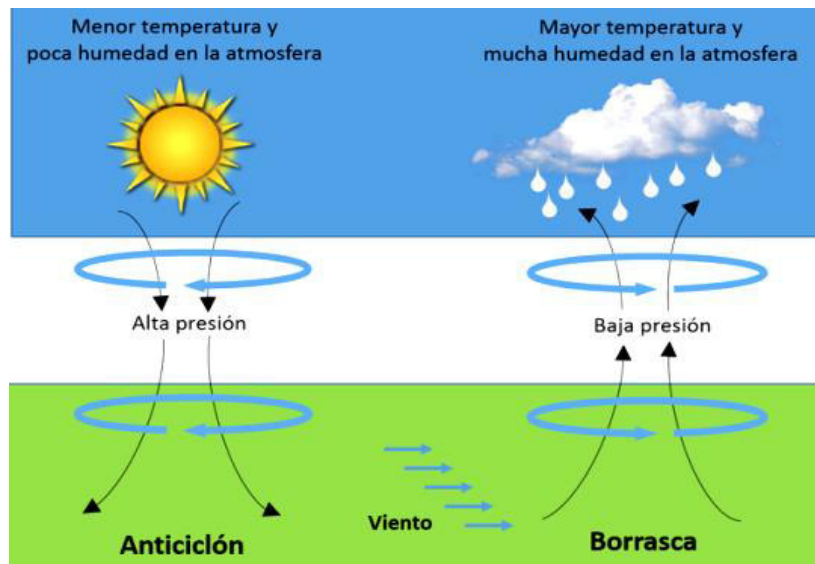


Figura 9. Proceso de cambios de Presión atmosférica

Fuente: Presión Atmosférica

En la Figura.9 se observa los cambios de presión atmosférica que se realizan por medio de la disminución o aumento de temperatura y humedad.

Velocidad del viento

La velocidad del viento es causada por el movimiento del aire en la atmósfera y además por el calor que se genera en la superficie de la tierra provocando corrientes ascendentes y descendientes, de las masas de aire, las cuales están originados por la diferencia de presión en la atmósfera. También cabe mencionar que la velocidad y fuerza del viento puede ser medido mediante una veleta y un anemómetro (Rodríguez y Múñez, 2012).

Radiación solar

La radiación solar, es la energía de radiaciones electromagnética emitida en el espacio interplanetario proveniente del sol, esta radiación es generada a partir de las reacciones de fusión termonuclear que ocurren en el núcleo solar produciendo radiación electromagnética a varias frecuencias o longitudes de onda, para luego propagarse en el espacio a las velocidades típicas de estas ondas. Esta propagación permite llevar energía solar con ellos (Chambi, 2018).

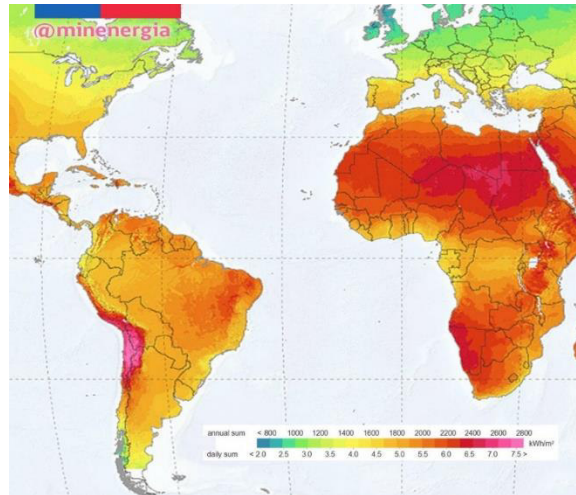


Figura 10. Mapa de radiación solar
Fuente: Minergia

En la Figura.10 se observa el mapa de radiación solar, en donde se visualizan los rangos mediante los colores presentados. Lo cual indica que en Sudamérica los niveles son altos.

2.2.3 Instrumentos de medición

Termómetro

Se denomina al instrumento que se usa para medir la temperatura a través de escalas o mecanismos, siendo uno de los ejemplos más comunes la dilatación, utilizada por la respuesta de expansión de esta al calor que tienen algunos metales y principalmente los alcoholes. Esta invención muy importante sobre todo para la prevención y cuidado de la salud humana, inventado inicialmente por Galileo Galilei. Lo registrado se marca en las diversas escalas de temperatura (Salomón y Miatello, 2010).



Figura 11. Termómetro

Fuente: Instrumentos Meteorológicos

En la Figura.11 se observa tres tipos de termómetros, siendo el termómetro del medio un termómetro corporal y los dos adicionales para medir la temperatura ambiente, de esta manera la imagen ayuda a poder discernir en los tipos de termómetros que existentes.

Anemómetro

Los anemómetros son componentes que miden la velocidad instantánea del viento, una de las formas de poder comprender su funcionalidad es el poder expresar el viento como un vector de dos dimensiones, teniendo en consideración solo la dimensión horizontal, ya que la componente vertical es muy pequeña cerca de la superficie. Sin embargo, en algunos casos la componente vertical es importante y existen hoy en día anemómetros diseñados para medir las tres componentes: u , v y w (Renom, 2011).



Figura 12. Anemómetro

Fuente: Instrumentos Meteorológicos

En la Figura.12 se observa el anemómetro en función de giros, de esta manera adquiere el nivel de velocidad en el viento.

Barómetro

Este instrumento sirve para medir la presión atmosférica por lo general es una placa metálica conectada a un mecanismo que acciona una aguja que va marcando según, escalas graduadas, también hay los que llevan una segunda aguja que indica la última lectura y así poder observar la tendencia atmosférica. La medida usada es el hectopascal esta unidad equivale a 100 pascales está en una medida de presión. Esta invención le debemos al matemático y físico italiano Evangelista Torricelli en 1643, No obstante, el más popular es el que usa el mercurio como si de un termómetro se tratase. Con este elemento se creó el original de Torricelli hace más de 300 años, donde el líquido se incluye en un tubo de vidrio de 850 milímetros de altura, tapado en su zona superior y abierto en la inferior (Guijarro, 2005).

2.2.4 Comunicación inalámbrica

La comunicación inalámbrica es de suma utilidad dado que conecta a dispositivos remotos sin tener la necesidad del uso de cables, evitando gastos de cableados. Esta comunicación se puede dar en dispositivos que se encuentran cerca o lejos, dado que su transmisión es mediante ondas de radio, la comunicación inalámbrica funciona convirtiendo las señales de información en una forma adecuada para la transmisión a través del aire. Las comunicaciones inalámbricas, pueden ser construida a muy bajo costo en comparación a otros métodos de comunicación. En la actualidad existen diferentes tipos de comunicación inalámbrica, que varían sus características y también dispositivos que utilizan diferentes frecuencias de transmisión y velocidad, además se tiene que tener en cuenta las regulaciones legales del espectro electromagnético (Bensky, 2019).

Tipos de comunicación inalámbrica

Microondas

Las microondas hacen referencia a comunicación que se realiza mediante ondas de alta frecuencia que oscilan entre 300 MHz a 300 GHz, en estos rangos se incluyen las bandas de UHF, SHF y EHF. El nombre microondas no pretende indicar una longitud de onda en el rango de micrómetros, dado que lleva esta definición porque son pequeñas en comparación con las ondas de radio (San Román, Castillo, Sotomayor, Gonzales y Zenteno, 2018).

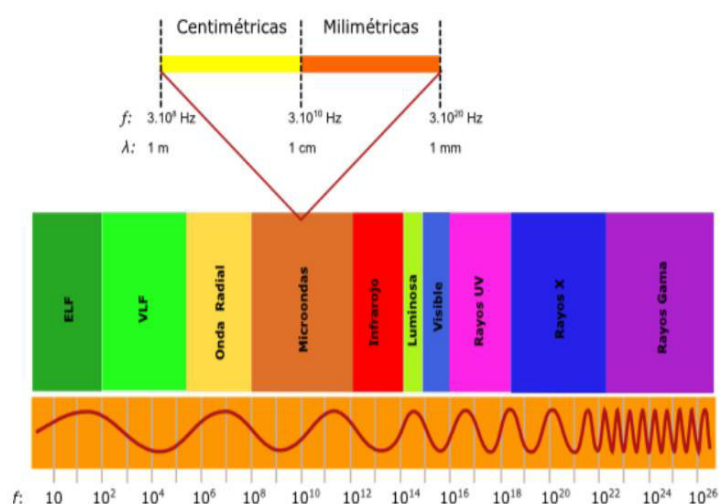


Figura 13. Rango de Frecuencias

Fuente: Hyperphysics

En la Figura.13 podemos observar los rangos de frecuencias, dentro de este rango encontramos a las ondas microondas ubicadas en el rango de 300 MHz a 300 GHz.

Sistemas de posicionamiento global

Este tipo de transmisión de información se rige mediante satélites, la cual permite a los usuarios determinar su posición mediante la latitud y la longitud, el sistema de posicionamiento global está compuesto por 24 satélites y en principio su función era de uso militar. La tecnología del sistema de posicionamiento global es utilizada de manera desmedida, dado que se le puede generar múltiples aplicaciones (Contreras y Hernández, 2017).

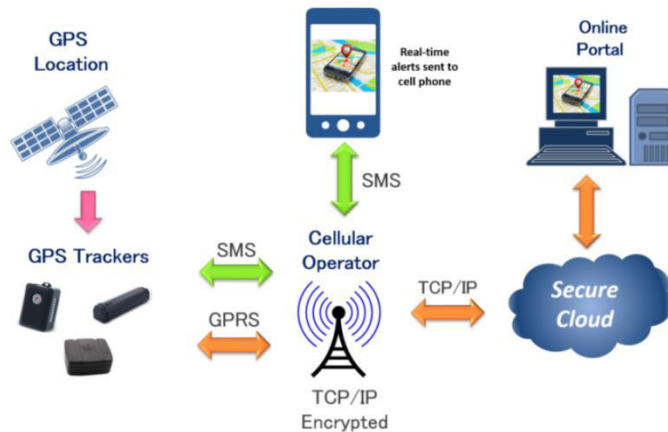


Figura 14. Comunicación GPS
Fuente: JA Security and innovations

En la Figura.14 se observa la comunicación y las aplicaciones que se da mediante la comunicación de sistema global de posicionamiento.

Radio enlace

Este tipo de comunicación se realiza entre puntos fijos situados sobre la superficie terrestre a la cual proveen una capacidad de información de puntos remotos mediante las ondas electromagnéticas, con ciertas características determinadas como frecuencias de transmisión y velocidad. Los radios enlaces efectúan en frecuencias de 800 MHz y 42 GHz. Estos dispositivos son económicos y fácil implementación (Sernaque, 2018).

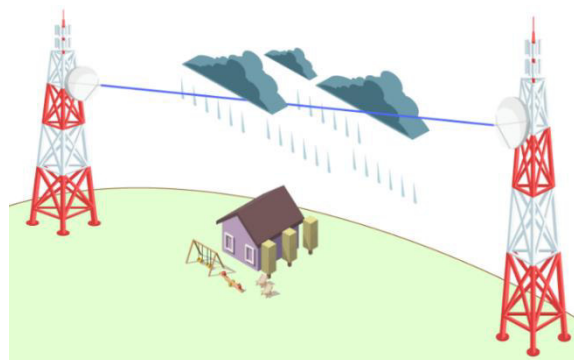


Figura 15. Radio Enlace
Fuente: Medium

En la Figura.15 se observa la comunicación punto a punto mediante el radio enlace, además se muestra la transmisión mediante la lluvia, lo cual no es impedimento para su transmisión de información.

Infrarrojo

La transmisión de información mediante luz infrarroja es una aplicación común, que se utiliza a diario, como es el caso de los controles remotos en los televisores, también para el timbrado producto en supermercados y entre otras aplicaciones que se le suele dar, este tipo de comunicación mediante luz suelen tener algunos inconvenientes con el humo, el polvo y la lluvia dado que son susceptibles (Aylas, 2008).



Figura 16. Comunicación mediante luz infrarroja

Fuente: Juegos Robotica.es

En la Figura.16 se observa la comunicación entre los robots todos ellos conectados mediante la luz infrarroja.

Sistemas de comunicación inalámbrica:

Transmisor

El transmisor es un instrumento que emite una señal, código o mensaje a través de un medio o un canal, para establecer una comunicación es necesario de un transmisor y de un receptor. El transmisor es el encargado de procesar la señal de entrada para producir una señal y transmitirla a distancia a un dispositivo receptor por medio del canal de transmisión, asimismo cabe mencionar que la transmisión comprende casi siempre de la modulación y también la codificación (Casillas, Guerrero, Ruiz y Valencia, 2009)

Receptor

El receptor es un instrumento que recibe una señal, código o mensaje a través de un medio, para establecer una comunicación es necesario de la recepción del mensaje, es por ello fundamental este dispositivo. El receptor es el encargado de compensar las pérdidas en la transmisión), así como la demodulación y decodificación con la función de invertir el proceso elaborado en la transmisión. (Casillas, Guerrero, Ruiz y Valencia. 2009)

Velocidades de transmisión:

- **Ancho de banda:** La banda de ancha hace referencia a un intervalo de frecuencias disponibles y en cualquier canal de transmisión.
- **Banda estrecha:** Este tipo de banda nos otorga una indica que es una banda de transmisiones lentas y también de baja capacidad, siendo propicio para las líneas telegráficas.
- **Banda de voz:** En esta banda ya se encarga de generar emisiones de sonido, y de igual forma hacen referencia a líneas telegráficas.
- **Banda ancha:** La banda ancha es utilizada para las transmisiones de capacidad elevada, para un mayor envío de paquete de datos como es el caso de las microondas y líneas de cable y fibra óptica.

Topología de Red:

es el plano de diseño que permiten enlazar por medio de una transmisión de información sean física o lógicas (Bensky, 2019).

Topología en bus

se caracteriza por ser lineal, ósea con un único sistema de comunicación entre nodos, lo malo de esta topología es que al tener un bus defectuoso los demás nodos también fallaran a su vez la facilidad que nos brinda es que podemos reemplazar, suprimir o incrementar nodos de forma individual sin afectar a toda la red (Bensky, 2019).

Red de anillo

Es el tipo de topología que tiene una sola conexión de entrada y de salida por ello que el enlace entre nodos atraviesa cada uno de ellos la facilidad y brinda la potestad de eliminar o agregar sin preocuparnos que la red falle. Pero si una computadora falla daña a toda la red (Bensky, 2019).

Topología de Estrella

Esta red lleva una conexión simple de punto a punto con un nodo central, toda información para llegar de un computador a otro debe pasar primero por este nodo central. También resulta sencillo agregar nodos a la red y aunque falte un periférico no ocasiona ningún problema a la red lo importante es que la computadora central debe ser tan poderosa para que pueda manejar las comunicaciones, el exceso de dispositivos pueden ocasionar la degradación del desempeño en toda la red y pueden sobrecargarse, por ello se debe usar solo cuando tratemos con datos de poca velocidad bajo coste (Bensky, 2019).

2.3. MARCO METODOLÓGICO

2.3.1. Tipo de Diseño de Investigación

El tipo de investigación de diseño tecnológico, experimental dado que emplea el monitoreo del sistema y además de la tecnología de comunicación usada para el desarrollo del prototipo.

2.3.2. Metodología de Investigación

La metodología de investigación de este proyecto va estar definido por la funcionabilidad del análisis del problema planteado primero por una etapa de diseño conceptual, la evaluación del diseño dentro de condiciones similares a otras estaciones para luego pasar a su implementación y de además generar un excelente envío de datos provenientes de la estación meteorológica a establecer, teniendo en cuenta a los problemas que en el camino se puedan adicionar.

2.3.3. Técnicas de investigación

El presente trabajo de investigación, se estima la contribución de una excelente comunicación de datos obtenidos por sensores enviados los datos a diario, de manera a corroborar el proceso de los parámetros meteorológicos provenientes del asentamiento humano Pachacútec, para proveer informes a las entidades competentes.

2.4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En este segmento se presentará un diagrama y la arquitectura de comunicación a implementar, planteando de esta forma una idea con mayor exactitud del trabajo.

Diagrama en Bloques

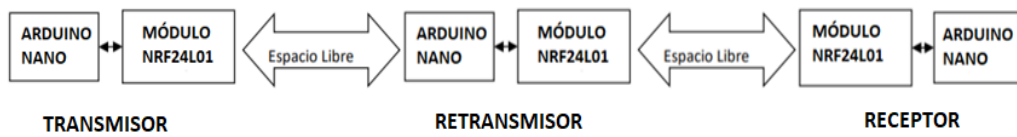


Figura 17. Diagrama en Bloques del sistema
Fuente propia

En la Figura.17 se observa el diagrama los módulos de comunicaciones, las cuales están compuesto por un transmisor, retransmisor y un receptor, los cuales a su vez contienen un Arduino nano que es el encargado de procesar la información y un módulo NRF24L01 que será el ejecutor de la transmisión y recepción de la información.

Arquitectura de comunicación: es en este fragmento que se presenta la arquitectura de los módulos de comunicación por etapa y luego se mostrará la arquitectura completa

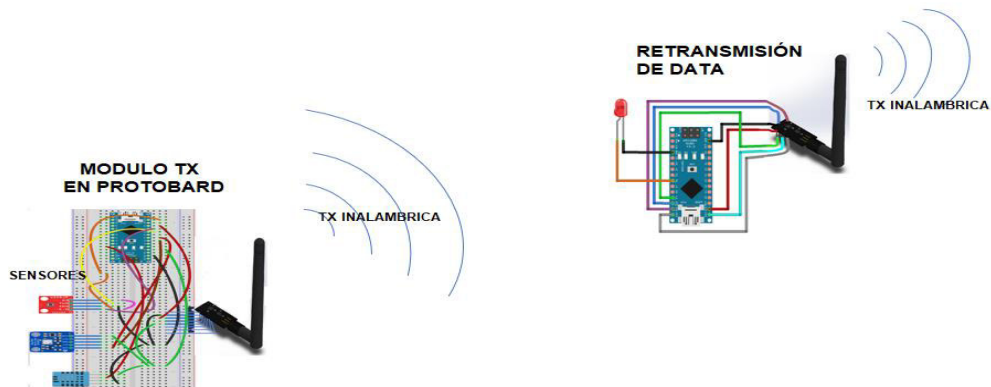


Figura 18. Primera etapa de (Transmisión)

Fuente propia

En la Figura.18 se observa la primera etapa, la cual se encuentra compuesta por dos módulos de transmisión y retransmisión este módulo es el encargado de la recepción y del envío de la data a la siguiente etapa de nuestra arquitectura.

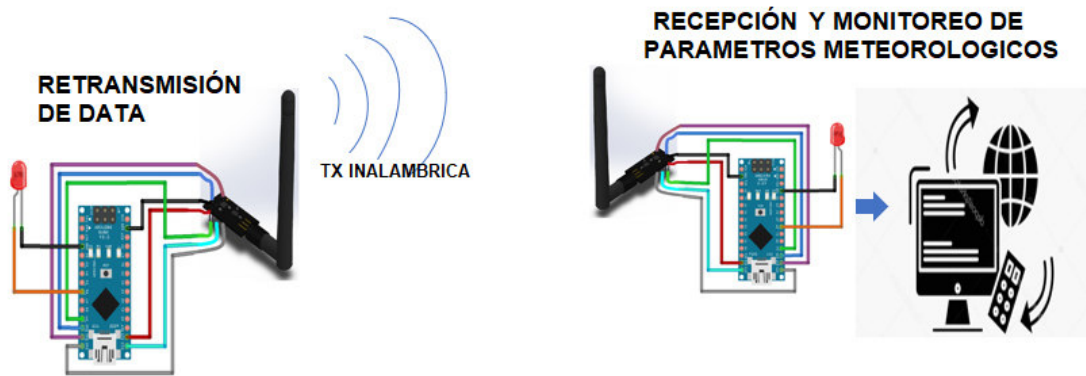


Figura 19. Segunda etapa (Recepción)

Fuente propia

En la Figura.19 se observa la segunda etapa, la cual se encuentra compuesta por dos módulos de retransmisión y recepción para poder generar el monitoreo de los parámetros meteorológicos, mediante las redes sociales.

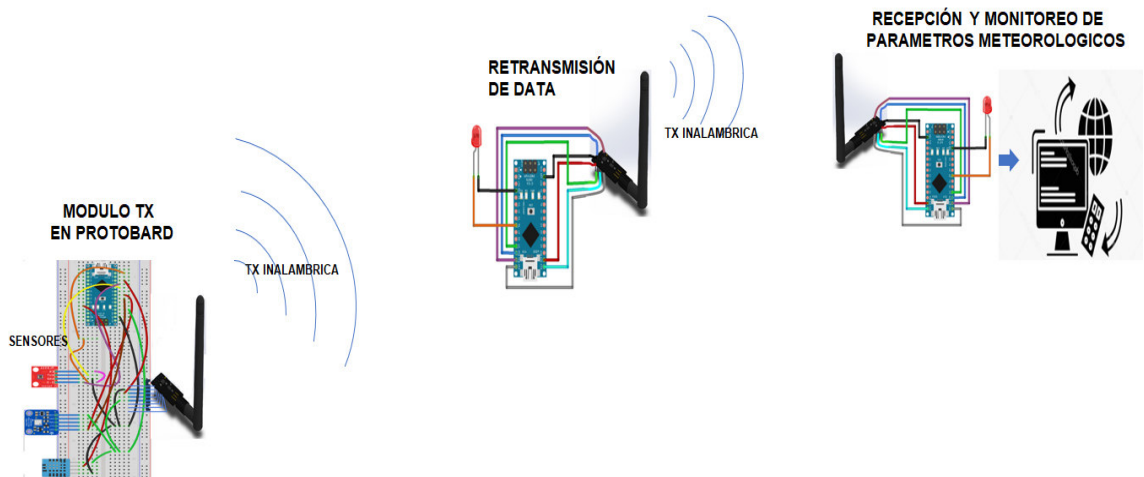


Figura 20. Arquitectura del sistema

Fuente propia

En la Figura.20 se observa el diagrama de los módulos de comunicaciones de una manera completa con todas sus etapas enlazadas para realizar dichas pruebas,

Los sensores están compuestos por temperatura, humedad, y de presión. Encargados de medir los parámetros climatológicos. Asimismo, en los cuadros resaltados se observa el sistema de comunicación de transmisión, retransmisión y recepción. El cuadro de transmisión está compuesto por un Arduino nano, para el procesamiento de datos de los sensores, siendo conectado en simultáneo con el módulo NRF24L01 el

cual cumple la función de transmitir la información mediante la frecuencia 2.4 GHz. Para ser recibidos y transmitidos por el módulo retransmisor, siendo este módulo el encargado de realizar la misma función para la llegada de la data al módulo receptor. Este módulo receptor es el encargado de compartir los datos mediante el interfaz Azande Studio, para poder ser visualizados y luego compartir dichos parámetros por redes sociales.

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

3.1. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Establecer las características climáticas presenta la zona de AA.HH. Pachacútec

La presente investigación, tiene como primer objetivo el poder conocer qué características relacionadas al clima se pueden hallar en el Asentamiento Humano Pachacútec, ya que de ahí, es que parte, la problemática para poder haber elegido dicha zona como foco principal donde las variables climáticas afectan de sobremanera a la población, y se incrementa la incidencia de esta problemática debido a las condiciones medioambientales actuales, inmersas en un cambio climático que ya es parte de nuestros días, y se agudiza con el nivel socioeconómico de los pobladores de la zona indicada y con el nivel demográfico que llega a ochenta mil pobladores (INEI, 2016).

Como parte del reconocimiento de la zona, se ha tenido que hacer la consulta respectiva al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), como ente que genera una noción amplia de lo que sucede en el distrito de Ventanilla, pero que carece de información más actualizada y selectiva en función a los microclimas que la zona afectada presenta.



Figura 21. Ubicación del AA.HH. Pachacútec

Fuente: INEI

En la Figura.21 se observa la ubicación de la zona de aplicación del proyecto y su cercanía con el mar y regiones de humedales en Ventanilla – Callao.

Para SENAMHI, las incertidumbres sobre los impactos del cambio climático en el Perú están asociadas entre otras cosas, a inadecuadas prácticas socioculturales y a configuraciones particulares del relieve como la presencia de las cordilleras, que generan en nuestro territorio una diversidad de climas y microclimas. Ambos, tienen gran incidencia en el comportamiento del clima local con respuestas muy variadas al cambio climático global.

Es pues una gran oportunidad a través de esta investigación, el poder tener un conocimiento más actual de los microclimas en zonas donde hay una altitud y cercanía al océano pacífico. Ecológicamente, este lugar se halla en la zona litoral Marina Subtropical, en plena zona Costanera formada por la vertiente occidental de la Cordillera Costanera Oquendo – Ancón, donde se ha formado la intercuenca hidrográfica Ventanilla, ubicada entre la cuenca del Río Chillón y las intercuenas Santa Rosa y Ancón. Asimismo, se destaca que abarca una extensión territorial de 3,5 Km. de largo por 1,5 Km. de ancho.

Respecto a sus características biogeográficas, pertenece a la zona de transición ecológica marino – continental, caracterizada por la influencia de la brisa marina húmeda, que en conjunción con la Cordillera Costanera forma una Zona Atmosférica de Inversión Térmica, caracterizada por la alta humedad y presencia de neblinas invernales persistentes, que dan lugar a los ecosistemas de Lomas Costaneras, con vientos de brisa débil a moderada y terrales débiles con una distancia promedio de un kilómetro del mar peruano. (Yonsei Global Health Center, 2015)



Figura 22. Mapa del AA.HH. Pachacútec

Fuente: PCM & Google Maps

En la Figura.22 se observa el mapa del AA.HH. Pachacútec para una mayor percepción.

El hecho de la cercanía al océano y a áreas de humedales, establecen características de velocidad de viento y presión atmosférica relevantes e influyentes en los parámetros de temperatura y humedad relativa, el viento superficial a lo largo de la costa muestra una dirección paralela y una notable persistencia a través de todo el año y un marcado ciclo diario, especialmente en la velocidad del viento. La importancia de este parámetro meteorológico radica en su importancia como agente en los procesos de surgencia de agua fría y en los mecanismos de intensificar las condiciones áridas en nuestra área de estudio que evidencian una directa interconexión entre procesos oceánicos y meteorológicos.

Los estudios de generación de escenarios climáticos en el Perú describen dos aspectos importantes del clima costero y que se evidencian en la zona de aplicación de la investigación (Weather, 2019):

- Por un lado, las características estadísticas de temperatura indican que se distinguen dos temporadas: la templada que va desde enero hasta abril, donde la temperatura promedio diaria es de 25°C; y la húmeda que abarca el resto del año, donde en promedio se llega a 19°C.
- Asimismo, la humedad relativa presente en el Asentamiento Humano varía extremadamente. Se distinguen dos períodos

bastante húmedos en el año: el primero desde fines de diciembre hasta mediados de abril, donde el nivel de comodidad es bochornoso y la humedad relativa puede llegar hasta 59%; el otro periodo se da entre julio y agosto (durante el invierno costeño) y donde se alcanzan índices de humedad relativa de 96% sumado a la sensación térmica baja y a la velocidad del viento que puede llegar hasta los 20 kilómetros por hora.

Con estos dos remarcados elementos climatológicos, se puede resumir indicando que la zona presenta un clima frío, húmedo, nuboso y con fuertes vientos en otoño e invierno; y un clima cálido, húmedo y de fuertes vientos en primavera y verano.

3.2. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Determinar los parámetros meteorológicos a medir en la zona de AA.HH. Pachacútec.

En vista de las características observadas en la zona en la que se va a aplicar esta investigación, y con miras a poder establecer las mediciones necesarias para conocer estos valores, difundirlos y con ellos generar una concientización principalmente en las épocas donde el friaje afecta directamente a los pobladores de Pachacútec, se ha decidido trabajar con los siguientes parámetros:

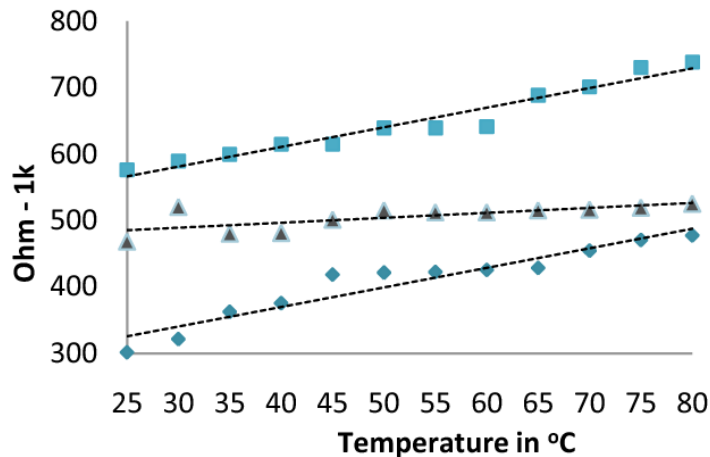
3.2.1 Temperatura

Debido a que la temperatura es el principal parámetro asociado a la sensación térmica que se puede medir, y que los sensores de temperatura presentan una característica bastante eficaz para su medición y monitoreo, este proyecto busca incidir en la aplicación de esa magnitud, pues es de las más utilizadas para describir el estado de la atmósfera. De hecho, la información meteorológica que aparece en los medios de comunicación casi siempre incluye un apartado dedicado a las temperaturas: sabemos que la temperatura del aire varía entre el día y la noche, entre una estación y otra, y también entre una ubicación geográfica y otra.

La recomendación de los entes ligados a la climatología, plantean que, para poder establecer la medición de la temperatura, se basan en técnicas ligadas a las escalas en las que se va a definir la medición en sí, y a patrones que inciden en saber dónde colocar el termómetro para medir correctamente dicho valor. Si lo colocamos cerca de una pared, medirá la temperatura de ésta; si está expuesto al viento marcará un valor y si está protegido marcará otro; si está bajo la acción directa del sol, absorberá la radiación solar y se calentará sin que intervenga apenas el aire, indicando una temperatura superior a la de éste. (WMO, 2019)

Dentro de las características que presenta el lugar, se deben establecer algunas normas como: estar ventilados, protegidos de la precipitación y de la radiación solar directa, y a una determinada altura del suelo para

que la energía que durante el día absorbe la tierra no modifique las medidas. Además de establecer una correcta relación entre la alimentación de potencia que el sensor recibirá, en función del valor de temperatura que arrojará en función a sus valores óhmicos y su tiempo de



USO.

Figura 23. Relación entre Temperatura y Ohmiaje

Fuente: WMO

En la **Figura.23** se plantean algunas relaciones lineales entre esas dos magnitudes con la finalidad de observar los parámetros climatológicos en relación a los eléctricos.

3.2.2 Presión atmosférica

Otro parámetro importante que se ha decidido incluir en esta red meteorológica es la presión atmosférica debido a que hay una relación bastante común, sobre todo en zonas donde las variaciones climatológicas son poco estables y existen muchos factores aledaños que contribuyen a que así lo sean.

La presión atmosférica depende de muchas variables, sobre todo de la altitud. Cuanto más arriba en la atmósfera nos encontremos, la cantidad de aire por encima nuestro será menor, lo que hará que también sea menor la presión que éste ejerza sobre un cuerpo ubicado allí. El siguiente gráfico muestra los valores promedio de la presión atmosférica en función de la altitud. En él puede apreciarse cómo la presión atmosférica desciende con la altura, mostrando un decrecimiento aproximadamente exponencial.

Aunque hay una gran variedad de herramientas utilizadas por los meteorólogos para medir y predecir los ciclos climáticos, por ejemplo, las veletas que miden la dirección del viento y la fuerza y los termómetros indican la temperatura del aire ambiente; los sensores barométricos (que miden la presión atmosférica) son uno de los instrumentos más importantes en el pronóstico del tiempo porque son muy claros los tipos de clima que traen consigo los sistemas de alta y baja presión.

Un barómetro se usa para medir la presión del aire, siendo la presión atmosférica el peso por unidad de superficie ejercida por la atmósfera. Los cambios en la presión del aire pueden preceder un cambio asociado a disminución de temperatura y aumento de precipitaciones.

Los barómetros tienden a caer si el clima lluvioso es inminente y a subir si el clima aclarará pronto, lo cual quiere decir que las altas presiones se corresponden con regiones sin precipitaciones, mientras que las bajas presiones son indicadores de regiones de tormentas.



Figura 24. Medición de Presión

Fuente: WeatherSpark.com

En la Figura.24 se muestra la observación de parámetros de presión en una página Web, obsérvese que como corresponde a una ciudad estadounidense, la unidad se presenta en pulgadas de Mercurio (inHg).

Entre los principales elementos de medición de presión, para poder aplicar a la zona de investigación, tenemos como ejemplos comunes los siguientes:

- Los barómetros Fortin se usan en laboratorios científicos para las medidas de alta precisión y las lecturas deben ser corregidas teniendo en cuenta todos los factores que puedan influir sobre las mismas, tales

como la temperatura del ambiente, la aceleración de gravedad de lugar y la tensión de vapor de mercurio, entre otras.

- Los altímetros barométricos son utilizados en aviación y son esencialmente barómetros con la escala convertida a metros de altitud, mientras que el barómetro de Fortin se compone de un tubo de Torricelli que se introduce en el mercurio contenido en una cubeta de vidrio en forma tubular que fija un valor y compara ambas mediciones.

3.2.3 Humedad relativa

Finalmente, el proyecto busca obtener la medición de la humedad relativa, en función a las condiciones presentadas en el desarrollo del objetivo anterior y la cercanía de la zona de estudio a grandes humedales y sobre todo al mar peruano. El fundamento de esta decisión es que el agua es uno de los principales componentes de la atmósfera, en la que puede existir como gas, como líquido, y como sólido.

La presencia del agua en los tres estados de agregación se debe a que las condiciones físicas (temperatura y presión) necesarias para que se produzcan dichos cambios de estado se dan normalmente en la atmósfera.

La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esa cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, como si ha llovido recientemente, si estamos cerca del mar, si hay plantas, etc. La medida de humedad que más se utiliza es la denominada humedad relativa (h), que se expresa en tanto por ciento (%) y se calcula según la siguiente expresión:

$$h = \frac{e}{E} \times 100\%$$

En ella, e representa el contenido de vapor de la masa de aire y E su máxima capacidad de almacenamiento de éste, llamada presión de vapor saturante.

Este valor nos indica la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener una masa de aire antes de transformarse en agua líquida (esto es lo que se conoce como saturación). De alguna forma, la humedad

relativa da una idea de lo cerca que está una masa de aire de alcanzar la saturación.

Una humedad relativa del 100% es indicativo de que esa masa de aire ya no puede almacenar más vapor de agua, y a partir de ese momento, cualquier cantidad extra de vapor se convertirá en agua líquida, según las condiciones ambientales (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2004).

3.3. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Determinar los sensores que se utilizarán para la recopilación de la data.

En función a los parámetros meteorológicos elegidos en el objetivo anterior, se plantea la elección de los siguientes sensores, dado que son los propicios para los parámetros a medir, además poseen un uso práctico y de coste económico.

La presión atmosférica es un parámetro que cuando sale de sus condiciones normales, facilita el cambio brusco de los valores de temperatura dentro de una zona específica. Asimismo, la humedad relativa tiende a variar y acercarse a su máximo valor (100%) cuando los valores de presión descienden en comparación con la presión de zonas aledañas.

Sensores de temperatura y humedad:

Sensor DS18B20

Este sensor digital de temperatura, es a prueba de agua el cual permite conocer la temperatura utilizando solo 1 cable de data. Además, se puede utilizar paralelamente con otros sensores. Este sensor es usado con mucha frecuencia en edificios, aire acondicionado, equipos de control, monitoreo y maquinarias de equipos mecánicos.

Estas son algunas características técnicas de este sensor, la longitud del cable que es de 1m. Este sensor DS18B20 se distribuye en 3 hilos, Rojo (+VCC), Blanco (DATA), Negro (GND) y opera desde 3 V a 5.5 V. Cuenta también con un rango de trabajo desde -55°C hasta +125°C y también tiene una resolución seleccionable de 9-12 bits (Naylamp Mechatronics, 2019a).

Sensor PT100

El sensor de temperatura PT100 es un tipo específico de RTD por sus siglas en inglés o detector de temperatura por resistencia, es decir que este sensor de temperatura su principio de medición se determina mediante la variación de la resistencia, dado que al aumentarse la

temperatura en un metal habrá una mayor agitación térmica, dispersándose más los electrones y reduciéndose su velocidad media, teniendo como consecuencia el aumento de la resistencia es por ello que es una condición para determinar el aumento de temperatura. Entre sus aplicaciones más comunes está el censado de temperatura de tanques de agua, maquinaria industrial, control y monitoreo de procesos industriales (Naylamp Mechatronics,2019b).

Sensor DHT 11

El Sensor de temperatura y Humedad DHT11, fue el elegido dado que tiene un valor agrado por contar con un sensor de humedad incorporado además de ser mucho económico a otras opciones mencionadas, este sensor cuenta con un sistema de temperatura y humedad complejo con salida de señal digital calibrada. Mediante el uso de la exclusiva adquisición de señal digital técnica y tecnología de detección de temperatura y humedad, asegura una alta fiabilidad y excelente estabilidad a largo plazo. Este sensor incluye una medición de humedad de tipo resistivo y un componente de medición de temperatura NTC, además conecta a un microcontrolador de alto rendimiento de 8 bits, ofreciendo excelente calidad, respuesta rápida, anti-interferencia de esta manera se compone capacidad y rentabilidad. A continuación, algunas características técnicas, opera desde 3 V a 5 V, su rango de medición de temperatura es de 0 a 50 °C, tiene una resolución Temperatura de 0.1°C, su tiempo de sensado es de 1 segundo y sus dimensiones son de 16*12*5 mm (Naylamp Mechatronics, 2019c).

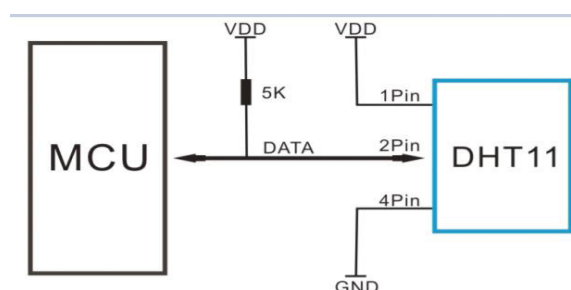


Figura 25. Aplicación típica de sensor

Fuente: Instrumentos Meteorológicos

En la Figura.25 se muestra los 3 pines del sensor DHT 11 y las conexiones con el microprocesador, los cuales también indican la entrada de energía, la tierra y por donde se envía la data.

Tabla 1. Recursos humanos necesarios para el sistema

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C , 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

Figura 26. Especificaciones técnicas de DTH11

Fuente: Instrumentos Meteorológicos

En la Figura.26 se observa los parámetros y las condiciones del sensor a utilizar.

Sensores de Presión:

BMP 180

El sensor de presión barométrica BMP180 permite medir la altura respecto al nivel del mar, su funcionamiento está basado en la relación entre presión del aire y la altitud. El BMP180 es el reemplazo de BMP085, posee alta precisión y de bajo consumo de energía. Ofrece un rango de medición desde 300 a 1100 hPa (Hecto Pascal), con una precisión absoluta de hasta 0,03 hPa. Basado en tecnología piezo-resistiva de BOSCH con robustez EMC, alta precisión y linealidad, así como con estabilidad a largo plazo. Diseñado para ser conectado directamente a un microcontrolador a través de I2C utilizando solo 2 líneas (Naylamp Mechatronics, 2019d).

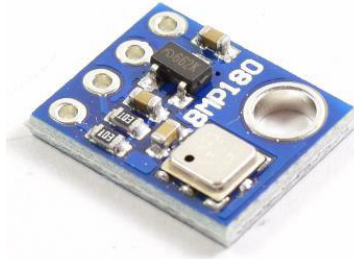


Figura 27. Sensor BMP 180

Fuente: NaylampMechatronics

En la Figura.27 se muestra el módulo BMP 180

BMP280

El sensor de presión barométrica BMP280 es el elegido para nuestro sistema a implementar por contar con características con mayor precisión, dado que permite medir la altura respecto al nivel del mar, su funcionamiento está basado en la relación entre presión del aire y la altitud. El BMP280 es la evolución del BMP180, posee alta precisión y un bajo consumo de energía. El BMP280 ofrece un rango de medición de 300 a 1100 hPa (Hecto Pascal). Basado en tecnología BOSCH piezo-resistiva con gran robustez EMC, alta precisión y linealidad, así como con estabilidad a largo plazo. Se ha diseñado para ser conectado directamente a un microcontrolador a través de I2C o SPI. El sensor BMP280 presenta diversas mejoras respecto al sensor BMP180 como: Mejor resolución de presión y temperatura, mejor precisión, mejores filtros digitales y un menor consumo de energía (Naylamp Mechatronics, 2019e).

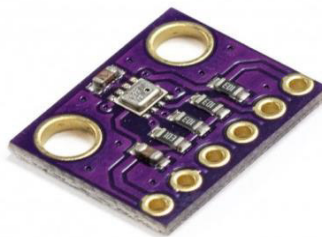


Figura 28. Sensor BMP 280

Fuente: NaylampMechatronics

En la Figura.28 se muestra la imagen del sensor BMP 280 elegido para nuestro sistema dado que este módulo otorga una mayor precisión en el sensado, además no existe mucha diferencia en precios con otros más económicos.

3.4. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Establecer la tecnología con la que se va a elaborar el sistema meteorológico.

En este objetivo se realiza para estructura de los módulos del circuito y se observa a una escala mayor todos los componentes a utilizar, además cabe mencionar que solo se está añadiendo las imágenes del diagrama del módulo transmisor, dado que en estos lleva los sensores, y en todo lo demás guardan el mismo diseño y pisteo del circuito.

Justificación de los componentes electrónicos:

Módulo LM2596

Este módulo es el que nos permite bajar el voltaje que inicialmente era de 12 a 5 voltios, dado que se pretende proporcionar en un futuro paneles solares, es por ello la necesidad de otorgarle 12 voltios de entrada y la conversión a 5 voltios para alimentar a todos los componentes del circuito. Por ende, reducir en costos de energía, al ser una fuente de alimentación conmutada lo hace mucho más eficiente comparado con los reguladores lineales.



Figura 29. Módulo 2596

Fuente: Geekbotelectronics.com

En la Figura.29 se muestra el circuito conversor de voltaje

Módulo LM1117

Este módulo se utiliza en nuestro circuito dado que es el encargado de convertir el voltaje entregado del LM2596, de 5 voltios a 3.3 voltios de salida, siendo un voltaje ideal para nuestro transceptor NRF24L01, dado que es voltaje necesario para su funcionamiento.



Figura 30. Módulo 1117

Fuente: Moderndevices.com

En la Figura.30 se observa el componente que se encarga de la conversión del voltaje de 5 V a 3.3 V, teniendo tres pines uno de tierra y los dos siguientes de entrada y salida de voltaje.

NRF24L01

Este módulo transceptor que se utilizara para la transmisión, retransmisión y recepción de datos, por ser un transceptor de muy bajo consumo, además no depende de conexión a internet o red celular, dado que este es el punto principal para su elección, dado que en la zona de estudio es muy escasa la cobertura móvil y asimismo la conexión a internet, por dichos motivos se optó por este dispositivo, trabajando en el rango de los 2.4 GHz. Además, sus pines toleran niveles de 5 voltios.

OTRO COMPONENTES

La utilización de los condensadores electrolitos y cerámicos es para brindar a nuestro circuito implementado estabilidad en la salida de los conversores, así como la utilización del diodo que es para brindar seguridad al momento de invertir los voltajes en la entrada, además de la utilización de un led que sirve para poder visualizar la llegada de voltaje,

de esta manera estos componentes son de suma importancia para nuestro trabajo.

A continuación, los componentes que se utilizaron: (3 condensadores de 104uF, 5 condensadores electrolíticos de 100uF, 1 condensadores electrolíticos de 1000uF, 2 condensadores electrolíticos de 470uF, un diodo y un LED).

DISEÑO DE LOS MÓDULOS

En esta imagen se muestra el esquemático del módulo de transmisión, en la cual es alimentado por un voltaje de entrada de 12V, y luego conectado con el reductor de voltaje (LM2596), el cual se encargará reducir el voltaje de 12V a 5V y de esta manera poder alimentar al Arduino Nano. Asimismo, la salida está conectada al (LM1117), que de igual forma se encargará de reducir al voltaje a 3.3V, debido que es necesario para la alimentación del NRF24L01.

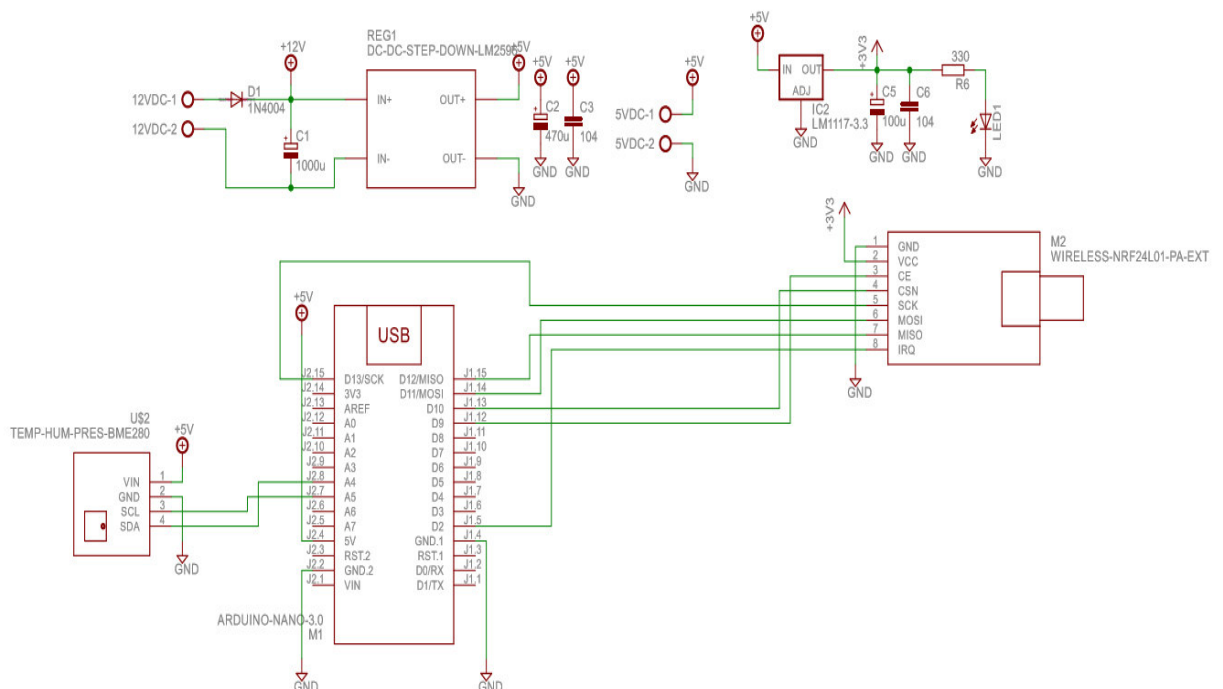


Figura 31. Esquemático del circuito (módulo Transmisor)

Fuente propia

En la Figura 31 se observa el esquemático y las rutas de conexión del módulo transmisor, siendo la única diferencia con los otros módulos la incorporación de los sensores al módulo transmisor.

Asimismo, cabe mencionar que el circuito está compuesto por 4 etapas diferentes. Siendo la primera etapa de alimentación el encargado de convertir los voltajes, los cuales están segmentada por 3 voltajes diferentes (12, 5 y 3.3 voltios). teniendo en sus salidas condensadores acordes al voltaje, además de contar en su salida con una señal senoidal. La etapa de adquisición de datos, está compuesta por los sensores con salidas digitales, para luego pasar a la etapa de procesamiento de datos mediante el Arduino Nano, para luego ser enviado a la etapa de transmisión de datos.

DIAGRAMA DEL CIRCUITO

En esta imagen se muestra el diagrama del circuito del módulo de transmisión, dado que todos los módulos son iguales y la única diferencia, se halla en el módulo de transmisión por el añadido de los sensores.

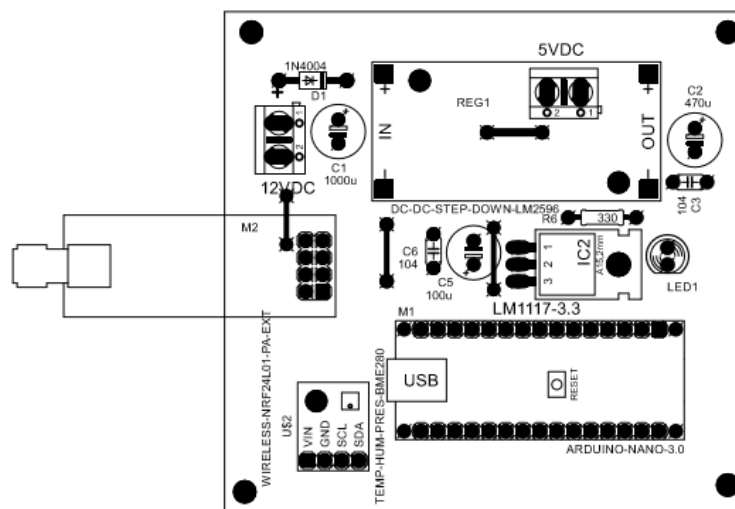


Figura 32. Diagrama del módulo
Fuente propia

En la Figura.32 se observa el diagrama del módulo de comunicación de una manera completa, dado que cuenta con todos los componentes, además que este diagrama permite una mayor percepción.

PISTAS DEL CIRCUITO

En las siguientes imágenes se presenta las pistas del circuito para su impresión y posterior a ello su implementación, el software utilizado para estos diseños fue EAGLE.

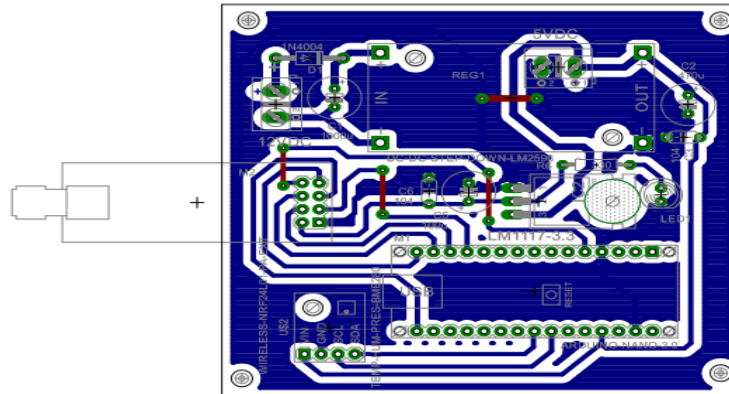


Figura 33. Pisteo del circuito

Fuente propia

En la Figura.33 se observa las pistas y las conexiones del circuito con una mayor claridad.

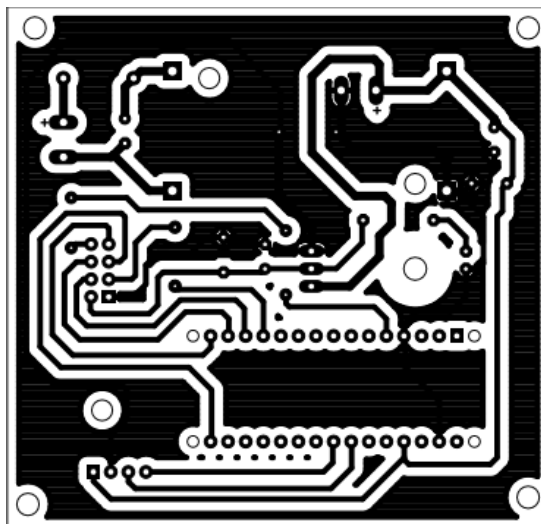


Figura 34. Pisteo del circuito

Fuente propia

En la Figura.34 se observa las pistas y las conexiones del circuito antes de su impresión en la placa física del módulo.

3.5. DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 5: Establecer la tecnología de comunicación se va a utilizar para el envío de la data.

En este objetivo se va a establecer la tecnología de envío de información, así como la programación utilizada, también las simulación y pruebas

realizadas para el envío y recepción del sistema. Por último, se mostrará mediante el interfaz (Azande Studio), los parámetros meteorológicos y luego una persona se encargará de generar la propagación de dichos parámetros mediante las redes sociales.

Programación (Arduino)

En esta parte se adjunta las programaciones utilizadas tales como transmisión retransmisión y recepción, mediante el ide de Arduino para luego ser programadas en cada módulo.

```

receiver Arduino 1.8.10
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

receiver $

#include <Azande.h>
#include <RF24.h>
#include <RF24Network.h>
#include <SPI.h>

#define CE_PIN 9
#define CSN_PIN 10

Azande azande(Serial);

define_double_event(eventTemperature, "Temperature", 0, "°C", 0.0, 100.0, "F1");
define_double_event(eventHumidity, "Humidity", 1, "%", 0.0, 100.0, "F1");
define_double_event(eventPressure, "Pressure", 2, "hPa", 0.0, 1500.0, "F1");

RF24 radio(CE_PIN, CSN_PIN); // nRF24L01 (CE,CSN)
RF24Network network(radio); // Include the radio in the network
const uint16_t this_node = 00; // Address of this node in Octal format ( 04,031, etc)
const uint16_t node011 = 011;

struct dataStruct {
    float temperature;
    float humidity;
    float pressure;
} myData;

void setup() {
    Serial.begin(19200);

    azande.begin();
    azande.add(eventTemperature);
    azande.add(eventHumidity);
    azande.add(eventPressure);
}

float humidity;
float pressure;
float wind;
} myData;

void setup() {
    Serial.begin(19200);

    azande.begin();
    azande.add(eventTemperature);
    azande.add(eventHumidity);
    azande.add(eventPressure);

    pinMode(2, INPUT);
    SPI.begin();
    radio.begin();
    network.begin(90, this_node); //(channel, node address)
}

void loop() {
    network.update();

    while ( network.available() ) { // Is there any incoming data?
        RF24NetworkHeader header;
        unsigned long incomingData;
        network.read(header, &myData, sizeof(myData)); // Read the incoming data

        azande.send(eventTemperature, myData.temperature);
        azande.send(eventHumidity, myData.humidity);
        azande.send(eventPressure, myData.pressure);
        azande.readStream(); // Let Azande handle the new data.
    }
}

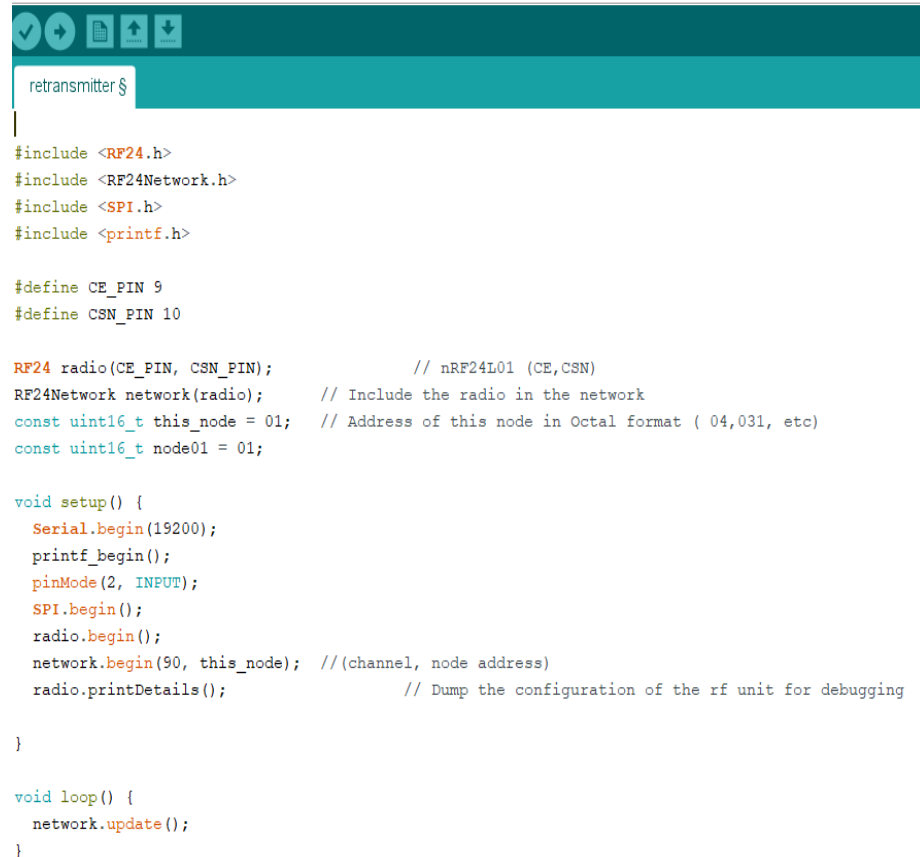
```

Figura 35. Programación para Receptor
Fuente propia

En la Figura.35 Se define los pines 9 y 10 los que se conectan al NRF24L01, además se pone los eventos que se van visualizar en la PC, en este caso temperatura, humedad y presión cada uno con su simbología y los decimales establecidos, también se muestra los comandos para el envío de mensaje al Azande.

retransmitter Arduino 1.8.10

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda



```
retransmitter $
|
#include <RF24.h>
#include <RF24Network.h>
#include <SPI.h>
#include <printf.h>

#define CE_PIN 9
#define CSN_PIN 10

RF24 radio(CE_PIN, CSN_PIN);           // nRF24L01 (CE,CSN)
RF24Network network(radio);          // Include the radio in the network
const uint16_t this_node = 01;       // Address of this node in Octal format ( 04,031, etc)
const uint16_t node01 = 01;

void setup() {
  Serial.begin(19200);
  printf_begin();
  pinMode(2, INPUT);
  SPI.begin();
  radio.begin();
  network.begin(90, this_node);      //(channel, node address)
  radio.printDetails();              // Dump the configuration of the rf unit for debugging
}

void loop() {
  network.update();
}
```

Figura 36. Programación para la Retransmisión

Fuente propia

En la Figura.36 se observa los pines de envío y la activación del RF24 Network, así mismo se establece los baudios de 19200, que lo tiene en el módulo receptor y transmisor y de igual manera el pin de salida.

```

transmitter Arduino 1.8.10
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
transmitter $
//librerias de TMRh20
#include <RF24.h>
#include <RF24Network.h>
//
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
|
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
//

#define DHTPIN 3 // Digital pin connected to the DHT sensor

#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
//#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
//#define DHTTYPE DHT21 // DHT 21 (AM2301)

DHT_Unified dht(DHTPIN, DHTTYPE);

Adafruit_BMP280 bmp; // I2C

#define CE_PIN 9
#define CSN_PIN 10

RF24 radio(CE_PIN, CSN_PIN); // nRF24L01 (CE,CSN)

RF24Network network(radio); // Include the radio in the network
const uint16_t this_node = 011; // Address of our node in Octal format ( 0
const uint16_t node00 = 00;

struct dataStruct{
  float temperature;
  float humidity;
  float presure;
}

Adafruit_BMP280::FILTER_X16, /* Filtering. */
Adafruit_BMP280::STANDBY_MS_500); /* Standby time. */

pinMode(2, INPUT);

dht.begin();

SPI.begin();
radio.begin();
network.begin(90, this_node); //(channel, node address)
myData.temperature = 25.0;
myData.humidity = 30.0;
myData.presure = 45.0;
}

void loop() {
  network.update();

  myData.temperature = bmp.readTemperature();
  myData.presure = bmp.readPressure()/100.0;

  sensors_event_t event;
  dht.temperature().getEvent(&event);
  dht.humidity().getEvent(&event);

  myData.humidity = event.relative_humidity;

  RF24NetworkHeader header(node00); // (Address where the data is going)
  bool ok = network.write(header, &myData, sizeof(myData)); // Send the data

  delay(2000);
}

```

Figura 37. Programación para la Transmisión
Fuente propia

En la Figura.37 Se define los pines 9 y 10 los que se conectan al NRF24L01, para la transmisión de datos, además se establece los parámetros de medición, también se tiene que establecer los canales de envío para evitar juntar las mediciones y por último se establece el RF24 Network, que se encarga de habilitar la red virtual en estos módulos.

Imágenes de módulos de comunicación

En esta parte se añade las imágenes de los componentes implementados en cada módulo de comunicación, realizando la descripción de cada módulo y conjuntamente se añade las fuentes de alimentación que fueron utilizadas.

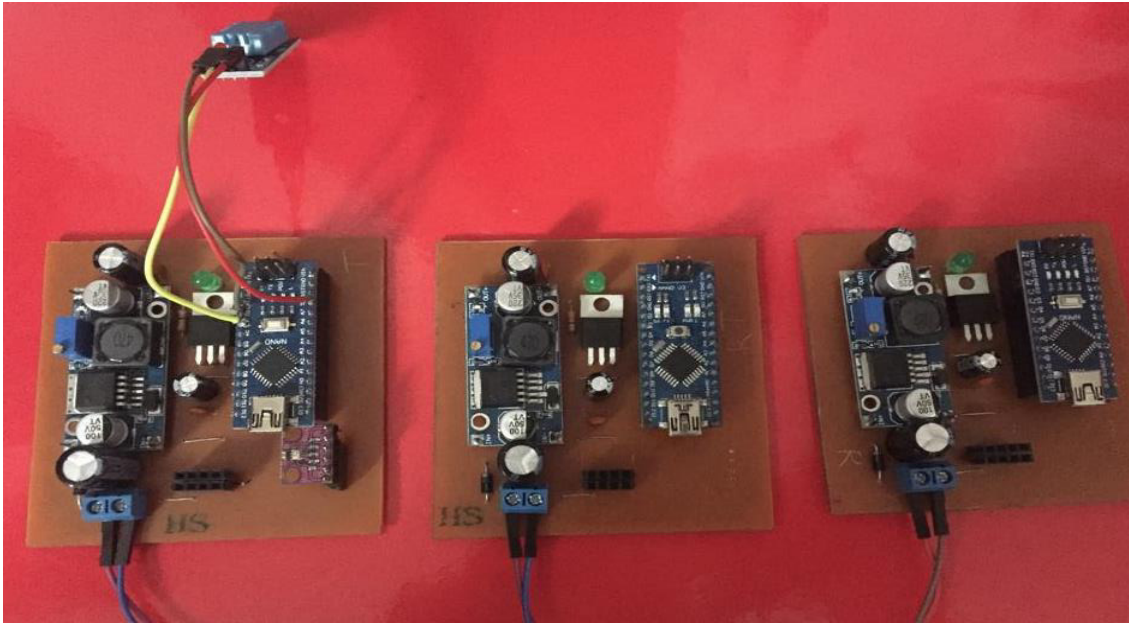


Figura 38. Módulos de comunicación implementados
Fuente propia

En la Figura.38 se observa los tres módulos de implementación el primero de la izquierda es el transmisor, seguido del retransmisor y receptor.

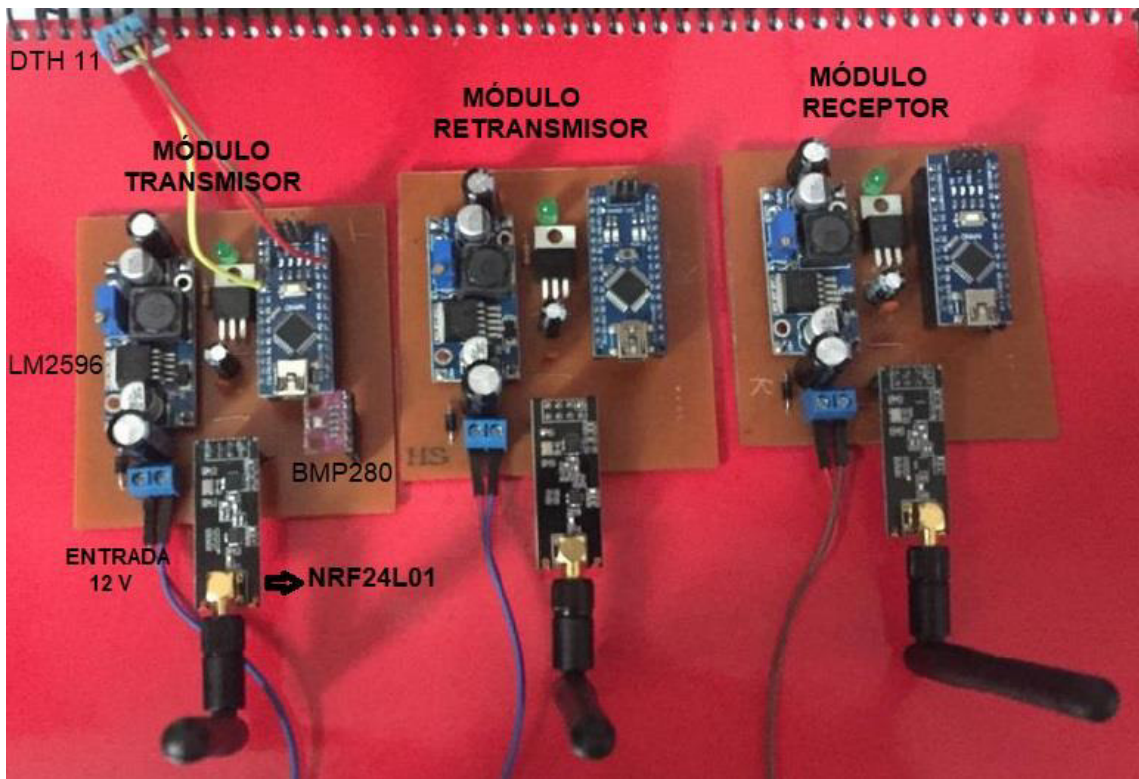


Figura 39. Módulos de comunicación implementados
Fuente propia

En la Figura.39 se observan los tres módulos de implementación, estableciendo los nombres de los componentes fundamentales.



Figura 40. Cargadores de 12V

Fuente propia

En la Figura.40 se observan los conversores de AC a DC (cargadores de 12V), cuales distribuyen 1 Amperio de salida a nuestro circuito.

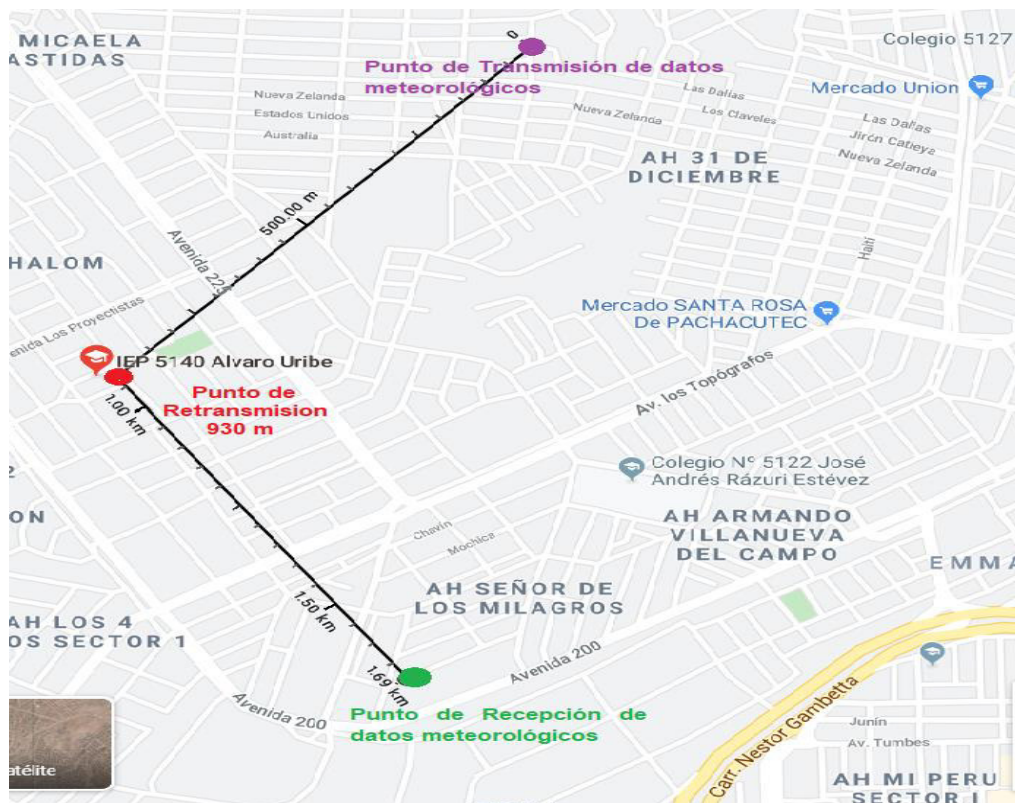


Figura 41. Puntos de comunicación

Fuente: Google Maps

En la Figura.41 se observan los puntos donde se establecen los módulos de comunicación enlazando una distancia total de 1690 metros, siendo los módulos NRF24L01 propicios para esta distancia, cabe mencionar que en el punto de recepción se encuentra en una zona con conectividad a internet.

Simulación en Radio Mobile

En este pequeño segmento se genera la simulación de los enlaces aplicados en el AA.HH. Pachacútec, de esta forma se pudo obtener los criterios apropiados para poder implementar en dicha ubicación. Es importante mencionar que en esta simulación se tuvo que establecer valores similares a las condiciones de los módulos de comunicación (nRF24L01), dado que el software no cuenta con las librerías de módulos de corto alcance.

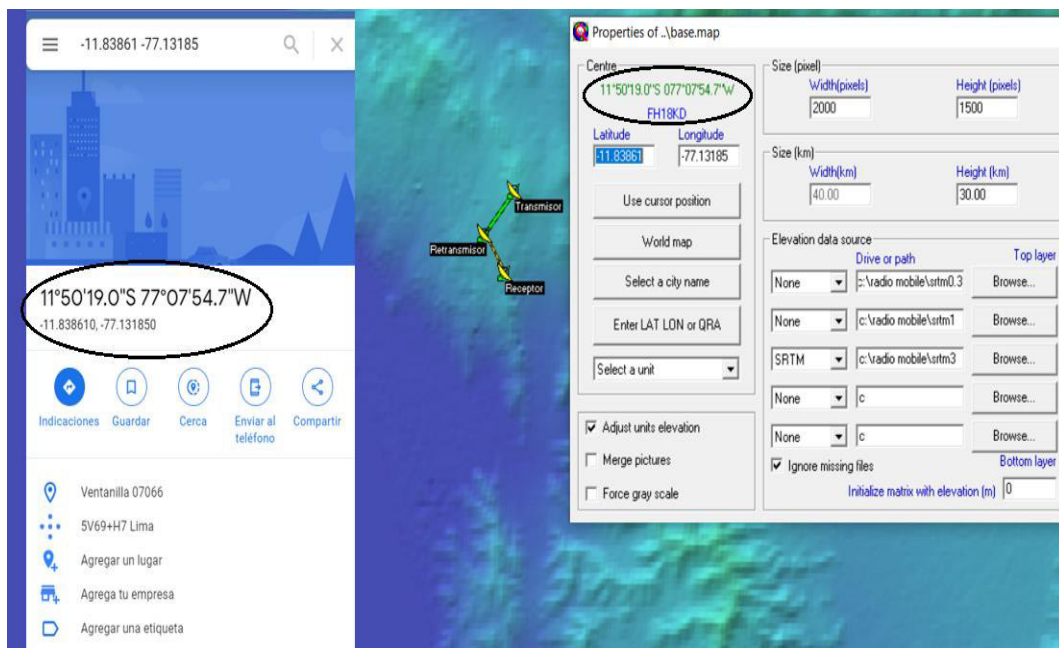


Figura 42. Coordenadas de los puntos de comunicación mediante Radio Mobile

Fuente propia

En la Figura.42 se observa los círculos que son las coordenadas de donde se establecerán los puntos de transmisión. Siendo las coordenadas extraídas de Google Maps, para luego introducirlo en el software Radio Mobile y poder generar la simulación apropiada.

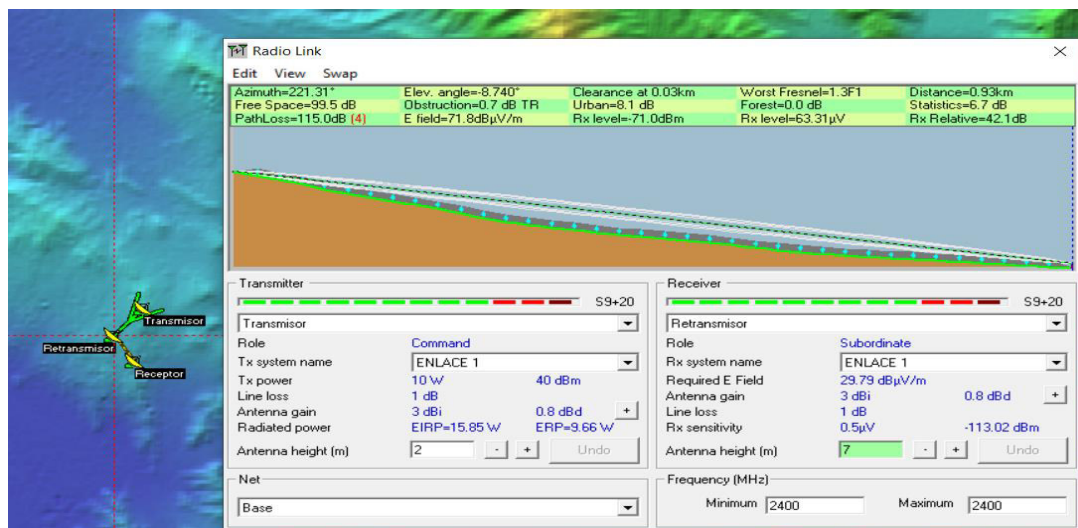


Figura 43. Simulación en Radio Mobile (Primer enlace)

Fuente propia

En la Figura.43 se observa el enlace 1 que se encuentra compuesta por los módulos de transmisión y retransmisión, la cual cubre un enlace de 0.93 km, obteniendo una transmisión de 10W y recepción de 42.1 dB. Este enlace se hizo con las coordenadas de la casa en donde se estableció los sensores al centro educativo para darle una mayor altura al módulo retransmisión y de esta forma poder obtener los resultados en la simulación.

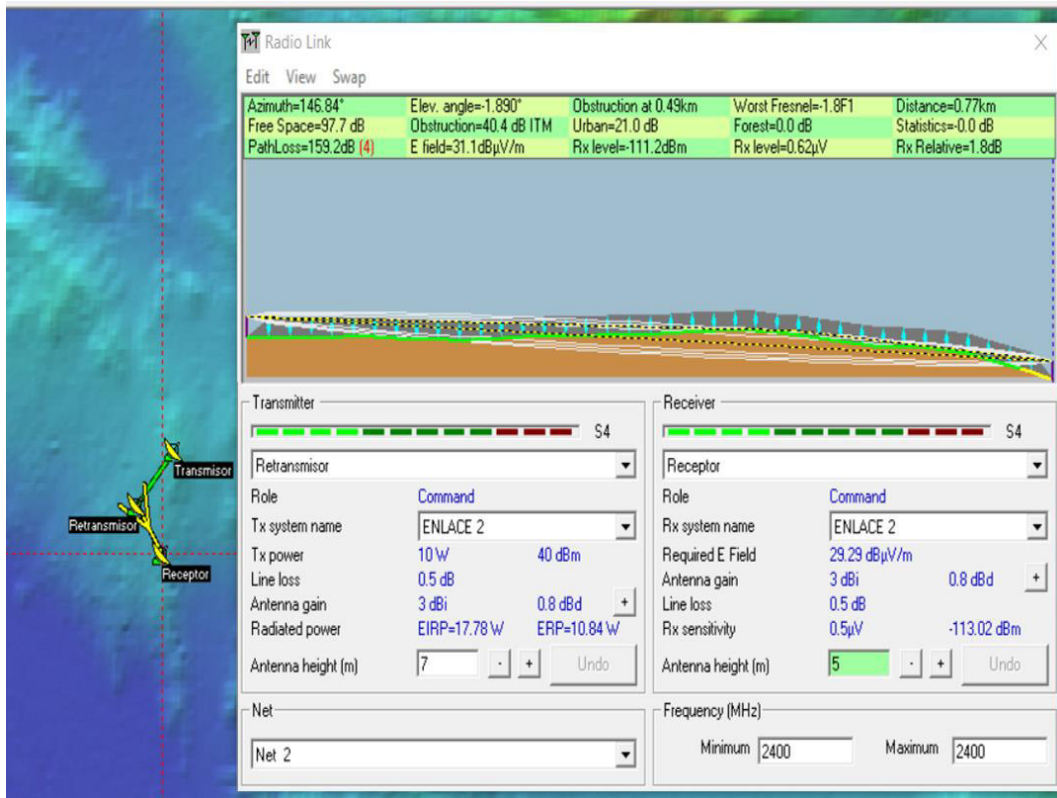


Figura 44. Simulación en Radio Mobile (Segundo enlace)

Fuente propia

En la Figura.44 se observa el enlace 2 que se encuentra compuesta por los módulos de retransmisión y receptor, la cual cubre un enlace de 0.77 km, obteniendo una transmisión de 10 W y la frecuencia del módulo 2.4 GHz. Este enlace se hizo con las coordenadas del punto de retransmisión y recepción, de esta manera obteniendo los resultados en la simulación.

Puesta en marcha de módulos de comunicación

En esta parte se añade las imágenes de los módulos de comunicación, realizando las pruebas en el laboratorio de nuestra casa de estudios, para poder generar la comunicación y hallar las señales provenientes de los módulos. Asimismo, se añade las fotos de nuestra implementación en cada punto ubicado para generar el enlace adecuado.

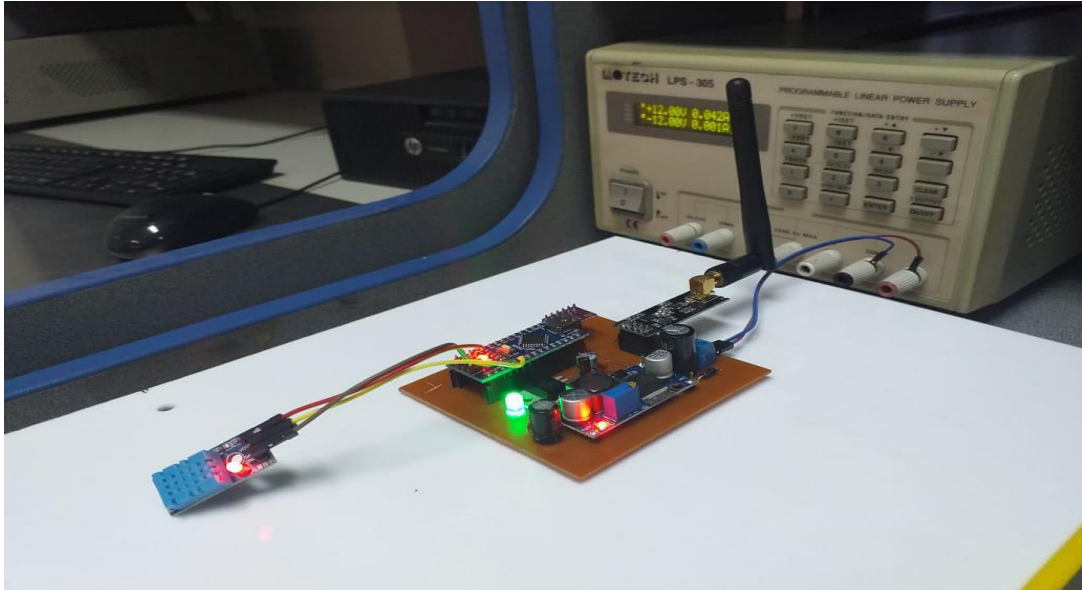


Figura 45. Realizando las pruebas en laboratorio

Fuente propia

En la Figura.45 se observa el módulo transmisor, conectado a la fuente de 12V, distribuyendo el mensaje al receptor.

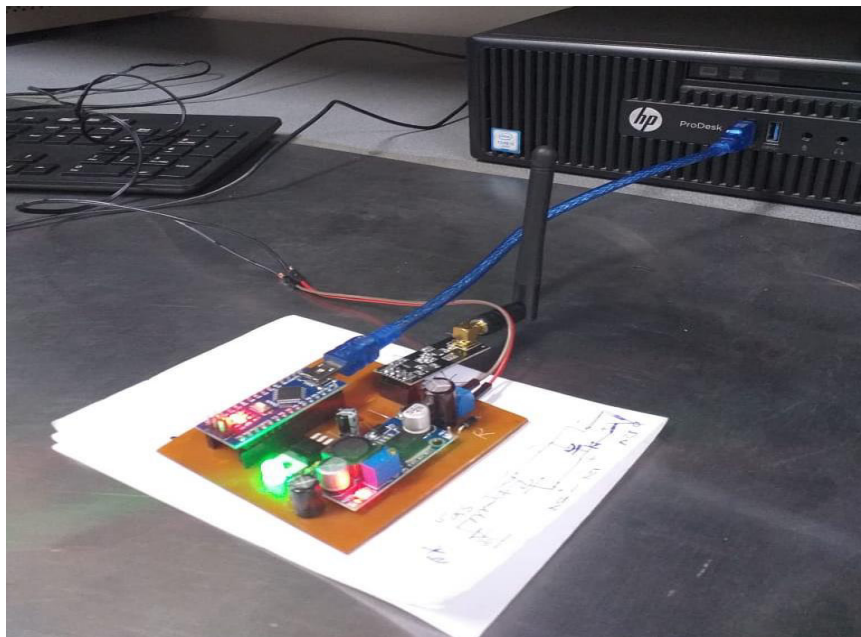


Figura 46. Módulo receptor

Fuente propia

En la Figura.46 se observa el módulo receptor en el cual será el intermediario entre la PC para poder mostrar los parámetros.



Figura 47. Locación del módulo transmisor

Fuente propia

En la Figura.47 se observa el punto de ubicación para la adquisición de parámetros climáticos utilizando el módulo transmisor, en las partes altas del AA.HH. Pachacútec, obteniendo de esta manera la línea de vista necesaria en los módulos de comunicación.



Figura 48. Locación del módulo retransmisor

Fuente propia

En la Figura.48 se observa la ubicación en una prueba del módulo retransmisor, en las partes altas del colegio IE 5140 Pdte. Álvaro Uribe Vélez – República de Colombia (Pachacútec), obteniendo de esta manera la línea de vista en los módulos de comunicación.



Figura 49. Retransmisión – Institución Educativa

Fuente propia

En la **Figura.49** se observa el frontis del colegio IE 5140 Pdte. Álvaro Uribe Vélez – República de Colombia (Pachacútec) el cual, por su estratégica ubicación, ha permitido ser el nodo retransmisor para el proyecto.

Visualización de los Parámetros climáticos

En esta parte se adjunta las capturas de pantalla del software Azande studio, que efectúa la función de interfaz gráfico, siendo esta manera el software encargado de poder mostrar el comportamientos de los parámetros climáticos.

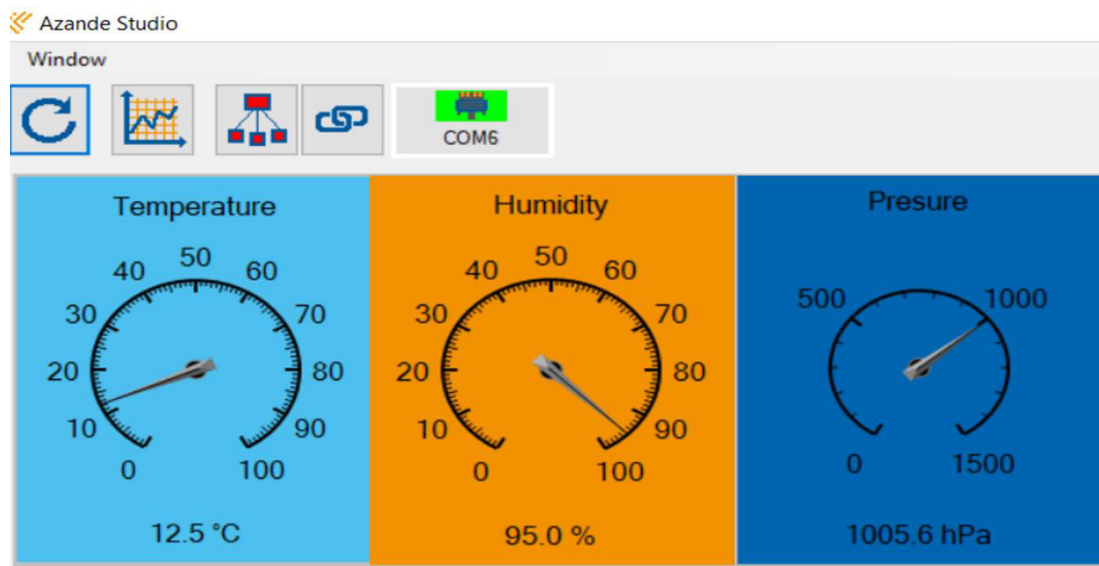


Figura 50. Las temperaturas mostradas por el Azande Studio 1

Fuente propia

En la **Figura.50** se observa la temperatura más baja captada por nuestro sistema, además del nivel de humedad elevado, dichos parámetros fueron hallados en la madrugada.

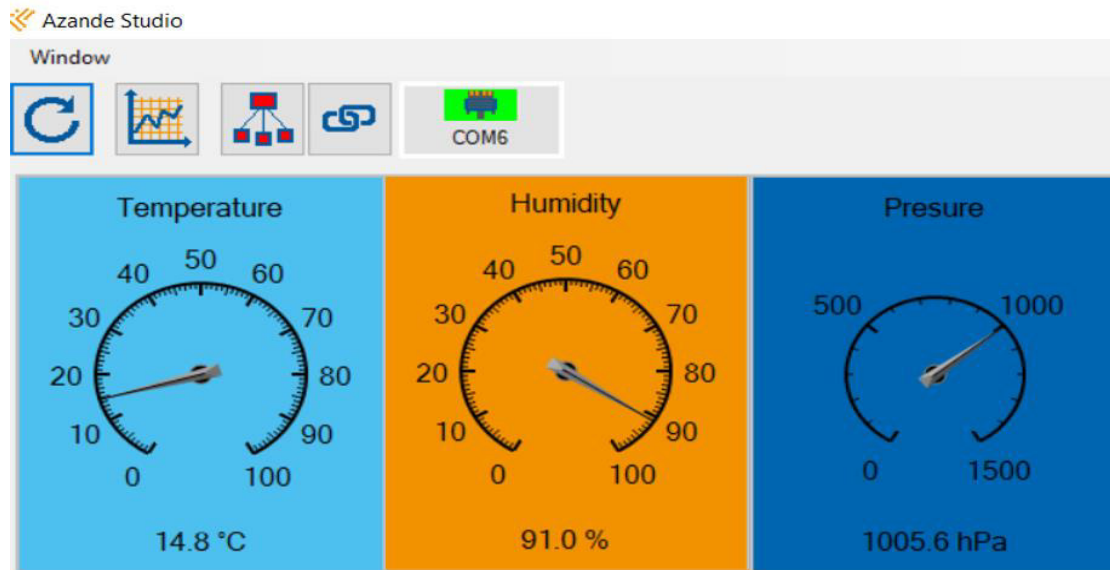


Figura 51. Las temperaturas mostradas por el Azande Studio 2

Fuente propia

En la Figura.51 se observa la temperatura 14.8 grados centígrados y la humedad de 91% con una presión de 100.56 kPa. Temperaturas bajas en lima y callao.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO

4.1. ANÁLISIS DE COSTOS

4.1.1. Recursos humanos

Tabla 1. Recursos humanos necesarios para el sistema

Actividad	Personal	Costo/ días	Costo/ horas	Total horas	Total días	Monto (S/.)
Visita técnica a la zona, para realizar las pruebas	2	40	-	-	2	80.00
Programador de Arduino	1	-	50	3	-	150.00
Desarrollador de interfaz de monitoreo	1	50	-	-	-	50.00
Desarrollador de la página en la red social	1	50	-	-	-	50.00
TOTAL						330.00

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se puede apreciar los gastos a los cuales se recurrió para poder diseñar e implementar el sistema.

4.1.2. Recursos materiales

En los recursos materiales se va a tener que contemplar los tipos de costos de materiales y también de implementación para poder obtener el costo total.

A: Costo de materiales

Tabla 2. Costo de materiales en las etapas del sistema

Etapas	Cantidad	P. Unitario	Precio Total
Transmisor	1	250	S/ 300.00
Retransmisor	1	200	S/ 250.00
Receptor	1	200	S/ 250.00
TOTAL			S/ 800.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Costos de sensores

Equipos	Cantidad	P. Unitario	Precio Total
Sensor de presión	1	25.00	S/ 25.00
Sensor de temperatura y humedad relativa	1	20.00	S/ 20.00
TOTAL			S/ 45.00

Fuente: Elaboración propia.

B: Costos de implementación

Tabla 4. Costo de fabricación

Actividad	Costo unitario
Implementación de las etapas (módulos)	S/ 50.00
TOTAL	S/ 50.00

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se muestra el costo de mano de obra para armar todo el sistema.

Tabla 5. Costo de inversión inicial

Descripción	Costos
Costo de materiales en las etapas del sistema	S/ 800.00
Costos de sensores	S/ 45.00
Costo de fabricación	S/ 50.00
Costo recursos humanos	S/ 330.00
Costo total (S/.)	S/ 1225.00

Fuente: Elaboración propia

4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIOS

4.2.1. Beneficios tangibles

Este proyecto está enfocado en ayudar a poder obtener valores medibles y fidedignos de los principales parámetros meteorológicos en el lugar indicado, debido a ello y a la búsqueda del autofinanciamiento, se cobrará una utilidad de 20% del costo total de implementación.

Tabla 6. Ingresos por venta del equipo

Descripción	Costos
Precio total (S/.)	S/ 1225.00
Utilidad 20%	S/ 245.00
Precio total + Utilidad 20%	S/ 1470.00

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestra el precio de venta del sistema con una utilidad del 20%.

4.2.2. Análisis de Costo/Beneficio

Si se compara con otros equipos que ofrecen características similares a las del proyecto, y entendiendo que, a nivel comercial, se basan en dispositivos que necesitan de redes de alta conectividad, las cuales incrementarían el valor de esas soluciones, generando el siguiente cálculo:

$$\frac{\text{beneficio}}{\text{costo}} = \frac{S/400}{S/245} = 1.63$$

Se tiene un resultado de 1.63, eso quiere decir que el proyecto que se está implementado es viable debido a que es más económico que equipos de similar uso.

4.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

4.3.1. Desarrollo del flujo de caja

Vamos a ver el flujo de caja si se quiere implementar el proyecto, con un estimado de 8 meses.

Tabla 7. Flujo de caja

Mes	N° clientes	Ingreso	Egreso	Flujo de efectivo neto
		A	B	A - B
1	1	1097.16	914.3	182.86
2	2	2194.32	1828.6	365.72
3	3	3291.48	2742.9	548.58
4	4	4388.64	3657.2	731.44
5	6	6582.96	5485.8	1097.16
6	8	8777.28	7314.4	1462.88
7	10	10971.6	9143	1828.6
8	12	13165.92	10971.6	2194.32
TOTAL		83384.16	69486.8	

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se muestra el flujo de caja del sistema en 10 meses.

4.3.2. Análisis del VAN

Vamos a calcular el VAN (Valor Actual Neto) para este proyecto. Para ello se utilizará los datos del flujo de efectivo neto.

Datos:

Taza de interés (i) = 10%

t = 10 meses

Inversión inicial (I_0)= s/ 1334.30

La fórmula del VAN es:

$$VAN = I_0 \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^n}$$

$$VAN = s/ 5677.92$$

4.3.3. Análisis del TIR

Para calcular el TIR (Tasa Interna de Retorno) se utilizará los datos del VAN.

Formula del VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Como vemos lo que tenemos que buscar es la tasa de interés que hace que el VAN sea cero.

Formula del TIR:

$$TIR = \frac{-I + \sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n i * F_i}$$

Resultado $TIR = 0.46$

$TIR = 46 \%$

Conclusiones

En la zona del AA.HH. Pachacútec, en Ventanilla – Callao, debido a la poca conectividad y a la necesidad de monitorear los parámetros climatológicos principales, con la finalidad de prever enfermedades y decesos, y generar apoyo constante por parte de las otras zonas del distrito. El Gobierno Regional, ha implementado exitosamente un sistema de transmisión para presión, temperatura y humedad relativa, el cual será difundido a través de medios de comunicación en redes sociales.

Las características climatológicas de la zona donde se ha planteado la investigación son bastantes particulares ya que se trata de espacios descampados debido a su altitud, que generan variaciones de presión atmosférica, que directamente se evidencian en el clima; además están muy cerca al océano pacífico y a sectores compuestos por humedales, que incrementan los índices de humedad relativa y de baja temperatura, sobre todo en las estaciones de otoño e invierno, generando problemas graves en cuestión a la salud de los pobladores y de daños en las moradas de los mismos.

Dentro de esta problemática, se ha visto necesario establecer un sistema que permita transmitir puntualmente las mediciones de la presión atmosférica, de la humedad relativa y de la temperatura, por ser elementos, que son necesarios conocer para poder brindar la ayuda a la zona referida en poco tiempo y se pueda prever o disminuir los daños, que año a año afectan al AA.HH. Pachacútec.

La elección de los sensores directamente se evidenció en el uso y efectividad que se necesita para establecer el sistema de monitoreo, como es el caso del DHT11, que es un sensor digital con conectividad al microcontrolador que ofrece mayor inmunidad al ruido, ello ofrece un rango de precisión alto y un consumo de hasta $2.5mA$ transmitiendo en octetos para la definición de la humedad y la temperatura. Asimismo, el BMP280, que es un sensor de presión barométrica de alta precisión y de bajo consumo de energía, de mucho uso en casos de condiciones desfavorables como en drones, con alta precisión y linealidad.

La tecnología a utilizar para el sistema meteorológico consta de los módulos de conversión de voltaje LM2596, que convierte de 12 a 5 voltios, se opta por este componente dado que se plantea acoplar paneles solares y una red multisensorial en trabajos a futuro; y el módulo LM1117, que es de suma importancia en el circuito dado que es el encargado de convertir el voltaje de 5 a 3.3 voltios, requeridos por el módulo de comunicación NRF24L01.

La tecnología de envío de información y la programación utilizada se plantearon a través de la interfaz Azande, de un uso estable y con características de monitoreo correcto para que el proyecto pueda culminar en la etapa de envío de la data al administrador de las redes sociales.

Los datos finalmente fueron compartidos mediante una página de Facebook, las cuales comunican noticias vecinales del distrito, lo que proporciona un mayor acceso a las personas y de esta manera una mayor difusión de los datos meteorológicos, obteniendo el propósito principal de nuestra investigación que es la concientización y la búsqueda de ayuda social en el AA.HH. Pachacútec, asimismo se propone poder repetir este trabajo en otros lugares que presenten condiciones similares.

Recomendaciones

El sistema de comunicaciones que se está desarrollando abarca tres parámetros climatológicos, pero podría expandirse en función de habilitar sensores y controlarlos con el Arduino para tener una estación más robusta y con una plataforma de monitoreo constante.

Debido a la poca conectividad en la región, se consolida como una buena solución de poder establecer transmisión de data a niveles sectoriales y puede servir como un ejemplo para establecer transmisión en lugares donde las características tecnológicas sean similares a las del AA.HH. Pachacútec en Ventanilla; ya que este proyecto ha sido implementado pensando en las limitaciones en cuestión de tecnología de la zona presentada. En otras zonas se podrá implementar también la opción de poder subir los datos directamente a la nube.

En la zona donde se está aplicando el sistema, se observan también otros parámetros que podrían acondicionarse a la medición, como es el caso de la radiación ultravioleta, que hoy en día se ha convertido en un parámetro bastante difundido en medios de comunicación y de salud, ya que significa un riesgo moderado de daño por exposición al sol sin protección.

Cabe la posibilidad de modificar la alimentación eléctrica de los módulos implementados y uno de los elementos que se avizoran como posibles focos de energía, son los paneles fotovoltaicos, los cuales favorecen al ahorro energético renovable, pero a costa todavía de una mayor inversión.

Referencias

- Ambientum (2019). *Conceptos generales en meteorología*. Recuperado de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/atmosfera/conceptos-generales-en-meteorologia.asp
- Ancalla, T. (2017). *Sistema de detección de vehículos de carga con altura mayor a puentes vehiculares o peatonales* (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2545>
- Andrades, M y Múñez, C. (2012). *Fundamentos de climatología*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=267903>
- Aylas, L. A. (2008). *Estudio, diseño e implementación de un transceptor infrarrojo de cuatro canales* (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3523>
- Bensky, A. (2019). *Short-range wireless communication* (3ª ed.) [Versión Adobe Digital Editions]. Recuperado de <https://cutt.ly/5rYDSPy>
- Brasser, T.A., Offerhaus, D.J. & Tesselaar, I. P. (2018). *Design of and autonomous Wireless weather station*. Recovered from <https://bit.ly/39eE7F6>
- Bravo, A. y Atalaya, C. A. (2016). *Diseño e implementación de una estación meteorológica utilizando micro controlador Arduino – Raspberry Pi con radio enlace* (Tesis de grado). Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4736>

- Campetella, C., Cerne, B. y Salio, P. (2011). *Entornos invisibles: de la ciencia y tecnología*. Recuperado de http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/C9_Estacion_meteorologicaR.pdf
- Casillas, C. A., Guerrero, D., Ruiz, A. y Valencia, R. (2009). *Aplicaciones de tecnología WI-MAX a la zona rural de san Andrés Hidalgo, Oaxaca* (Tesis de grado). Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/7110/1/ice%20208.pdf>
- Contreras, I y Hernández, G. (2017). Sistema de localización en tiempo real mediante un servidor web y aplicaciones móviles. *Pistas educativas*, 39(127), 171-186. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/a114/1a55a38cb794ae2a71f3a2bddced098db23.pdf>
- Chambi, V. N. (2018). *Estudio y análisis de la actividad solar, radiación solar global y radiación UV en la ciudad de Arequipa* (Tesis de maestría). Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7602>
- Ferrer, R. D. (2017). *Desarrollo de una estación meteorológica de bajo costo* (Trabajo de grado). Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10439>
- Gobierno Regional del Callao (2019). *Actividades Aprobadas – II Trimestre 2019- Anexo N°1. Elaborado por la Oficina de Planificación*. Recuperado de <http://prototipo.regioncallao.gob.pe/contenidos/contenidosGRC/filesContenido/file67737.pdf>
- Guijarro, V. (2005). El barómetro y los proyectos meteorológicos de la ilustración: el caso español *Éndoxa: serie filosófica*, (19), 159-190. Recuperado de <http://revistas.uned.es/index.php/endoxa/article/view/5109/4928>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016). *Perú: encuesta demográfica y de salud familiar*. Recuperado de

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1433/index.html

Meteocultura. (20 julio de 2019). *Froggit WH4000 estación meteorológica WIFI y con conexión a PC*. Recuperado de <https://estaciondemeteorologia.com/froggit-wh4000-estacion-meteorologica-wifi-y-con-conexion-a-pc/>

Naylamp Mechatronics. (2019a). *Sensor de temperatura y humedad relativa DHT22 (AM2302)*. Recuperado de <http://cort.as/-MmXz>

Naylamp Mechatronics. (2019b). *Sensor DS18B20*. Recuperado de <https://n9.cl/Ozir>

Naylamp Mechatronics. (2019c). *Sensor PT100*. Recuperado de <https://acortar.link/645>

Naylamp Mechatronics. (2019d). *Sensor de presión BMP180*. Recuperado de <http://cort.as/-Mmcr>

Naylamp Mechatronics. (2019e). *Sensor de presión BMP280*. Recuperado de <https://n9.cl/0hc2>

Palaguachi, S. I. (2018). *Diseño, desarrollo e implementación de una de una estación meteorológica basada de una red jerárquica de sensores, software libre y sistemas embebidos para la empresa Elecaustro en la minicentral Gualaceo utilizando comunicación MQTT Y MODBUS* (Tesis de grado). Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16056>

Renom, M. (2011). *Principios básicos de las mediciones atmosféricas: termometria*. Recuperado de http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/PBMA/PBMA_teotico/Bolilla3-Termometria.pdf

Resolución Ministerial N° 776-2019 MTC/01. Aprueban Plan Anual de Transferencia de Competencias Sectoriales a los Gobiernos Regionales y Locales del Año 2019 - Sectores Transportes y Comunicaciones del Ministerio. *Publicada en El Diario oficial del Bicentenario El Peruano*. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-plan-anual-de-transferencia-de-competencias-sectori-resolucion-ministerial-776-2019-mtc01-1807693-1/>

Rodríguez, R. M., Benito, A. y Portela, A. (2004). *Meteorología y Climatología: semana de la ciencia y la tecnología 2004*. Recuperado de <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>

San Román, E.G., Castillo, P.R., Sotomayor, M.G., Gonzales, L.V. y Zenteno, F.J. (2018). *Teoría y aplicaciones de ingeniería de microondas*. Recuperado de <https://ucsp.edu.pe/iet/wp-content/uploads/2018/06/Teor%C3%ADa-y-aplicaciones-de-Ingenier%C3%ADa-de-Microondas.pdf>

Salazar, J. (2016). *Redes inalámbricas*. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

Salomón, S y Miatello, R (2010). El termómetro: historia de uno de los instrumentos básicos de la práctica médica cotidiana. *Revista Médica Universitaria*, 6(1), 1-8. Recuperado de <https://bdigital.uncu.edu.ar/3195>

Sernaque, N. (2018). *Estudio y diseño de radioenlace inalámbrico para el ámbito de la junta de usuarios del sector hidráulico medio y bajo Piura 2016* (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2585>

Weather Spark (15 de agosto de 2019). *El clima promedio en Lima*. Recuperado de <https://es.weatherspark.com/y/20441/Clima-promedio-en-Lima-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

World Meteorological Organization – WMO. (2019). Realizing the WMO 2030 Vision. *Bulletin*, 68(2). Recuperado de https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10077

Yonsei Global Health Center (2015). *Perfil de ciudad. Callao. Pachacútec, República del Perú*. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/322868/Perfil_de_ciudad_del_C.S._Pachacutec_Per%C3%BA-Corea__Callao__Rep%C3%BAblica_del_Per%C3%BA20190621-17253-yjued0.pdf