

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “MIRIKIRI”
CARRERA: RECURSOS HIDRICOS – ORIENTACION Y RIEGO



PROYECTO DE GRADO
SISTEMA INTELIGENTE “ARDUINO-ANDROID” PARA LA
GESTION DE RIEGO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO
SUPERIOR “MIRIKIRI” DEL MUNICIPIO DE COMANCHE-PROV.
PACAJES

Por:

JUAN JAVIER CANQUI MANUEL

VIDAL CONDORI ARCANI

Tutor:

ING. JAVIER LUIS YUJRA TINTAYA

Proyecto de Grado presentado para optar el Título de Técnico Superior en
Recursos Hídricos – Orientación y Riego

Comanche – Bolivia

2018

DEDICATORIA

Este Proyecto va dedicado:

Con el logro en nuestras vidas, el cual queremos dedicárselo a nuestro amado Dios fuente de amor, de paz, de energía y fe.

A nuestros padres quienes fueron la fuente principal de este logro:

Yo Juan dedico a mis padres Guzmán Canqui Pallarico y Francisca Manuel Calle.

Por haber logrado esta etapas de vida. Y superarme en cada momento.

También Yo Vidal dedico a mis padres Ismael Silvio Condori Condori e Irene Arcani Arcani, quienes me enseñaron el valor de luchar día a día por conseguir mi sueño.

Quienes nos dieron amor, cariño y ejemplo por hacernos unas personas con valores e ideales de superación y por el apoyo incondicional en la búsqueda de los logros de nuestros objetivos, por enseñarnos a luchar por nuestros sueños. Los amamos.

A nuestros hermanos que son la alegría, el entusiasmo que nos inspira a dar mucho más de nosotros.

**Juan J.C.M.
Vidal C.A.**

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer al Instituto tecnológico Superior “Mirikiri” quien nos abrió las puertas y al Rector Lic. Raúl Singa Condori por habernos permitido aprender, al Ing. Javier Luis Yujra Tintaya por su excelente y apreciada paciencia en la orientación para realizar mis estudios.

De tal manera a todos los catedráticos de la carrera de **RECURSOS HIDRICOS-ORIENTACION RIEGO** que a lo largo nos formaron y nos enseñaron a ser profesionales con aspiraciones cada día más elevadas, y a mis amigos del instituto y compañeros de curso.

**Juan J.C.M.
Vidal C.A.**

CONTENIDO

CAPITULO I.....	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 INTRODUCCIÓN	1
1.3 DIAGNÓSTICO.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
a) Planteamiento del problema o asunto investigativo	4
b) Formulación del problema	5
1.6 OBJETIVOS.....	5
a) OBJETIVO GENERAL	5
b) OBJETIVO ESPECÍFICO.....	5
1.7 ALCANCE	6
a) ALCANCE TEMPORAL.....	6
b) ALCANCE ESPACIAL.....	6
1.8 MATERIALES METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	6
a) UBICACIÓN GEOGRAFICA	6
b) MATERIALES	7
c) METODOS.....	9
d) TECNICAS.....	10
CAPITULO II.....	11
MARCO TEORICO	11
2.1 SISTEMA.....	11
2.2 SISTEMA INTELIGENTE.....	11
2.3 AUTOMATIZACIÓN Y PROCESOS	13

2.4 PLATAFORMA ARDUINO	14
2.5. TIPOS DE ARDUINO	16
2.6 PARTES DEL AUTOMATIZACION.....	20
2.6 ANDROID	26
2.7 GESTIÓN DE RIEGO	27
CAPITULO III.....	29
PROPUESTA DE INNOVACIÓN.....	29
3.1 TITULO DE LA PROPUESTA.....	29
3.2 LOCALIZACIÓN.....	29
3.3 PROPOSITO DE LA PROPUESTA.....	31
3.4 FASES DEL PROYECTO	31
3.4.1 PRIMERA FASE: Diseño y Programación del Sistema de Automatización	31
3.4.2 SEGUNDA FASE: Implementación del Sistema de automatización Arduino en el cultivo de Lechuga bajo sistema de micro túnel	38
3.4.3 Elementos del Sistema de Automatización Arduino en el cultivo de lechuga.....	40
3.4.5 Tercera Fase: Determinación de alcances y limitaciones del sistema de automatización Arduino	48
3.5 RESULTADOS E INTERPRETACION DE DATOS	49
3.5.1 Escenario 1: El sensor de humedad actúa sobre el suelo en tierra mojada	50
3.5.2. Escenario 2: El sensor de humedad actúa en tierra seca	51
3.5.3. Escenario 3: El sensor de humedad en tierra medio mojada	52
3.5.4 Control de una aplicación Arduino a través de un enlace Android.	53
3.5.5 Sistema automatizado Arduino para Riego en el cultivo de la Lechuga	54

3.6 IMPACTO TECNOLÓGICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO	57
3.6 PRESUPUESTOS.....	57
CAPÍTULO IV.....	59
4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
4.1.1 CONCLUSIONES	59
4.1.2 RECOMENDACIONES	60
4.2 BIBLIOGRAFIA	61
4.3 ANEXOS.....	63

INDICE DE FIGURA

Figura 1 ARDUINO DUEMILANOVE.....	17
Figura 2 ARDUINO MEGA	17
Figura 3 ARDUINO NANO	18
Figura 4 ARDUINO PRO.....	19
Figura 5 ARDUINO 1	19
Figura 6 Reelay.....	21
Figura 7 Protoboard	21
Figura 8 Sensor de Humedad	22
Figura 9 Electrovalvula.....	23
Figura 10 Pantalla LCD.....	24
Figura 11 Swich	24
Figura 12 Adaptor de Bluetooth	25

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 1 FUENTE DEL ARDUINO.....	31
IMAGEN N° 2 CONFIGURACION DE DATOS.....	32
IMAGEN N° 3 TRASPASO DE DATOS	32
IMAGEN N° 4 CONFIGURACION DEL SOFTWARE	33
IMAGEN N° 5 PANTALLA LCD.....	34
IMAGEN N° 6 CONEXION DE PANTALLA	34
IMAGEN N° 7 CODIGO DEL SENSOR DE HUMEDAD	35
IMAGEN N° 8 SENSOR DE HUMEDAD	35
IMAGEN N° 9 RANGOS DEL SENSOR DE HUMEDAD	36
IMAGEN N° 10 DISEÑO DEL AREA.....	38
IMAGEN N° 11 HABILITACION DE LOS MICROTUNES.....	38
IMAGEN N° 12 CONSTRUCCIÓN DE LOS MICRO TUNELES	39
IMAGEN N° 13 VISTA DE PERFIL DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO.....	39
IMAGEN N° 14 SISTEMA DE AUTOMATIZACION.....	40
IMAGEN N° 15 CAJA DE CONTROL.....	40
IMAGEN N° 16 CONEXION AL PROTOBOARD.....	41
IMAGEN N° 17 CONECTORES AL PROTOBOARD	41
IMAGEN N° 18 REELAY	42
IMAGEN N° 19 CONEXIÓN AL REELAY	42
IMAGEN N° 20 CONEXION FINAL.....	43
IMAGEN N° 21 CONEXION DEL BLUETOOTH.....	43
IMAGEN N° 22 REELAY	44
IMAGEN N° 23 PROTOBOARD.....	44
IMAGEN N° 24 INSTALACION DEL LCD	45
IMAGEN N° 25 CONEXION DEL SUICH	45
IMAGEN N° 26 INSTALACION DE LA ELECTROVALVULA.....	46
IMAGEN N° 27 PRUEVA DE LA ELECTROVALVULA.....	46
IMAGEN N° 28 SISTEMA AUTOMATIZADO ARDUINO	47
IMAGEN N° 29 PLANTADO DE LOS PLANTINES DE LECHUGA	48

IMAGEN N° 30 DISTANCIA ENTRE PLANTINES	49
IMAGEN N° 31 Valores Obtenidos en la Pantalla LCD	51
IMAGEN N° 32 TIERRA SECA	52
IMAGEN N° 33 Sensor de Humedad	54
IMAGEN N° 34 Caja de Control	55
IMAGEN N° 35 Caja de Control Abierta	55
IMAGEN N° 36 Cosecha de Lechugas.....	56
IMAGEN N° 37 Resultados del Proyecto.....	56
IMAGEN N° 38 Visita de Profesores	63
IMAGEN N° 39 Visita de Estudiantes.....	63
IMAGEN N° 40 Exposición en la Plaza de Comanche	64
IMAGEN N° 41 Visita de la Escuela Santa Rosa.....	64
IMAGEN N° 42 Demostración y Explicación de los Micro túneles	65
IMAGEN N° 43 Feria Institucional	65
IMAGEN N° 44 Explicación a la Comunidad de Comanche	66

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 VALORES OBTENIDOS EN EL ESCENARIO	50
TABLA 2: VALORES OBTENIDOS EN EL ESCENARIO 2	51
Tabla 3: VALORES OBTENIDOS EN EL ESCENARIO 3	52
Tabla 4: DISTANCIA DE BLUETOOTH.....	53
Tabla 5: DISTANCIA DE BLUETOOTH 2.....	53
Tabla 6: PRESUPUESTOS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO ARDUINO	57
Tabla 7: PRESUPUESTO DE SISTEMA DE RIEGO.....	58

CAPITULO I

1.1 TEMA

SISTEMA INTELIGENTE “ARDUINO-ANDROID” PARA LA GESTIÓN DE RIEGO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR “MIRIKIRI” DEL MUNICIPIO DE COMANCHE - PROV. PACAJES.

1.2 INTRODUCCIÓN

Según (Esquivel, 2013) El agua es el principal recurso necesario para prolongar la vida de las plantas, por lo que cuidarlo se hace indispensable, ya que este elemento al pasar el tiempo se hace más escaso y contaminado. En las plantas el consumo de agua no es constante, este varía en función a sus fases fenológicas, también influenciado por la evapotranspiración que es la *“Pérdida de agua bajo forma de vapor desde un suelo con cubierta vegetal a través de la evaporación y de la transpiración durante un intervalo de tiempo determinado”* y la altitud a la que se encuentran los cultivos.

También dice el mismo autor que, sin embargo, es posible encontrar el requerimiento de agua en los cultivos mediante el cálculo de necesidades de agua. Una mayor precisión permitirá menos consumo de agua y mayor eficiencia de riego, en la producción de alimentos y contrarrestar los efectos negativos del riego excesivo en las plantas y el desperdicio del elemento agua.

Para evitar dichos problemas se da con la necesidad de diseñar un sistema automatizado de riego tecnificado utilizando un sistema de balance de humedad con tecnología Arduino, que es una plataforma de prototipos de electrónica de código abierto (open- source) basada en hardware y software flexibles, diseñado para crear entornos interactivos mediante la recepción de entradas a través de sensores.

El software se puede descargar gratuitamente y se las puede adaptar a diferentes necesidades razón por la cual todos lo podemos usar. La diferencia y ventaja con otro micro-controlador y plataformas semejantes, es que es barato, se pueden ejecutar en diferentes sistemas operativos y el entorno de programación es simple y claro, es de código abierto y hardware extensible.

Con esta plataforma combinada con aplicación Android “bluetooth” creamos un instrumento que nos ayuda a optimizar el agua de riego y maximizar su eficiencia. Este proyecto será implementado en micro-túneles, para la producción de hortalizas del Instituto Tecnológico Superior “Mirikiri” y también adaptando esta tecnología para lograr una buena administración del agua.

1.3 DIAGNÓSTICO

La escasez de alimentos como resultado del crecimiento acelerado de la población, es cada día más crítica, especialmente en el Altiplano boliviano, la agricultura en esta zona se desarrolla bajo condiciones climáticas adversas como granizadas, sequía, heladas, temperaturas extremas mínimas en épocas de invierno y la baja fertilidad de suelos que limitan la producción de los cultivos.

En toda la Provincia Pacajes no se encuentran centros de producción de hortalizas mucho menos en la Comunidad de Comanche, por lo tanto, los pobladores no tienen acceso a una dieta alimenticia variada afectando a su nutrición especialmente a los niños en edad escolar. La población en un mayor porcentaje se dedica a la explotación de las canteras de piedra, al comercio y ganadería en pequeña escala.

Esa es la realidad de la Comunidad de Comanche además de suelos salinos y arcillosos hace que la zona de estudio no tenga la cualidad de productora de hortalizas afectando a la seguridad alimentaria de la zona, ya que estos productos necesariamente se las debe de traer desde la ciudad de La Paz.

El sistema de cultivos es de forma extensiva y a secano, en algunos sectores se realiza riego convencional en el cual se utiliza el agua de forma indiscriminada sin ningún control. En la zona al no existir centros de producción dedicados a los cultivos intensivos, tampoco se realiza "riego tecnificado" como aspersión y localizado, que puede lograr eficiencias mayores en la aplicación de agua a los cultivos, no hay cultura de hacer "uso eficiente del agua".

Se prejuzga que estos métodos de riego son caros, y mucho menos la implementación de sistemas de control y administración del riego automático de acuerdo a las necesidades particulares por cultivo y a sus requerimientos por ciclo vegetativo.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Ya que los métodos utilizados por los pobladores del municipio de Comanche en la producción agrícola son los métodos convencionales, y debido a ello el problema frecuente actualmente trae consigo un mal uso del recurso hídrico (agua), y también acarrea mayor tiempo de trabajo de los agricultores a cargo, el cual produce pérdidas en la producción final.

El proyecto busca implementar un sistema de producción intensiva de hortalizas en ambientes protegidos y sistemas de riego controlados automáticamente, técnica novedosa y económica que permite controlar la utilización del recurso hídrico con la ayuda de sensores y la electroválvula de la tecnología Arduino y Android.

El proyecto tiene como utilidad mejorar la gestión del agua y con el sistema de riego utilizando diferentes métodos y recursos como el hardware y software diseñados para una correcta funcionalidad.

Este tipo de sistema automatizado en cultivos protegidos en la región de Comanche, con la implementación de la tecnología Arduino - Android en riego tecnificado es de

un costo bajo y económico ya que con el método Arduino - Android más los sensores de humedad y las electroválvulas se puede controlar el desperdicio de agua optimizándolo y al mismo tiempo mejorar el sistema de riego.

1.5 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La población de Comanche no tiene fácil acceso a la variabilidad en su dieta alimentaria, por depender de mercados externos, ya que la producción solo se circunscribe a cultivos andinos, como la papa, quinua y en algunos sectores cañahua, pero no existen cultivos de hortalizas.

La población no acostumbra utilizar riego tecnificado por lo que no hay un buen control de riego y mucho menos la utilización de sistemas de riego automático por sus altos costos y difíciles accesos a las áreas de producción.

Aparte de las condiciones climáticas, también el suelo no se presta para la producción intensiva de hortalizas, ya que presenta una textura arcillosa y concentraciones de sales importantes, esto hace que sean afectados el desarrollo de las raíces por la textura arcillosa repercutiendo en la productividad.

a) Planteamiento del problema o asunto investigativo

El agua es un recurso fundamental y de suma utilidad para las actividades agropecuarias, no obstante, se requiere de un aprovechamiento óptimo, considerando sus escasas en algunas zonas del país.

Actualmente con la introducción de diversas tecnologías y mediante la creación de prototipos, los sistemas de riego posibilitan el uso efectivo del vital líquido, no solo para consumo, sino también para asegurar la producción de calidad tanto a nivel de pequeños como grandes productores.

Siendo el principal problema no poseer un sistema de riego seguro y eficaz, que mejore la utilización del recurso hídrico; ahorrando además costos en personal que se dediquen al riego de las plantaciones.

En la actualidad la sistematización de los procesos es una necesidad, convirtiéndose en una herramienta indispensable, por lo que sistematizar el sistema de riego es dar solución a los problemas que se suscita, tales como el desperdicio del líquido vital porque este no cuenta con un control adecuado del agua y el exceso de esta en el suelo provoca la pérdida del cultivo, por ello la necesidad de implementar un sistema de riego automatizado que brinde una solución, dinámica, confiable y eficiente, con el fin de optimizar la productividad en las cosechas conociendo los requerimientos de riego necesarios para satisfacer la demanda de los cultivos en época de lluvias o en época seca, cuando la producción agrícola depende completamente del agua de riego.

b) Formulación del problema

La población no acostumbra utilizar riego tecnificado por lo que no hay un buen control de riego y mucho menos la utilización de sistemas de riego automático por sus altos costos y difíciles accesos a las áreas de producción.

1.6 OBJETIVOS

a) OBJETIVO GENERAL

- ✓ Construir un Sistema Inteligente “ARDUINO-ANDROID” para la Gestión de Riego en el Instituto Tecnológico Superior “Mirikiri”

b) OBJETIVO ESPECÍFICO

- ✓ Diseñar e implementar un sistema automatizado de riego tecnificado basado en sensores de humedad para un eficiente uso de agua

- ✓ Realizar el control de una aplicación Arduino a través de un enlace Android.

- ✓ Determinar alcances y limitaciones de la red implementada.

1.7 ALCANCE

a) ALCANCE TEMPORAL

El proyecto se efectuará en un periodo de 4 meses, desde el inicio de la redacción del perfil del proyecto hasta la defensa del mismo, pasando por la evaluación de resultados, alcances y limitaciones de la red implementada.

b) ALCANCE ESPACIAL

Este proyecto se realizará en la región de “Comanche Centro” en los predios del Instituto Tecnológico Superior Mirikiri. Tendrá un alcance espacial a todo el Municipio y parte de la provincia de Pacajes ya que sus resultados se las podrán extrapolar a esa región por tener condiciones de clima y suelos parecidos.

1.8 MATERIALES METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

a) UBICACIÓN GEOGRAFICA

El Instituto Tecnológico Superior Mirikiri se encuentra ubicado en el departamento de La Paz provincia Pacajes municipio de Comanche que está situada a 70 km de la ciudad de la paz km 0, está limitado al norte con la ciudad de Viacha que pertenece a la provincia Ingavi, y al oeste está el municipio de Caquiaviri, y al este con el municipio de Collana y Colquencha.

Macro Localización

- Comanche pertenece al departamento de La Paz y se encuentra ubicado el noroeste de la provincia Pacajes y al sudoeste de la ciudad de La Paz y su ruta de acceso a Comanche es a través de la carretera troncal, La Paz – Charaña
- Municipio: Comanche
- Localidad: Comanche Centro

- Coordenadas

- El municipio de Comanche se encuentra situado entre las coordenadas 16°45'49"
- De latitud sur, y 68°2'27"

b) MATERIALES

➤ MATERIALES PARA EL SISTEMA AUTOMATIZADO

- El Arduino
- Relay
- Protoboard
- Sensor de humedad
- Electroválvula
- Pantalla LCD
- Suich
- Caja de control
- Cables macho y hembra
- Adaptador de bluetooth
- Energía

➤ **MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PLATAFORMA DE ELEVACIÓN**

- Teflón
- Pintura Anticorrosiva
- Lija para fierro
- Cepillo de acero
- Brocha
- Estacas de fierro
- Lienzo
- Nylon
- Tubos para arco
- Ligas de goma
- Ganchos de fierro
- Tarraja
- Llave Estilson
- Maderas
- Clavos
- Martillo
- Flexómetro
- Cierra
- Serrucho
- Vigas de Madera

➤ **MATERIALES SISTEMA DE RIEGO**

- Cinta de riego
- Manguera
- Filtro
- Tanque o turril
- Tubos

- Codos y T
- Llave de paso
- Acoples
- Unión universal

➤ **MATERIAL DE CULTIVOS**

- Plantines de Lechuga

➤ **SUSTRATO**

- Tierra de lugar
- Carbono
- Abono de oveja
- Arena

c) METODOS

Los métodos que se utilizaran son los métodos descriptivos y el método de experimentación.

- **METODO DESCRIPTIVO**

Es uno de los métodos cuantitativos que se utilizan en las investigaciones que tienen el objeto de evaluar algunas características de una población o situación particular.

En la investigación descriptiva tal como lo indica su nombre el objetivo es describir el estado y el comportamiento de una serie de variables.

d) TECNICAS

Las técnicas son múltiples y variables que se utilizan para poder recoger información, esta se recolectará mediante muestreos al azar para evaluar los alcances y limitaciones del proyecto.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 SISTEMA

Según **(Porto, 2011)** Un sistema conceptual o ideal es un conjunto organizado de definiciones, símbolos y otros instrumentos del pensamiento (como las matemáticas, la notación musical y la lógica formal).

También dice que un sistema real, en cambio, es una entidad material formada por componentes organizados que interactúan de forma en que las propiedades del conjunto no pueden deducirse por completo de las propiedades de la parte (denominadas propiedades emergentes).

(Benbibre, 2011) Nos dice que los sistemas reales comprenden intercambios de energía, información o materia con su entorno. Las células y la biosfera son ejemplos de sistemas naturales. Existen tres tipos de sistemas reales: abiertos (recibe flujos de su ambiente, adaptando su comportamiento de acuerdo a esto), cerrados (sólo intercambia energía con su entorno) y aislados (no realiza ningún tipo de intercambio con su entorno).

También el mismo autor menciona la noción de sistema informático, muy común en las sociedades modernas. Este tipo de sistemas denominan al conjunto de hardware, software y soporte humano que forman parte de una empresa u organización. Incluyen ordenadores con los programas necesarios para procesar datos y las personas encargadas de su manejo.

2.2 SISTEMA INTELIGENTE

(Holmquist, 2016). Indica que podemos definir un sistema inteligente como un programa de computación que cuenta con características y comportamientos similares a los de la inteligencia humana o animal, es decir, que cuenta con la

capacidad de decidir por sí mismo qué acciones realizará para alcanzar sus objetivos basándose en sus percepciones, conocimientos y experiencias acumuladas.

Para hablar de sistema inteligente debe existir un entorno con el cual el sistema interactúe y, además, el sistema inteligente debe incluir “sentidos” que le permitan recibir comunicaciones de dicho entorno y así transmitir información.

Según **(Cruz, 2014)** El sistema actúa continuamente y cuenta con una memoria para archivar el resultado de sus acciones. Tiene un objetivo y, para alcanzarlo, debe seleccionar la respuesta adecuada. Además, a través de su memoria, durante su existencia, aprende de su experiencia, logrando mejorar tanto su rendimiento como su eficiencia. Por último, consume energía, la cual utiliza para sus procesos internos y para actuar.

También menciona que las capacidades requeridas para hablar de sistema inteligente completo son:

- Inteligencia: Es el nivel del sistema para lograr sus objetivos.
- Sistematización: Un sistema es parte del universo, con una extensión limitada en espacio y tiempo. Las partes del sistema tienen más correlación con otras partes del mismo sistema que con partes fuera del sistema.
- Capacidad sensorial: Un sentido es la parte del sistema que puede recibir comunicaciones del entorno en el que se encuentra y, por tanto, es necesario para que el sistema inteligente pueda recibir información, conocer su entorno e interactuar.
- Objetivo: Es la finalidad de una acción, es decir, un estado que el sistema inteligente quiere alcanzar. Pueden aparecer distintos niveles de objetivos, pudiendo haber un objetivo principal y varios sub objetivos.
- Conceptualización: Un concepto es una idea o representación mental del pensamiento, que además sirve como almacenamiento físico de información. Todos los conceptos de la memoria forman una red interrelacionada.

– Memoria: Es el elemento básico de almacenamiento de la información, es decir, de conceptos y reglas de actuación. De la memoria forma parte la experiencia del sistema.

– Reglas de actuación: Son el resultado de una experiencia o de la interpretación de la propia memoria, y se basan en la relación entre situación y consecuencias de acción.

– Aprendizaje: Es la capacidad más importante de un sistema inteligente. El sistema es capaz de aprender conceptos a partir de la información recibida del entorno a través de los sentidos.

2.3 AUTOMATIZACIÓN Y PROCESOS

2.3.1 AUTOMATIZACION

(Toapanta, 2012) Indica que la Real Academia de las Ciencias Físicas y exactas define que la automatización es el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. Esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales.

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto.

2.3.2 PROCESO

Por procesos según **(Granollers, 2011)** se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera de una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto.

También indica que los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch. Los procesos continuos se caracterizan por la

salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad..

2.4 PLATAFORMA ARDUINO

2.4.1. SOFTWARE

(Diaz, 2012) Define al Software o soporte lógico de un computador es el conjunto de programas asociados a un computador o a un equipo tecnológico que brinde funciones específicas estos pueden ser de muchos tipos de programación, de control de tratamiento, entre otros..

2.4.2 ARDUINO

Según **(Jecrespom, 2013)** El Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo (SOFTWARE), diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios, Arduino es una plataforma abierta que facilita la programación de un micro controlador..

2.4.3 LENGUAJE ARDUINO (SDK)

(Pomares, 2013) Indica que, el entorno del lenguaje de programación de Arduino, es fácil de usar para principiantes y lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados. Pensando en los profesores, Arduino está basado en el entorno de programación de Processing con lo que el estudiante que aprenda a programar en este entorno se sentirá familiarizado con el entorno de desarrollo Arduino..

2.4.4 RESEÑA HISTORICA

Según **(Brian, 2013)** dijo que el Arduino fue inventado en el año 2005 por el entonces estudiante del instituto IVRAE Massimo Banzì, quien, en un principio, pensaba en hacer Arduino por una necesidad de aprendizaje para los estudiantes de computación y electrónica del mismo instituto, ya que en ese entonces, adquirir una

placa de micro controladores eran bastante caro y no ofrecían el soporte adecuado; no obstante, nunca se imaginó que esta herramienta se llegaría a convertir en años más adelante en el líder mundial de tecnologías DIY (Do It Yourself).

Inicialmente fue un proyecto creado no solo para economizar la creación de proyectos escolares dentro del instituto, sino que, además, Banzi tenía la intención de ayudar a su escuela a evitar la quiebra de la misma con las ganancias que produciría vendiendo sus placas dentro del campus a un precio accesible (1 euro por unidad).

El primer prototipo de Arduino fue fabricado en el instituto IVRAE. Inicialmente estaba basado en una simple placa de circuitos eléctricos, donde estaban conectados un micro controlador simple junto con resistencias de voltaje, además de que únicamente podían conectarse sensores simples como leds u otras resistencias, y es más, aún no contaba con el soporte de algún lenguaje de programación para manipularla.

Años más tarde, se integró al equipo de Arduino Hernando Barragán, un estudiante de la Universidad de Colombia que se encontraba haciendo su tesis, y tras enterarse de este proyecto, contribuyó al desarrollo de un entorno para la programación del procesador de esta placa: Wiring, en colaboración con David Mellis, otro integrante del mismo instituto que Banzi, quien más adelante, mejoraría la interfaz de software.

Tiempo después, se integró al "Team Arduino" el estudiante español David Cuartielles, experto en circuitos y computadoras, quien ayudó Banzi a mejorar la interfaz de hardware de esta placa, agregando los micro controladores necesarios para brindar soporte y memoria al lenguaje de programación para manipular esta plataforma.

Más tarde, Tom Igoe, un estudiante de Estados Unidos que se encontraba haciendo su tesis, escuchó que se estaba trabajando en una plataforma de open-source basada en una placa de micro controlador pre ensamblada. Después se interesó en el proyecto y fue a visitar las instalaciones del Instituto IVRAE para averiguar en que estaban trabajando.

Tras regresar a su país natal, recibió un e-mail donde el mismo Massimo Banzi invitó a Igoe a participar con su equipo para ayudar a mejorar Arduino. Aceptó la invitación y ayudó a mejorar la placa haciéndola más potente, agregando puertos USB para poder conectarla a un ordenador. Además, él le sugirió a Banzi la distribución de este proyecto a nivel mundial.

Cuando creyeron que la placa estaba al fin lista, comenzaron su distribución de manera gratuita dentro de las facultades de electrónica, computación y diseño del mismo instituto. Para poder promocionar el proyecto Arduino dentro del campus, tuvieron que consultar con un publicista que más parte pasaría a formar parte del equipo Arduino: Gianluca Martino, quien la distribuyó dentro del instituto y promocionándola a algunos conocidos y amigos suyos. Al ver su gran aceptación por parte de los alumnos y maestros y tomando en cuenta el consejo de Igoe, pensaron en su distribución nivel mundial, para lo cual contactaron a un amigo y socio de Banzi, Natán Sadle, quien se ofreció a producir en masa las placas tras interesarse en el proyecto.

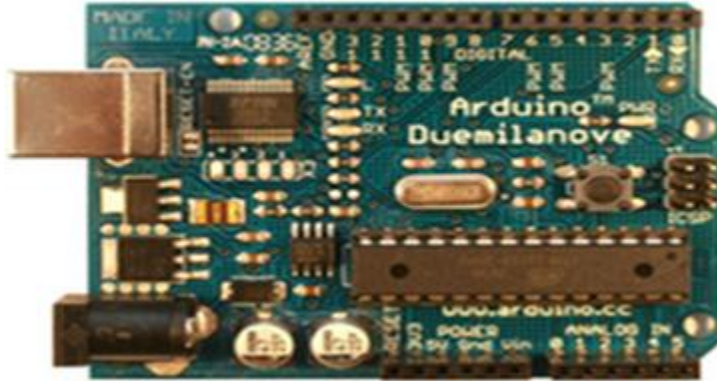
2.5. TIPOS DE ARDUINO

Según **(David, 2013)** el Arduino cuenta con varios prototipos y modelos de placas a elegir, dependiendo de qué tan grande es uso que le demos a esta. Cada una con características particulares y diferentes que las diferencian de las demás..

✓ DUEMILANOVE

El Arduino Duemilanove ("2009") es una placa con microcontrolador basada en el ATmega168 (datasheet) o el ATmega328 (datasheet). Tiene 14 pines con entradas/salidas digitales (6 de las cuales pueden ser usadas como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal oscilador a 16Mhz, conexión USB, entrada de alimentación, una cabecera ISCP, y un botón de reset.

Figura 1 ARDUINO DUEMILANOVE



FUENTE: Evans, y Brian en el año 2013

El Arduino Duemilanove puede ser alimentado vía la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. El origen de la alimentación se selecciona automáticamente. Las fuentes de alimentación externas (no-USB) pueden ser tanto un transformador o una batería. La placa puede trabajar con una alimentación externa de entre 6 a 20 voltios.

✓ **ARDUINO MEGA**

El Arduino Mega es una placa microcontrolador basada ATmeg1280 (datasheet). 16 entradas digitales, 4 UARTS (puertos serie por hardware), un cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset.

Figura 2 ARDUINO MEGA



FUENTE: Evans, y Brian en el año 2013

✓ ARDUINO NANO

El Arduino Nano es una pequeña y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.0) o ATmega168 (Arduino Nano 2.x) que se usa conectándola a una Protoboard. Tiene más o menos la misma funcionalidad que el Arduino Duemilanove, pero con una presentación diferente. No posee conector para alimentación externa, y funciona con un cable USB Mini-B en vez del cable estándar. El nano fue diseñado y está siendo producido por Gravitech.

Figura 3 ARDUINO NANO



FUENTE: Evans, y Brian en el año 2013

✓ ARDUINO PRO

La Arduino Pro es una placa con un microcontrolador ATmega168 (datasheet) o en el ATmega328 (datasheet). La Pro viene en versiones de 3.3v / 8 MHz y 5v / 16 MHz. Tiene 14 E/S digitales (6 de las cuales se pueden utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador interno, botón de reseteo y agujeros para el montaje de tiras de pines.

La Arduino Pro está destinada a instalaciones semi-permanentes en objetos o demostraciones. La placa viene sin conectores montados, permitiendo el uso de varios tipos de conectores o soldado directo de cables según las necesidades de cada proyecto en particular.

Figura 4 ARDUINO PRO



FUENTE: Evans, y Brian en el año 2013

✓ **ARDUINO 1**

Según (Ojeda, 2017) El Arduino Uno utiliza el ATmega16U2 para el manejo de USB en lugar del 8U2 (o del FTDI encontrado en generaciones previas. Esto permite ratios de transferencia más rápidos y más memoria. No se necesitan drivers para Linux o Mac (el archivo inf para Windows es necesario y está incluido en el IDE de Arduino).

La tarjeta Arduino Uno es el IOREF, que permite a los shields adaptarse al voltaje brindado por la tarjeta. El otro pin no se encuentra conectado y está reservado para propósitos futuros. La tarjeta trabaja con todos los shields existentes y podrá adaptarse con los nuevos shields utilizando esos pines adicionales.

Figura 5 ARDUINO 1



FUENTE: Luis Thayer Ojeda 2017

CARACTERÍSTICAS

- Micro controlador atmega328.
- Voltaje de entrada 7-12v.
- 14 pines digitales de i/o (6 salidas pwm).
- 6 entradas análogas.
- 32k de memoria flash.
- Reloj de 16mhz de velocidad.

(Ojeda, 2017) También indica que, el Arduino es una plataforma computacional física open-source basada en una simple tarjeta de I/O y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. El Arduino Uno puede ser utilizado para desarrollar objetos interactivos o puede ser conectado a software de tu computadora (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP). El IDE open-source puede ser descargado gratuitamente (actualmente para Mac OS X, Windows y Linux).

Esta plataforma requiere la carpeta de drivers Arduino 1.0 para poder instalarlo de forma apropiada en algunos computadores. Hemos testado y confirmado que el Arduino Uno puede ser programado en versiones anteriores del IDE. Sin embargo, la primera vez que uses el Arduino en una nueva computadora deberás tener el Arduino 1.0 instalado en la máquina.

2.6 PARTES DEL AUTOMATIZACION

2.6.1 REELAY

(Rambal, 2014) Indica que esta placa puede ser controlada directamente desde cualquier controlador Home-SX, Arduino, PIC, ARM, etc., usando TTL. Solo se requiere que el micro controlador proporcione 5 Voltios y 20 mA por cada uno de los dos pines y fácilmente estará comandando artefactos eléctricos de hasta 10 Amperes y 220 voltios en corriente alterna o artefactos de 10 Amperes y 30 Voltios en corriente continua. Hemos verificado la calidad de este componente de nuestro proveedor de Ucrania junto a nuestros clientes y no ha presentado fallas. El único inconveniente que encontramos fue la falta de imágenes de conexión, pero este inconveniente se solucionó al contactarnos con el fabricante..

Figura 6 Reelay

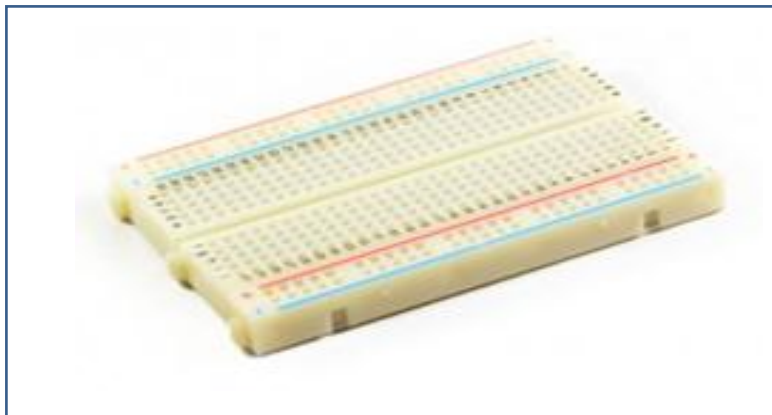


Fuente: Rambal 2014

2.6.2 PROTOBOARD

(Giovani, 2010) nos dice que: El Protoboard es una herramienta indispensable para aquellos que empiezan a experimentar con los circuitos eléctricos, permite armar de una forma fácil y rápida cualquier tipo de circuitos, existen de diferentes tamaños obviamente de diferentes precios todos los que nos encontramos armando proyectos en la actualidad o lo hemos hecho en un pasado sin duda alguna hemos usado un Protoboard, nos permite depurar cualquier circuito antes de diseñar y construir la placa del circuito final..

Figura 7 Protoboard



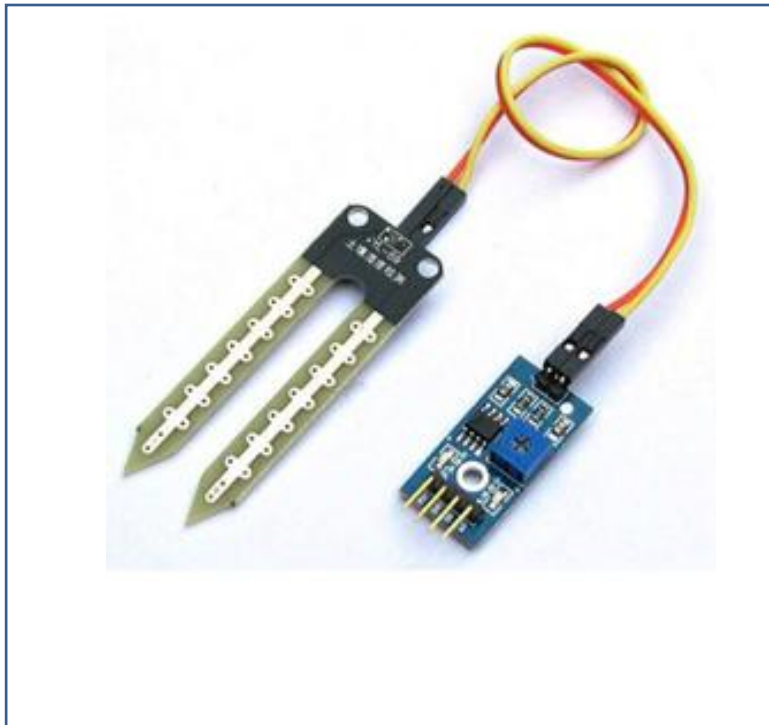
Fuente: Giovani 2010

2.6.3 SENSOR DE HUMEDAD

(Mendoza, 2016). Indica que el Sensor de Humedad puede leer la cantidad de humedad presente en el suelo que lo rodea. Es un sensor de baja tecnología, pero es ideal para el seguimiento de un jardín urbano, huerto o el nivel de agua de su planta de casa. Esta es una buena herramienta para tener controlado el jardín.

Este sensor utiliza las dos sondas para pasar corriente a través del suelo, y luego se lee la resistencia para conseguir el nivel de humedad. Más agua hace que el suelo conduzca más fácilmente la electricidad (menos resistencia), mientras que el suelo seco conduce la electricidad peor (mayor resistencia).

Figura 8 Sensor de Humedad



Fuente: Mendoza 2016

2.6.4 ELECTROVÁLVULA

(Alegre, 2014) Habla que una electroválvula es una válvula electrónica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado o todo o nada.

Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos. .

Figura 9 Electrovalvula



Fuente: Alegre 2014

2.6.5 PANTALLA LCD

(Mendoza, 2016). Nos indica que, Si bien muchas aplicaciones donde debemos mostrar información podemos resolverlas con display de 7 segmentos, estos presentan algunas limitaciones importantes, por ejemplo: no muestran caracteres alfanuméricos ni ASCII, y tienen un elevado consumo de corriente (recordemos que estamos encendiendo LEDs).

Los módulos LCD (display de cristal líquido) solucionan estos inconvenientes y tienen algunas ventajas adicionales como la facilidad que con que se pueden conectar a microprocesadores y microcontroladores, sumado a la óptima presentación de la información..

Figura 10 Pantalla LCD



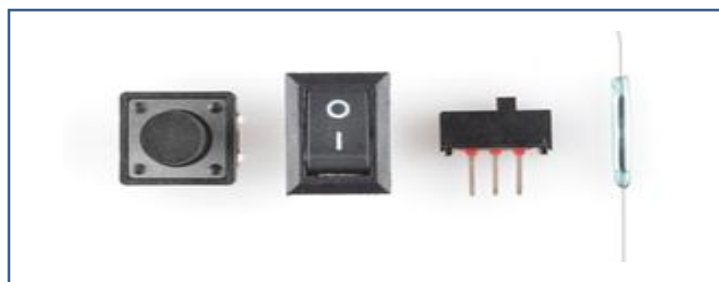
Fuente: Mendoza 2016

2.6.6 SWITCH

(Merino J. P., 2010) Dice que, el switch es un dispositivo de prototipo especial diseñado para resolver problemas de rendimiento en la red, debido a anchos de banda pequeños y embotellamiento.

El switch, puede agregar mayor ancho de banda, acelera la salida de paquetes, reducir tiempo de esperar y bajar el costo por puerto.

Figura 11 Swich



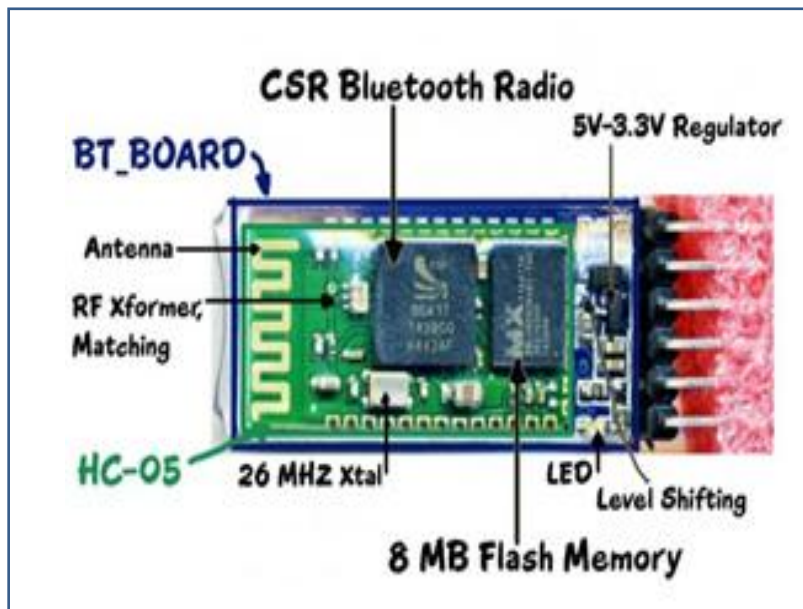
Fuente: Merino J.P. 2010

2.6.7 ADAPTADOR DE BLUETOOTH

(Viacha, 2016) Nos dice que el futuro es inalámbrico, y la tecnología **Bluetooth** es una de las soluciones en el mundo de los aficionados a la electrónica, donde el enlace de datos “*sin vínculo físico*” debe ser robusto, confiable y seguro.

El mismo Autor también indica que, el módulo de bluetooth **HC-05** es el que ofrece una mejor relación de precio y características, ya que es un módulo **Maestro-Eslavo**, quiere decir que además de recibir conexiones desde una PC o Tablet, también es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos bluetooth. Esto nos permite, por ejemplo, conectar dos módulos de bluetooth y formar una conexión punto a punto para transmitir datos entre dos micro controladores o dispositivos. En otro artículo posterior veremos cómo configurar dos módulos HC-05 para que se enlacen entre ellos y podamos transmitir información de un punto a otro.

Figura 12 Adaptor de Bluetooth



Fuente: Ruddy Viacha 2016

2.6 ANDROID

¿Qué es el Android?

(Merino J. P., 2015) Define al Sistema Android es el nombre de un sistema operativo que se emplea en dispositivos móviles, por lo general con pantalla táctil. De este modo, es posible encontrar tabletas (tablets), teléfonos móviles (celulares) y relojes equipados con Android, aunque el software también se usa en automóviles, televisores y otras máquinas.

2.6.1 RESEÑA HISTORICA

Según (Merino J. P., 2015). El Android fue creado por Android Inc., una compañía adquirida por Google en 2005, Android se basa en Linux, un programa libre que, a su vez, está basado en Unix. El objetivo inicial de Android, de este modo, fue promover los estándares abiertos en teléfonos y computadoras (ordenadores) móviles.

Dada la gran cantidad de dispositivos equipados con Android, ya es posible encontrar más de un millón de aplicaciones que utilizan este sistema operativo para su funcionamiento. Android también se destaca por su seguridad, ya que los expertos han detectado pocas vulnerabilidades en su estructura.

Además de todo lo indicado hasta el momento, merece la pena conocer otra serie de datos de interés acerca del sistema operativo Android, entre los que podemos destacar los siguientes:

- Google Play es su catálogo para poder acceder a todo tipo de aplicaciones, tanto gratuitas como de pago.
- Dispone del correspondiente soporte para streaming.
- Puede soportar lo que son video llamadas mediante Hangouts.
- Da la posibilidad de que el terminal pueda ser empleado como punto de acceso, ya sea inalámbrico o alámbrico.

Android puede adaptarse a múltiples resoluciones de pantalla y soporta conexiones WiFi, Bluetooth, LTE, CDMA, GSM/EDGE, HSPA+ y UMTS, entre otras. También permite el envío de mensajes MMS y SMS, cuenta con navegador web, posibilita el desarrollo de streaming y está capacitado para trabajar con archivos MP3, GIF, JPEG, PNG, BMP, WAV, MIDI, MPEG-4 y otros formatos multimedia.

En cuanto a las distintas versiones de Android, cabe mencionar que se denominan con nombres de postres, cuyas iniciales se ordenan alfabéticamente. Así, la primera versión de Android se llamó Apple Pie, la segunda Banana Bread y así sucesivamente. Esto permite reconocer las versiones y determinar cuáles son las más recientes de acuerdo a su letra inicial.

En la actualidad podemos decir que se ha convertido en el sistema operativo para dispositivos móviles más potente, creciente y demandado junto a iOS, que es el que poseen los dispositivos que pertenecen a la compañía Apple. (Merino J. P., 2015).

2.7 GESTIÓN DE RIEGO

(MACA, 2015) Define gestión de riego como el conjunto de decisiones y actividades concomitantes, que se orientan al logro de un desarrollo sustentable, a través de procesos de ordenamiento de riego. Funciones fundamentales de esta gestión son, entre otras:

- a) Fijación de políticas.
- b) Planificación y consecuente programación para lograr los objetivos de las políticas establecidas.
- c) Establecimiento de normas de regulación respecto de este tema.
- d) Puesta en marcha o apoyo a investigaciones específicas específicas y el manejo de recursos naturales.
- e) Realización de inventarios, compilación y procesamiento de información.

- f) Determinación de acciones de conservación, recuperación, aprovechamiento racional, control y vigilancia.
- g) Incorporación de las comunidades en los anteriores procesos.
- h) Establecimiento de una capacidad ejecutiva y el logro de los recursos financieros correspondientes.

CAPITULO III

PROPUESTA DE INNOVACIÓN

3.1 TITULO DE LA PROPUESTA

Sistema Inteligente “Arduino-Android” para la Gestión de Riego en el Instituto Tecnológico Superior “Mirikiri” del Municipio de Comanche-Prov. Pacajes

3.2 LOCALIZACIÓN

En el Instituto Tecnológico Superior Mirikiri que se encuentra ubicado en el departamento de La Paz y que se encuentra ubicado al nor este de la provincia de Pacajes y al sud este de la ciudad de La Paz, y su ruta de acceso a Comanche es a través de la carretera troncal, La Paz-Corocoro.

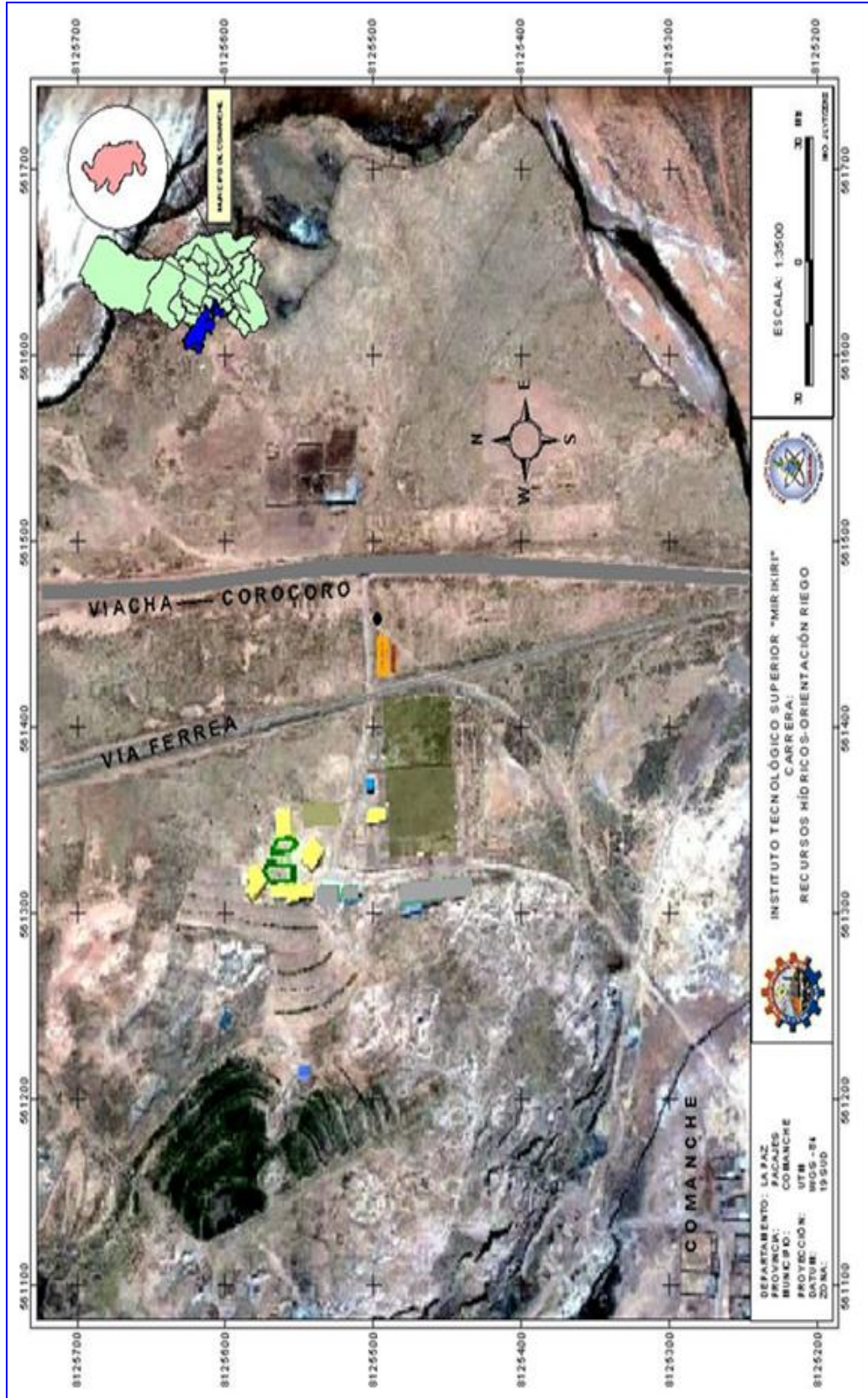
Macro Localización

- Comanche pertenece al departamento de La Paz y se encuentra ubicado el noroeste de la provincia Pacajes y al sudoeste de la ciudad de La Paz y su ruta de acceso a Comanche es a través de la carretera troncal, La Paz – Charaña
- Municipio: Comanche
- Localidad: Comanche Centro

Coordenadas

- El municipio de Comanche se encuentra situado entre las coordenadas $16^{\circ}45'49''$
- De latitud sur, y $68^{\circ}2'27''$

FIG. 13 MAPA DE UBICACIÓN



Fuente: Elaboración propia

3.3 PROPOSITO DE LA PROPUESTA

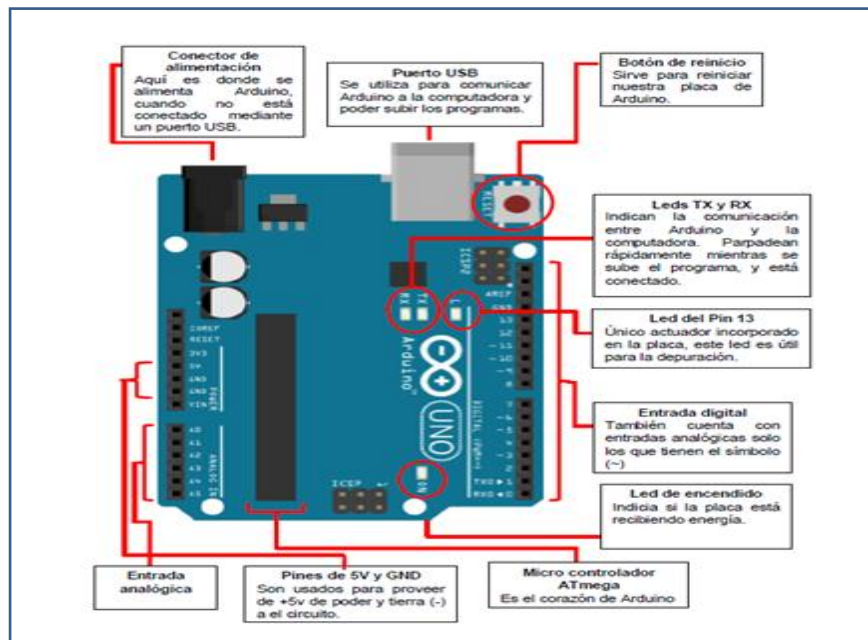
Crear un control automatizado de sistema de riego basado en una placa Arduino mega en el Instituto Tecnológico Superior Mirikiri del Municipio de Comanche, Provincia Pacajes; lugar donde se permitió identificar la problemática y proponer la posible solución.

3.4 FASES DEL PROYECTO

3.4.1 PRIMERA FASE: Diseño y Programación del Sistema de Automatización

Según datos recopilados se instaló el Software Arduino de tipo Uno a la PC, una vez instalado con el lenguaje HTML empezamos a configurar y llenar los datos al programa paso a paso y de forma correlativa.

IMAGEN N° 1 FUENTE DEL ARDUINO



Fuente: Arduino Projects Book

IMAGEN N° 2 CONFIGURACION DE DATOS



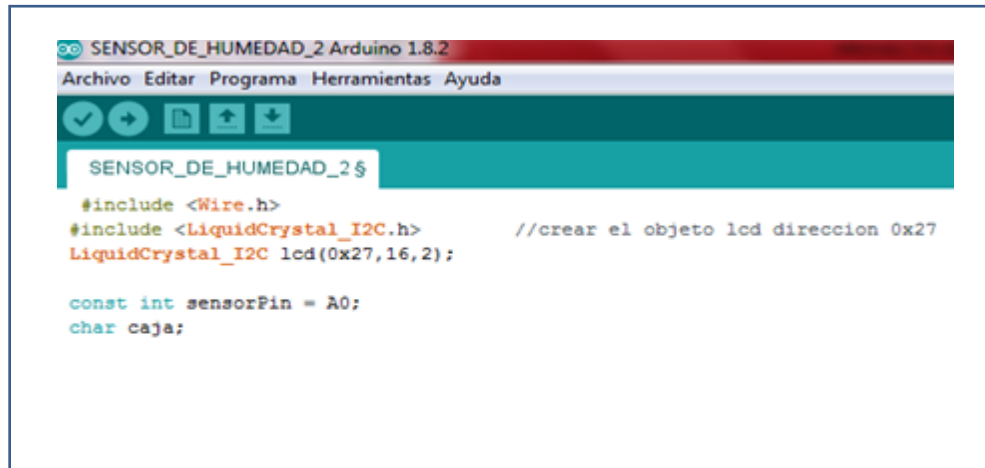
Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 3 TRASPASO DE DATOS



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 4 CONFIGURACION DEL SOFTWARE

The image shows a screenshot of the Arduino IDE software interface. The title bar reads "SENSOR_DE_HUMEDAD_2 Arduino 1.8.2". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". Below the menu bar is a toolbar with icons for a checkmark, a right arrow, a document, an up arrow, and a down arrow. The main text area contains the following code:

```
SENSOR_DE_HUMEDAD_2 $
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //crear el objeto lcd direccion 0x27
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

const int sensorPin = A0;
char caja;
```

Fuente: Elaboración Propia

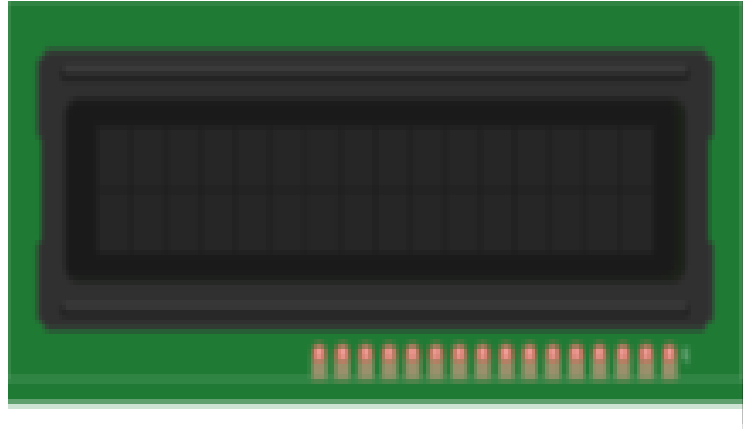
En el Software de configuración del Sistema Arduino se procede a tabular o abrir la ventana de inicio, mediante la opción setup, el cual se invocó una sola vez al comienzo del programa. Dentro de esta configuración se estableció el modo de trabajo de los pines e inicializar la comunicación.

El presente código `#include <Wire.h>` se carga a la aplicación Arduino para que esta reconozca a la pantalla LCD, con el siguiente protocolo `# include <LiquidCrystal_I2C.h>` //crear el objeto LCD dirección 0x27, para continuar la configuración de reconocimiento de la pantalla LCD.

Una pantalla LCD es el dispositivo diseñado para mostrar información en forma gráfica. LCD significa Liquid Crystal Display (Display de cristal líquido). La pantalla LCD que se usó en el proyecto viene unida a una placa de circuito y posee pines de entrada/salida de datos. Mediante el hardware software Arduino se pudo mostrar los datos obtenidos en la prueba experimental del proyecto.

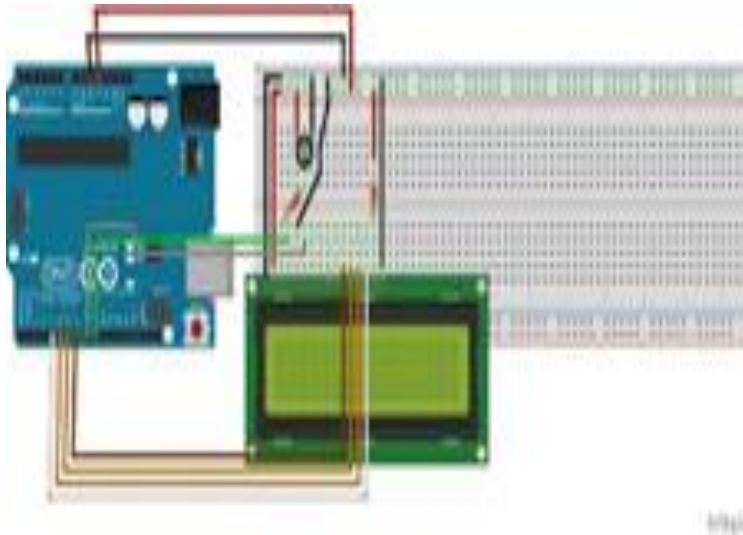
- **Pantalla LCD**, Pantalla alfanumérica, en la cual se muestra datos que reciben los sensores.

IMAGEN N° 5 PANTALLA LCD



Fuente: Ruddy Viacha 2016

IMAGEN N° 6 CONEXION DE PANTALLA



Fuente: Ruddy Viacha 2016

Luego se insertó el protocolo: `const int sensorPin = A0;` para el reconocimiento del sensor de humedad y su posterior calibración de porcentaje de humedad a reconocer.

IMAGEN N° 7 CODIGO DEL SENSOR DE HUMEDAD

```
SENSOR_DE_HUMEDAD_2 Arduino 1.8.2
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

SENSOR_DE_HUMEDAD_2 $

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(7,OUTPUT); // habilitamos salida para rele
  pinMode(9,OUTPUT);
  digitalWrite(7,1);
  digitalWrite(9,1);

  //iniciar el lcd
  lcd.init();

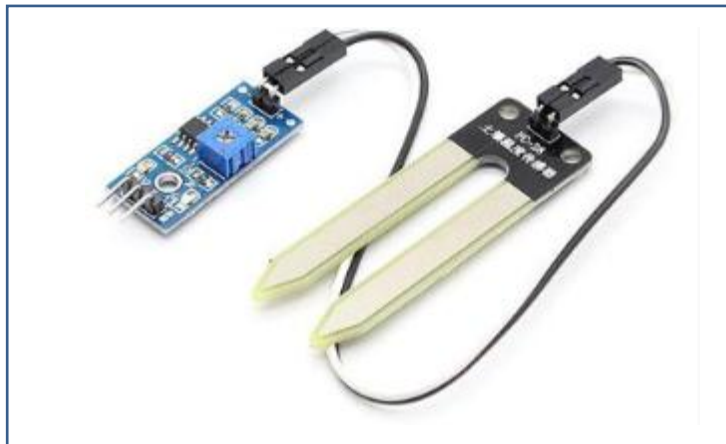
  //encender la luz de fondo
  lcd.backlight();

  //escribir el mensaje en el lcd
  lcd.setCursor(3,0);
  lcd.print("SENSOR DE");
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print("HUMEDAD");
  delay(3000);
  lcd.clear();
}
```

Fuente: Elaboración Propia

- **Sensor de humedad de tierra conectado a ARDUINO**, para medir la humedad de un suelo se necesitó un módulo sensor YL38 y YL 39 los cuales conectado a Arduino y el sensor mencionado al introducirlo en la tierra indicaron en qué estado se encontraba el suelo.

IMAGEN N° 8 SENSOR DE HUMEDAD



Fuente: Ruddy Viacha 2016

De la placa Arduino los Pines a utilizar fueron los numerados como 7 y 9 de los cuales sirvieron para enviar información bits a bits, que son entradas y salidas especiales digitales

Para que reconozca el sensor de Humedad y el Relee o Reelay que es muy importante para nuestro proyecto ya que nos permite controlar el encendido y apagado de cualquier aparato que se conecte a una fuente de alimentación eléctrica externa. El relee hace de interruptor y se activa y desactiva mediante una entrada de datos. Gracias a esto podemos controlar el encendido de nuestro sistema.

Esto se lo realiza introduciendo los siguientes códigos:

IMAGEN N° 9 RANGOS DEL SENSOR DE HUMEDAD

```
SENSOR_DE_HUMEDAD_2 Arduino 1.8.2
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
SENSOR_DE_HUMEDAD_2 $

// UBICAMOS EL CURSOR EN LA PANTALLA
lcd.setCursor(0,0);

// escribimos el numero de
lcd.print("HUMEDAD:");
lcd.setCursor(11,0);
lcd.print(humedad);
lcd.setCursor(14,0);
lcd.print("%");

// condicionamos para mensajes en pantalla
if(humedad<=20)
{
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SUELO MUY SECO");
  digitalWrite(7,0);
}

if(humedad>=20&&humedad<=50)
{
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SUELO SEMI SECO");
}

if(humedad>=50&&humedad<=80)
```

Fuente: Elaboración Propia

Se tomó los siguientes parámetros: Suelo semi mojado, Suelo muy mojado; con los siguientes porcentajes:

- Suelo muy seco: < 20%
- Suelo semi seco: 20 - 50 %
- Suelo semi mojado: 50 – 80 %

En esta parte detallamos sobre el suelo semi seco y también de suelo muy mojado donde en la pantalla se mostrara el porcentaje de la humedad y se termina de anotar todo, para luego revisarlo, y si todo está conforme y anotado bien sin errores, se da el visto bueno y se lo sube al Arduino.

Después de subir al Arduino los datos, cargamos todo y empezamos con las instalaciones de los conectores

3.4.1.1 Instalación del Sistema Android para el control del Automatizado Arduino

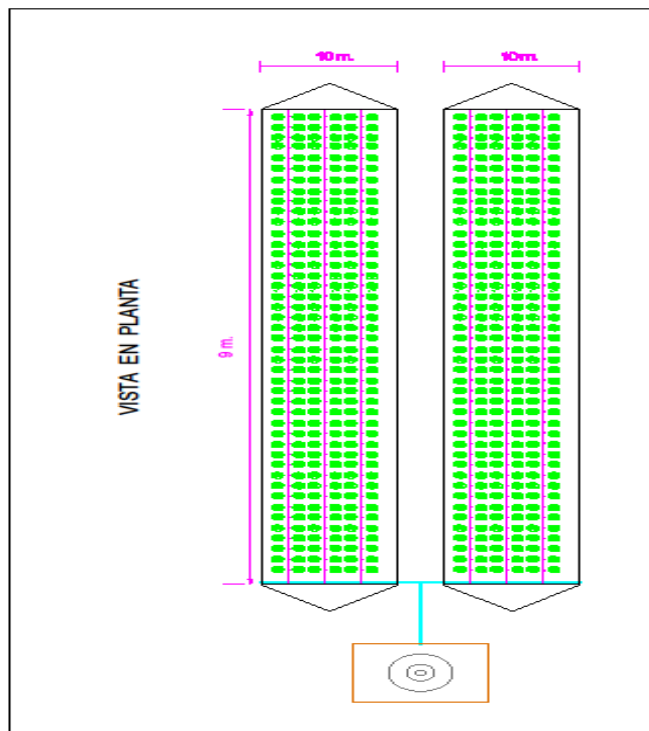
En esta fase también se implementó el enlace Android y su vinculación con la placa Arduino, para ello se conectó el dispositivo HC-05 cuya función principal es la de adaptar la señal Bluetooth al rango de reconocimiento del Sistema Arduino. A continuación descargamos de la red de Internet mediante la tienda de aplicaciones Google Play Store para dispositivos con sistema operativo Android, la aplicación Bluetooth electronics, para luego instalarlo en nuestro dispositivo (Celular o Tablet).

Una vez instalada la aplicación procedemos a su apertura y configuración de acuerdo a nuestros requerimientos de funcionalidad, y empezamos a crear un panel de control con las dos opciones requeridas; una para el cerrado del sistema y otro para su apertura, para luego seguir con la configuración final.

Una vez realizada las configuraciones finales vinculamos el HC-05 con la aplicación Bluetooth electronics y seleccionamos la opción “RUN” para empezar las pruebas de funcionamiento del control remoto del Sistema Automatizado.

3.4.2 SEGUNDA FASE: Implementación del Sistema de automatización Arduino en el cultivo de Lechuga bajo sistema de micro túnel

IMAGEN N° 10 DISEÑO DEL AREA



Fuente: Elaboración Propia

En base a este diseño se procede a la habilitación y construcción del Área de Cultivo con la construcción de los micros túneles y el sistema de Riego, que en este proyecto será el de goteo.

IMAGEN N° 11 HABILITACION DE LOS MICROTUNES



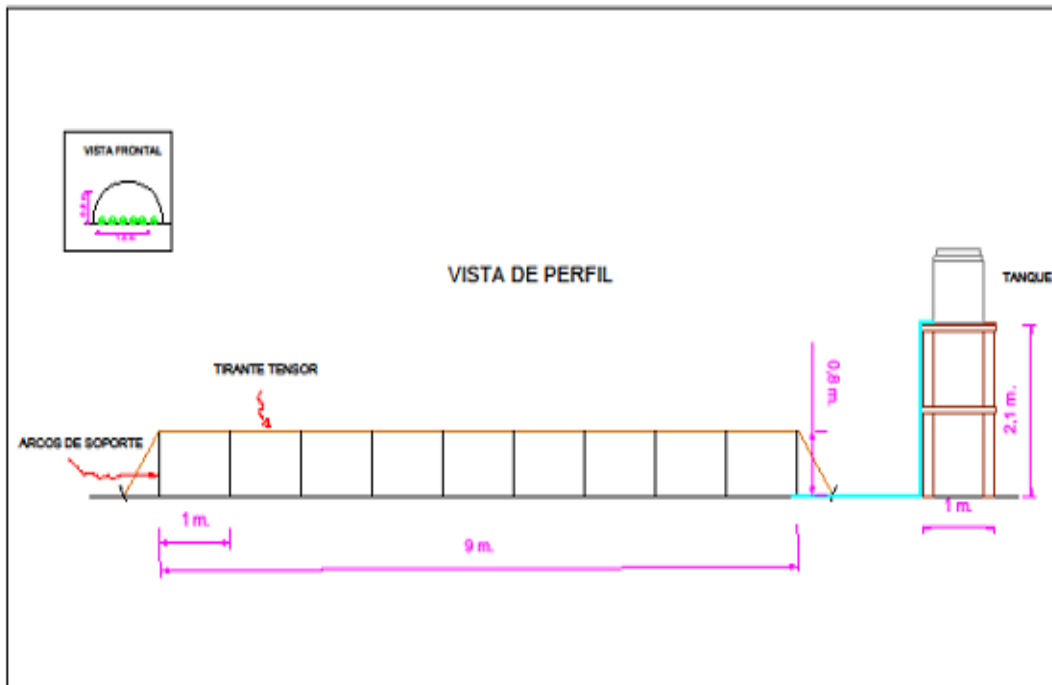
Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 12 CONSTRUCCIÓN DE LOS MICRO TUNELES



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 13 VISTA DE PERFIL DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO



Fuente: Elaboración Propia

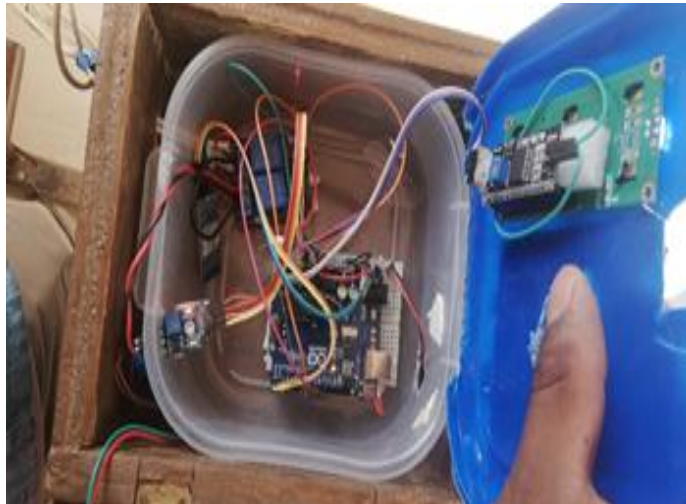
IMAGEN N° 14 SISTEMA DE AUTOMATIZACION



Fuente: Elaboración Propia

3.4.3 Elementos del Sistema de Automatización Arduino en el cultivo de lechuga

IMAGEN N° 15 CAJA DE CONTROL



Fuente: Elaboración Propia

El Hardware principal del Sistema Arduino es la Caja de Control, en el que se instaló todos los componentes que participan del sistema de automatización. Estos son los siguientes:

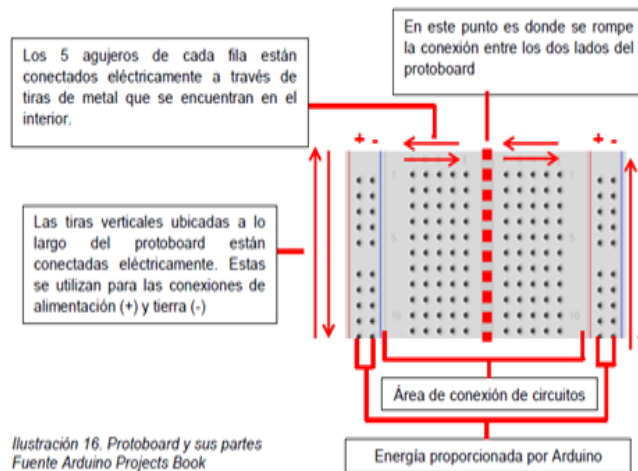
-La Placa Arduino

Esta placa es el cerebro del proyecto, aquí radica la programación la cual interactuara con el circuito controlando las ordenes que realizará cada componente que se encuentre conectado.

-Protoboard

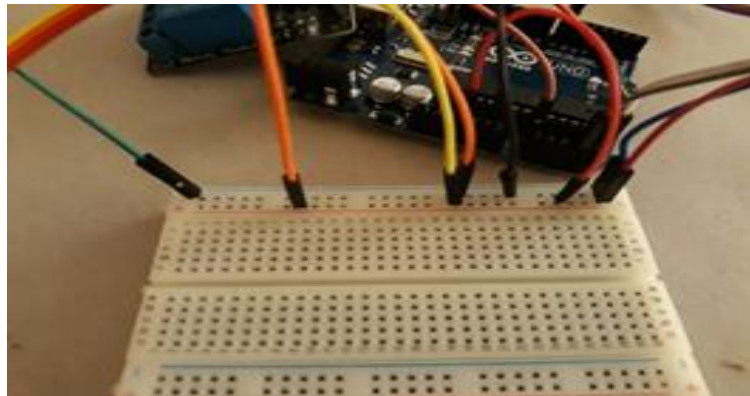
Este tablero ayudó a que se pueda construir circuitos electrónicos. Es como un panel de conexión, con agujeros que permitieron conectar cables y componentes. En resumen, sirvió para la ampliación de más conexiones.

IMAGEN N° 16 CONEXION AL PROTOBOARD



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 17 CONECTORES AL PROTOBOARD



Fuente: Elaboración Propia

- Módulo Relé o Relay 5v para ARDUINO

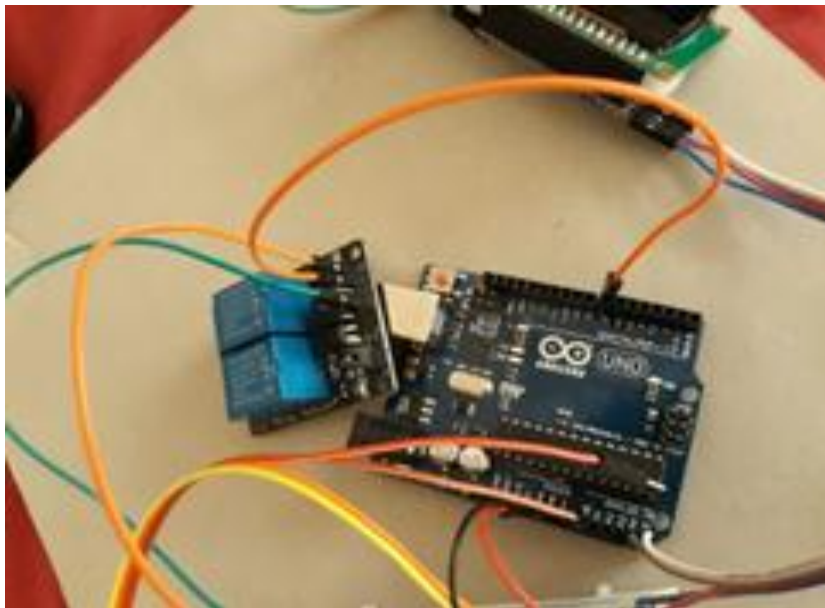
Esta tarjeta es un canal con el que se puede controlar aparatos de alto voltaje a través de los 5v que trabaja Arduino.

IMAGEN N° 18 REELAY



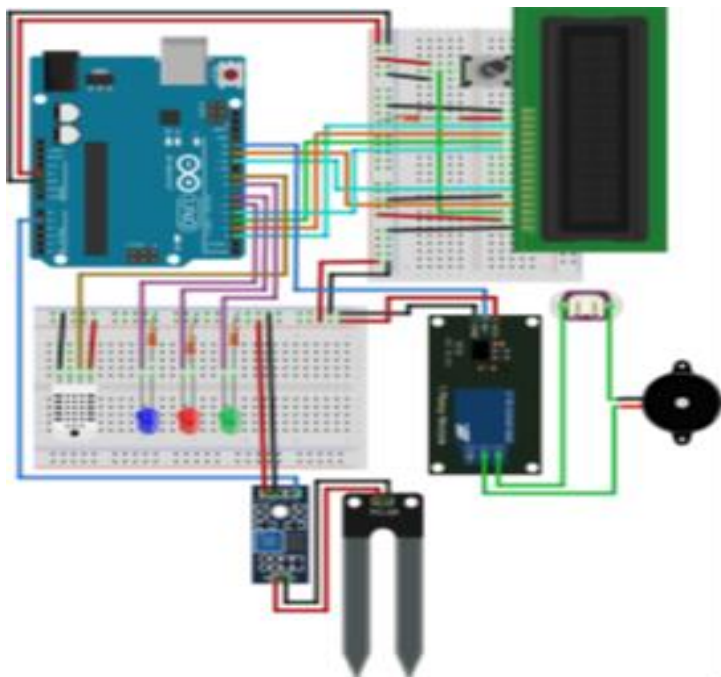
Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 19 CONEXIÓN AL REELAY



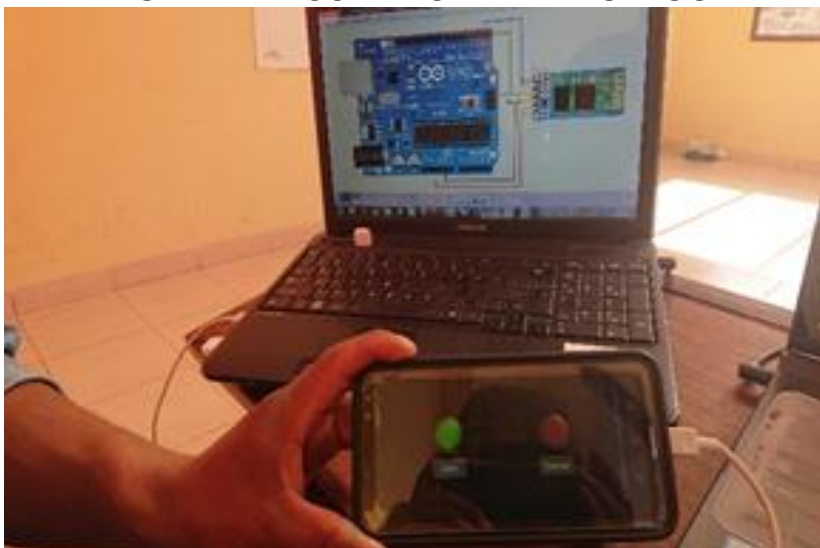
Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 20 CONEXION FINAL



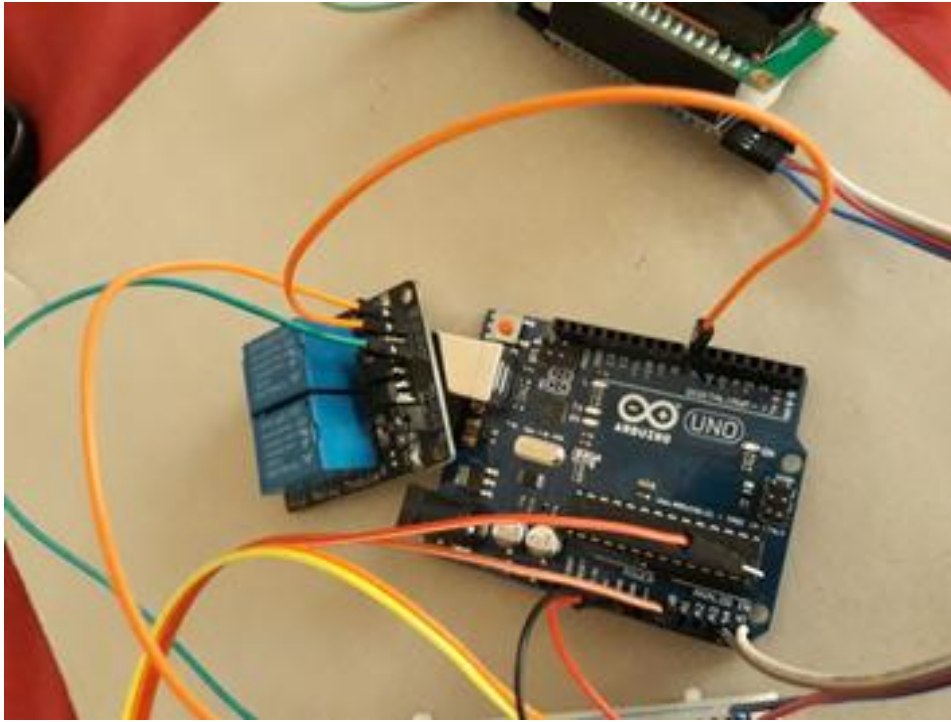
Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 21 CONEXION DEL BLUETOOTH



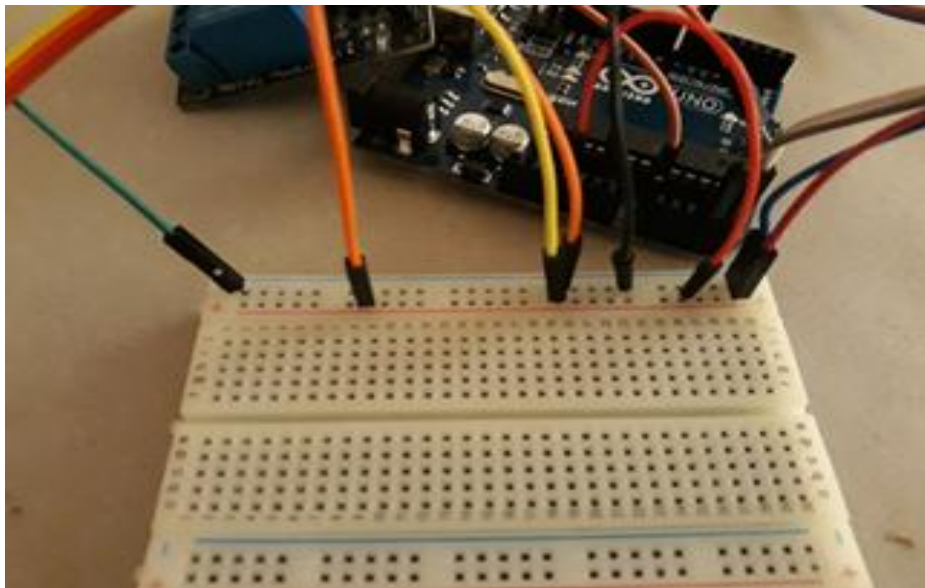
Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 22 REELAY



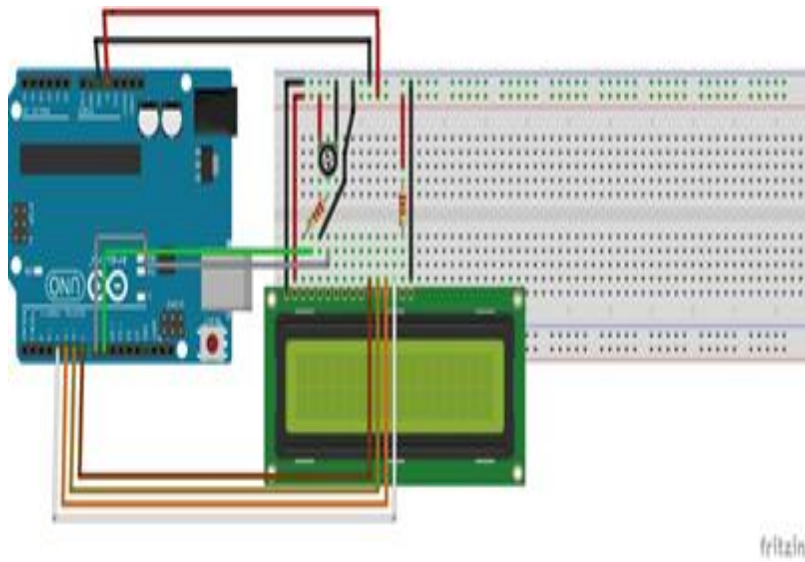
Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 23 PROTOBOARD



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 24 INSTALACION DEL LCD



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 25 CONEXION DEL SUICH



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 26 INSTALACION DE LA ELECTROVALVULA



Fuente: Elaboración Propia

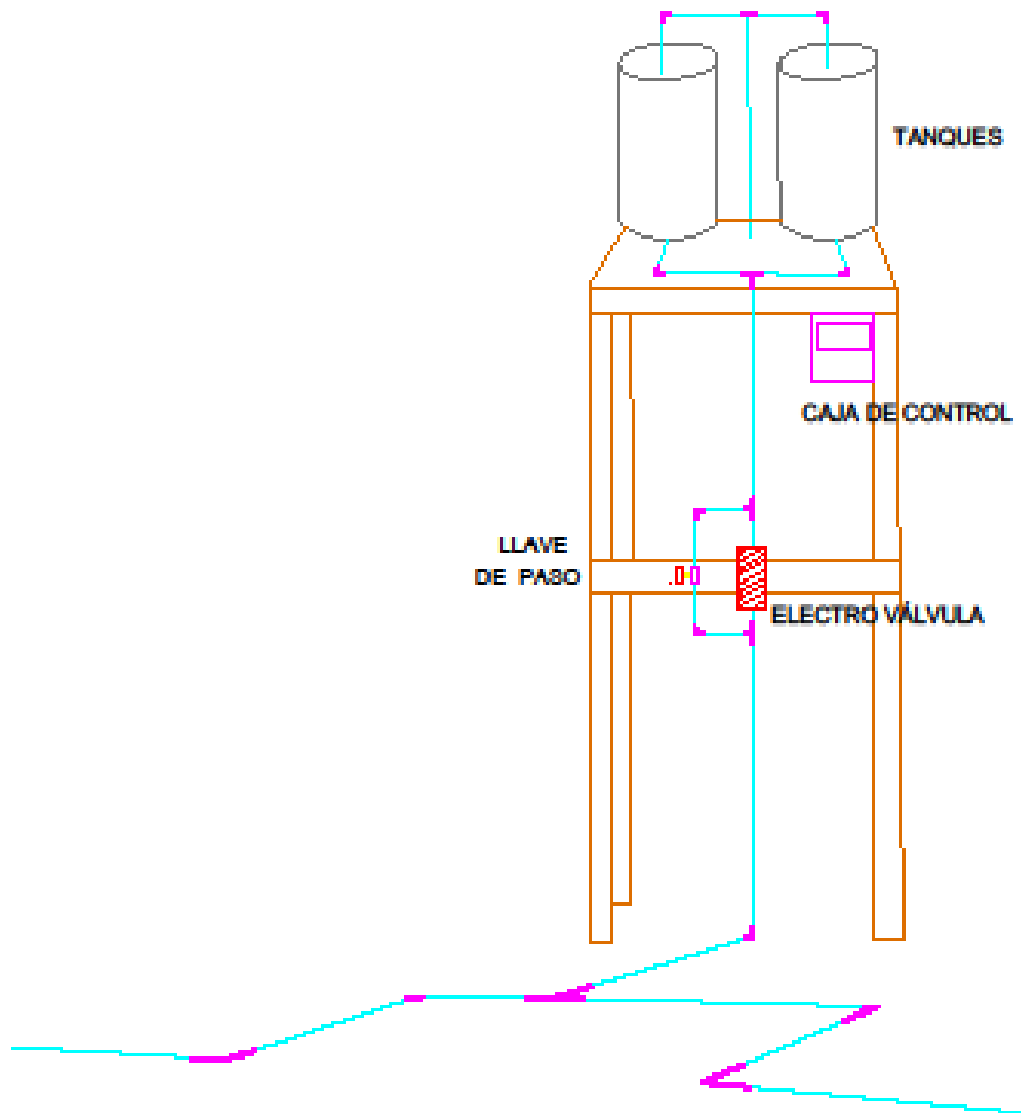
IMAGEN N° 27 PRUEVA DE LA ELECTROVALVULA



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 28 SISTEMA AUTOMATIZADO ARDUINO

SISTEMA AUTOMATIZADO ARDUINO



Fuente: Elaboración Propia

3.4.5 Tercera Fase: Determinación de alcances y limitaciones del sistema de automatización Arduino

Para la prueba de funcionalidad y efectividad de la Gestión de Riego a través del Sistema Arduino, se implementó un módulo de dos Micro túneles, cada uno de 9 x10 metros con una superficie de 90 m², totalizando una superficie de 180m².

A este módulo de prueba se le implementó un sistema de riego por goteo, en tres filas por micro túnel con emisores cada 20 cm. Con un total de 45 emisores por cinta.

La densidad de siembra fue de 2 Plantines por emisor, lo que dio un total de 90 Plantines por cinta y un total de 270 Plantines por Micro Túnel.

IMAGEN N° 29 PLANTADO DE LOS PLANTINES DE LECHUGA



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 30 DISTANCIA ENTRE PLANTINES



Fuente: Elaboración Propia

Se realizaron varias pruebas en escenarios diferentes para ver los alcances y limitaciones del Sistema, tanto para el sensor de Humedad, como para la Aplicación Andriod.

Las cuales consistieron en colocar en tres escenarios posibles al sensor de humedad y ver la efectividad en la respuesta de este, hacia la placa Arduino. Y para el control de una aplicación Arduino a través de un enlace Android se efectuaron otros escenarios de prueba los cuales fueron diferentes pruebas de vinculación vs. Distancia.

3.5 RESULTADOS E INTERPRETACION DE DATOS

El presente, pretende servir de iniciativa para implementar sistemas de riego automático controlado por Arduino, el cual trabaja con una aplicación móvil donde se

procesan los datos capturados por el sensor de humedad notificando, sí las plantas requieren o no hidratarse.

La primera versión, se probó por un periodo de dos semanas comprobándose que las lecturas recogidas en el transcurso de este tiempo no eran precisas, por lo que se procedió a calibrar los sensores de tal manera que el sistema, pueda obtener valores más exactos de las señales, llegando así a una segunda versión del producto, en el transcurso de un mes se observó que ya no habían valores erróneos y no se producía la resequedad, ni la sobre hidratación del sembradío, de esta forma se verifico que el sistema cumplía con el objetivo propuesto.

3.5.1 Escenario 1: El sensor de humedad actúa sobre el suelo en tierra mojada

Se posicionó el sensor de humedad de tierra en un área con tierra mojada. Se comprobó vía comunicación serial los valores que se recibían, se comprobó los valores que se mostraban en la pantalla y se determinó que no se activaba la válvula de agua por las condiciones de humedad alta, tal como se muestra en la tabla siguiente.

TABLA 1 VALORES OBTENIDOS EN EL ESCENARIO PRUEBA EN ESCENARIO 1

Datos de comunicación serial	Datos mostrados en la pantalla	Electroválvula
99	99%	OFF
90	90%	OFF
80	80%	OFF
75	75%	OFF
70	70%	OFF

Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 31 Valores Obtenidos en la Pantalla LCD



Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. Escenario 2: El sensor de humedad actúa en tierra seca

Se posicionó el sensor de humedad en un sector con tierra seca. Se comprobó desde comunicación serial, los valores que se recibían, se comprobó si son los mismos valores que se mostraban en la pantalla y se determinó que se activaba la válvula de agua bajo la condición de humedad baja, tal como se muestra en la tabla siguiente:

**TABLA 2: VALORES OBTENIDOS EN EL ESCENARIO 2
PRUEBA EN ESCENARIO 2**

Datos de comunicación serial	Datos mostrados en la pantalla	Electroválvula
2	2%	ON
4	4%	ON
6	6%	ON
9	9%	ON
10	10%	ON
15	15%	ON

Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 32 TIERRA SECA



FUENTE: Elaboración Propia

3.5.3. Escenario 3: El sensor de humedad en tierra medio mojada

Se posicionó el sensor de humedad de tierra en un sector con tierra medio seca. Se comprobó desde comunicación serial los valores que se recibían, se comprobó si son los mismos valores que se mostraban en la pantalla y se determinó que no se activaba la válvula de agua bajo la condición de humedad media, tal como se muestra en la tabla.

**Tabla 3: VALORES OBTENIDOS EN EL ESCENARIO 3
PRUEBA EN ESCENARIO 3**

Datos de comunicación serial	Datos mostrados en la pantalla	Electroválvula
70	70%	OFF
50	50%	OFF
45	45%	OFF
30	30%	OFF
20	20%	ON

Fuente: Elaboración Propia

3.5.4 Control de una aplicación Arduino a través de un enlace Android.

Para tal fin se configura el módulo H5 adaptador Bluetooth en Arduino y al Relay, para la opción de apertura y cierre del sistema, el enlace Android mediante la aplicación Bluetooth Electronics que se descarga gratuitamente en Play Store, esta se instala en un celular con sistema Android para luego configurarlo y vincularlo al modo H5 del Arduino.

**Tabla 4: DISTANCIA DE BLUETOOTH
PRUEBA DE VINCULACIÓN VS. DISTANCIA 1**

Distancia en metros	Nivel de Recepción del H5	Respuesta de Electroválvula
1	100%	Excelente
5	100%	Excelente
10	100%	Excelente
15	100%	Excelente
20	100%	Excelente

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5: DISTANCIA DE BLUETOOTH 2
PRUEBA DE VINCULACIÓN VS. DISTANCIA 2**

Distancia en metros	Nivel Recepción del H5	Electroválvula
30	90 %	Buena
40	80 %	Regular
50	60 %	Mala
70	10 %	Muy Mala
80	0 %	Pésima
100	0 %	Pésima

Fuente: Elaboración Propia

3.5.5 Sistema automatizado Arduino para Riego en el cultivo de la Lechuga

3.5.5.1 Metodología Uno, por el método del Sensor de Humedad

En la aplicación Arduino Uno Genio, se configuro la sensibilidad a la humedad del suelo a través del sensor a un rango $<20\%$ de humedad para la apertura del Electroválvula e iniciando el riego al cultivo, y $> 80\%$ para el cierre del Electroválvula deteniendo el paso del agua para riego.

IMAGEN N° 33 Sensor de Humedad



Fuente: Elaboración Propia

3.5.5.2 Metodología Dos, por el método de control remoto a través de aplicación Android.

IMAGEN N° 34 Caja de Control



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 35 Caja de Control Abierta



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a (CIATA, 2010) el requerimiento para el cultivo de la lechuga es de 1.5 lt/m², en la primera semana de cultivo, por lo que de acuerdo a el cálculo realizado por la superficie de los micro túneles que es de 18 m² se requieren un tiempo estimado de 3 horas de riego, ya que el caudal de salida por emisor es de 9.44 ml/min. Para ello se utilizó el sistema de control remoto para administrar el tiempo de riego, para las siguientes fases se realizaron tiempos de riego de tres a cuatro horas obteniéndose resultados satisfactorios.

IMAGEN N° 36 Cosecha de Lechugas



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 37 Resultados del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

3.6 IMPACTO TECNOLÓGICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO

El impacto tecnológico está planteado desde establecer un control constante de un sistema de producción agrícola para una producción exitosa a través del uso de tecnologías como el Arduino y Android que actualmente, ya que a través de las tareas automatizadas y reportes regulares se facilitará el manejo consiguiendo mayor eficiencia del recurso agua.

En cuanto al impacto social a través de este proyecto se asistirá en el manejo y monitorización sin la necesidad de estar presente, pudiendo el productor ocuparse de otras actividades y acostumbrar al productor de explorar las ventajas de setas nuevas alternativas.

El impacto Ambiental está sustentado en el buen uso de agua consiguiendo mayor eficiencia de riego

El impacto Económico radica en el ahorro que contempla la automatización en mano de obra y por consiguiente menores egresos y mayores retornos.

3.6 PRESUPUESTOS

Tabla 6: PRESUPUESTOS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO ARDUINO

MATERIALES	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UNIDAD Bs.	CANTIDADES	TOTAL Bs.
Arduino	Tipo Uno	60	1	60
Reelay	Sistema de 2 canales	42	1	42
Sensor de Humedad	De 3 a 5 v.	30	1	30
Pantalla LCD	Display LCD 16 x 2	80	1	80
Cables macho hembra	De cobre Puente 22 AWG con Puntas Solidas.	2,5	24	60
Electroválvula	Pieza	5	3	15
Adaptador a bluetooth	Pieza	3,5	12	43
Protoboard	Media	30	1	30
Caja de control	De madera	40	1	40
TOTAL				400

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: PRESUPUESTO DE SISTEMA DE RIEGO

MATERIALES	ESPECIFICACIONES TECNICAS	UNIDAD Bs.	CANTIDADES	TOTAL Bs.
Tanque de almacenamiento	Metálico de 160 lt	50	2	100
Clavos	1 kilo	10	1	10
Disco de Corte	de 7'	30	1	30
Listones	De Madera dura 5	25	3	75
Tablas	De Madera dura de 30	40	6	240
Brocha	Para pintura	12	2	24
Pintura a Gasolina	1/2 litro	46	1	46
Pintura Anticorrosiva	1 litro	48	1	48
Lija	Hoja	6	4	24
SERRUCHO	Metálico	35	1	35
Sierra mecánica	Metálico	30	1	30
Pernos y Tuercas	Metálico de 4 pulg.	3,5	35	122,5
Lienzo	Plástico de 2 mm	7	2	14
Cintas de Sujeción	Para Decoraciones	8	2	16
Tubo Plástico	½ pulgada	25	8	200
Te	PVC de ½	3	2	6
Acople	PVC de ½	3,5	3	10,5
Codo	PVC de ½	3	12	36
Unión Universal	PVC de ½	5	4	20
Entrada de Tanque	PVC de ½	25	2	50
Reductor	PVC de 3/4 a ½	5	3	15
Teflón	media pulgada 10 m	3,5	12	42
Tubería	3/4 PVC de 6 m barra	45	1	45
Tubería	1/2 PVC de 6 m barra	36	3	108
Llaves Estilson	pequeña y mediana	35	2	70
Tapón hembra	PVC DE 3/4 pulgada	4	2	8
Tarraja	Metálico de 3/4 pulgada	40	1	40
Llave de Paso	PVC plástico de 1/2 pulg	25	1	25
Acoples Manga Dentado 16mm	15mil-20cm	4	6	24
TOTAL				1729.9

Fuente: Elaboración Propia

El monto total que se gastó en el sistema de riego automatizado es de **Bs 2129.9**

CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.1 CONCLUSIONES

Se cumplieron con los objetivos iniciales de diseño de un sistema automatizado para riego por goteo, con el diseño e implementación del sistema de riego automatizado se logró un eficiente uso de agua, así como un óptimo balance de humedad de suelo, se logró con éxito el monitoreo de la humedad del suelo, donde se puede visualizar en tiempo real los datos de la cantidad de humedad del suelo.

Se desarrolló una aplicación móvil capaz de ser instalada en cualquier dispositivo con tecnología de sistema Android, la cual nos permite controlar a distancia el sistema de riego, ya sea por medio de un Smartphone o Tablet.

Se cuenta con un sistema automatizado de Riego en cultivos de Hortalizas en Micro Túneles susceptible a ser escalado a otros tipos de cultivos y sistemas de producción en unidades más grandes para satisfacer sus necesidades de irrigación.

La implementación del sistema ayuda a optimizar el tiempo y la forma de realizar el riego de un huerto a bajo costo, además se considera sencillo el manejo del mismo. Debido a los resultados obtenidos en las pruebas del sistema de riego, se puede comprobar que el mismo funciona en tiempo real, debido a que el intervalo en envío y recepción de los mensajes está en función del tiempo esperado de aproximadamente 7 segundos.

El funcionamiento de los sensores de humedad es buena, la entrega de valores es aproximado a los que normalmente entregan los sensores de alta precisión.

Comprobando el control del riego se puede realizar de manera automática en tiempo real, mediante el uso la aplicación con los valores estándar seguidamente del riego, tal como se demostró en el funcionamiento del sistema, de forma manual accediendo

a la conexión vía Bluetooth y digitalizando los valores de humedad y de temperatura según el riego del que se quiera disponer.

4.1.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar este tipo de sistemas de riego automatizado en diferentes tipos de riego tecnificado que puedan ayudar a un eficiente uso de agua.

Realizar con más frecuencia este tipo de estudios que puedan ayudar al monitoreo en tiempo real de la humedad de suelo y otros datos implementado los parámetros de diseño agronómico e hidráulico en función a los cultivos a regar.

Probar y experimentar este tipo de aplicaciones con el uso de fuentes de energía alternativa.

Tomar en cuenta los resultados que se han observado en la etapa de evaluación del sistema automatizado, tanto en sus ventajas como limitaciones para implementarlos en otros sistemas de riego y de cultivos.

Difundir este tipo de proyectos a la sociedad en forma de manuales, folletos y redes sociales de forma sencilla y fácilmente comprensibles.

4.2 BIBLIOGRAFIA

Alegre, D. B. (2014). Universidad Publica de Navarra.

Benbibre, V. (2011). Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/sistema.php>

Brian, E. y. (2013). *Historia del Arduino*. Obtenido de <http://botsciencie.wordpress.com/2012/06/05/historia-de-arduino-y-su-nacimiento/>

CIATA. (2010). Obtenido de <http://Sistema-de-control-en-micro-tuneles/edu>

Cruz, A. (2014). Obtenido de <http://www.academia.edu/10376257/definiciones-de-sistema-inteligente>

David, S. O. (2013). *Tipos de Arduino*. Obtenido de <http://www.arduino.cc.es>

Diaz, A. (2012). Obtenido de <https://definicion.de/software/>

Esquivel, R. (2013). Obtenido de www.revista.ferrepat.com/sistema-de-riego-automatizado

Giovani. (2010). *Protoboard*. Proyectos Electronicos.

Granollers, P. y. (2011). Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/webCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/automatizacion/automatizacion.htm>

Holmquist, C. A. (2016). *Sistema Inteligente*. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/004596089d805e1d87e0c>

Jecrespom. (Agosto de 2013). *Arduino*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/hardware_libre

MACA. (2015). *Gestion de Riego*. Obtenido de <https://gestion-de-riego/edu>

Mendoza, M. R. (2016). Obtenido de <http://www.arduino.cc>

Mendoza, M. R. (2016). Obtenido de <http://www.arduino.cc/en/booklet/homePage>

Merino, J. P. (2010). Obtenido de <https://definicion.de/switch/>

Merino, J. P. (2012). *Gestion*. Obtenido de <https://definicion.de/gestion/>

Merino, J. P. (2014). *Riego*. Obtenido de <https://definicion.de/riego/>

Merino, J. P. (2015). *Definicion del Android*. Obtenido de <https://definicion.de/android/>

Ojeda, L. T. (2017). *Arduino 1*. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-uno/>

Pomares. (2013). Obtenido de <http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>

Porto, J. P. (2011). *sistema*. Obtenido de <https://definicion.de/sistema/>

Rambal. (2014). Obtenido de www.rambal.com

Toapanta. (2012). Obtenido de <https://definicion.de/automatizacion/>

Viacha, M. R. (2016). Obtenido de www.frlp.utn.edu.ar/materiales/atr/

4.3 ANEXOS

Jornadas de socialización del proyecto

IMAGEN N° 38 Visita de Profesores



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 39 Visita de Estudiantes



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 40 Exposición en la Plaza de Comanche



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 41 Visita de la Escuela Santa Rosa



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 42 Demostración y Explicación de los Micro túneles



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 43 Feria Institucional



Fuente: Elaboración Propia

IMAGEN N° 44 Explicación a la Comunidad de Comanche



Fuente: Elaboración Propia