



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL
GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA DE
SISTEMAS E INFORMÁTICA**

Diseño de un Sistema de Riego por goteo para el Valle de Chira
(septiembre 2018)

PRESENTADO POR

Arroyo Llacsahuanga, Leandro Arturo

ASESOR:

Lapa Asto, Ulises Semilis

**Los Olivos, 2020
Lima-Perú**

Diseño de un Sistema de Riego por goteo para el Valle de Chira (septiembre 2018)

Arroyo Llacsahuanga-Leandro Arturo
estudiante
Universidad de Ciencias y
Humanidades
Lima, Perú
arturoarroyo118@gmail.com,
learroyol@uch.pe

Resumen— El presente trabajo trata en primer lugar solucionar el problema que afronta la agricultura en el Perú como el uso ineficiente del agua en el riego elaborando un sistema de riego por goteo automatizado que realice la función de regar las zonas agrícolas haciendo un mejor uso del agua y obteniendo de la misma manera una producción o cosecha de mayor calidad en el valle de Chira, Sullana, Piura. El proyecto es muy amplio es por eso que en este trabajo solo se realizara el diseño del sistema mas no la implementación. Pero traerá muchos beneficios para las familias involucradas en la actividad agrícola y también para el desarrollo de la provincia de Sullana, Piura. El producto que se tomara en cuenta en esta ocasión es el Limón debido a que el departamento de Piura es líder a nivel nacional en la producción de cítricos como el Limón por lo tanto se usara el sistema de riego por goteo. Se pudo obtener resultados favorables al realizar pruebas con el sistema de riego por goteo en una pequeña parcela reduciendo un alto porcentaje en el consumo del agua para el riego.

Palabras Claves:

-Sensor Capacitivo: son un tipo de sensor electrónico.

-Microcontrolador: es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento.

-LCD: es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.

Abstract—The present work is addressed in the first place The problem of agriculture in Peru as the inefficient use of water in irrigation the automated drip irrigation system that fulfills the function of irrigating agricultural areas the best use of water and obtaining from the same way a production or harvest of higher quality in the Chira Valley, Sullana, Piura. The project is very broad that is why in this work only the design of the system but not the implementation will be carried out. But it will bring many benefits for the families involved in the agricultural activity and also for the development of the province of Sullana, Piura. The product that will be taken into account on this occasion is the lemon because the department of Piura is a national leader in the production of citrus fruits such as lemon, therefore the drip irrigation system will be used. It was possible to obtain favorable results when carrying out tests with the drip irrigation system in a small plot, reducing a high percentage of water consumption for irrigation.

Keywords:

-Consensitive sensor: they are a type of electronic sensor.

-Microcontroller: is an integrated circuit that contains a central processing unit inside.

-LCD: is a thin and flat screen formed by a number of color or monochrome pixels placed in front of a light source or reflector.

I. INTRODUCCIÓN

En 1975 uno de los sistemas de riego más importantes y relevantes era el sistema de riego por goteo, el cual abastecía cerca de 160.000 hectáreas, con la masificación de métodos tecnificados de riego, iniciada en la década de los 60 en Israel y los países desarrollados y en vías de desarrollo han logrado incrementar la eficiencia en el uso del agua, la productividad y la calidad de los cultivos.

Según PepsiCo, empresa multinacional menciona que se encuentra trabajando con la eficiencia del agua en sus cultivos de sus materias primas, iniciando sus proyectos de mejoras en el año 2015, donde puso a prueba el sistema de riego por aspersión de cobertura total frente al sistemas de riego por goteo, resultando mucho mejor el uso del sistema de riego por goteo incrementando la productividad del cultivo y disminuyendo el uso de recursos para el riego. [1]

GMB es una empresa que brinda soluciones integrales de riego en Cuba, esta empresa ha captado varios proyectos en diferentes países de Latinoamérica entre ellos mencionan Proyecto de riego por goteo para el Plátano en Cuba iniciado en el año 2004, Proyecto de riego por goteo enterrado para caña de azúcar, así como también Sistema de goteo en Uruguay iniciado en el año 2012 obteniendo un rendimiento alcanzado de sus recursos en un 92%. [2]

Uno de los problemas que atraviesa el país, y que afecta el desarrollo de algunas regiones en el Perú es la escasez y el uso indebido del agua en el sector agrícola. Según el exministro Milton Martín, en el 2012 nuestro país ha perdido 300 mil hectáreas de tierra de cultivo en los últimos 20 años por el mal uso de los recursos hídricos. [3]

Según el Director Administrativo de agua Caplina Ocoña, Ronal Fernández, el Perú ocupa el puesto 37 a nivel mundial por el mal uso del agua. [4] Lo cual es preocupante. Adicionalmente, el funcionario Abelardo De La Torre indica que la agricultura se lleva el 80% del agua que se distribuye en el país, y que para viviendas se destina más del 10%. En agricultura, agro, hay un alto

desperdicio de agua y solo se usa eficientemente el 30% del recurso que se distribuye pues hay una “cultura muy primitiva y la infraestructura es rústica”. [5]

Es necesario conocer el objeto de prueba en este caso el cultivo de limón, por lo tanto, se sabe según Intagri, el rango de temperatura para el crecimiento óptimo del limón persa va de 25 a 31°C, pero esto puede variar según el tiempo de floración hasta la maduración del fruto según condición de temperaturas en cada región, en climas cálidos el tiempo de maduración se acorta, en climas más frescos se alarga. [6] La temperatura mínima para el cultivo es de 18 °C y la máxima es de 38 °C. Cabe resaltar que el limón es un cultivo muy sensible a las bajas temperaturas, siendo fundamental conocer las temperaturas mínimas del sitio de cultivo. [6]

Por las razones anteriormente señaladas, el objetivo del trabajo de investigación fue diseñar el sistema de riego por goteo orientado a la producción de Limón, en el Valle de La Chira en Piura, porque es la principal región productora de este producto con una técnica de regadío adecuado para el riego de estos cítricos, como el riego por goteo obteniendo mayor eficiencia en el uso del agua.

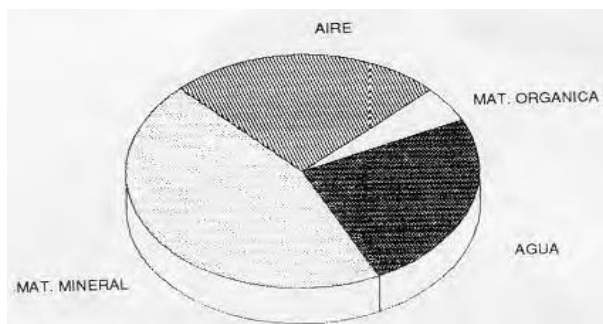
El presente trabajo se estructura de la siguiente manera, en la sección II se describirá a mayor detalle sobre la metodología empleada para el diseño del sistema. En la sección III se evidenciara los resultados obtenidos y finalmente en la sección IV se discutirán los resultados propios y se presenta las conclusiones.

II. METODOLOGÍA

Asimismo, es necesario dedicar atención a la organización y diseño. Antes de realizar un diseño del sistema de riego tecnificado es prioridad realizar:

A. Estudio del Suelo

La porción de agua que requieren las plantas para su desarrollo y crecimiento también está relacionada con factores externos a la propia planta como el suelo y el clima. Por lo tanto, el estudio del suelo es muy importante antes de realizar el diseño del sistema de riego por goteo



En la Fig. 1 se puede apreciar los componentes del suelo en su proporción como materia mineral, materia orgánica, agua y aire.

Fig.1: Componentes del suelo.

Fuente: MINAGRI, año 2015

Según Minagri, la parte sólida del suelo está compuesta por una mezcla de tres tipos de partículas: arena, limo y arcilla y cada una tiene diferentes características químicas y físicas.

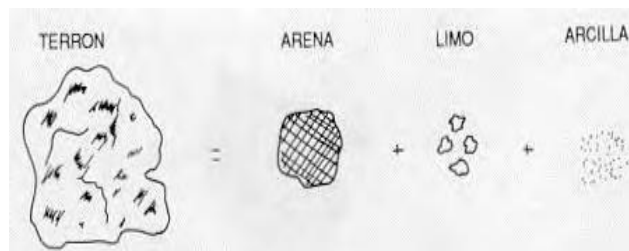


Fig.2: Los componentes de la parte mineral del suelo son arena, limo y arcilla.

Fuente: MINAGRI, año 2015

Cuando se habla de texturas gruesas o livianas para referirse a suelos más arenosos; de texturas pesadas o finas para señalar aquellos suelos con un mayor porcentaje de arcilla, y texturas medias para referirse a suelos francos.

En la práctica del agricultor la textura nos permite conocer la capacidad que tiene el suelo o velocidad de filtración de agua en suelos arenosos es más rápida la filtración de agua a comparación de suelos arcillosos. Así mismo es posible conocer la capacidad de almacenamiento de agua, es decir los suelos arcillosos almacenan más agua útil para las plantas a comparación con suelos francos y arenosos.



Fig.3: La proporción de arena, limo y arcilla caracteriza la textura de los suelos.

Fuente: MINAGRI, año 2015

B. Estudio del Clima

Las características del clima que afectan la cantidad de agua que necesitan las plantas son:

- 1) Radiación
- 2) Temperatura
- 3) Viento
- 4) Precipitaciones
- 5) Humedad del aire

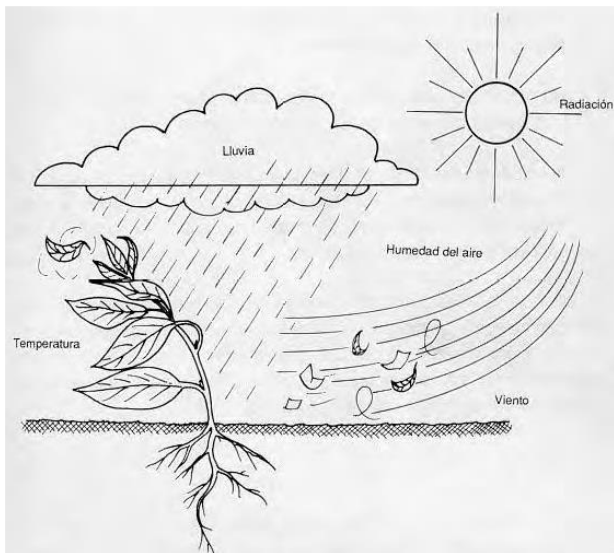


Fig.4: La influencia del Clima en la planta.

Fuente: MINAGRI, año 2015

A mayor radiación hay mayor evaporación, por lo tanto, los riegos deben ser mas constantes. Cuando la velocidad del viento aumenta entonces es probable que el suelo se seque más rápido por lo tanto se requiere los riegos mas frecuentes. Así mismo, cuando la temperatura aumenta las plantas transpiran mas motivo de eso el riego debe ser más frecuente. En caso de que la humedad del aire se seca, las plantas pierden mas agua por consecuencia el riego debe ser frecuente y por ultimo las precipitaciones influyen directamente en la cantidad de agua que necesitan las plantas.

C. Estudio de la planta

TABLA I
REQUERIMIENTOS DE CLIMA PARA EL LIMÓN PERSA

	Requerimientos
Temperatura	25-31 °C – 18-38°C
Precipitación	400-1200 mm
Viento	Mayor a 20 km/h

TABLA II
REQUERIMIENTOS DE SUELO PARA EL LIMÓN PERSA

	Requerimientos
pH	6.0 – 7.5
Textura	Suelo con textura franco arenoso
Profundidad	Mayor a 60cm

Es necesario conocer acerca de los requerimientos de clima para el cultivo prueba el cual es el Limón Persa esto nos permitirá comparar o validar junto con nuestros resultados usando el sistema de riego por goteo.

Fue necesario definir la metodología de trabajo con el cual se diseñó la solución propuesta, es así como se dividieron en

etapas para la gestión y diseño del sistema de riego por goteo.

D. Elaboración del Plano Agrícola

En primer lugar, se elaboraron planos del área agrícola y de esa manera se pudo ubicar los frutos o vegetales en sus respectivas áreas de cultivo, pero en este proyecto solo hemos tomado en cuenta el Limón Persa como cultivo de prueba debido a que Piura es el principal productor de Limón a nivel Nacional. De esta manera se puede organizar mejor y distribuir de la manera más apropiada el agua.

1) Maquetación del plano agrícola

Seguidamente se realizará la maquetación de los planos realizados, para la implementación estratégica de sensores mangueras para riego agrícola, difusores, tarjeta lógica programable Arduino, válvulas, bombas hidráulicas, cableado de red y un modem Wi Fi.

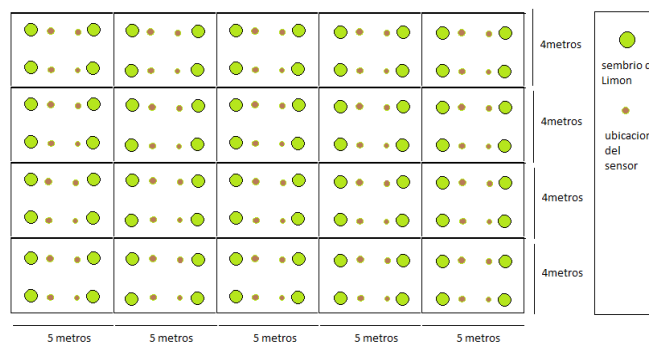


Fig.5: Arquitectura del plano Agrícola

En la Fig.5 se define el área donde se ubicarán los sensores para la captación de datos de la humedad y temperatura.

2) Tarjeta Lógica Arduino

La Tarjeta Lógica Programable Arduino; contiene un microcontrolador llamado ATmega 238-pu, el cual se programará mediante un lenguaje de programación conocido como Arduino esto nos permitirá poder mandar la orden a los sensores de Humedad y temperatura DHT11 y del sensor de humedad de tierra HL69.

3). Sensor DHT11 con PCB

Este sensor consta de un sensor capacitivo para medir la humedad del ambiente mediante un nivel de % y un termistor con el cual medirá el aire concurrente en un nivel de C°.

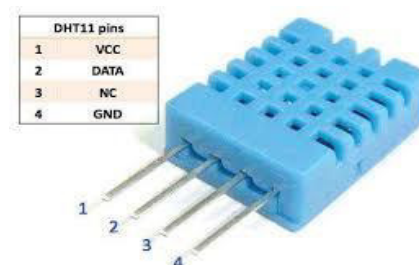


Fig.6: Sensor de Temperatura y Humedad DHT11

El sensor DHT11 a diferencia de sensores como el LM35, este sensor utiliza un pin digital para enviarnos la información y de esa manera la información se encontrará más protegida frente a ruidos. [10]

4). *Sensor HL69*

Este sensor de humedad de suelo resultar ser otro modulo que utiliza la conductividad entre dos terminales para determinar ciertos parámetros relacionados con el agua y humedad. En la anterior sección hable acerca del sensor DHT11 el cual no es capaz de medir la humedad del suelo solo del ambiente.

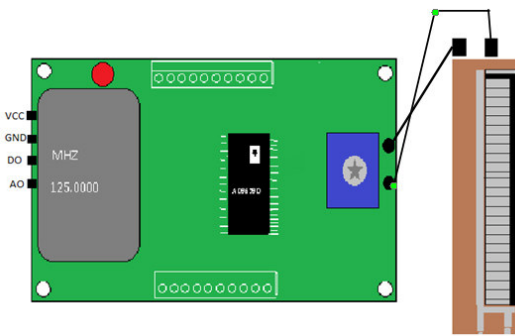


Fig.7: Sensor de Humedad de la Tierra HL69

5). *Sensor HL69*

El LCD (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido es un dispositivo empleado para la visualización de contenidos o información de una forma gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo.

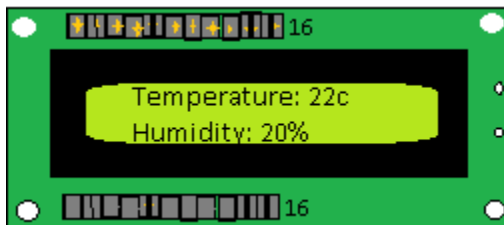


Fig.8: LCD

En la Fig.8 se puede apreciar los resultados que mostraria en el LCD. Esta gobernado por un microcontrolador el cual dirige todo el funcionamiento. Se uso el LCD de 16x2, es decir que se cuenta o dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una.

E. *Conectividad del sensor DHT11 y Arduino*

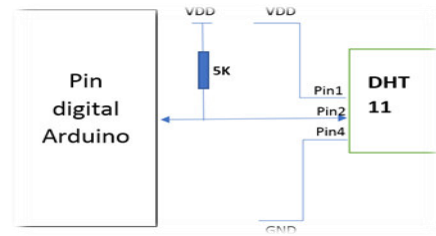


Fig. 9: Arquitectura de la conectividad del sensor DHT11 con PCB y Arduino.

En la figura 9 es posible observar la conectividad del sensor con el Arduino, cabe recalcar la importancia de porque usar el sensor DHT11 a diferencia de otros sensores que se pudo investigar, este sensor nos permite medir la temperatura y humedad, pero otra de sus ventajas es que es digital. Esta figura también representa la estructura del sensor DHT11, es decir cuenta con 3 pines los cuales son GND (Pin 4) se refiere a la conexión con tierra, DATA (Pin 2) en este caso es la transmisión de datos el cual es digital y por último el VDD (Pin 1) que refiere a la alimentación.

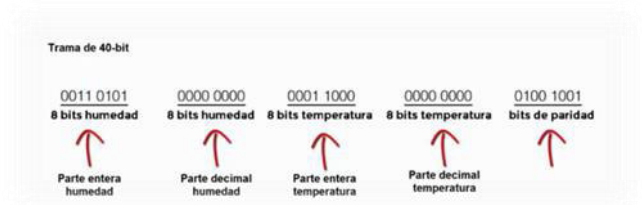


Fig. 10: Trama de la transición de datos en sensor DHT11 con PCB

La transmisión de datos en el DHT11 se realiza en digital, la trama consiste en grupos de 40 bits que estarán agrupados en 8 bits, donde el primer grupo representa la parte entera de la humedad, el segundo grupo representa la parte decimal de la humedad, el tercer grupo representa la parte entera de la temperatura, el cuarto grupo representa la parte decimal de la temperatura y el último grupo representa los bits de paridad, esto permite comprobar si la toma de la medida es correcta o no, sumando los 4 primeros grupos de 8 bits nos debe dar los bits de paridad del último grupo de 8 bits. Se tomó en cuenta el cable de alimentación no debía exceder los 20 cm debido a que las caídas de tensión pueden producir errores en las medidas. En la etapa de programación en Arduino se usa la librería Adafruit el cual nos permitirá recibir por el puerto serie los valores de temperatura y humedad.

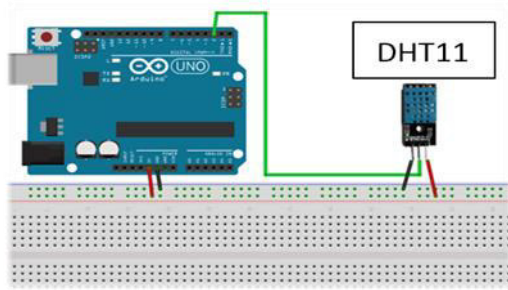


Fig.11: Estructura básica de la conexión DHT11 con PCB y Arduino.

En la figura 11 se puede visualizar las 3 conexiones o 3 pines del DHT11 con PCB, el pin GND está conectado a tierra, el VDD es alimentador y el pin DATA que se puede notar de color verde es la transmisión de datos en digital al Arduino

Con el acceso directo a un servidor de MySQL podemos almacenar y adquirir datos de nuestros proyectos desde las tablas en el servidor manteniendo la conexión del Arduino a la base de datos embebida en nuestra placa. [11]

Se requirió de la instalación de un servidor MySQL en Windows y MySQL con Xampp, también fue necesario el MySQL Conector/Arduino y Arduino Uno/Mega. Los cuales fueron necesarios para poder enviar y conectar directamente el Arduino y la base de datos MySQL de esta manera fue posible gestionar los datos, así mismo teniendo dicha información sobre el cultivo, se pudo conectar con la herramienta de reportes e inteligencia de negocio como Power BI y mostrar resultados en gráficos o reportes interactivos pudiendo tomar mejores decisiones acerca del cultivo.

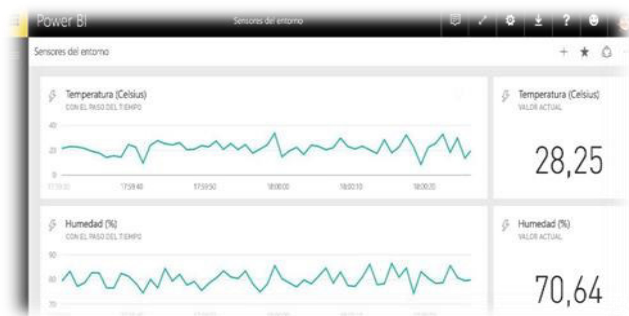


Fig.12: Grafico iterativo con datos de la temperatura y humedad en Power BI.

Los materiales requeridos para la maquetación de los planos realizados, para la implementación estratégica de sensores mangueras para riego agrícola, difusores, tarjeta lógica programable Arduino, válvulas, bombas hidráulicas, cableado de red y un modem Wi Fi. Los sensores DHT11 fueron ubicados estratégicamente para un mejor desempeño de sus funciones. La tarjeta lógica programable Arduino envía órdenes a los sensores para captar la temperatura y humedad de la zona agrícola, luego los sensores enviaran los datos que se captan del ambiente y suelo del área agrícola a la tarjeta lógica programable Arduino, de esta manera es como se obtiene los datos requeridos de la zona agrícola luego se conectó por cable USB, el cual servirá como puente de

conexión o comunicación entre el ordenador y el Arduino, para poder enviar los datos captados por los sensores al sistema u ordenador. Posteriormente se guardarán la información en la base de datos, luego esto podrá ser visible para el administrador del sistema o software, y este podrá analizar estos factores que son importante para un mejor riego de su chacra y podrá tomar mejores decisiones para sus cultivos.

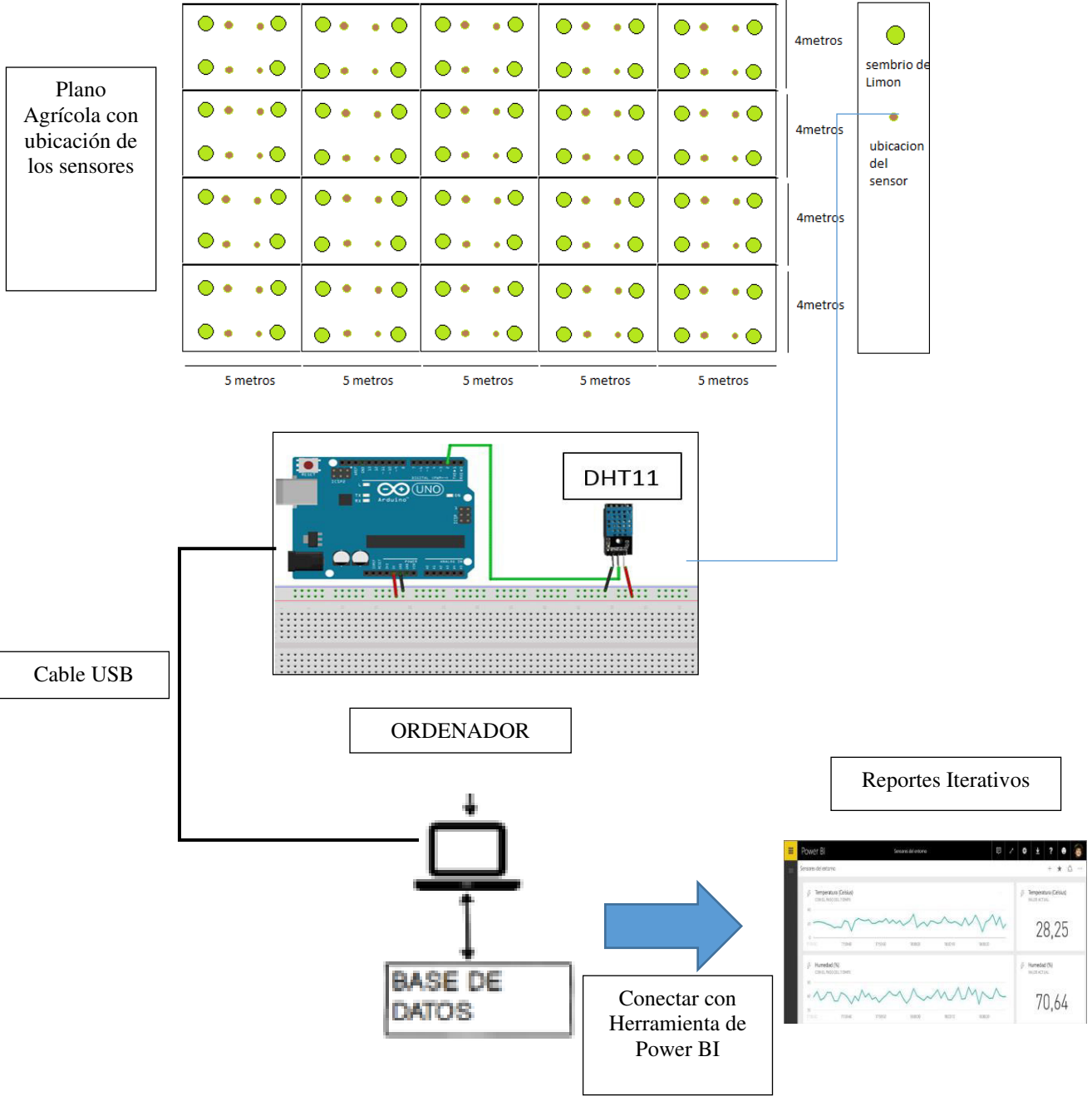


Fig.13: Arquitectura general del Sistema de riego por goteo

III. RESULTADOS

Se redujo el uso del agua, gracias al mejor control de este recurso por medio del sistema de riego por goteo, se ahorró un porcentaje de agua significativo, ya que solo se humedeció alrededor de 33 a 50 % de la superficie de la parcela, es decir, solo en hileras donde se encuentran establecidas las plantas. Hoy en día el uso de esta técnica de riego en los cítricos ha tomado gran impulso por su alta eficiencia.

TABLA III
PRIMEROS RESULTADOS COMPARANDO CON OTRO
SISTEMA DE RIEGO

	Aspersión	Sistema de Riego por Goteo
Datos:	Total	Total
Área:	1 metro cuadrado	1 metro cuadrado
Consumo de agua:	13.07 litros	9.07 litros
Tiempo	24horas	24horas

IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

A diferencia del sistema de riego por aspersión, el Sistema de riego por Goteo es el mas apropiado para este tipo de sembrío Limón Persa, obteniendo como resultados esperados menor uso de agua en una misma área. Por lo tanto, podemos pronosticar que los resultados en mayor tiempo serán muy favorables, debido a que el sembrío de Limón se cosecha cada 2 a 3 años.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradezco las contribuciones y revisiones del investigador y profesor U. Lapa a la versión original de este documento. Así mismo agradecer al estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica J. Chicoma por su participación en el proceso para obtener los primeros resultados esperados. Y por último a mi familia por tenerme paciencia y brindarme su apoyo moral.

REFERENCIAS

- [1] ARGENPAPA, «ARGENPAPA,» 29 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/4212-espana-mejorar-la-produccion-en-patata-con-riego-por-goteo>.
- [2] G. G. B. I. T. S.L., «GBM Grupo B.M. Interinvest Technologies S.L.,» 5 Abril 2019. [En línea]. Available: <http://www.gbm-inc.com/Sistemas-de-Riego.html>.
- [3] M. v. Hesse, «Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe,» 14 Diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/511042/>. [Último acceso: 10 Noviembre 2018].
- [4] Y. Quispe, «Diario Correo,» 23 Octubre 2014. [En línea]. Available: <https://diariocorreo.pe/peru/peru-ocupa->

puesto-37-por-mal-uso-de-agua-390988/.

- [5] E. Ramos, «Agraria.pe,» 22 Marzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.agraria.pe/noticias/80-del-agua-en-peru-se-destina-a-la-agricultura-urge-13448>.
- [6] Intagri, «Clima y Suelo para el Cultivo de Limón Persa,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-limon-persa>.
- [7] R. Miriam, «Diario El Comercio,» 12 Enero 2017. [En línea]. Available: <https://elcomercio.pe/economia/peru/vive-escasez-agua-norte-pais-232038>.
- [8] P. Monteserín, «Diferencias entre Javascript y PHP,» 2018. [En línea]. Available: <https://pabloomonteserin.com/diferencias-javascript-php/>.
- [9] C. Kaner, «Centro de ensayos de software,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.ces.com.uy/index.php/ique-es-el-testing/nuestra-vision>.
- [10] D. V. Luis, «Programarfacil.com,» Abril 2018. [En línea]. Available: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/>. [Último acceso: 05 Noviembre 2018].
- [11] J. Brathwaite, «PANAMAHITEK,» 09 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/conectar-arduino-base-datos-mysql/>. [Último acceso: 14 Noviembre 2018].

