

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS



FACULTAD DE INGENIERÍA

**Carrera de Ingeniería Electrónica, Carrera de Telecomunicaciones y
Redes, Carrera de Ingeniería Mecatrónica**

PROYECTO FINAL

**“Monitoreo de calidad de la temperatura y humedad del suelo agrícola
usando una plataforma de IoT con Raspberry Pi y nodos sensores
NODEMCU”**

CURSO

SISTEMAS EMBEBIDOS

PROFESOR

RUBÉN EUSEBIO ACOSTA JACINTO

INTEGRANTES

EDWIN STEEF VASQUEZ VERGARA	U201422418
FELIPE JUNIOR VARRILLAS JARCIA	U201413254
MAIKOL BRANDON SÁNCHEZ GÓMEZ	U201517193
MARCO ANTONIO JURADO BREÑA	U201317022

FECHA

Julio 2020

INDICE

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. OBJETIVOS**
- 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
 - 3.1.ÁRBOL DE PROBLEMAS**
- 4. HIPÓTESIS**
- 5. SOLUCIÓN**
 - 5.1.REQUERIMIENTOS PARA LA SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**
- 6. MARCO TEÓRICO**
 - 6.1. TEMPERATURA DEL SUELO AGRÍCOLA**
 - 6.2. HUMEDAD DEL SUELO AGRÍCOLA**
- 7. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DEL PROYECTO**
- 8. LISTA DE MATERIALES**
 - 8.1.RASBERRY PI 3B**
 - 8.2.NODE MCU**
 - 8.3.SENSOR DE HUMEDAD**
 - 8.4.SENSOR DE TEMPERATURA**
- 9. DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN ENTRE NODEMCU Y BASE DE DATOS**
- 10.ANÁLISIS DE CAMPO**
- 11.DIAGRAMA DE GANNT DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO**
- 12.CONCLUSIONES**
- 13.ANEXOS**
- 14.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes para la vida en el planeta, ya que es la base fundamental para la producción de alimentos. Esta depende en una gran medida del uso que se les dé a los suelos. El suelo es considerado por muchos un sistema estructurado, heterogéneo, fundamental e irremplazable, el cual está formado a partir de una mezcla de materia orgánica, minerales y nutrientes capaces de sostener el crecimiento de los organismos y microorganismos. Su formación es un proceso complejo, el cual involucra cambios físicos, químicos y biológicos. Es por esta razón que es necesario, para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción, disponer de indicadores que permitan conocer la calidad del mismo. A continuación, se explicará un sistema de monitoreo de la calidad del suelo agrícola utilizando una plataforma de internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), el cual busca contribuir al conocimiento de nuevos conceptos para determinar su calidad.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal es implementar un prototipo de un sistema de monitoreo de calidad de suelo agrícola usando una red que sirva para transmitir datos de variables ambientales del suelo (temperatura y humedad) con el fin de monitorear su contaminación.

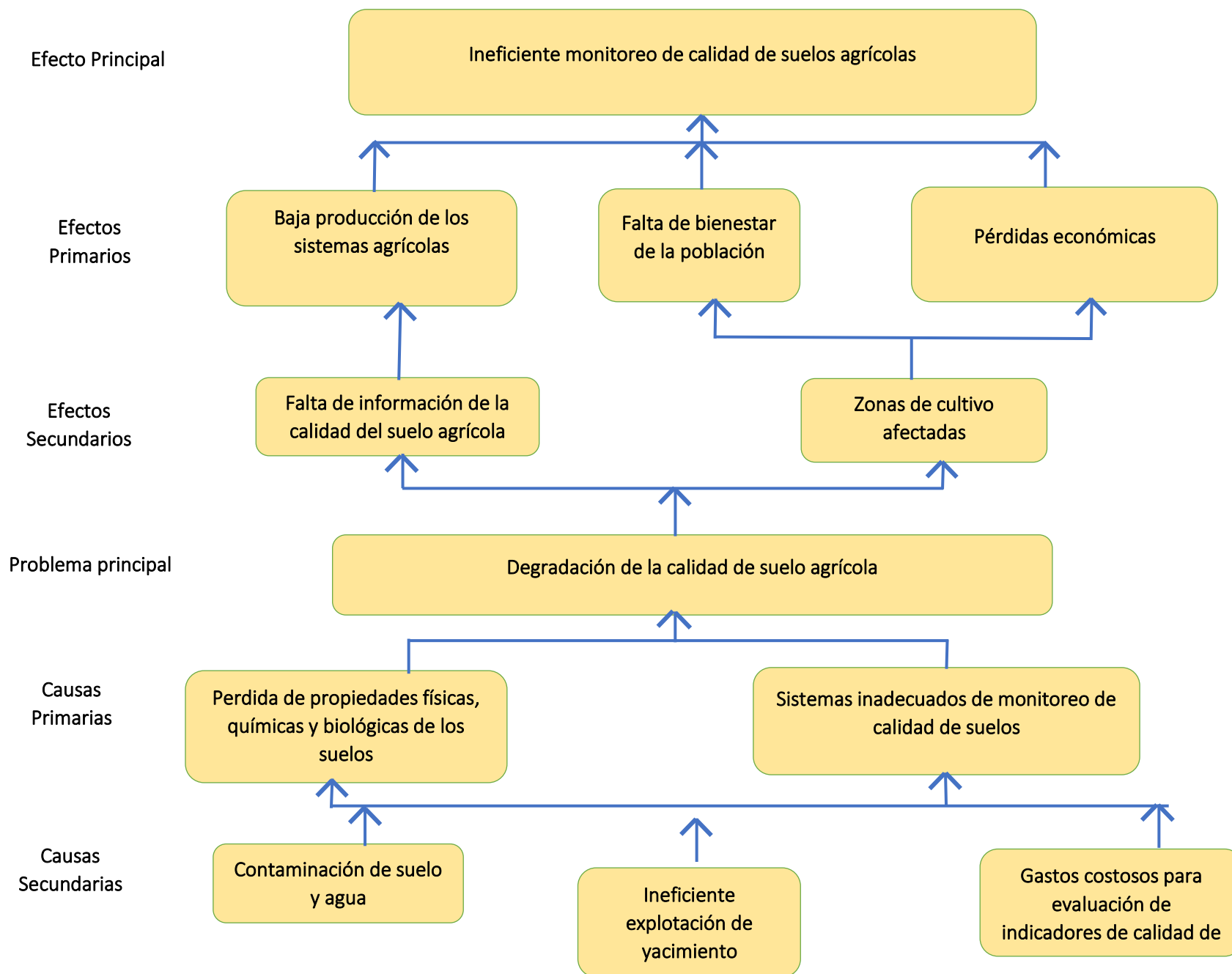
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La calidad del suelo es muy importante en el manejo sostenible, su capacidad para funcionar dentro de un ecosistema natural o antrópico; para sostener o mejorar la productividad animal o vegetal, para mantener, controlar la calidad ambiental, y para la habitabilidad de las personas, ya que el suelo es uno de los recursos más importantes para la vida misma siendo la base fundamental para la producción de alimentos. Sin embargo, la degradación de los ecosistemas está asociada con una pérdida importante de la biodiversidad del suelo. Esta degradación de los suelos se asocia con el cambio climático, pérdida de biodiversidad y contaminación de suelos y aguas por el uso excesivo de agroquímicos. Lo anterior conlleva a un deterioro de la calidad del suelo, ya que disminuye su capacidad para realizar sus funciones de producción biológica, protección ambiental y sustento de la salud humana. Por esta razón, es necesario

evaluar la calidad del mismo para identificar y desarrollar prácticas agrícolas sustentables. Por ello el monitoreo de la calidad de suelo es indispensable para determinar sustentabilidad de los sistemas de producción, que permita comprender y evitar deterioros en la funcionalidad de los sistemas de producción.

3.1. ÁRBOL DE PROBLEMAS

ARBOL DE PROBLEMA



4. HIPÓTESIS

Los sistemas de producción agrícolas siempre han sido el pilar en el manejo sostenible mediante una eficiente evaluación de la calidad del suelo agrícola, sin embargo, las deficientes medidas ecológicas han causado orientar la producción agropecuaria hacia nuevas tecnologías fundamentadas en la evaluación y monitoreo de los suelos degradados a través de un manejo agroecológico sostenido que favorezca la biodiversidad y promover y contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible.

Para obtener los datos de variables ambientales que ayude con la información de las propiedades de la calidad del suelo agrícola se va a utilizar los siguientes sensores y dispositivos disponibles:

- Raspberry Pi
- Sensor de humedad
- Sensor de temperatura
- NodeMcu

5. SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Crear sistemas de monitoreo de la calidad del suelo agrícola utilizando una plataforma de internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) con sensores de medición (temperatura, humedad y pH) y dispositivos como el raspberry pi y NodeMCU.

5.1. REQUERIMIENTOS PARA LA SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

- Que el sistema recopile datos del área del cual serán extraídas las variables ambientales y la información obtenida sea visible en tiempo real mediante un dispositivo electrónico (Smartphone, laptop)
- El sistema de monitoreo sea fácil de entender ya que los ingenieros o personas que utilizan el sistema de monitoreo son de distintas especialidades.
- El sistema debe permitir identificar la zona en donde se aproveche mejor la calidad del suelo agrícola.

- El sistema debe permitir generar un reporte de indicaciones para la toma de decisiones y analizar los procesos que se tomarán.
- Que el desarrollo sea operado a través de internet y que cumpla con estándares internacionales de seguridad, accesibilidad y redundancia.
- Y que la información que está manejando este alojado en una base de datos
- La transmisión de datos que se lleva a cabo por la Red de área local, facilita el flujo de información que responde a las necesidades de un cultivo urbano en cuanto a rapidez y optimización del tiempo en el monitoreo de cultivos, lo que a su vez apoya los procesos de gestión y cuidado de los mismos, es importante tener en cuenta que esta red es local, por lo tanto, solo funcionara en un área limitada.

6. MARCO TEORICO

6.1. TEMPERATURA DEL SUELO AGRÍCOLA

La Temperatura del suelo agrícola condiciona los procesos microbianos que tienen lugar en el suelo. La temperatura también influye en la absorción de los nutrientes, especialmente del fósforo que es menor en suelos fríos.

La temperatura del suelo es importante porque influye en los procesos bióticos y químicos. Es importante para la germinación y cada planta tiene sus requerimientos determinados. Normalmente por encima de los 5° C es posible la germinación.

La capa superficial del suelo agrícola sufre las mayores oscilaciones de temperatura. La temperatura de la capa superficial se trasmite hacia arriba al aire, y hacia abajo a capas inferiores del suelo y al subsuelo, amortiguándose rápidamente sobre todo hacia abajo.

6.2. HUMEDAD DEL SUELO AGRÍCOLA

La humedad del suelo es una variable de estado clave para entender un gran número de procesos hidrológicos que, a su vez, están implicados en una gran variedad de procesos naturales (geomorfológicos, climáticos, ecológicos, etc.) que actúan a diferentes escalas espacio-temporales (Entin et al. 2000).

La humedad del suelo también es uno de los principales factores en la dinámica de infiltración y escurrimiento, ya que interviene directamente en la separación de la radiación neta entre calor sensible y latente. Esto determina la cantidad de agua disponible para la evotranspiración de determinado tipo de cultivo.

Con la aplicación del riego no se busca saturar el perfil del suelo sino elevar su contenido de humedad hasta un nivel óptimo para el cultivo conocido como capacidad de campo (θ_{cc}). Este se define como la cantidad máxima de agua que el suelo puede retener contra la fuerza de gravedad, después de haber sido saturado y en ausencia de evaporación directa, condición que se logra en un período de 3 a 10 días dependiendo del tipo de suelo y su capacidad de retención de agua. En términos prácticos, θ_{cc} se refiere al contenido de humedad que se logra en el suelo después de que el movimiento descendente o drenaje del agua ha disminuido hasta un nivel que podría considerarse como una pérdida de agua mínima o despreciable. El riego debe aplicarse antes de que la humedad disponible en el suelo se agote por completo. Para esto se toma como referencia un contenido de humedad mínimo permisible para las plantas conocido como punto de marchitamiento permanente (θ_{PMP}). Debajo de este contenido de humedad, varios cultivos indicadores son incapaces de recuperar su turgencia, aun después de colocarse en una atmósfera saturada por un período de 12 horas.

Textura	θ_s	θ_{cc}	θ_{PMP}	HA
Arenosa	0.3545	0.1280	0.0567	0.0714
Areno francosa	0.3878	0.1598	0.0764	0.0834
Franco arenosa	0.4697	0.2522	0.1740	0.0782
Franca	0.4617	0.2540	0.1180	0.1360
Franco arcillo arenosa	0.4784	0.2676	0.1724	0.0952

Figura 6.2.1. Parámetros de humedad para distintos tipos de suelo. Fuente:

<https://www.intagri.com/>

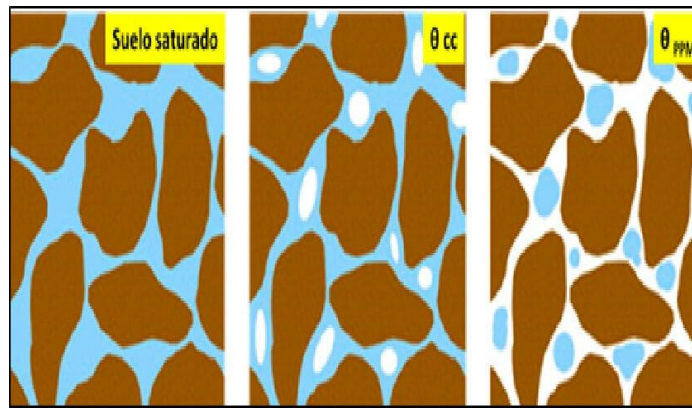


Figura 6.2.1. Grafica de los parámetros de humedad del suelo. Fuente:

<https://www.intagri.com/>

7. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DEL PROYECTO

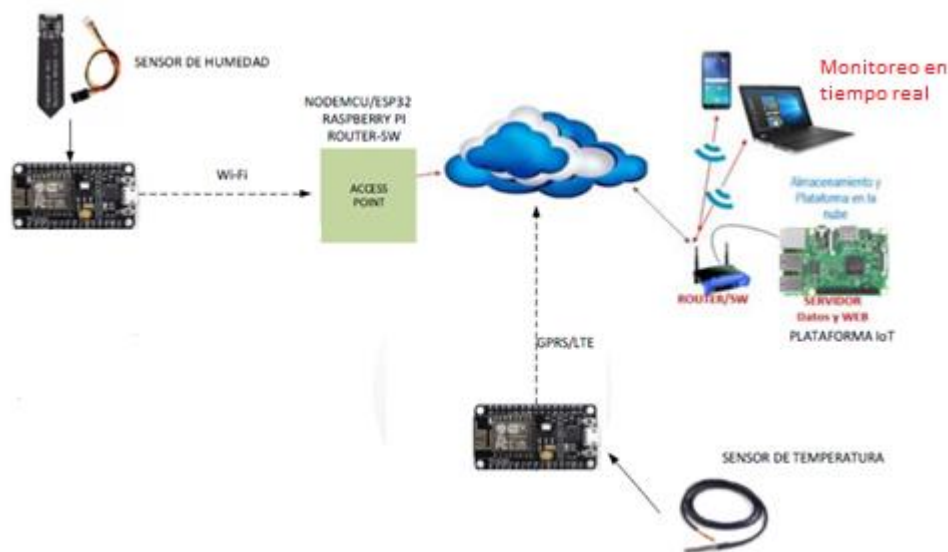


Figura 7.1. Diagrama de bloques del Proyecto. Fuente: Elaboración propia

8. LISTA DE MATERIALES

8.1. RASBERRY PI 3b

La Raspberry Pi Foundation lanzaba en marzo de 2018, el Raspberry Pi 3 Model B+. Este nuevo micro-ordenador ha supuesto un rediseño absoluto de la placa, manteniendo el mismo tamaño y la misma posición de los elementos que en el modelo Pi 3 (algo importante, ya que nos valen las mismas cajas), pero ha cambiado el procesador por otro más potente que funciona a 1.4 Ghz, y además elimina el cuello de botella de la conectividad incluyendo Bluetooth 4.2, BLE, Wi-Fi a doble banda 2.4 Ghz y 5 Ghz y, además, la tarjeta de red, Gigabit Ethernet, ya no está limitada a los 100

Mbps, sino que es capaz de alcanzar los 300 Mbps al funcionar sobre USB 2.0.

Especificaciones técnicas de este nuevo modelo de Raspberry Pi 3

- CPU + GPU: Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz
- RAM: 1GB LPDDR2 SDRAM
- Wi-Fi + Bluetooth: 2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac, Bluetooth 4.2, BLE
- Ethernet: Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 (300 Mbps)
- GPIO de 40 pines
- HDMI
- 4 puertos USB 2.0
- Puerto CSI para conectar una cámara.
- Puerto DSI para conectar una pantalla táctil
- Salida de audio estéreo y vídeo compuesto
- Micro-SD
- Power-over-Ethernet (PoE)



Figura 8.1.1. Raspberry pi 3b

8.2. NODE MCU

NodeMCU es una plataforma de desarrollo para Internet de las cosas (IoT) muy similar a Arduino. Te permite crear rápidamente proyectos que se pueden conectar a Internet por Wifi.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL NODE MCU ESP8266

- Voltaje de Alimentación (USB): 5V DC
- Voltaje lógico entrada/salida: 3.3V DC
- SoC: ESP8266 (Módulo ESP-12)
- CPU: Tensilica Xtensa LX3 (32 bit)
- Frecuencia de Reloj: 80MHz/160MHz
- Instruction RAM: 32KB
- Data RAM: 96KB
- Memoria Flash Externa: 4MB
- Pines Digitales GPIO: 17 (4 pueden configurarse como PWM a 3.3V)
- Pin Analógico ADC: 1 (0-1V)
- Puerto UART: 2
- Chip USB-Serial: CP2102
- Certificación FCC
- Antena en PCB
- 802.11 b/g/n
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Stack de Protocolo TCP/IP integrado
- PLLs, reguladores, DCXO y manejo de poder integrados
- Potencia de salida de +19.5dBm en modo 802.11b
- Corriente de fuga menor a 10uA
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4ms guard interval
- Wake up and transmit packets in < 2ms
- Consumo de potencia Standby < 1.0mW (DTIM3)
- Pulsador RESET y FLASH
- Leds indicadores: 2

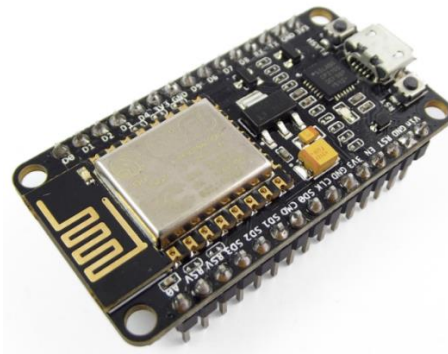


Figura 8.2.1. Node MCU

8.3. SENSOR DE HUMEDAD

Este sensor de humedad de tierra mide los niveles de humedad del suelo mediante un sensor capacitivo, en lugar de un sensor resistivo como otros tipos de sensor de humedad. Está hecho de un material resistente a la corrosión que le da una larga vida útil.

Este módulo incluye un regulador de voltaje integrado que le da un rango de voltaje de funcionamiento de 3,3 ~ 5,5 V

Puedes utilizarlo en tus proyectos de agricultura inteligente, detectores de humedad o plantas de jardín.

Especificaciones técnicas del sensor de humedad SC-1 2V

- Voltaje de funcionamiento: 3,3 ~ 5,5 VDC
- Voltaje de salida: 0 ~ 3,0 VDC
- Interfaz: PH2.0-3P
- Dimensiones: 99 mm x 16 mm



Figura 8.3.1. Sensor de humedad SC-1

8.4. SENSOR DE TEMPERATURA

El Sensor de Temperatura del Suelo RT-1 de METER Group es robusto, de acero inoxidable, completamente resistente al agua, sumergible y diseñado para su uso continuo en exterior. Permite medir la temperatura del suelo o de medios porosos con precisión.

Especificaciones Técnicas del sensor de temperatura del suelo RT-1

- Precisión: -40 a -20°C: $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ 5 a 40°C: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 40 a 50°C y -20 a 5° ($>\pm 1,0^{\circ}\text{C}$)
- Resolución: 0,1°C Intervalo: -40°C a 80°C
- Velocidad de medida: 10 ms

- Tipo de sensor: Termistor
- Condiciones de funcionamiento: -40°C a 80°C
- Tamaño del sensor: 2cm x 0,75cm
- Longitud de cable: 5m
- Conexión: conector estéreo estándar de 3,5mm (stereo plug)

Aplicaciones del sensor de temperatura del suelo RT-1

- Para estudios sobre el régimen de temperatura del suelo en ecología.
- Agricultura.
- Ingeniería civil



Figura 8.4.1. Sensor Temperatura RT-1

9. DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN ENTRE NODEMCU Y BASE DE DATOS

Se ha optado por trabajar con SQL SERVER por la facilidad que obtuvimos debido a una licencia adquirida por el grupo

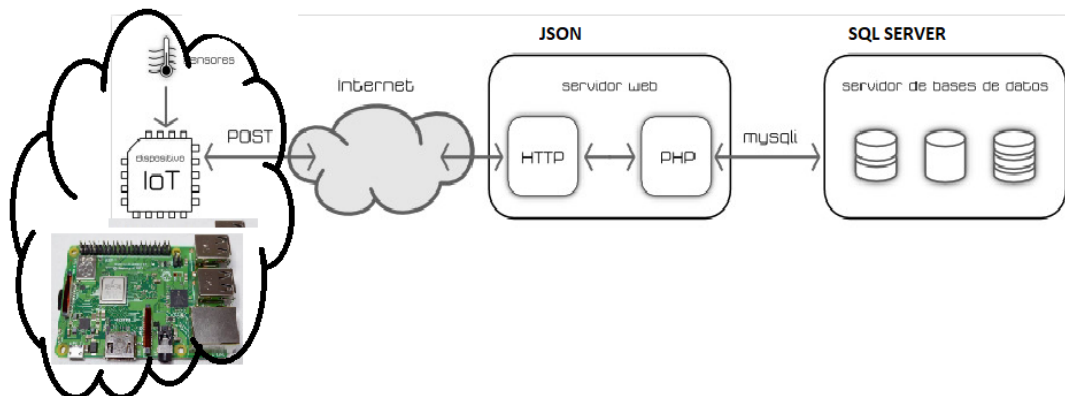


Figura 9.1. Diagrama de conexión

Los sensores utilizados, el sensor de humedad y sensor de temperatura envían los datos al nodeMCU en el cual se enlaza la comunicación al servidor MVS mediante el raspberry. El servidor MVS realiza la conexión con la base de datos SQL server.

El nodeMCU utiliza el protocolo JSON para la transferencia de datos y el raspberry es el gate hacia la nube (internet), tras esto el servidor MVS al recibir los datos los procesa mediante el protocolo HTTP para enviarlo a la base de datos SQL server.

Por otro lado, la pagina web se actualiza cada 3 segundos consultando los datos de la tabla de SQL server. A continuación se muestra la tabla de conexión, el cual se puede observar que dentro de la tabla está el ID (identificador del nodeMCU) que es reconocido por el servidor MVS para lograr actualizar los datos de cada nodeMCU especificado de acuerdo al ID, para que finalmente la pagina web consulte los datos que actualmente tiene la tabla de la base de datos y las actualice cada 3 segundos

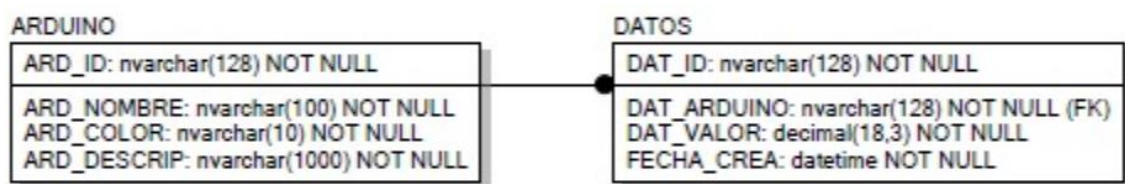


Figura 9.2. Tabla de conexión

10. ANALISIS DE CAMPO

Se realizó el análisis de campo, mediante la consulta con un familiar cercano (Vínculo familiar: tío), ya que al desempeñar la labor de Director de la escuela de la comunidad de Ccarhuacc, ubicado en el distrito de Yauli, provincia de Huancavelica, departamento de Huancavelica; nos refirió que si se podría realizar en análisis de campo a futuro en la respectiva comunidad, porque la mayoría de pobladores se dedica a la siembra y cosecha de papa, por lo cual es importante tener en cuenta que con el proyecto realizado se tendría una validación mas certera para la finalización del proyecto y posterior comercialización si así lo requiriera.

Pero muchas veces las personas son reacias a la introducción de tecnología, como lo ocurrido con la instalación de las antenas 5G, donde los pobladores por desconocimiento creyeron que este tipo de tecnología traía consigo la propagación del COVID-19, por eso siempre es importante contar con un agente mediador para el posterior análisis e introducción del proyecto en el sector ya mencionado.



Figura 10.1. Centro poblado San Juan de Ccarhuacc



Figura 10.2. Actividad de siembra de papa – San Juan de Ccarhuacc

11. DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO

Anexo 1.1

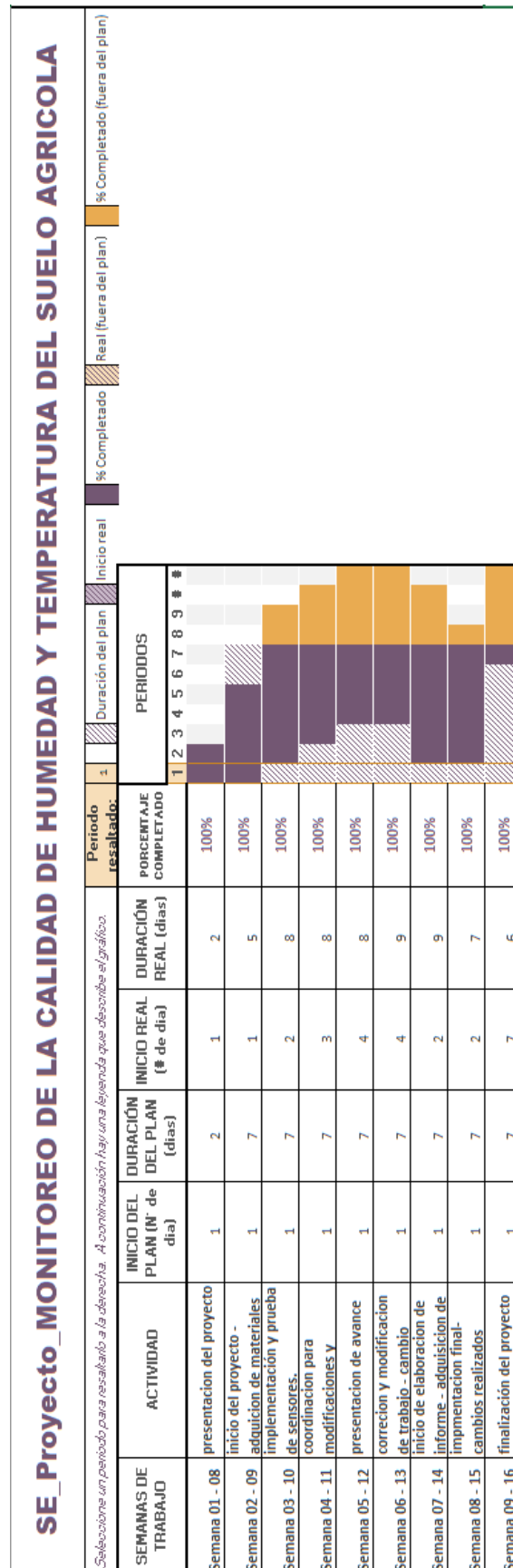
12. CONCLUSIONES

- El sensor de humedad es analógico y sus datos deben ser ingresados por el pin analógico del NodeMcu.
- El sensor DS18B20 trabaja con el protocolo one-Wire y nos entrega valores digitales en el rango de -55 a 125°C con una resolución de 9 a 12 bits.
- Es necesaria la utilización de un resistor de 1Kohm entre la alimentación positiva y el terminal de datos del sensor, para realizar una correcta medición.
- Al usar agua potable se aprecia que varía las propiedades del suelo agrícola.

- El uso de agua destilada para la mezcla es ideal, debido a que no altera las propiedades de la muestra.
- En caso del sensor de conductividad ocasiones se obtienen valores que no corresponden a la medición, es decir, si durante un terminado tiempo la medición es constante con variaciones mínimas, existe un tiempo en el cual el valor de la medición se dispara generando errores en la adquisición de datos.
- Dado que el módulo NodeMcu solo cuenta con un puerto para conexión serial, la conexión entre este y el DS18D20(sensor de temperatura) y el sensor de Humedad tuvo que ser emulada por Software a través de la librería Software Serial.
- La creación de la página web fue hecha en Visual Studio con html y la base de datos fue creada es SQLserver.
- La conexion entre la página web y la base de datos es MVS.
- La conexion entre en el NodeMCU y la base de datos es por JSON.
- Los NodeMCU se conectan a una Raspberry que está configurado como accespoint.

13. ANEXOS

13.1. Anexo 1.1 – Diagrama de Gannt



13.2. Imágenes Del Trabajo

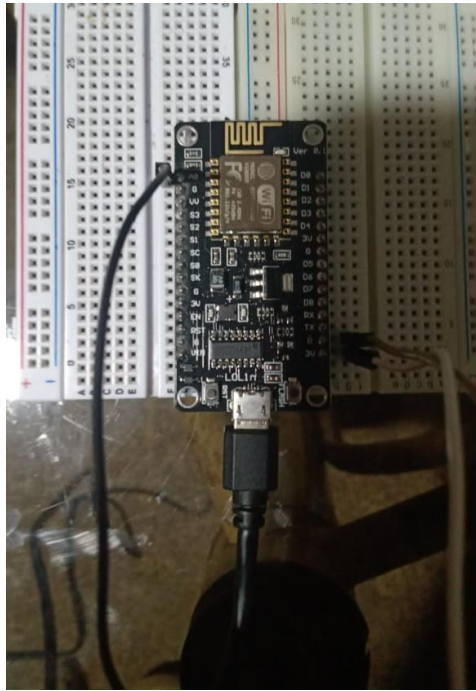


Figura 13.2.1. Conexión de Node Mcu - Temperatura

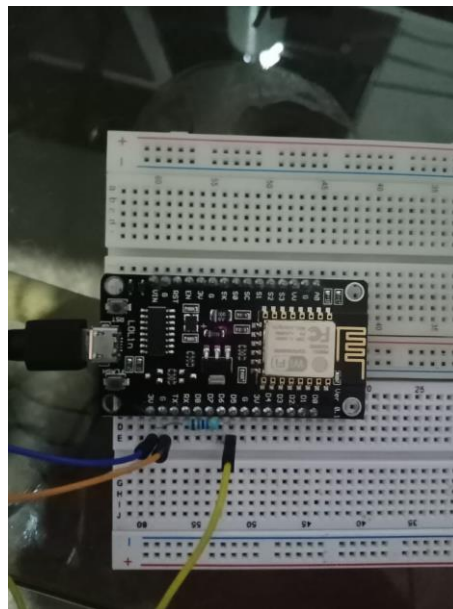


Figura 13.2.2. Conexión de Node Mcu - Humedad



Figura 13.2.1. Medición de Humedad

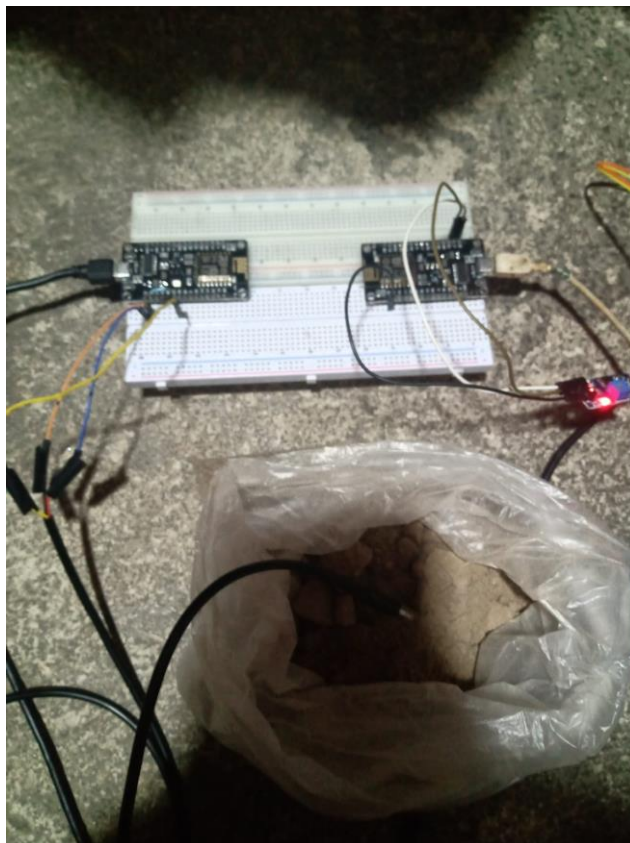


Figura 13.2.2. Medición de temperatura

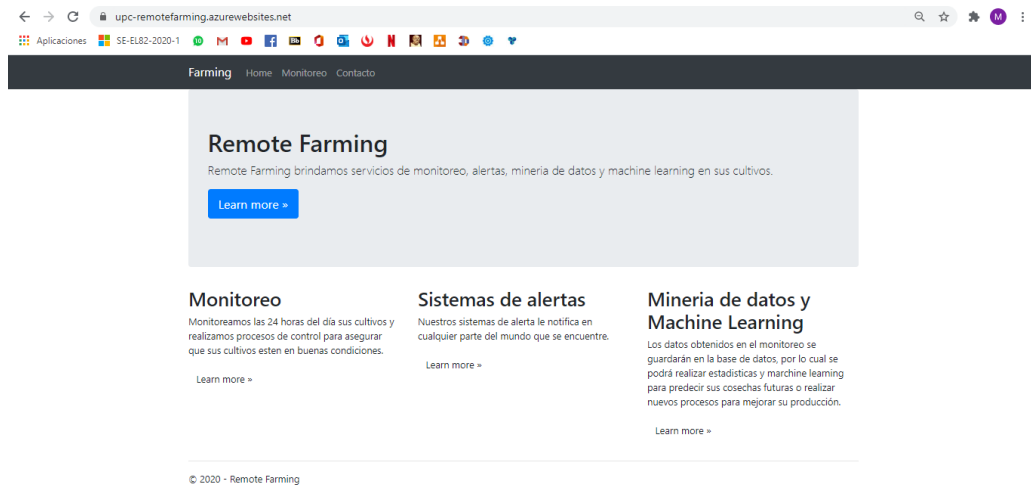


Figura 13.2.3. Página de monitoreo en tiempo real. <https://upc-remotefarming.azurewebsites.net/>

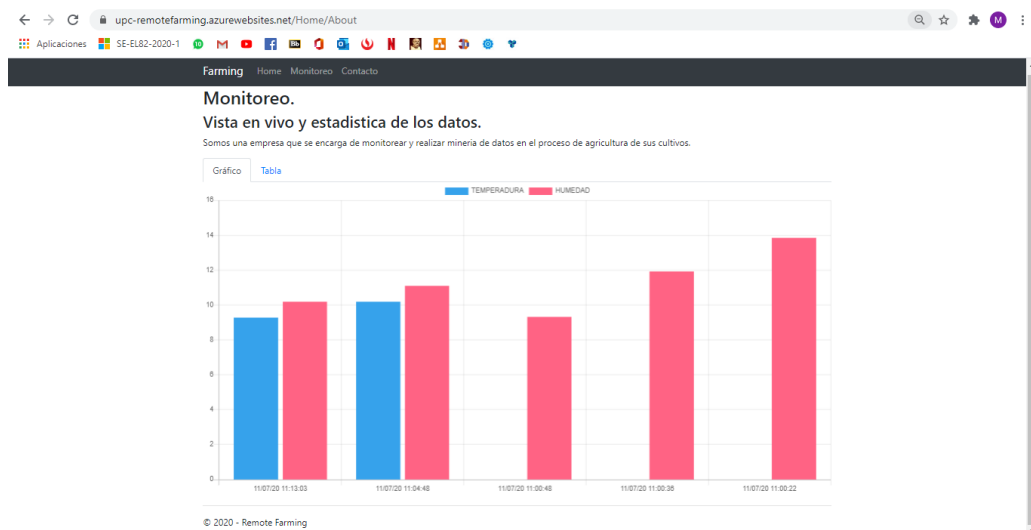


Figura 13.2.4. Página de monitoreo – Gráficos Humedad y temperatura

← → ↻ upc-remotefarming.azurewebsites.net/Home/About 🔍 ☆ 🌐 M ⋮

Aplicaciones SE-EL82-2020-1 📧 📺 📱 📄 📅 📌 📎 📏 📐 📑 📔 📕 📖 📗 📙 📚 📛 📞 📟 📠 📡 📢 📣 📤 📥 📦 📧 📨 📩 📪 📫 📬 📭 📮 📯 📰 📱 📲 📳 📴 📵 📶 📷 📸 📹 📺 📻 📼 📽 📾 📿

Farming Home Monitoreo Contacto

Monitoreo.

Vista en vivo y estadística de los datos.

Somos una empresa que se encarga de monitorear y realizar minería de datos en el proceso de agricultura de sus cultivos.

Gráfico Tabla

Arduino	Valor	Fecha
TEMPERADURA	10.213	11/07/20 11:17:24
TEMPERADURA	11.213	11/07/20 11:17:18
HUMEDAD	11.213	11/07/20 11:13:03
HUMEDAD	12.213	11/07/20 11:04:48
HUMEDAD	10.254	11/07/20 11:00:48
HUMEDAD	13.12	11/07/20 11:00:36
HUMEDAD	15.235	11/07/20 11:00:22

© 2020 - Remote Farming

https://upc-remotefarming.azurewebsites.net/Home/About#nav-profile

Figura 13.2.5. Página de monitoreo – Tablas Humedad y temperatura

← → ↻ upc-remotefarming.azurewebsites.net/Home/Contact 🔍 ☆ 🌐 M ⋮

Aplicaciones SE-EL82-2020-1 📧 📺 📱 📄 📅 📌 📎 📏 📐 📑 📔 📕 📖 📗 📙 📚 📛 📞 📟 📠 📡 📢 📣 📤 📥 📦 📧 📨 📩 📪 📫 📬 📭 📮 📯 📰 📱 📲 📳 📴 📵 📶 📷 📸 📹 📺 📻 📼 📽 📾 📿

Farming Home Monitoreo Contacto

Contact.

Monitoreo de variables.

One Microsoft Way
Redmond, WA 98052-6399
P: 425.555.0100

Support: Support@example.com
Marketing: Marketing@example.com

© 2020 - Remote Farming

Figura 13.2.6. Página de monitoreo – Contacto con el desarrollador

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <https://www.raspberrypi.org/>. Fecha de consulta: 8 de mayo 2020.
- https://www.nodemcu.com/index_en.html. Fecha de consulta: 8 de mayo 2020.
- <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939619006.pdf>. Fecha de consulta: 8 de mayo 2020.
- Aula virtual UPC, Sistemas embebidos. https://aulavirtual.upc.edu.pe/bbcswebdav/pid-21003666-dt-content-rid-185306884_1/xid-185306884_1 . Fecha de consulta: 8 de mayo 2020
- Intragri. (2020). <https://www.intagri.com/articulos/aqua-riego/El-riego-la-importancia-de-su-programacion-y-los-parametros-de-humedad-en-el-suelo> Fecha de consulta: 09 de junio 2020
- Catalán, V. E. A.; Sánchez, C. I.; Villa, C. M.; Inzunza, I. M. A.; Mendoza, M. S. F. 2007. Programa para Calcular las Demandas de Agua y Calendarizar el Riego de los Cultivos. Folleto Técnico 7. CENID-RASPA. INIFAP. Gomez Palacio, Dgo. Méx. 44 p. Fecha de consulta: 09 de junio 2020
- <https://programarfacil.com/podcast/nodemcu-tutorial-paso-a-paso/>. Fecha de consulta: 09 de junio 2020
- <https://github.com/jaimelaborda/Planta-Twittera/wiki/1.-Introducci%C3%B3n-al-ESP8266-y-NodeMCU> Fecha de consulta: 09 de junio 2020
- <https://mecatronicauno.com/comprar/sensor-humedad-tierra-capacitivo-v1-2/>
- <https://www.lab-ferrer.com/sensores/instrumentacion-y-sensores/parametros-ambientales/sensor-de-temperatura-del-suelo-rt-1.html> Fecha de consulta: 10 de junio 2020
- <https://www.raspberrishop.es/raspberry-pi-3.php> Fecha de consulta: 10 de junio 2020
- <https://naylorlampmechatronics.com/espressif-esp/153-nodemcu-v2-esp8266.html> Fecha de consulta: 10 de junio 2020
- Universidad Autónoma de Aguascalientes México. Revista Investigacion y ciencia. <https://www.redalyc.org/pdf/674/67403403.pdf> Fecha de consulta: 09 de junio 2020
- J. Martínez, A. Ceballos, S. Casado y C. Morán. (2003). ESTABILIDAD TEMPORAL DE LA HUMEDAD EDÁFICA

**BAJO DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES
MEDITERRÁNEAS Y DE USO DEL SUELO.**

https://abe.ufl.edu/Faculty/Carpena/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v6/p077-082.pdf Fecha de consulta: 09 de junio 2020

- **Sistemas agroforestales con tecnología limpia en los suelos del VRAEM, Perú.** http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892011000200007&script=sci_arttext Fecha de consulta: 09 de junio 2020
- **P. Ramirez (2016). “CONDICIONES DE SALINIDAD Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS DE LA CANCHA PÚBLICA DE GOLF - SAN BARTOLO, LIMA”.** <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2482/P11-R3-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Fecha de consulta: 09 de junio 2020
- **DR Nielsen, J. W. Biggar, K. T. Erh. (1973) Variabilidad espacial de las propiedades del agua del suelo medidas en el campo.** <http://hilgardia.ucanr.edu/Abstract/?a=hilg.v42n07p215> . DOI: 10.3733. Fecha de consulta: 10 de junio 2020.
- **Respiración del suelo en cuatro sistemas de uso de la tierra..** http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322017000400123&lang=es Fecha de consulta: 10 de junio 2020.
- <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/El-riego-la-importancia-de-su-programacion-y-los-parametros-de-humedad-en-el-suelo> Fecha de consulta: 10 de junio 2020.