



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO
PARA UN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN EN EL
CANTÓN AMBATO PARROQUIA UNAMUNCHO”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Electromecánico



Autores:

Juan Fabricio Guaña Casa

Christian Omar Manobanda Achachi

Tutor:

Ing. Cristian Gallardo Molina; Ms.C.

Latacunga – Ecuador

Febrero 2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, Guaña Casa Juan Fabricio y Manobanda Achachi Christian Omar, declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN EN EL CANTÓN AMBATO PARROQUIA UNAMUNCHO”**, siendo el Ing. Cristian Gallardo Molina; Ms.C. tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Guaña Casa Juan Fabricio

C.C. 050396362-1

Manobanda Achachi Christian Omar

C.C.180444349-5

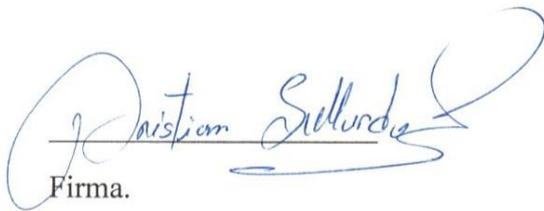


AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN EN EL CANTÓN AMBATO PARROQUI UNAMUNCHO”, de **Guaña Casa Juan Fabricio** y **Manobanda Achachi Christian Omar**, de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero del 2019



Firma.

Ing. Cristian Gallardo Molina; Ms.C.

050284769-2



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias De La Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Guaña Casa Juan Fabricio y Manobanda Achachi Christian Omar, con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN EN EL CANTÓN AMBATO PARROQUIA UNAMUNCHO”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero del 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Héctor Luis Laurencio Alfonso; Ph. D

C.C: 175836725-2

Lector 2

Ing. Luigi Orlando Freire Martínez; Ms.C.

C.C: 050252958-9

Lector 3

Ing. Byron Paul Corrales Bastidas; Ms.C

C.C: 050234776-8



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Sr. Raúl Criollo

DUEÑO DEL INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN

Presente.-

En calidad de Propietario del invernadero de producción de tomate riñón confirmo la realización del proyecto “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN EN EL CANTÓN AMBATO PARROQUIA UNAMUNCHO”, Implementado por los señores, Guaña Casa Juan Fabricio y Manobanda Achachi Christian Omar, estudiantes de la carrera INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Bajo la supervisión y coordinación de invernadero.

Acepto conocer y estar conforme con los términos y condiciones de las actividades que se van a realizar dentro del invernadero para la ejecución del proyecto de los señores estudiantes.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente documento para que el interesado pueda hacer uso en fines que crea conveniente.

Atentamente;

Sr. Raúl Criollo

Dueño del invernadero de producción de tomate riñón



AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por brindarme salud y vida para luchar cada día por mis sueños, a la Universidad Técnica de Cotopaxi al acogerme y formar parte de tan valiosa institución, a mi tan prestigiosa carrera de Ingeniería Electromecánica que me supo formar como persona, enseñándome que cada día se lucha y hay algo nuevo por aprender, a los docentes que siempre compartieron sus conocimientos y sus experiencias para crecer como persona y ser un excelente profesional.

Quiero agradecer eternamente a mis padres por el esfuerzo y el apoyo que siempre me han tenido a lo largo de mis estudios, a mis hermanos y amigos por acompañarme siempre en los buenos y malos momentos.

FABRICIO



AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por guiar mis pasos y acompañarme en la lucha de mi meta. Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y confiar en mí, ante todo a la Facultad de Ingeniería Electromecánica por ser parte del arduo camino recorrido y permitirme alcanzar esta meta profesional de igual manera a cada uno de los docentes por compartir sus conocimientos y vivencias que lograron formar un profesional, a mis padres por darme el ejemplo de lucha y perseverancia, sobre todo por brindarme su apoyo incondicional día a día. Y a todas las personas que de una manera u otra me brindaron su colaboración en la realización de este proyecto.

CHRISTIAN



DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres Juan y Gladys por enseñarme a trabajar arduamente para conseguir mis sueños, brindarme todo ese amor y paciencia en cada instante, también a mis hermanos que con su apoyo incondicional me han ayudado a madurar como persona y seguir su ejemplo como profesionales, además a mis mejores amigos con los que hemos pasado por altas y bajas pero siempre nos hemos apoyado en todo momento.

FABRICIO



DEDICATORIA

Este logro se lo dedico primordialmente a mis padres quienes son la principal inspiración para ser mejor cada día y me han mostrado el camino de la superación, a mi institución, a todos nuestros profesores que nos enriquecen de conocimiento y nos alientan a no solo ser buenos estudiantes si no buenas personas y finalmente a mis amigos que siempre han dado su apoyo incondicional.

CHRISTIAN



ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1. INFORMACIÓN BÁSICA	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.2. TIPO DE ALCANCE	2
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO:	3
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.5.1. Objeto de estudio	4
2.5.2. Campo de acción	4
2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	4
2.6.1. Situación problemática:	4
2.6.2. Problema	5
2.7. HIPÓTESIS	5



2.8. OBJETIVOS.....	5
2.8.1. Objetivo general.....	5
2.8.2. Objetivos específicos.....	5
2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.....	6
2.10. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES	8
3. MARCO TEÓRICO.....	10
3.1 Riego de invernaderos	10
3.2 Sistema de riego para invernaderos	10
3.2.1 Parámetros a tener en cuenta para regar	10
3.3. Necesidad hídrica de un invernadero.....	12
3.4. Tipos de suelos en Ecuador.....	12
3.4.1. Suelos del plano costero	12
3.4.2. Suelos de las tierras altas	12
3.4.3. Suelos de la Amazonía	13
3.5 Métodos de riego	13
3.5.2 Sistema de riego por tapete.....	14
3.5.3 Sistema de riego por aspersión	15
3.5.4 Riego por microaspersión.....	15
3.6 Sistemas y automatización de riego.....	16
3.6.2 Automatización para control de procesos.....	16
3.6.3 Sistemas de automatización.....	17
3.6.4 Aplicaciones de la automatización en agricultura	18
3.6.5 Sistema de riego automatizado	18
3.7. Materiales.....	19
3.7.1. Bomba de riego	20



3.7.2. Tuberías de riego.....	20
3.7.3. Electroválvula para riego.....	21
3.7.4. Controlador lógico programable (PLC)	22
3.7.5. Sensor de humedad tipo U.....	23
3.7.6. Contactor de baja potencia.....	23
3.7.7. Conductores eléctricos	24
4. METODOLOGÍA	25
4.1 Método de la cantidad de agua que necesita la planta	25
4.2 La evapotranspiración real del cultivo se estima con la siguiente ecuación.....	26
4.3 Diseño del sistema de tuberías	27
4.3.1. Dimensionado de tuberías y derivaciones	27
4.3.2. Método de las pérdidas de carga	28
4.3.3. Número de Reynolds	29
4.3.4. Pérdida de carga producida en puntos localizados de la red de riego:.....	30
4.4 Selección de bomba	32
4.4.1. La carga neta positiva de aspiración disponible (NPSHdis).....	32
4.4.2. Para proceder al cálculo de las bombas, se seguirán los siguientes pasos: ...	32
4.4.3. Elección del modelo de bomba adecuado.....	33
4.5. Selección de equipos electrónicos.	34
4.5.1. Aspectos para seleccionar un PLC	34
4.5.2. Criterios para la elección de un contactor.	35
4.5.3. Parámetros Para Seleccionar Una Electroválvula	35
4.5.4. Protecciones Eléctricas	36
4.5. Componentes del sistema de riego automatizado.....	38
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39
5.1. Análisis del desarrollo de la propuesta tecnológica.....	39



5.2 Análisis de resultados del sistema de riego automatizado.	41
5.2.1. Análisis de resultados eléctricos.	41
5.2.2. Análisis de resultados hídricos.....	44
6. PRESUPUESTO.....	48
6.2 Análisis de impactos.....	50
6.2.1. Impacto práctico.....	51
6.2.2. Impacto Tecnológico.....	51
6.2.3. Impacto Ambiental.....	51
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
7.1. Conclusiones.....	51
7.2. Recomendaciones.....	52
8. REFERENCIAS.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 3. 1. Patrón de infiltración.....	11
Figura 3. 2. Patrones de infiltración según la textura del suelo.....	12
Figura 3. 3. Separación de Tubería de riego por goteo.....	13
Figura 3. 4. Partes que componen un sistema de riego por goteo.	14
Figura 3. 5. Riego por aspersión.....	15
Figura 3. 6. Riego Microaspersor	16
Figura 3. 7. La automatización una convergencia de tecnologías.....	17
Figura 3. 8. Sistema de riego automatizado.	19
Figura 3. 9. Bombas de agua	20
Figura 3. 10. Distribución de tuberías.....	21
Figura 3. 11. Electroválvula normalmente cerrada.....	22
Figura 3. 12. Algunos modelos de PLC's.....	22
Figura 3. 13. Sensor de humedad tipo U.....	23
Figura 3. 14. Esquema de un contactor.....	23
Figura 3. 15. Conductor electrico tipo alambre.....	24
Figura 3. 16. Conductores eléctricos.....	24
Figura 4. 1. Gráfica de selección de bombas.....	34
Figura 4. 2. Gráfico de componentes del sistema de riego automatizado.....	38
Figura 5. 1 Curva carga – flujo.....	40
Figura 5. 2 Curva NPSH	40
Figura 5. 3 Comparación del consumo eléctrico por día.	44
Figura 5. 4 Comparación del consumo eléctrico por mes.	44
Figura 5. 5. Comparación del consumo hídrico por día.....	47
Figura 5. 6. Comparación del consumo hídrico por día.....	47



INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 2. Sistema de tareas por objetivos	6
Tabla 2. 3. Operacionalización de variable dependiente.....	8
Tabla 2. 4. Operacionalización de variables independientes.....	9
Tabla 4. 1. Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías	28
Tabla 4. 2. Tabla de valores de la densidad, viscosidad absoluta y viscosidad cinemática para el agua a distintas temperaturas.	30
Tabla 4. 3. Tabla de valores del coeficiente K de los accesorios.	31
Tabla 4. 4. Tabla de selección de Electroválvulas	36
Tabla 5. 1. Consumo eléctrico de un sistema de riego tradicional mes de Diciembre. .	41
Tabla 5. 2. Consumo eléctrico en un sistema de riego automatizado me de Enero.....	42
Tabla 5. 3. Consumo hídrico de un sistema de riego tradicional mes de Diciembre.	45
Tabla 5. 4. Consumo hídrico de un sistema de riego tradicional mes de Enero.....	46
Tabla 6. 1. Tabla de gastos directos elementos hidráulicos.	48
Tabla 6. 2. Tabla de gastos directos elementos eléctricos y electrónicos.	49
Tabla 6. 3. Tabla de gastos directos totales.	49
Tabla 6. 4. Tabla de gastos indirectos totales.	50
Tabla 6. 5. Tabla de gastos totales.	50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TÍTULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN EN EL CANTÓN AMBATO PARROQUIA UNAMUNCHO”

Autor/es: Guaña Casa Juan Fabricio

Christian Omar Manobanda Achachi

RESUMEN

El presente proyecto está encaminado a mejorar los sistemas de riego en el agro, mediante la implementación de sistemas de control y operación en tiempo real, dicho proyecto fue implementado en el invernadero del señor “Raúl Carrillo ” en la parroquia de Unamuncho del cantón Ambato, debido a que cuenta con el cultivo de tomate de riñón, siendo este producto su principal fuente de ingresos, el cual necesita un cuidado riguroso para un correcto desarrollo y su productividad en abundancia, anteriormente el riego que se aplicaba al tomate de riñón era de una forma tradicional con una mala distribución de este sistema, teniendo como resultado un gran consumo eléctrico debido a una excesiva cantidad de agua la cual se regaba en la planta, este exceso de agua produce el síndrome de pudrimiento, es por ello que surge la necesidad de implementar el sistema de riego automatizado, con el fin de reducir el consumo hídrico y eléctrico, realizando una distribución idónea en toda el área del invernadero para que su riego sea homogéneo obteniendo una humedad relativa del 65% para la planta. Para el cual se realizó una selección de equipos y elementos aplicando la metodología propuesta en el proyecto, esto nos permite controlar con mayor eficiencia el tiempo y la cantidad de riego requerido para el desarrollo del tomate de riñón.

Palabras Claves: Sistema de control, consumo eléctrico, riego automatizado, consumo hídrico, humedad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ENGINEERY AND APPLIED SCIENCES FACULTY
ELECTROMECHANICAL ENGINEERING CAREER

**THEME: "DESING AND IMPLEMENTATION OF AN IRRIGATION
AUTOMATIC SYSTEM FOR A GREENHOUSE OF KIDNEY TOMATO
PRODUCTION IN AMBATO TOWN, UNAMUNCHO PARISH"**

AUTHORS: Guaña Casa Juan Fabricio

Christian Omar Manobanda Achachi

ABSTRACT

The present project is directed to improve the irrigation system in the agro, through the implementation of control system and operation in a real time, the mentioned Project was applied in the greenhouse of Mr. "Raul Carrillo" in the Unamuncho parish of Ambato town, because there is a cultivation of kidney tomato, being this product, the principal income, which need a rigorous take care for a correct develop and its productivity in abundance, previously the irrigation that was applied to the kidney tomato was im a traditional way, with a bad distribution of this system, having as a result a big electrical consumption, due an excesive quantity of water which irrigated in the plants, this excess of water produce the rotting syndrome for that reason emerge the necessity of implement the mechanized irrigation system with the purpose of reduce the hydric and electric consumption, performing a suitable distribution in all the area of greenhouse, so that its irrigation will be homogeneous, obtaining a relative humidity of 65% for the plant. For that it was done a selection of equipments and elements applying the methodology propose in the Project, this permit us to control with greatest efficiency the time and the quantity of irrigation required for the development of kidney tomato.

KEY WORDS: Control system, electrical consume, automatized irrigation, hydric consume, humidity.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de titulación al Idioma Inglés presentado por el señores: **Guaña Casa Juan Fabricio y Manobanda Achachi Christian Omar** pertenecientes a la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE TOMATE RIÑÓN EN EL CANTÓN AMBATO PARROQUIA UNAMUNCHO”** lo realizaron bajo mi supervisión y cumplen con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 7 de Febrero del 2019

Atentamente.

Msc. Vladimir Sandoval Vizuete

C.C. 050210421-9





1. INFORMACIÓN BÁSICA

Propuesto por:

Sr. Juan Fabricio Guaña Casa

Sr. Christian Omar Manobanda Achachi

Tema aprobado:

“Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado para un invernadero de producción de tomate riñón en el cantón Ambato parroquia Unamuncho”

Carrera:

Ingeniería Electromecánica

Directores de la propuesta tecnológica:

Ing. Cristian Gallardo Molina; Ms.C.

Ing. Marcia Ximena Criollo Camacho; Ms.C.

Sr. Juan Fabricio Guaña Casa

Sr. Christian Omar Manobanda Achachi

Equipo de trabajo:

Ing. Cristian Gallardo Molina; Ms.C.

Ing. Marcia Ximena Criollo Camacho; Ms.C.

Sr. Juan Fabricio Guaña Casa

Sr. Christian Omar Manobanda Achachi

Lugar de ejecución:

Tungurahua, Ambato, parroquia Unamuncho, Barrio La Primavera, Familia Criollo.

Tiempo de duración de la propuesta:

Inicio Abril 2018 – finalización Febrero 2019

Fecha de entrega:

Febrero 2018

Líneas de investigación:

La Universidad Técnica de Cotopaxi en base al diagnóstico situacional de la zona 3 y a las prioridades institucionales de mejora de los procesos de investigación científica y tecnológica se propone actualizar las líneas de investigación acorde a los planes de desarrollo local, regional y nacional



Línea 5: Energía alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Esta línea de investigación abarca tres grandes ejes para su accionar investigativo, que están en correspondencia con los objetivos nacionales e internacionales de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en esta área. Se integran todas aquellas investigaciones que busquen promover el aprovechamiento de las energías alternativas y renovables, fomentar y promocionar el uso eficiente de la energía (Eficiencia Energética) en los diferentes sectores (Industrial, Residencial, Público, Transporte y Agrícola), y reducir el impacto medioambiental derivado de la utilización de los recursos energéticos.

Sub líneas de investigación de la carrera:

Acorde a nuestra investigación la sub-línea a la cual pertenece el presente proyecto es:

- Eficiencia Energética en Sistemas Electromecánico y Uso de Fuentes Renovables de Energía.

Tipo de propuesta tecnológica:

El proyecto tiene como fin el diseño e implementación de un sistema de riego automatizado en la parroquia de Unamuncho, para obtener un control óptimo de riego reduciendo el consumo hídrico y energético.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

“Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado para un invernadero de producción de tomate riñón en el cantón Ambato parroquia Unamuncho”

2.2. TIPO DE ALCANCE

El proyecto tendrá un alcance productivo, al brindar un gran aporte en el cuidado y desarrollo del producto en menor tiempo y con una mejor calidad, generando un ahorro hídrico y energético, desarrollándolo con la integración de varios conocimientos como son: la automatización, maquinas eléctricas y electrónica.



2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO:

Según la UNESCO vigente en la normativa del SENESCYT, detalla el área de conocimiento de acuerdo a la ingeniería, industria y construcción, con su respectiva sub área de conocimiento #52. La cual describe lo siguiente: Ingeniería y profesiones afines.- Dibujo técnico, mecánica, metalistería, electricidad, electrónica, telecomunicaciones, ingeniería energética y química, mantenimiento de vehículos, topografía. De todas estas sub áreas se enfocara en la mecánica, electricidad y electrónica para el desarrollo del tema propuesto.

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

El Ecuador es un país agrícola el cual dicho sector aporta en un gran porcentaje de ingresos económicos al país, muchas familias ecuatorianas viven de la agricultura ya que es un recurso rentable debido a que su clima es muy variado, por lo cual existe una gran diversidad de cultivos.

El cultivo de tomate riñón, tiene fines de comercialización tanto en los mercados nacionales e internacionales, requiere de una puesta en práctica de tecnologías adecuadas a nuestra realidad ecológica, económica y sociocultural, que permitan un manejo racional de los recursos naturales, abaratando los costos de producción, generando ingresos significativos para los agricultores y protegiendo el ambiente y la salud de los consumidores.

El tomate es un cultivo sensible al agobio hídrico y demanda gran cantidad de calcio para su desarrollo, lo cual entra en la planta con abundante cantidad de agua. Si se reduce el abastecimiento de agua por debajo de cierto nivel, se pueden provocar la aparición del síndrome de pudrimiento por falta de calcio. Esto se debe a la falta de agua para que se produzca el flujo de calcio hacia la raíz.

El cuidado de este producto se obtiene con un sistema de riego óptimo para su producción, los agricultores de este producto no cuentan con un sistema de riego automatizado, por lo tanto el riego que ellos realizan es de forma tradicional sin tomar en cuenta el factor humedad que necesita el producto, a su vez hay un gran desperdicio de agua lo cual significa pérdidas económicas para los productores.



El presente proyecto se presenta en el diseño y la implementación de un sistema de riego automatizado para la producción de cultivo de tomate de riñón, así obtener una mayor productividad por metro cuadrado, la garantía de tener una producción de calidad, dicho proyecto tendrá como beneficiario al pequeño productor de tomate riñón.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

El sistema de riego para el cultivo del tomate riñón.

2.5.2. Campo de acción

Implementación de un sistema de riego automatizado con el fin de disminuir el consumo eléctrico e hídrico.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1. Situación problemática:

El presente proyecto se basa en la problemática que se tiene en todo el sector agrícola a nivel nacional e internacional, debido a la sequía o escases de humedad existentes en el suelo por los cambios climáticos en los últimos años, la cual afecta en la producción agrícola, una de las principales producciones agrícolas del país son el tomate riñón.

Este producto es cultivado y cosechado en la región sierra por los pequeños agricultores, ellos tienden a no utilizar implementos mecánicos en el proceso de riego debido al alto costo que tienen los sistemas de riego convencionales y en otros casos, la falta de conocimiento y orientación técnica hace que el agricultor tema utilizar el sistema. Por lo tanto, todo el control y la supervisión lo realizan manualmente sin la ayuda de máquinas o equipos, y esta práctica puede provocar numerosos problemas derivados de un riego deficiente y de desperdicio de agua, energía y déficits en la producción. Es difícil deducir cuándo irrigar, o cuánta agua se aplica en el cultivo.

Esto con lleva a los pequeños productores a tener problemas en el momento de la cosecha por la baja producción y un déficit de calidad en el producto generando pérdidas económicas.



2.6.2. Problema

Mala distribución del sistema de riego generando un excesivo desperdicio de agua y un gran consumo de energía eléctrica, teniendo como consecuencia un déficit en la producción del invernadero de tomate riñón.

2.7. HIPÓTESIS

Mediante la implementación del sistema de riego automatizado se obtendrá un ahorro hídrico y eléctrico, mejorando la calidad del producto, el mismo que beneficiara al propietario del invernadero.

2.8. OBJETIVOS

2.8.1. Objetivo general

Implementar un sistema de riego automatizado para el mejoramiento de la condición de distribución de agua generando un ahorro energético e hídrico, con ello aumentar la producción y la calidad del tomate de riñón.

2.8.2. Objetivos específicos

- Analizar las etapas del diseño y construcción para el sistema de riego automatizado.
- Seleccionar los elementos a utilizar en la implementación del sistema de riego automatizado.
- Comparar el consumo hídrico y eléctrico del sistema de riego tradicional y automatizado.
- Verificar la correcta distribución del sistema de riego en cada planta de tomate riñón.

2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Tabla 2. 1. Sistema de tareas por objetivos

OBJETIVO	TAREAS POR OBJETIVO	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Analizar las etapas del diseño y construcción para el sistema de riego automatizado.	Creación de una tabla jerárquica de las etapas para el diseño y construcción del sistema de riego automatizado.	Pasos a realizar para la implementación del sistema de riego.	Investigación documental, para la obtener los pasos.
	Realización de las actividades propuestas en la tabla jerárquica.	Cumplimiento de los pasos en orden jerárquico	Investigación de campo y aplicada.
Seleccionar los elementos a utilizar en la implementación del sistema de riego automatizado.	Realización de cálculos para selección de tuberías y bombas.	Dimensionamiento de los elementos a utilizar.	Investigación documental, para realizar cálculos.
	Comparación del rendimiento eléctrico e hidráulico de cada elemento en la implementación de un sistema de riego automatizado.	Elección de los elementos idóneos que se necesitan en la implementación.	Investigación de campo y documental para la selección de elementos.

Comparar el consumo hídrico y eléctrico del sistema de riego tradicional y automatizado.	Recolección de datos de consumo hídrico y eléctrico.	Obtención de datos de consumo eléctrico y caudal de agua necesarios en el tiempo de riego,	Investigación de campo, para la recolección de datos.
	Creación de tablas de comparación entre un sistema de riego tradicional y sistema de riego automatizado.	Eficiencia de cada sistema de riego.	Investigación de documental y de campo para realizar la comparación.
Verificar la correcta distribución del sistema de riego en cada planta de tomate riñón	Creación de tablas de comparación de la distribución de riego de cada uno de los sistemas.	Obtención de datos de distribución de los sistemas.	Investigación de campo y recolección de datos.
	Revisión de las tablas de comparación.	Eficiencia de distribución de cada sistema.	Investigación de campo y documental.

2.10. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES

Tabla 2. 2. Operacionalización de variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos de medición
Sistema de riego automatizado.	Conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas.	Elementos que componen un sistema para el riego de agua en ciertas cantidades a una planta en un determinado tiempo.	Humedad	%	Sensor de humedad
			Temperatura	°C	Sensor de temperatura
			Tuberías	m	Carrete de cinta métrica
			Válvulas	unidad	Uso de ecuaciones.
			Bomba	HP	Uso de ecuaciones.

Tabla 2. 3. Operacionalización de variables independientes

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos de medición
Cantidad de agua.	Cantidad de agua que pasa por un lugar en una cierta cantidad de tiempo.	Cantidad de agua necesaria en un determinado tiempo para el desarrollo de la planta.	Caudal	m ³ /s	Uso de ecuaciones
Programación de riego.	Tomar decisiones orientadas a determinar las cantidades de agua por aplicar.	Determinar cantidad de agua y el tiempo que se necesitan para el desarrollo de una planta.	Humedad	%	Sensor de humedad
			Tiempo	s	Reloj



3. MARCO TEÓRICO

En la agricultura se tienen niveles altos del consumo de agua causado por la sobre irrigación, lo cual no sólo genera un desperdicio de agua, sino que también, debido a los agroquímicos disueltos, provoca la contaminación de corrientes de agua superficiales y subterráneas de los suelos. Un conocimiento de las necesidades del líquido vital de los cultivos no sólo permite un mejor desarrollo, para lograr una mayor producción y mejor calidad de las cosechas, sino que contribuye también a ahorrar considerables volúmenes de agua. Por lo que, resulta necesario continuar en este campo para desarrollar sistemas de riego automatizado que aprovechen nuevas tecnologías.

3.1 Riego de invernaderos

Los sistemas de riego permiten la aplicación de agua y químicos, de manera directa y puntual. Su principal objetivo es el ahorro de agua así como de energía para minimizar el daño ambiental. La cantidad de agua entregada a la planta debe ser la necesaria, puesto que si se entrega más agua de la necesitada por la planta el invernadero puede sufrir problemas de inundaciones o condiciones extremas de humedad. El exceso de humedad en el interior del invernadero puede propiciar lluvias artificiales dentro de este sistema [1].

3.2 Sistema de riego para invernaderos

Se denomina sistema de riego, al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de una serie de componentes, los principales se citan a continuación. Sin embargo debe notarse que no necesariamente el sistema de riego debe constar de todas ellas, el conjunto de componentes dependerá de si se trata de riego superficial, por aspersión, o por goteo [2].

3.2.1 Parámetros a tener en cuenta para regar

3.2.1.1 Topografía del suelo

La topografía desempeña un papel importante en la distribución de la vegetación, y al conjugarse con la aridez, distingue, de manera significativa, los hábitats y, por ende, influye en la distribución, no sólo de las especies sino de las comunidades vegetales. [3]

3.2.1.2 Infiltración del suelo

Se llama infiltración al ingreso de agua en el perfil del suelo. Es importante porque nos determina la cantidad de agua que penetra en el suelo, la que va a escurrir por el terreno y la pérdida de suelo que puede existir que es el peligro de erosión. La infiltración del suelo depende de su textura, es decir de la proporción de cada uno de los componentes del suelo que son arena, limo y arcilla. Además depende de otros factores como presencia de materia orgánica, condiciones de laboreo y cultivos anteriores [4].

El patrón de infiltración depende en función de diferentes texturas del suelo (Figura 3.1.) En suelos arenosos el agua se mueve con mayor profundidad y en menor proporción hacia los lados. Por el contrario, en suelos arcillosos el agua se mueve en mayor distancia hacia los lados y en menor distancia en profundidad.

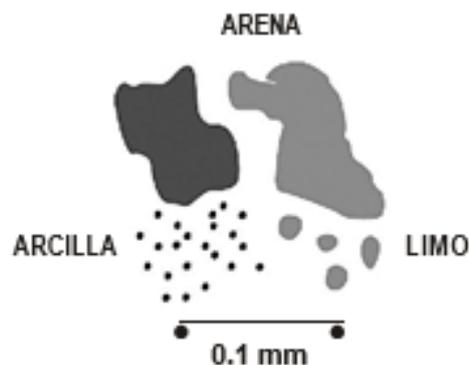


Figura 3. 1. Patrón de infiltración

Fuente [4].

Se tiene que tener en cuenta es la velocidad de infiltración que es la rapidez con que ingresa el agua (Figura 3.2). El conocimiento de este parámetro nos permitirá saber el tiempo de riego necesario, el tamaño de las unidades de riego y el caudal óptimo. Estos datos nos servirán para el diseño del riego tener en cuenta la velocidad de infiltración siempre dependerá de las condiciones del suelo.

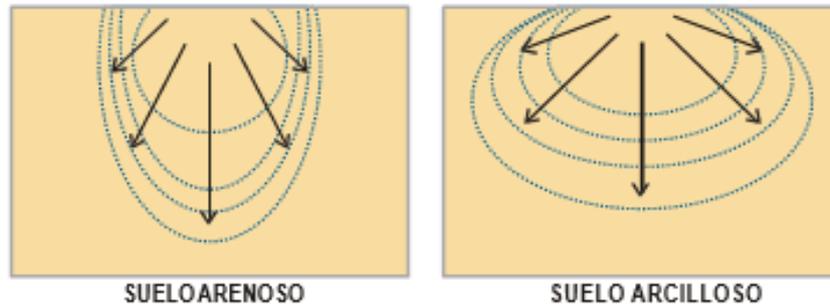


Figura 3. 2. Patrones de infiltración según la textura del suelo.

Fuente [4].

3.3. Necesidad hídrica de un invernadero

Debido a la variación de los factores ambientales que al interactuar entre sí, determinan la evapotranspiración de referencia (ET_0) y la demanda hídrica (L/m^2 día-1) del lugar. En este sentido, la oscilación térmica bajo malla, presentó diversas variaciones respecto al aire libre, la humedad relativa fue mayor y la radiación solar se presentó disminuida, factores asociados a la ausencia de viento, lo cual reduce la demanda hídrica dentro de este tipo de estructuras. Resultados que permiten la optimización del agua de riego en los cultivos desarrollados bajo estos sistemas productivos, y que cobran mayor relevancia en una región con escasez hídrica. Para determinar la demanda hídrica se utilizaron bandejas de evaporación Clase A dentro y fuera de las estructuras de polietileno y malla, obteniendo una correlación entre ambas condiciones [5].

3.4. Tipos de suelos en Ecuador

3.4.1. Suelos del plano costero

Estas tierras abarcan desde la línea costera hasta la pendiente occidental de la cordillera andina. Ocupando 46000 km^2 de la extensión del país, debido a su alta fertilidad a la presencia de suelos andosoles (formados sobre cenizas y vidrios volcánicos) y molisoles (gran concentración de materias orgánicas y nutrientes) es utilizado para el cultivo y producción de diferentes productos que son relevantes en el Ecuador [6].

3.4.2. Suelos de las tierras altas

La caracterización de los suelos, agro ecológica, biofísica y socioeconómica de una región, permite observar cómo se sobre explotan áreas marginales y se subutilizan áreas

aptas para el desarrollo de actividades agropecuarias. Estas dos realidades que van paralelas son, el más grave problema que enfrentan los productores de la Sierra y en especial los ganaderos [7].

3.4.3. Suelos de la Amazonía

La región de la Amazonia se extiende desde el pie de la vertiente oriental de los Andes. Esta región ocupa unos 26000 km², estos suelos se benefician de la acción de erosión de los altos andinos que depositan cenizas volcánicas y componentes minerales en sus faldas. Al mismo tiempo, por su configuración selvática recibe un alto componente orgánico [8].

3.5 Métodos de riego

3.5.1 Sistema de riego por goteo

Su funcionamiento se basa en hacer pasar el agua a través de pequeños orificios o laberintos por el interior del gotero lo que provoca una pérdida de carga por fricción del agua, y que hace que la presión del agua a la salida del gotero sea muy pequeña, prácticamente cero. De esta forma, los goteros son unos dispositivos que necesitan muy poca presión en el flujo de agua para poder funcionar, manteniendo un continuado goteo de agua en el suelo. Dependiendo de las medidas de paso a través del gotero, existen distintos tipos de goteros que pueden descargar un caudal de agua que puede oscilar entre 1 hasta los 10 litros/hora (l/h) (figura 3.3) [9].



Figura 3. 3. Separación de Tubería de riego por goteo.

Fuente [4].

Podemos aclarar que en este sistema en la tubería, el agua circula con presión pero la gota cae al suelo sin presión esto se debe a que el emisor o goteo posee un diseño según el fabricante, que permiten perder presión y que solamente puedan caer gotas.

En la figura 3.4. Se puede apreciar que en un bulbo húmedo existe una zona saturada de agua que se encuentra en la parte superior, otra zona no saturada pero húmeda que es la que concentra una gran cantidad de raíces activas que absorben agua del suelo. En la parte más externa del bulbo existe una capa con un gran contenido de sales que se forma debido al riego. Para evitar que esta cantidad de sales ingresen al interior del bulbo se debe regar constantemente, incluso cuando esté lloviendo [4].

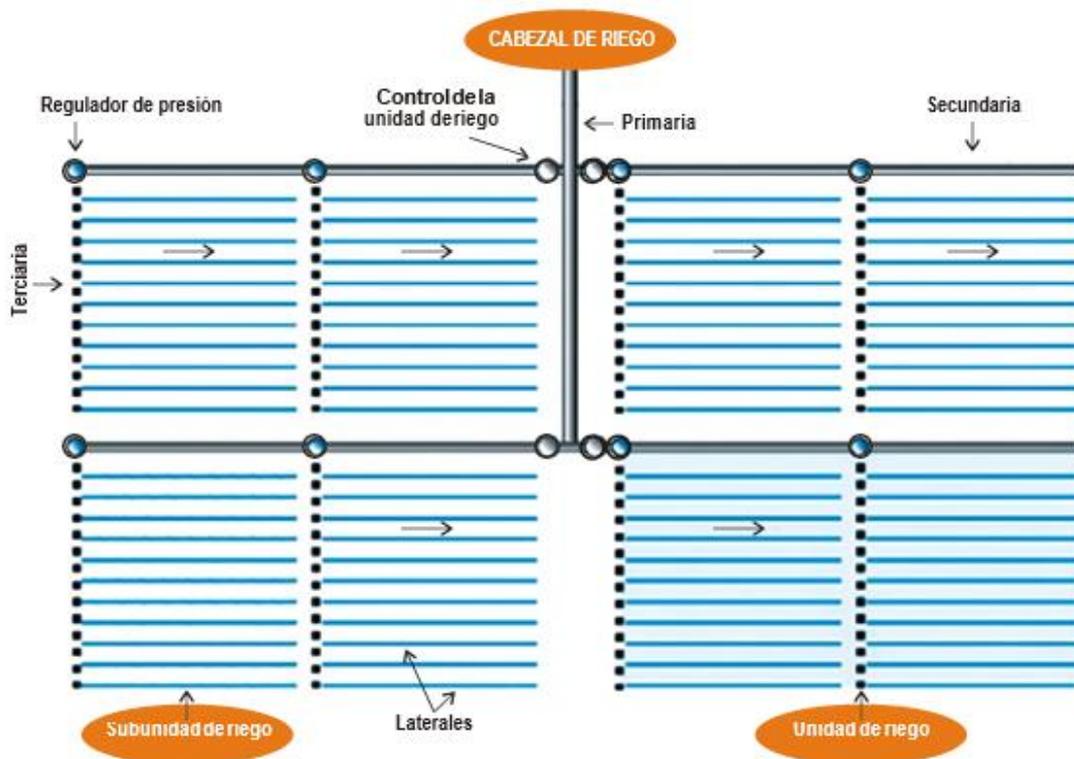


Figura 3. 4. Partes que componen un sistema de riego por goteo.

Fuente [4].

3.5.2 Sistema de riego por tapete

El riego de tapete también es un buen sistema si las plantas del invernadero se encuentran principalmente en macetas o bandejas de propagación ya que el agua es simplemente

impía, evitando la perturbación de las plántulas pequeñas. Un tapete espeso se instala sobre un banco con un extremo fijado en el canal lleno de agua. La acción capilar mantendrá mojado dicho tapete [10].

3.5.3 Sistema de riego por aspersión

El riego por aspersión (figura 3.6.) se utiliza principalmente en cultivos extensivos. Son riegos que se adaptan bien a terrenos con orografías irregulares y que se emplean en zonas donde no hay restricciones de agua. Se pueden realizar instalaciones tanto de equipos fijos como de sistemas mecanizados [11].



Figura 3. 5. Riego por aspersión.

Fuente [4].

3.5.4 Riego por microaspersión

Este método de riego consiste en la aplicación de agua al suelo en gotas muy pequeñas. (figura3.7). Requiere una presión de 1,6 kg/cm², es decir mucho más baja que aspersión. El diámetro de mojado que genera el microaspersor puede ser de alrededor de 3-4 metros. Es recomendable para cultivos como frutales, riego en viveros y algunas hortalizas. Los más comunes son los microaspersores propiamente dichos en los que se clavan un soporte en el suelo y se abastece de agua de una manguera que suele estar superficial. Otros microaspersores son los microjets que se colocan de manera que cuelgan por encima de las plantas conectados a una manguera de las cuales se abastecen de agua y que también está colgada, se utilizan en viveros [4].



Figura 3. 6. Riego Microaspersor

Fuente [4].

3.6 Sistemas y automatización de riego

En los últimos años las condiciones climáticas o el abandono de los campos agrícolas causan escasez de productos a su vez los precios se elevan de manera constante, una alternativa de solución a esta problemática en el sector agrícola son los invernaderos que son cada vez más utilizados para la producción de diferentes plantas o cultivos, incluso de aquellos que no podrían desarrollarse de manera natural en diferentes climas, en la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación menciona que con esta manera de producir se tienen varias ventajas como, control de heladas y bajas temperaturas, control de exceso de humedad, control de plagas, aumento en rendimiento, calidad y precocidad. Sin embargo, para lograr hacer efectivas estas ventajas se debe tener un control necesario de la temperatura, la humedad, la ventilación y el riego necesario para proporcionar agua [12].

3.6.2 Automatización para control de procesos

Es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, maquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana. Esto es posible gracias a la unión de distintas tecnologías como: La instrumentación, la hidráulica, la neumática, la electromecánica, además de la diversidad de sensores y Controladores Lógicos Programables o por sus siglas PLC que permiten interconectar todo de una manera ordenada (figura 3.8) [13].

Se puede decir que la automatización tiene como objetivo mejorar la producción y la calidad del producto, en el tiempo más corto posible, con el fin de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad.

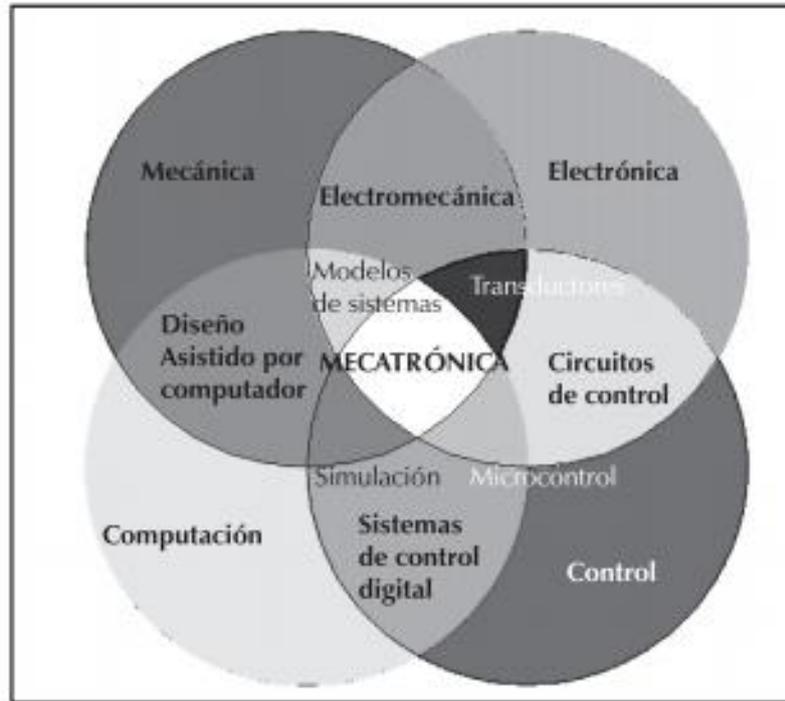


Figura 3. 7. La automatización una convergencia de tecnologías.

Fuente [14].

3.6.3 Sistemas de automatización

La diversidad es un concepto natural que permite abordar los cambios y variaciones del entorno. Esta estrategia es un punto fuerte de la automatización de procesos, los distintos entornos de proceso y los mercados requieren soluciones particulares y adaptaciones. Sin embargo, el desarrollo de un sistema complejo como la automatización, que integre la colaboración de múltiples disciplinas, requiere de la aplicación de un adecuado y cuidadoso proceso de ingeniería que garantice el éxito del proyecto, la utilización de metodologías de diseño ayuda a los ingenieros y demás participantes para que puedan interactuar y colaborar de manera eficiente en las diferentes tareas que se requieren durante todas sus etapas [15].

3.6.4 Aplicaciones de la automatización en agricultura

Sus sistemas principales están basados en la programación realizada en una computadora industrial o PLC, la cual permite llevar a cabo diferentes procesos simultáneamente, al mismo tiempo que controla las variables reales que se encuentren en cada sistema, y contrario al semi-automatizado, este debe monitorear una retroalimentación de la respuesta de cada proceso. Entre los dispositivos que se pueden utilizar en un sistema automatizado están: PLC's, Relés inteligentes, controles de temperatura, módulos analógicos y digitales, relés, contactores, sensores, HMI, motores, bombas, etc. Los sistemas que pueden ser controlados mediante este rango son: sistema de riego, sistema de climatización, control de desarrollo y crecimiento de la planta, control de nutrientes [13].

El desarrollo de invernaderos ha pasado por modelos de dinámica de fluidos, modelos físicos con subsistemas dinámicos y estáticos a evaluación para manejo de temperatura y humedad relativa en invernaderos con ventilación natural. Este último se desarrolla por medio de la apertura de ventilas que permiten el flujo de aire dentro del invernadero aplicado en cultivo de tomate [16].

3.6.5 Sistema de riego automatizado

Se estudiaron las técnicas que se utilizan para diferentes cultivos, tipos de riego, control de nutrientes, forma y construcción de los invernaderos, entre otras. Con esta información y la selección del cultivo se procede con el diseño de un sistema de riego automatizado, que controla la frecuencia y la duración del riego. Se realizan visitas técnicas a diferentes invernaderos en los cuales se observa el nivel de automatización y el cultivo de plantas ornamentales y hortalizas, así como los tipos de invernaderos nacionales y extranjeros, entre ellos Bermaco, Richel, Diente de Sierra y Túnel [17].

3.6.6 Diseño de un sistema de riego automatizado

Se trata de una serie de sensores instalados a lo largo del terreno que determinan la humedad de la tierra. Según los resultados de cada evaluación, el sistema es capaz de detectar los momentos en que un cultivo necesita ser regado. En esa etapa, empieza el riego a través de válvulas y tubos instalados a lo largo de la siembra. Estos tubos y válvulas se pueden calibrar y personalizar para controlar la presión de agua y latencia.

Por ejemplo, el cultivo de tomate necesita un riego de goteo y por ello los tubos son agujereados para que cumplan la función deseada (figura 3.8) [18].

3.6.7 Funcionamiento del sistema de riego automatizado

El invernadero cuenta con un tablero eléctrico en el cual un Controlador Lógico Programable PLC controla diversos relés y por medio de una pantalla HMI se visualiza la activación de electroválvulas para la apertura y cierre de riego, ya sea de forma manual o automática. Las electroválvulas son accionadas en las horas especificadas por medio de un programa previamente almacenado en la CPU del PLC. El sistema de riego automatizado [17].

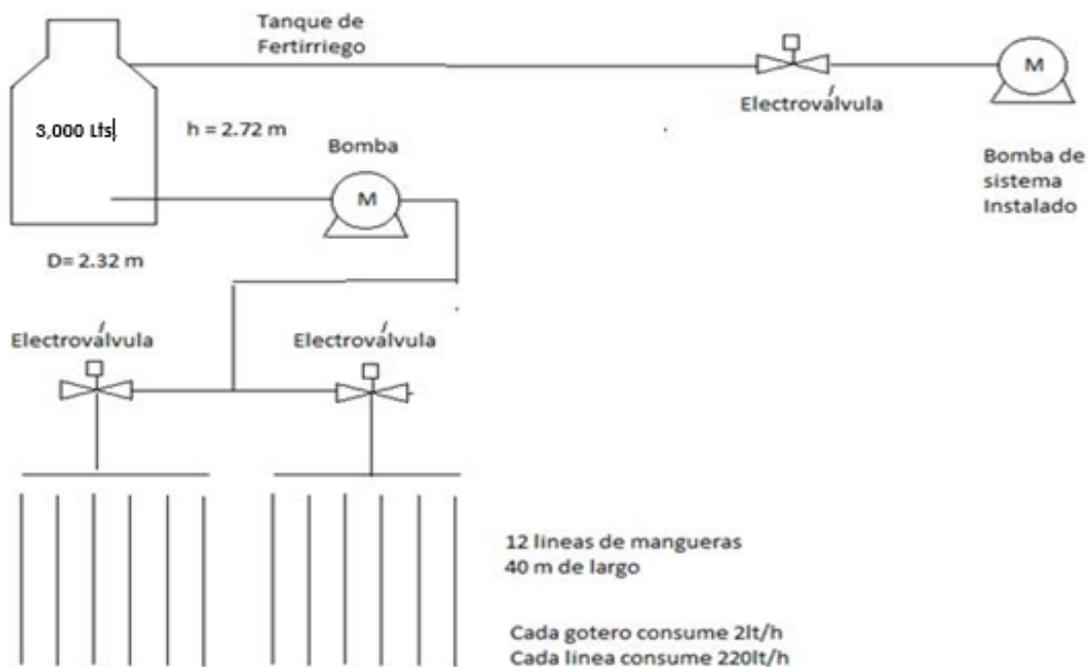


Figura 3. 8. Sistema de riego automatizado.

Fuente [17].

3.7. Materiales

En esta parte se detalla cada uno de los materiales que van a ser utilizados para el diseño e implementación del presente proyecto.

3.7.1. Bomba de riego

La bomba de riego se encarga de suministrar el caudal necesario a la instalación de riego a la presión requerida por los emisores para su correcto funcionamiento. Electrobombas, Funcionan mediante un motor eléctrico monofásico (230v) o trifásico (400v), dependiendo de la potencia que posee el motor eléctrico, se clasifican también en función de la altura de aspiración que tienen. La altura de aspiración es la cota a la que se instala la bomba por encima de la boca de la tubería aspiración de agua. Bombas horizontales, se emplean para suministrar elevados caudales y bajas presiones. Son las bombas más usuales que se instalan en los cabezales de riego. [19].



Figura 3. 9. Bombas de agua

Fuente [19].

3.7.2. Tuberías de riego

Una red de tuberías de suministro de agua para riego localizado y para riego por aspersión se compone de los siguientes elementos:

- Tubería Primaria.
- Tubería Secundaria.
- Tubería Terciaria.
- Tubería Portaemisores

El diámetro de las tuberías depende del caudal que tiene que suministrar, así serán de diámetro menor las tuberías portaemisores y de mucho mayor tamaño la tubería primaria (figura 3.10) [20].

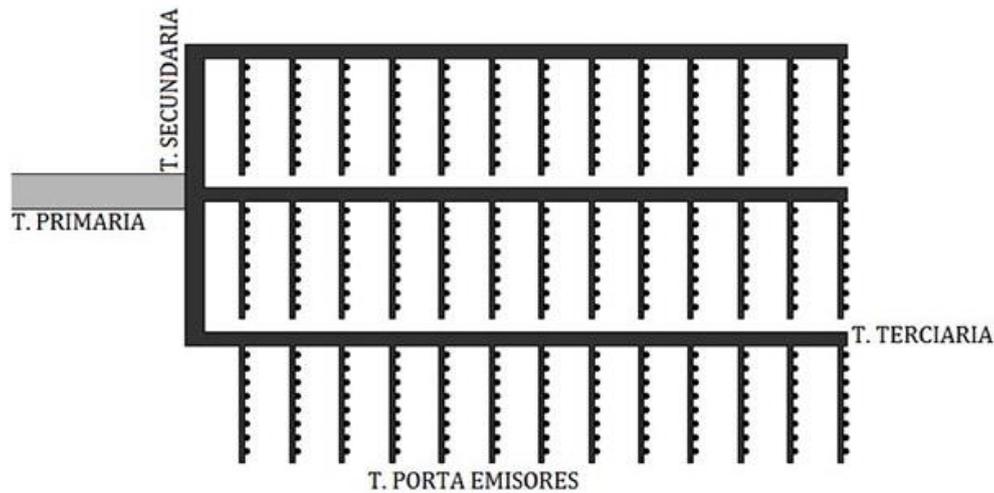


Figura 3. 10. Distribución de tuberías.

Fuente [20].

3.7.3. Electroválvula para riego

Las electroválvulas o válvulas solenoides son dispositivos diseñados para controlar el flujo (ON-OFF) de un fluido. Están diseñadas para poder utilizarse con agua, gas, aire, gas combustible, vapor entre otros. Estas válvulas pueden ser de dos hasta cinco vías. Pueden estar fabricadas en latón, acero inoxidable o Pvc. Dependiendo del fluido en el que se vayan a utilizar es el material de la válvula, en las válvulas de 2 vías, normalmente se utilizan las que funcionan con tres modalidades diferentes, dependiendo del uso que están destinadas a operar; pueden ser de acción directa, acción indirecta y acción mixta o combinada, además cada una de estas categorías puede ser Normalmente Cerrada (N.C.) o Normalmente Abierta (N.A.) , esto dependiendo de la función que va a realizar ya sea que esté cerrada y cuando reciba la señal a la solenoide abra durante unos segundos, o que esté abierta y cuando reciba la señal la solenoide corte el flujo [21].

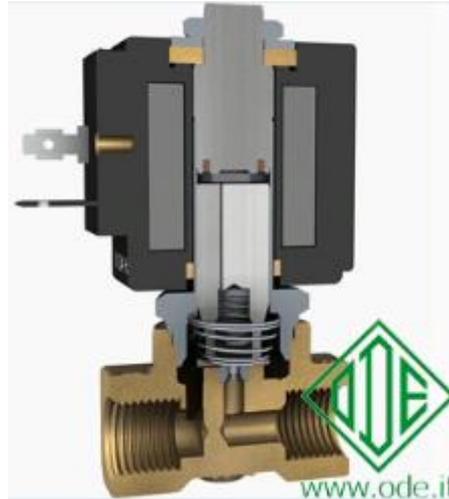


Figura 3. 11. Electroválvula normalmente cerrada.

Fuente [21].

3.7.4. Controlador lógico programable (PLC)

Es un equipo electrónico, que tal como su nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales. Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento, y con un microprocesador integrado, el programa corre [2].



Figura 3. 12. Algunos modelos de PLC's.

Fuente [2].

3.7.5. Sensor de humedad tipo U

Este tipo de sensor es aquel que todo cambio de humedad transforma en señales eléctricas que son procesadas por equipos eléctricos o electrónicos los mismos que son utilizados en diferentes áreas dependiendo la labora que vaya a realizar [22].

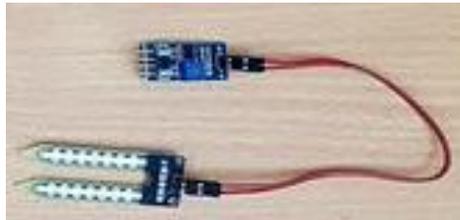


Figura 3. 13. Sensor de humedad tipo U

Fuente [22].

3.7.6. Contactor de baja potencia

El contador es un dispositivo de conmutación que se acciona electromagnéticamente. Su misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos y permitir que alimente a una instalación o receptor, con la posibilidad de ser comandados a distancia. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos. Existen diferentes tipos de contactores (electromagnéticos, electromecánicos, neumáticos, etc.) pero nos centraremos en el estudio de los contactores electromagnéticos, que son los que más se utilizan en las instalaciones eléctricas [23].

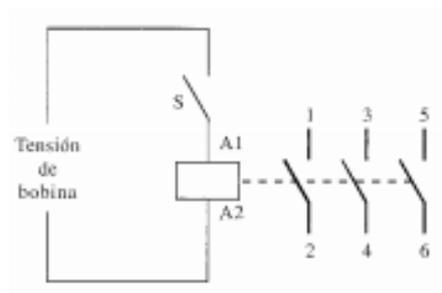


Figura 3. 14. Esquema de un contactor.

Fuente [23].

3.7.7. Conductores eléctricos

Es el elemento que permite o facilita el paso de la corriente eléctrica, por lo que se fabrica de materiales de altos niveles de conductividad los mismo que pueden ser utilizados en diferentes áreas tales cuales tenemos en, instalaciones eléctricas en general (vivienda, industria, comercio, etc.), instalaciones eléctricas de automóviles, construcción de bobinas cada uno con diferentes propiedades y características dependiendo en que los vayamos a utilizar [24].



Figura 3. 15. Conductor electrico tipo alambre.

Fuente [24].

3.7.7.1 Cables sólidos para conexiones

Los cables son un conjunto retorcido de alambres no aislados entre si y pueden ser desnudos o revestidos por una o varias capas de aislante. Estos aislantes son de tela, goma o plástico, Los cables se utilizan en instalaciones eléctricas de todo tipo incluyendo las instalaciones eléctricas automotrices. Los hilos son de cobre blando o endurecido y también de aluminio, algunos alambres de cobre pueden estar estañados, para evitar la oxidación y facilitar la soldadura [25].



Figura 3. 16. Conductores eléctricos.

Fuente [25].



4. METODOLOGÍA

Los métodos que se presentan a continuación nos ayudan en el desarrollo del sistema de riego automatizado tomando en cuenta factores primordiales como es la medición de la humedad, con ello seleccionar las tuberías y la bomba correcta a utilizar para obtener un porcentaje de agua con el cual debe ser regado el tomate de riñón para su correcto desarrollo, también los elementos que se utiliza en la parte eléctrica, así como también el sistema de control que se utilizara en el funcionamiento del sistema.

4.1 Método de la cantidad de agua que necesita la planta

La parte de control se realizará con base en el balance hídrico a partir de la información meteorológica, suelo y cultivo. El balance se realiza entre las salidas y entradas de agua al sistema, donde se compensan de una forma eficiente las pérdidas de agua en el sistema a partir de una función de abastecimiento de agua en el suelo [26].

El balance hídrico es la herramienta para la toma de decisiones en la verificación de la disponibilidad de agua en el sistema cultivo-suelo.

Es un método ampliamente usado en los estudios de zonificación agrícola, influencia de la deficiencia hídrica en la productividad de los cultivos y diseño e implementación y monitoreo de sistemas de riego y drenaje. Señala que el balance hídrico se puede utilizar para establecer las comparaciones entre las condiciones hídricas de localidades distintas. Incluso, se aplica a diferentes escalas de tiempo en función de la disponibilidad de información. El balance del contenido de humedad del suelo se determina con la ecuación [26].

a) Humedad de suelo en la hora

$$W_i = W_{i-1} + ET_{ri} \quad (4.1)$$

Dónde:

W_i : Humedad del suelo en la hora i ; (mm).

W_{i-1} : Humedad del suelo en la hora $i-1$; (mm).

ET_{ri} : Evapotranspiración real del cultivo; (mm).

4.2 La evapotranspiración real del cultivo se estima con la siguiente ecuación.

La evaporación del agua está dada según el sitio o lugar donde midamos y esta depende de los factores como: las horas de luz, temperatura, viento, humedad ambiente, altura entre otros los datos de evaporación se puede obtener de la estación meteorológica más cercana; esta se determina midiendo la altura del agua perdida en un tanque de agua en, milímetros. Cada milímetro equivale a un milímetro equivalente a un litro por metro cuadrado a o 10 metros cúbicos por hectárea [26].

Puede ser calculado directamente utilizando parámetros climáticos integrados directamente la resistencia del cultivo.

Para el cálculo del requerimiento de agua del cultivo se utiliza la ecuación que presentamos a continuación:

$$ET_C = ET_O \cdot K_C \quad (4.2)$$

Donde:

ET_C : Evaporación del cultivo de interés, expresada en mm/día, mm/mes, mm/semana, etc.

ET_O : Evaporación del cultivo de referencias, expresadas en mm/día, mm/mes, mm/semana, etc.

K_C : Coeficiente del cultivo; (adimensional).

Para estimar la ET_O se usó el método de Penman-Monteith (1990) que se describe con la ecuación 4.3:

$$ET_O = \frac{\Delta \cdot (R - G)}{\lambda \cdot (\Delta + \gamma \phi)} + \frac{\gamma \phi \cdot M \cdot (e - e_s)}{R \cdot \theta \cdot r \cdot (\Delta + \gamma \phi)} \quad (4.3)$$

Dónde:

ET_O : Evapotranspiración de referencia ;(mmh^{-1}).

Δ : Gradiente de saturación de presión de vapor ;($\text{Pa } ^\circ\text{C}^{-1}$).

R : Radiación neta ;(kW m^{-2}).



λ : Calor latente de vaporización del agua ;(2450 kJ kg^{-1}).

G : Flujo de calor del suelo ;(kW m^{-2}).

$\gamma\phi$: Constante psicométrica aparente ;($\text{Pa } ^\circ\text{C}^{-1}$).

M : Masa molecular del agua ;($0,018 \text{ Kg mol}^{-1}$).

$e - e$: Déficit de presión de vapor del aire ;(kPa).

R : constante de gas ideal ;($8.31 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$).

Θ : temperatura ;(293 K).

r : resistencia del área foliar del cultivo ;(s m^{-1}).

4.3 Diseño del sistema de tuberías

4.3.1. Dimensionado de tuberías y derivaciones

La elección del diámetro de las distintas tuberías que conforman la instalación de riego deberá realizarse con el objetivo de limitar en lo posible las pérdidas de carga originadas por el rozamiento del flujo de agua con las paredes interiores de la tubería, a la vez que se garantiza que llegue el caudal previsto a todos los emisores que conforman la instalación [9].

Como criterio de buena práctica se recomienda que para tuberías de naturaleza termoplásticas, la velocidad que alcance el flujo de agua por el interior de la tubería se encuentre en el rango de 0,5 a 3,5 m/s [9].

Velocidades superiores a los 3,5 m/s darán lugar a problemas de arrastres, ruidos y fenómenos abrasivos en las paredes interiores que afectarían a la durabilidad de la tubería, mientras que velocidades inferiores a los 0,5 m/s podrían ocasionar problemas de sedimentación de partículas y residuos debida a la escasa velocidad de movimiento del agua [9].

Tabla 4. 1. Velocidades recomendadas para fluidos en tuberías

		Velocidad	
Tipo de flujo	Fluido	ft/s	m/s
Líquidos pocos viscosos	Flujo por gravedad	0,5-1	0,15-0,30
	Entrada de bomba	1-3	0,3-0,9
	Salida de bomba	4-10	1,2-3
	Línea de conducción	4-8	1,2-2,4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0,2-0,5	0,06-0,15
	Salida de bomba	0,5-2	0,15-0,6
Vapor de agua		30-50	9-15
Aire o gas		30-100	9-30

Fuente [9].

La expresión que relaciona la velocidad del agua (v) por el interior de la tubería con el caudal (Q) es la siguiente:

$$Q = v \cdot A \quad (4.4)$$

Donde:

Q: es el caudal volumétrico o flujo de agua que circula por la tubería.

v : es la velocidad del agua en el interior de la tubería.

A: es el área de la sección interna de la tubería ($\pi \cdot D^2/4$), siendo D el diámetro interior de la tubería.

Despejando el valor (v) de la expresión anterior, la velocidad del agua que discurre por el interior de una tubería podrá ser expresada en función del caudal (Q) y del diámetro interior (D) de la tubería [9].

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(4 \cdot Q)}{(\pi \cdot D^2)} \quad (4.5)$$

4.3.2. Método de las pérdidas de carga

El rozamiento de un fluido con las paredes de la tubería por la que circula provoca en el mismo una caída de presión. Conocer el valor de esta caída de presión es necesario de

cara al cálculo de las bombas, pero también para comprobar que el diámetro elegido para la conducción es suficiente [27]

Para calcular las pérdidas de carga en una conducción se suele utilizar la ecuación de Fanning, que expresada en términos de altura es la siguiente [27]

$$\Delta H = \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} \right) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (4.6)$$

Donde:

ΔH : Es la pérdida de carga en metros de columna de líquido; (m.c.l.).

λ : es un coeficiente de; (adimensional).

L : es la longitud de la tubería; (m).

D : es el diámetro interior de la tubería; (m).

v : es la velocidad del fluido; (m/s).

g : es la aceleración de la gravedad; (9,81 m/s²).

4.3.3. Número de Reynolds

Reynolds estudió las condiciones por las que se produce el cambio de un tipo de movimiento a otro y encontró que la velocidad crítica, para la que el flujo pasa de laminar a turbulento, depende de cuatro variables: el diámetro del tubo, así como la viscosidad, la densidad, y la velocidad lineal media del líquido [28].

Esto dio lugar a la expresión siguiente:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (4.7)$$

Siendo:

v : la velocidad del agua en el interior de la tubería; (m/s).

D : el diámetro interior de la tubería; (m).

ν : es la viscosidad cinemática del agua; (m²/s).

Tabla 4. 2. Tabla de valores de la densidad, viscosidad absoluta y viscosidad cinemática para el agua a distintas temperaturas.

	Densidad	Viscosidad absoluta	Viscosidad cinemática
Temperatura	ρ	M	ν
°C	kg/m ³	kg/m.s	m ² /s
0	999,9	$1,792 \cdot 10^{-3}$	$1,792 \cdot 10^{-6}$
5	1000,0	$1,519 \cdot 10^{-3}$	$1,519 \cdot 10^{-6}$
10	999,7	$1,308 \cdot 10^{-3}$	$1,308 \cdot 10^{-6}$
20	998,2	$1,005 \cdot 10^{-3}$	$1,007 \cdot 10^{-6}$
40	992,2	$0,656 \cdot 10^{-3}$	$0,661 \cdot 10^{-6}$
60	983,2	$0,469 \cdot 10^{-3}$	$0,477 \cdot 10^{-6}$
80	971,8	$0,357 \cdot 10^{-3}$	

Fuente [9].

Experimentalmente se comprueba que el régimen es laminar para velocidades pequeñas y de alta viscosidad, y turbulento todo lo contrario. Asimismo la viscosidad influye en que el movimiento de un fluido pueda ser laminar o turbulento.

El valor del número de Reynolds, Re, es dimensional y su valor es independiente de las unidades utilizadas con tal de que sean consistentes.

Para $Re < 2100$ tenemos flujo laminar

Para $Re > 4000$ tenemos flujo turbulento.

Para $2100 < Re < 4000$ existe una zona de transición, donde el tipo de flujo puede ser tanto laminar como turbulento [9].

4.3.4. Pérdida de carga producida en puntos localizados de la red de riego:

En la instalación hay elementos, como válvulas, filtros, derivaciones, codos, cambios de dirección, etc., que también contribuyen generando pérdidas de carga en la instalación.

Para evaluar las pérdidas locales que se originan en estos elementos que se encuentran intercalados en la instalación (codos, derivaciones en T, bifurcaciones, reducciones...) se puede emplear la siguiente formulación de tipo empírica: [9].

$$Ap = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (4.8)$$

O bien,

$$A = K \cdot \frac{8 \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^4} \quad (4.9)$$

Donde el coeficiente adimensional k (coeficiente de pérdida) sirve para medir la caída de presión que se produce en cada elemento de la instalación.

El valor de este coeficiente se obtiene experimentalmente y lo suele suministrar cada fabricante de los distintos elementos [9].

A falta de más información de un determinado fabricante, se pueden emplear los siguientes valores orientativos para el coeficiente k de la siguiente tabla:

Tabla 4. 3. Tabla de valores del coeficiente K de los accesorios.

Válvulas (abiertas)	Coeficiente de pérdida, K
De bola	K = 0,1
Compuerta	K = 0,1 - 0,3
Anti-retorno	K = 1,0
De asiento estándar. Asiento de fundición	K = 4,0 - 10,0
De asiento estándar. Asiento de forja (pequeña)	K = 5,0 - 13,0
De asiento a 45°. Asiento de fundición	K = 1,0 - 3,0
De asiento en ángulo. Asiento de fundición	K = 2,0 - 5,0
De asiento en ángulo. Asiento de forja (pequeña)	K = 1,5 - 3,0
Mariposa	K = 0,2 - 1,5
Diafragma	K = 2,0 - 3,5
De macho o tapón. Rectangular	K = 0,3 - 0,5
De macho o tapón. Circular	K = 0,2 - 0,3
Otros elementos	Coeficiente de pérdida, K
Codos a 90°	K = 0,2
Filtros	K = 3,0
Derivación	K = 0,7

Fuente [9].

4.4 Selección de bomba

Las bombas se utilizan para impulsar líquidos a través de sistemas de tuberías, deben mover el flujo volumétrico que se desea al mismo tiempo que desarrollan la carga dinámica total, creada por los cambios de elevación, diferencia en las cargas de presión y de velocidad, y todas las pérdidas de energía en el sistema [27].

4.4.1. La carga neta positiva de aspiración disponible (NPSH_{dis})

$$NPSH_{dis} = H_{sp} \pm H_s - H_f - H_{vp} \quad (4.10)$$

$$H_{sp} = \frac{P_{sp}}{\gamma_{agua}} \quad (4.11)$$

$$H_{vp} = \frac{P_{vp}}{\gamma_{agua}} \quad (4.12)$$

P_{sp}: Presión estática (absoluta) sobre el fluido en el depósito;(Pa)

H_{sp}: Carga de presión estática (absoluta) sobre el fluido en el almacenamiento; (m).

H_s: Diferencia de elevación desde el nivel del fluido en el depósito a la línea central de la entrada de succión de la bomba; (m).

Si la bomba esta abajo del depósito, h_s es positiva.

Si la bomba está arriba del depósito, h_s es negativa.

H_f: Pérdida de carga en la tubería de succión, debido a la fricción y pérdidas menores; (m).

P_{vp}: Presión de vapor (absoluta) del líquido a la temperatura a que se bombea; (Pa).

H_{vp}: Carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo; (m).

4.4.2. Para proceder al cálculo de las bombas, se seguirán los siguientes pasos:

- 1) Calcular para cada bomba la carga de la misma, como diferencia de las alturas totales de aspiración e impulsión.
- 2) Mediante las curvas características de la bomba o los programas informáticos existentes, elegir el modelo adecuado de la bomba, estableciendo sus especificaciones técnicas (potencia del motor, NPSH_r, etc.).

- 3) Comprobar que el $NPSH_{dis}$ es mayor que el $NPSH_r$, para lo cual se necesitará conocer la presión de vapor del fluido en las condiciones de operación. Esto puede ser más crítico cuando la bomba está en aspiración o si se bombean fluidos volátiles (al menos más que el agua). En general bastará comprobar que esta tercera condición se cumple para el caso más desfavorable, que corresponderá a las situaciones mencionadas, y siendo así en éste, lo será obviamente en el resto. [27].

4.4.3. Elección del modelo de bomba adecuado

Para la selección del modelo adecuado de bomba (una vez establecido el tipo de ésta) se recurrirá a las llamadas curvas características de la bomba, aportadas por el fabricante de las mismas. Se necesitan tres curvas diferentes

- Las de caudal y carga de la bomba, llamadas curvas QH
- Las de potencia del motor necesario, kW
- Las de Carga Positiva Neta de Aspiración Requerida ($NPSH_r$)

Las curvas características se construyen normalmente mediante pruebas realizadas con agua, por lo que sus datos se deben recalcular si se van a bombear líquidos con otras propiedades físicas [27].

El modo de proceder, en el caso de las bombas centrífugas, para el empleo de estas curvas es el siguiente:

- 1) Conocer el fluido a bombear, la temperatura de bombeo y las propiedades físicas del fluido (densidad y viscosidad) a dicha temperatura.
- 2) Establecer el caudal volumétrico a desarrollar (m^3/h).
- 3) Conocer la carga de la bomba, para lo que hay que determinar previamente las alturas totales de impulsión y aspiración.
- 4) Con la carga y el caudal que se precisan se ha de acudir a la curva QH y, fijando estas dos magnitudes, determinar el diámetro del rodete, que en caso de no resultar un valor exacto nos llevaría a escoger el valor mayor más cercano.
- 5) Con el diámetro de rodete determinado y el caudal, en la curva de potencia se determina el consumo de la bomba. El valor leído en la curva ha de incrementarse en un 15% como margen de seguridad.

- 6) Finalmente y en la curva de NPSHr se determina dicho valor, para el caudal desarrollado [27].

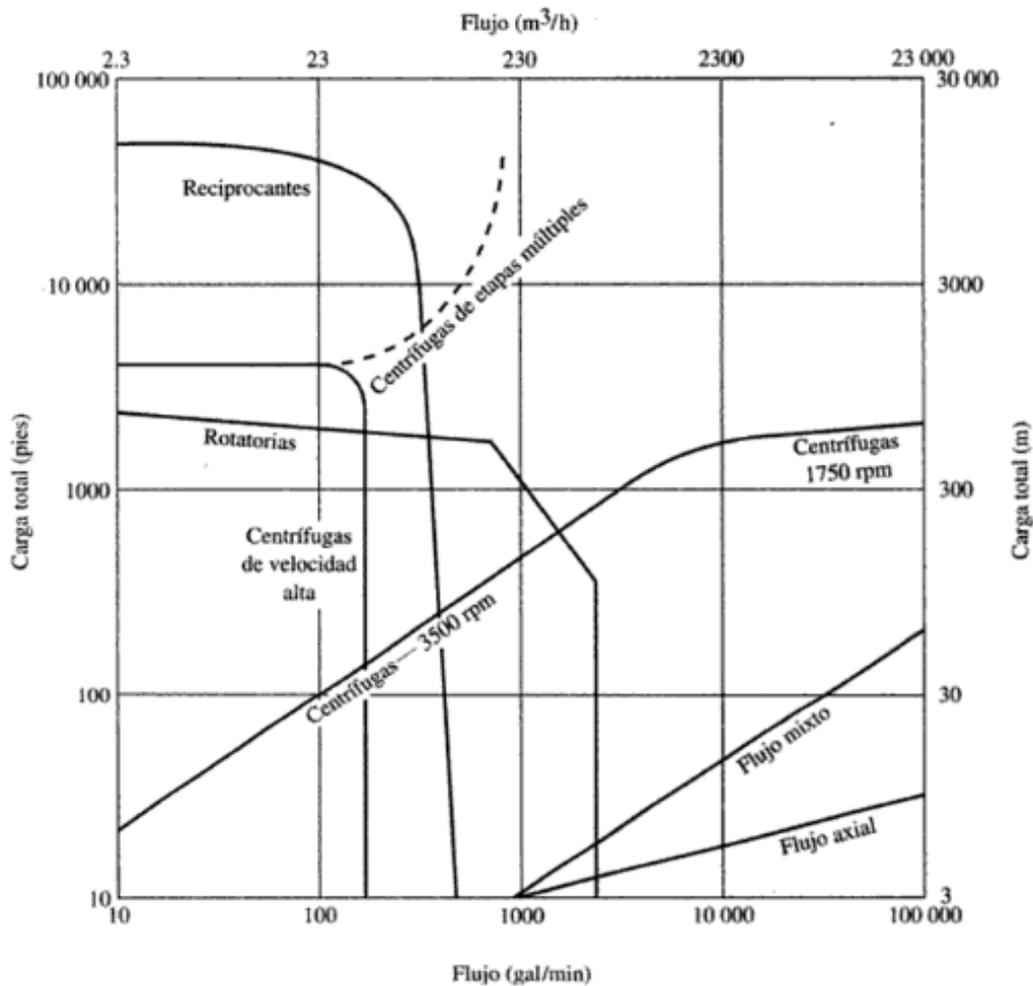


Figura 4. 1. Gráfica de selección de bombas.

Fuente [27].

4.5. Selección de equipos electrónicos.

4.5.1. Aspectos para seleccionar un PLC

Actualmente el mercado brinda una gran cantidad de PLC industriales permitiendo que los usuarios elijan el modelo deseado en un amplio catálogo. Sin embargo al momento de elegir un PLC es necesario considerar aspectos importantes.

Es fundamental tener claro en que consiste el proceso que vamos a automatizar, para dimensionar correctamente la aplicación para no elegir el PLC que quede corto en

prestaciones ni que tenga funcionalidades que no sean necesarias, los aspectos a considerar son:

➤ **Entradas / salidas**

Definir los elementos que se van a ocupar para así definir las entradas y salidas que serán necesarias, tanto a nivel digital como a nivel analógica.

➤ **Capacidad de programa y memoria**

Este parámetro es quizás el aspecto más complicado de determinar previamente, ya que con frecuencia surge alarma de que falta memoria o que el programa es demasiado grande.

En varias ocasiones en una misma familia de PLC con las mismas E/S se disponen de diferentes CPU cuya diferencia es la capacidad de programa. [29]

4.5.2. Criterios para la elección de un contactor.

Para elegir el contactor que más se ajusta a nuestras necesidades, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de corriente, tensión de alimentación de la bobina y la frecuencia.
- Potencia nominal de la carga.
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema.
- Existen maniobras que modifican la corriente de arranque y de corte.
- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita.
- Para trabajos silenciosos o con frecuencias de maniobra muy altas es recomendable el uso de contactores estáticos o de estado sólido.
- Por la categoría de empleo [30].

4.5.3. Parámetros Para Seleccionar Una Electroválvula

Para una correcta selección de una electroválvula se toma en cuenta la aplicación que dicho elemento va a tener al ser implementado en un sistema de riego automatizado, cada uno de estos aspectos se los detalla en la tabla 4.4.

Tabla 4. 4. Tabla de selección de Electroválvulas

Parámetros	Descripción
Material que constituye el cuerpo de la válvula	Las electroválvulas están fabricadas de materiales como: latón, de acero inoxidable, PVC, cobre, aluminio, para la selección se considera la exposición al ambiente.
El producto a utilizar en la válvula	Depende de esta incógnita que partimos para seleccionar el cuerpo de la válvula, el material de diafragma interno y el tipo de accionamiento.
El tamaño del puerto	Depende de las conexiones de la aplicación, ya que existen las electroválvulas roscadas, bridadas, de conexión Namur, de conexión rápida, entre otras. En medidas estándar como por ejemplo 1/8, 1/4, 1/2, 3/8, 3/4, 1" hasta máximo 2", dependiendo del modelo.
Es normalmente cerrada o normalmente abierta	Acorde a la aplicación. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Normalmente cerrada ➤ Normalmente abierta
Número de vías	Existen válvulas de 2, 3, 4 y 5 vías en 2 posiciones. El número de vías es el número de conductos de entrada y salida que tendrá la válvula y el número de posiciones son respecto al actuador.
La presión	En este caso existe la presión mínima y la presión máxima, se deben tomar en cuenta para el funcionamiento de las válvulas solenoides.
El caudal	El caudal es acorde a la aplicación, siendo indispensable solicitar el especificado requerido por cuestiones de llenado o desfogue.
Temperatura	Se considera la temperatura máxima y mínima a utilizar en el fluido que pasará por la electroválvula ya que me permite seleccionar el material del diafragma, ya que si existen temperaturas elevadas es muy probable que se reviente.
El voltaje	Se elige en base al diseño de la aplicación. Las electroválvulas trabajan en voltajes alternos y continuos. VAC: 48, 127, 220 y en VDC: 12, 24, 48.

Fuente [29].

4.5.4. Protecciones Eléctricas

4.5.4.1. Selección de protecciones para la bomba

Para el cálculo de protección termomagnética se debe realizar de la siguiente forma tomando en cuenta la corriente a plena carga aumentándole un 25% de holgura para que

no se dispare la protección termomagnética cuando el equipo demande más corriente eléctrica al arranque hasta que alcance su plena carga, tenemos entonces nuestra formula [2].

$$I_p = 1,25 \cdot I_{pc} \quad (4.13)$$

I_p: Corriente de protección; (A).

I_{pc}: Corriente a plena carga; (A).

4.5.4.2. Selección de conductores

Para ello tomamos en cuenta la corriente de arranque la cual va a ser la corriente nominal más un 125% [2].

$$I_R = I_N + 125\% \quad (4.14)$$

I_R: Corriente de arranque; (A).

I_N: Corriente nominal; (A).

Para la caída de tensión se utilizara la siguiente formula con la que verificaremos la elección del conductor correcto [2].

$$e\% = \frac{4 \cdot L \cdot I_R}{E_n \cdot \phi \cdot S} \quad (4.15)$$

e%: Caída de tensión en porcentaje.

L: Longitud en metros; (m).

I_R: Corriente de arranque; (A).

E_n: Voltaje entre fase y neutro;(V).

S: longitud transversal del conductor;(m).

Ø: Factor de potencia.

4.5.4.3. Selección del conductor y caída de voltaje para las electroválvulas

La longitud del cableado y el número de dispositivos, puede afectar a la capacidad de ejecuta acciones, sirve para evitar que el voltaje en las salidas hacia los solenoides sea inferior al necesario, se determinará los siguientes cálculos que ayudan a determinar si hay suficiente potencial para cualquier escenario dado de cableado, para dichos solenoides el voltaje mínimo de funcionamiento individual de las válvulas y dispositivos similares. La caída de tensión se describe a partir de la siguiente formula [29].

$$A = 2 \cdot \frac{\rho \cdot L \cdot I}{\Delta V} \quad (4.16)$$

Donde:

A: Área mínima del conductor; (mm^2).

ρ : Resistividad del cobre; ($\Omega \cdot \text{mm}^2$).

ΔV : Caída de voltaje; (V).

I: Corriente; (A).

L: Longitud; (m).

4.5. Componentes del sistema de riego automatizado

El esquema para el funcionamiento del sistema de riego automatizado se detalla en la figura 4.2.

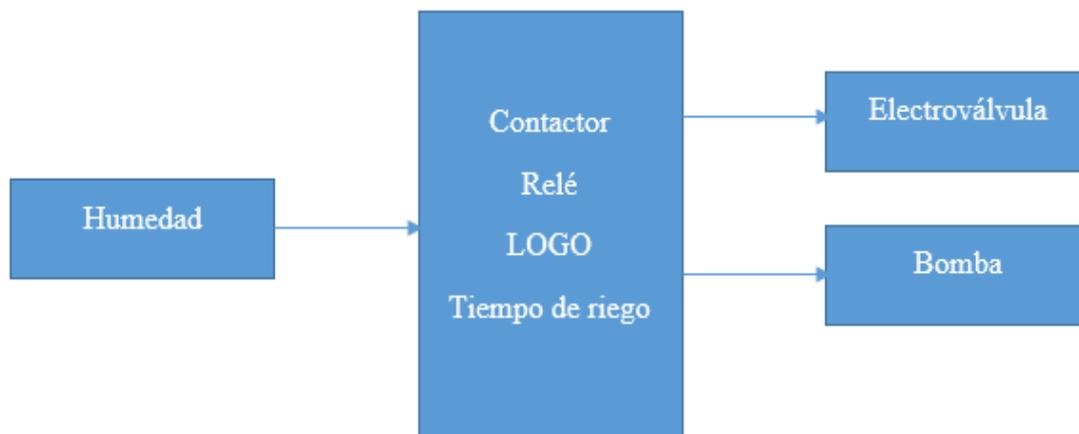


Figura 4. 2. Gráfico de componentes del sistema de riego automatizado.

Fuente [Autores].

En la figura 4.2 se puede observar los componentes del sistema de riego automatizado tomando el factor humedad como la entrada principal, al tener los rangos bajos de humedad ingresa a nuestro sistema de control, enviando señales hacia la bomba y la electroválvula para su activación y el funcionamiento del sistema de riego, el cual se lo realizara en un determinado tiempo hasta obtener la humedad ideal, cumpliendo su ciclo de funcionamiento.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la implementación del sistema de riego automatizado, se analizó la humedad que se produce en el suelo ya que afecta al de tomate riñón, debido a que el agricultor siempre ha optado en utilizar un sistema de riego de manera tradicional sin tomar en cuenta los factores como caudal y tiempo de riego que necesita una planta, ya que estos inciden principalmente al momento de implementar un sistema de riego. A su vez la distribución idónea que necesita toda el área a ser regada, el desarrollo de dicho proyecto se basó principalmente en la solución a los problemas ya antes mencionados.

5.1. Análisis del desarrollo de la propuesta tecnológica

En el desarrollo del sistema de riego automatizado se distribuyó en dos partes, tanto de manera hidráulica como eléctrica, primeramente de manera hidráulica, realizando un esquema de distribución uniforme del área en tres partes con la misma cantidad de hileras de riego donde se encuentra sembrado el tomate riñón el mismo que se puede observar en el anexo: Diseño de sistema de riego.

El dimensionamiento de las tuberías que tienen un diámetro de 32 mm, para realizar las conexiones hidráulicas se utilizó cuatro codos, tres uniones y tres tees del mismo diámetro de la tubería, así también las electroválvulas son normalmente cerradas con un diámetro de 32 mm y soportan una presión de 1034,21 KPa.

El tomate de riñón necesita un rango de humedad entre el 60 – 70 % de humedad para un correcto desarrollo de la planta. El área del invernadero es de 1149,5 m² donde existen un total de 1430 plantas de tomate de riñón, necesitando un volumen de agua de 1144 lt.

Para la selección de la bomba se empleó la cantidad de agua disponible que es de 54000 lt, el caudal con el que se riega la planta es de 48 lt/min y los elementos que se utilizó en la implementación del sistema de riego automatizado.

Con la ecuación (4.5) se obtiene una velocidad de 1,57 m/s, posteriormente con las ecuaciones (4.7) y (4.8) se calcula las pérdidas que existen en las tuberías y los accesorios utilizados con un total de 4,38 m.

Para el cálculo del NPSHdis se empleó la presión atmosférica de Ambato que es de 103100Pa.

En la figura 5.1 se analiza el funcionamiento de la carga empleada con respecto al flujo de la bomba.

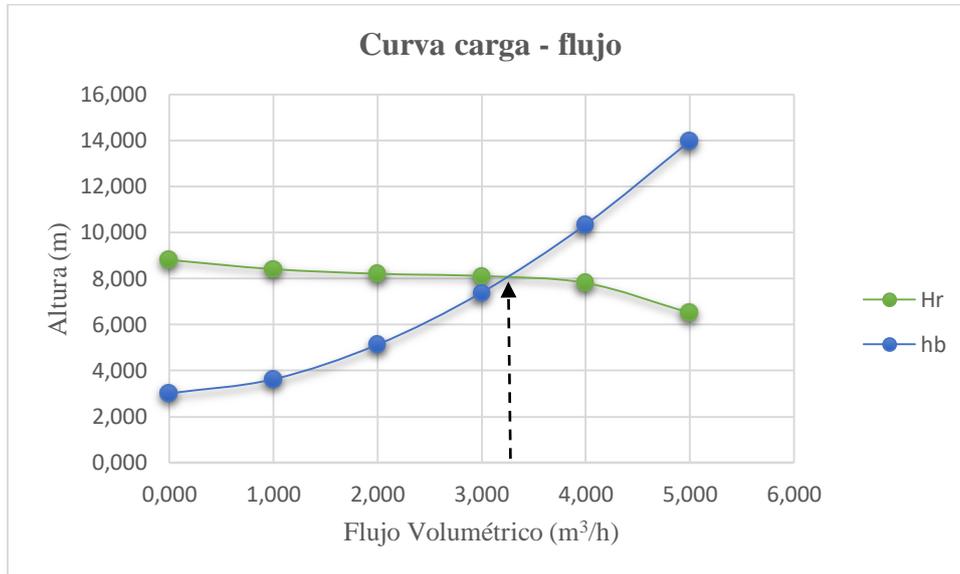


Figura 5. 1 Curva carga – flujo.

El sistema necesita con un flujo volumétrico de 2,88 m³/h, la curva señala el funcionamiento de la bomba es de 3,2 m³/h dando lugar a una correcta elección del equipo empleado.

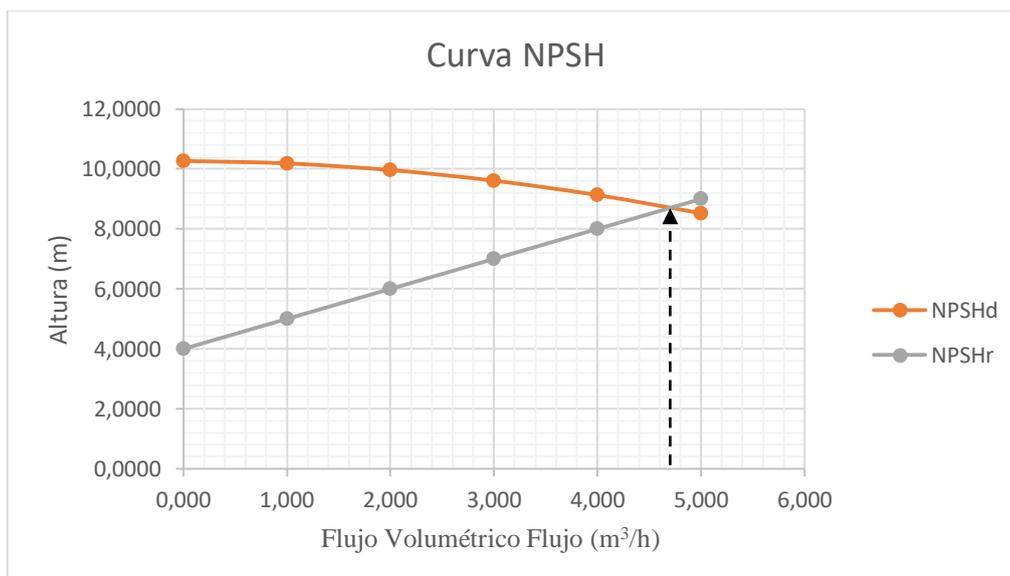


Figura 5. 2 Curva NPSH

En la figura 5.2 se analiza el NPSHr y NPSHdis, que en condiciones de un funcionamiento normal no existe cavitación en la bomba por lo que el sistema trabaja sin ninguna anomalía.

En la parte eléctrica se enfocó en las protecciones necesarias en nuestro sistema como son un contactor de 120V – 12 A, un interruptor termomagnético de 16A, también los cables flexibles AWG #18 que se empleó para realizar las conexiones del circuito de mando, cable flexible AWG #16 para las conexiones en el circuito de fuerza y cable solido AWG #12 para la alimentación del sistema.

Para el control de todo el sistema de riego automatizado se lo realiza con un logo 8 a 110V constando de cuatro entradas analógicas, ocho digitales y cuatro salidas.

Todos los elementos tanto eléctricos, electrónicos e hidráulicos son necesarios para un correcto funcionamiento del sistema de riego automatizado, controlándolo de la siguiente forma: si uno de los tres sectores no se encuentra en el rango de humedad que necesita la planta, envía una señal hacia el sistema de control, el cual activa la bomba y abre la electroválvula para que se riegue el sector.

Al obtener la humedad necesaria el sistema se apaga automáticamente hasta que un nuevo sector tenga el mismo problema y entre nuevamente en funcionamiento todo el sistema de riego automatizado.

5.2 Análisis de resultados del sistema de riego automatizado.

5.2.1. Análisis de resultados eléctricos.

En la tabla 5.1 se encuentra los datos de consumo eléctrico que tiene un sistema de riego tradicional y en la tabla 5.2 se observa los nuevos datos de consumo eléctrico ya automatizado nuestro sistema, tomando como factores la potencia de la bomba que se utiliza y las horas de riego en ambos sistemas.

Tabla 5. 1. Consumo eléctrico de un sistema de riego tradicional mes de Diciembre.

Consumo eléctrico en un sistema de riego tradicional mes de diciembre			
Potencia bomba (kW.h)	Día	Horas	Consumo eléctrico (kW/h)
1	1	3	3
1	2	3,5	3,5

1	3	2,75	2,75
1	4	2,5	2,5
1	5	3	3
1	6	3	3
1	7	3,25	3,25
1	8	3,5	3,5
1	9	2,8	2,8
1	10	2,5	2,5
1	11	2,5	2,5
1	12	3	3
1	13	3,5	3,5
1	14	3	3
1	15	3,5	3,5
1	16	2,5	2,5
1	17	2,5	2,5
1	18	3,25	3,25
1	19	3	3
1	20	2,75	2,75
1	21	3,5	3,5
1	22	3	3
1	23	2,5	2,5
1	24	2,75	2,75
1	25	2,25	2,25
1	26	2,5	2,5
1	27	3,5	3,5
1	28	3	3
1	29	3,75	3,75
1	30	3,25	3,25
1	31	2,75	2,75
Total de kW/h en el mes			92,05

Fuente [Autores].

Tabla 5. 2. Consumo eléctrico en un sistema de riego automatizado me de Enero.

Consumo eléctrico en un sistema de riego automatizado mes de enero			
Potencia bomba (kW.h)	Día	Horas	Consumo eléctrico (kW/h)
1	1	2	2
1	2	2	2
1	3	2	2
1	4	2	2
1	5	2	2



1	6	2	2
1	7	2	2
1	8	2	2
1	9	2	2
1	10	2	2
1	11	2	2
1	12	2	2
1	13	2	2
1	14	2	2
1	15	2	2
1	16	2	2
1	17	2	2
1	18	2	2
1	19	2	2
1	20	2	2
1	21	2	2
1	22	2	2
1	23	2	2
1	24	2	2
1	25	2	2
1	26	2	2
1	27	2	2
1	28	2	2
1	29	2	2
1	30	2	2
1	31	2	2
Total de kW/h en el mes			62

Fuente [Autores].

Todos los valores que nos dan a conocer en las tablas nos señalan el consumo eléctrico que tiene por día utilizando la misma bomba con la potencia eléctrica de 1kW en los dos sistemas, teniendo un ahorro considerable en un sistema de riego automatizado debido a que el tiempo de riego que se emplea en un sistema de riego tradicional es irregular teniendo como consecuencia un gran consumo de energía, en las siguientes figuras se puede observar la comparación que existe entre el consumo eléctrico diario y también en el mes.

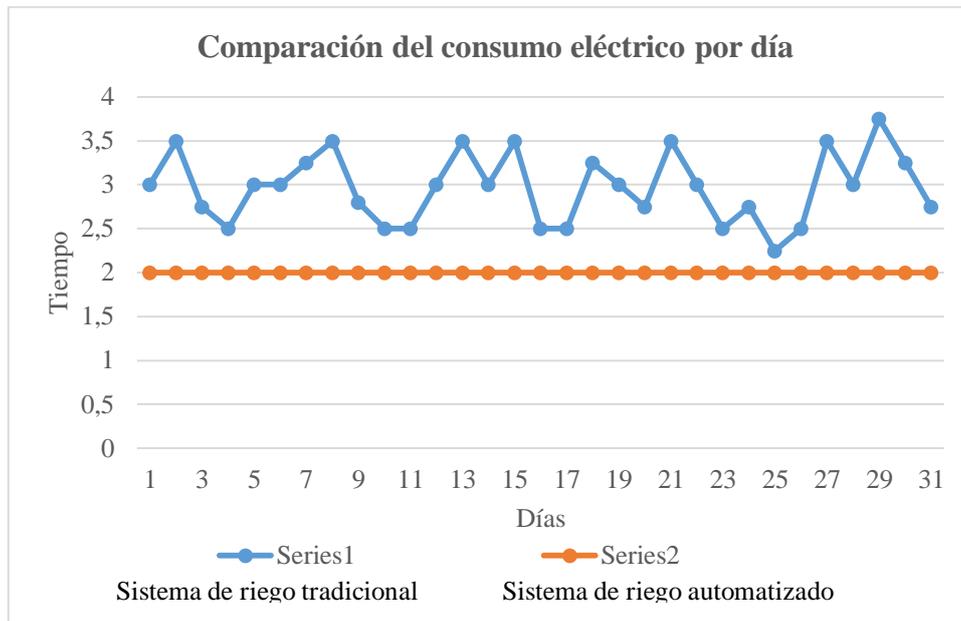


Figura 5. 3 Comparación del consumo eléctrico por día.

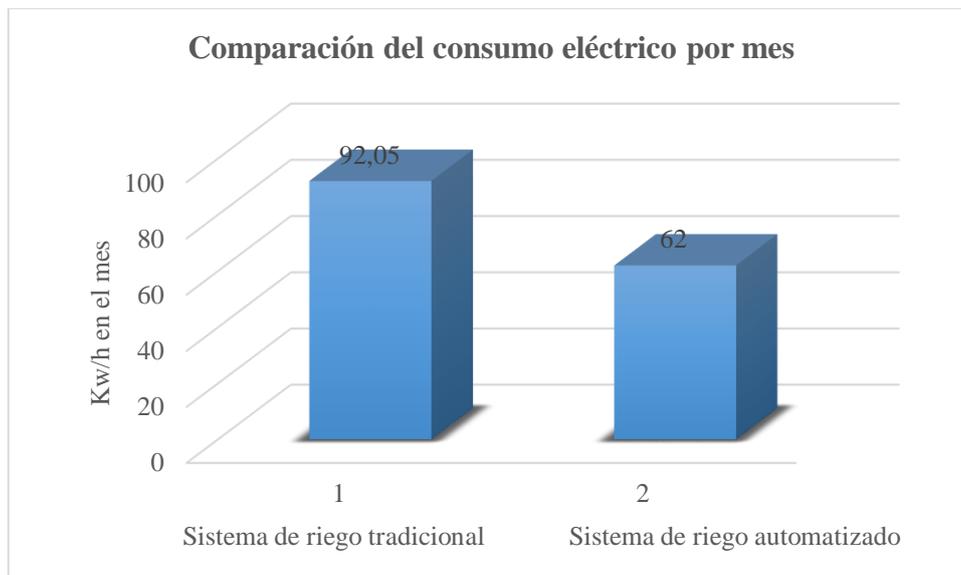


Figura 5. 4 Comparación del consumo eléctrico por mes.

5.2.2. Análisis de resultados hídricos.

En la tabla 5.3 se observa el consumo hídrico que tiene el sistema de riego tradicional y en la tabla 5.4 nos da a conocer el nuevo consumo hídrico ya automatizado nuestro sistema, tomando principalmente las horas de riego que se utilizan por día en ambos sistemas.

Tabla 5. 3. Consumo hídrico de un sistema de riego tradicional mes de Diciembre.

Consumo hídrico en un sistema de riego tradicional mes de diciembre			
V de agua en lt	Días	Horas	Caudal en lt/h
1144	1	3	3432
1144	2	3,5	4004
1144	3	2,75	3146
1144	4	2,5	2860
1144	5	3	3432
1144	6	3	3432
1144	7	3,25	3718
1144	8	3,5	4004
1144	9	2,8	3203,2
1144	10	2,5	2860
1144	11	2,5	2860
1144	12	3	3432
1144	13	3,5	4004
1144	14	3	3432
1144	15	3,5	4004
1144	16	2,5	2860
1144	17	2,5	2860
1144	18	3,25	3718
1144	19	3	3432
1144	20	2,75	3146
1144	21	3,5	4004
1144	22	3	3432
1144	23	2,5	2860
1144	24	2,75	3146
1144	25	2,25	2574
1144	26	2,5	2860
1144	27	3,5	4004
1144	28	3	3432
1144	29	3,75	4290
1144	30	3,25	3718
1144	31	2,75	3146
Total de caudal consumido en el mes			105305,2

Fuente [Autores].

Tabla 5. 4. Consumo hídrico de un sistema de riego tradicional mes de Enero.

Consumo hídrico en un sistema de riego automatizado mes de diciembre			
V de agua en lt	Días	Horas	Caudal en lt/h
1144	1	2	2288
1144	2	2	2288
1144	3	2	2288
1144	4	2	2288
1144	5	2	2288
1144	6	2	2288
1144	7	2	2288
1144	8	2	2288
1144	9	2	2288
1144	10	2	2288
1144	11	2	2288
1144	12	2	2288
1144	13	2	2288
1144	14	2	2288
1144	15	2	2288
1144	16	2	2288
1144	17	2	2288
1144	18	2	2288
1144	19	2	2288
1144	20	2	2288
1144	21	2	2288
1144	22	2	2288
1144	23	2	2288
1144	24	2	2288
1144	25	2	2288
1144	26	2	2288
1144	27	2	2288
1144	28	2	2288
1144	29	2	2288
1144	30	2	2288
1144	31	2	2288
Total de caudal consumido en el mes			70928

Fuente [Autores].

Para tomar los datos se considera la importancia del volumen de agua que necesitan todas las plantas de tomate de riñón siendo este de 1144 lt. Todos los valores que nos dan en

las tablas 5.3 y 5.4 nos señalan el consumo hídrico que tiene por día de cada sistema de riego, teniendo un ahorro considerable en un sistema de riego automatizado, de la misma forma se establece graficas de comparación entre los dos sistemas obteniendo uniformidad y ahorro en el sistema de riego automatizado.

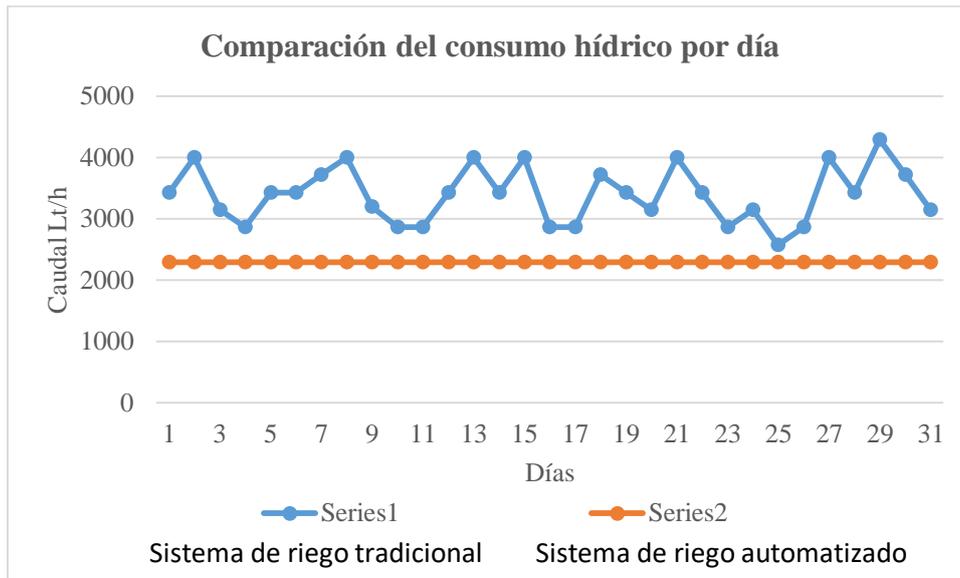


Figura 5. 5. Comparación del consumo hídrico por día.

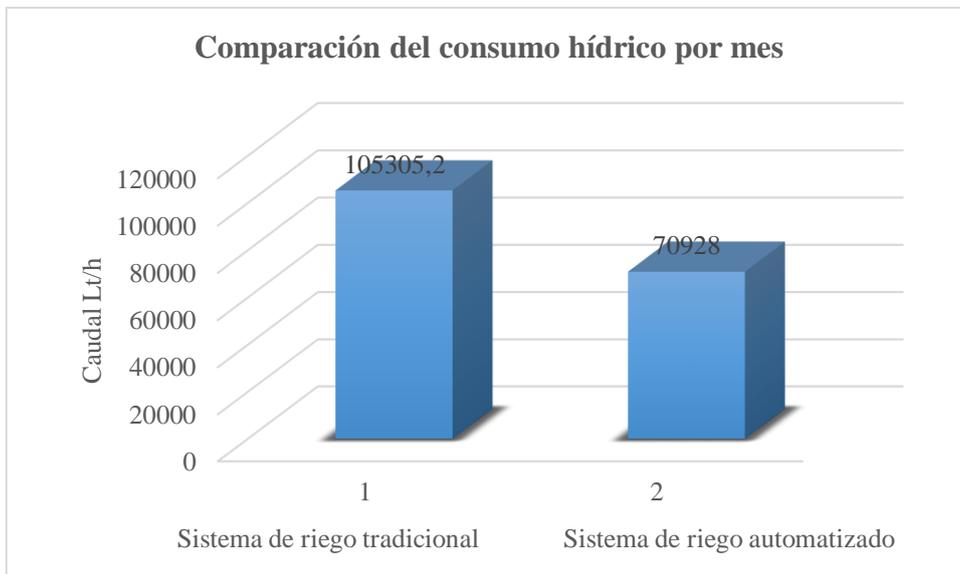


Figura 5. 6. Comparación del consumo hídrico por día.

6. PRESUPUESTO

En esta parte se detalla cada uno de los equipos y elementos que se utilizó para la implementación del sistema de riego automatizado con su precio actual en el mercado de igual manera cuantas unidades de cada uno que se empleó, también los distintos gastos que se realizó de forma indirecta como transporte, impresiones, consultas entre otros que ayudaron en el desarrollo del proyecto.

Todos estos gastos los podemos observar en las siguientes tablas que están detalladas entre gastos de forma directa e indirecta además de la última tabla que relaciona entre las dos partes teniendo un gasto total de \$1080,19.

Tabla 6. 1. Tabla de gastos directos elementos hidráulicos.

Elementos hidráulicos			
Cantidad	Descripción	Precio u	Precio total
1	Bomba de agua jet Bp 1hp 1x1	93	93
4	Válvulas eléctricas hunter pgv 1034,21 KPa	16,475	65,9
100	Manguera multiuso negra	0,2932	29,32
1000	Cinta de goteo dripiline 16mm 10mil 2l/h 15 cm	0,08	80
3	Codos flex de 90 grados	0,5	1,5
3	Tee flex	0,36	1,08
10	Adaptadores para mangueras 25,4mm	0,45	4,5
3	Tapones 25,4 mm	0,85	2,55
20	Abrazaderas de 37.6mm	0,6	12
Total			289,85

Fuente [Autores].

En los gastos directos hidráulicos se observa que la bomba, electroválvulas y la cinta de riego por goteo, son los elementos principales para el sistema de riego por lo tanto existe una gran diferencia de costo en comparación de los otros elementos utilizados como codos, tees, tapones, abrazaderas, adaptadores.

La tubería principal tiene un costo menor en comparación a la cinta de goteo.

Tabla 6. 2. Tabla de gastos directos elementos eléctricos y electrónicos.

Elementos eléctricos y electrónicos			
Cantidad	Descripción	Precio u	Precio total
1	Logo siemens 8,2 110/220	205	205
2	Contactares 12 a 120v	8,93	17,86
1	Pulsador metálico hongo	2,51	2,51
1	Selector 3 posiciones	2,33	2,33
1	Pulsador nc	2,67	2,67
1	Tablero metálico 40x40x20	44,6	44,6
2	Riel din	2,46	4,92
2	Canaleta ranurada	4,02	8,04
1	Pulsador na	1,88	1,88
1	Breaker de 16 a	12,63	12,63
300	Cable flexible #18 600v	0,18	54
25	Cable flexible #16 600v	0,21	5,25
10	Cable solido # 12 600v	0,26	2,6
3	Sensor de humedad	4,5	13,5
Total			377,79

Fuente [Autores].

En la tabla 6.2 detallamos cada uno de los componentes eléctricos y electrónicos los cuales son indispensables para todo el sistema de control, como principal elemento es el logo, con un costo elevado a excepción de los sensores, los cables varían su precio dependiendo de su calibre.

Tabla 6. 3. Tabla de gastos directos totales.

Costos directos	
Elementos hidráulicos	289,85
Elementos eléctricos y electrónicos	377,79
Total	667,64

Fuente [Autores].

Estos gastos se os realizo de forma directa, analizando que los gastos en los elementos eléctricos y electrónicos son mayor al de los elementos hidráulicos.

Tabla 6. 4. Tabla de gastos indirectos totales.

Costos indirectos			
Cantidad	Descripción	Precio u	Precio total
1	Kit de sacabocados	5,25	5,25
2	Teflón 3/4	1,25	2,5
2	Teipe negro	0,6	1,2
12	Pernos 1/2"x1"	0,15	1,8
1	Movilización	60	60
1	Copias e impresiones	150	150
12	Anillados	0,9	10,80
60	Internet	0,35	21
16	Alimentación	2,5	40
1	Otros	120	120
Total			412,55

Fuente [Autores].

Las copias e impresiones tienen un alto costo en comparación de otros elementos que se utilizó de forma indirecta para el desarrollo del proyecto

Tabla 6. 5. Tabla de gastos totales.

Costo total	
Costos directos	667,64
Costos indirectos	412,55
Total	1080,19

Fuente [Autores].

Para el desarrollo total del proyecto observamos que los gastos directos son mayor a los gastos indirectos, con ellos se realizó una inversión total del \$1080,19.

6.2 Análisis de impactos

Los impactos que se detallan a continuación son los más relevantes en el desarrollo del proyecto.

6.2.1. Impacto práctico

Este impacto es importante en la implementación del sistema de riego automatizado, debido a los conocimientos obtenidos previamente en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con ello se realizó las conexiones tanto eléctricas e hidráulicas con sus respectivas protecciones, la selección de elementos necesarios, una distribución equitativa en el invernadero de tomate riñón, una secuencia de funcionamiento, con ello elaborar un proyecto idóneo para el cultivo de dicho producto.

6.2.2. Impacto Tecnológico

Al implementar el proyecto se elimina la falta de cuidado en la bomba de agua, la cual afecta su funcionamiento en un 25%, su fuente de alimentación de forma errónea y un control de encendido y apagado el cual no es controlado por ninguna persona, por estos motivos se incorporó protecciones para la bomba y un control automático el cual sirven para un mejor desarrollo de la planta de tomate de riñón.

6.2.3. Impacto Ambiental

El sistema de riego automatizado genera un ahorro del en la parte eléctrica e hídrica, al reducir el consumo de estos aspectos evitamos el desperdicio que teníamos con un sistema de riego tradicional, el agua que se ahorra se utiliza para distintas actividades aparte de la agricultura, a su vez con este nuevo sistema de riego evitamos un agobio hídrico del 20% a la planta de tomate de riñón.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- En el diseño del proyecto, se partió desde el área del terreno siendo 1149,5 m² con una cantidad de agua disponible de 54000lt, los cuales nos ayudaron a elegir una tubería de 32 mm, de igual forma se utilizó 4 codos, 3 tees y 3 electroválvulas del mismo diámetro de la tubería.
- El volumen de agua que necesita el área del cultivo de tomate de riñón es de 1144 Lt/día, con lo que se escogió una bomba de 1HP, la misma abastece con el caudal necesario para todo el invernadero, además se eligió las protecciones adecuadas a si también la parte de control, que nos brinda una mejor eficiencia en el sistema de riego.

- El sistema de riego automatizado genera un ahorro hídrico de un 33% y en la parte eléctrica un ahorro del 30%, en comparación del sistema de riego tradicional que se utilizaba.
- Para el mejoramiento de la hidratación de la planta de tomate de riñón se realizó una distribución en tres sectores en el área del terreno en el cual se encuentra el cultivo, cada uno con el mismo número de hileras, obteniendo una humedad relativa del 65% en los tres sectores.

7.2. Recomendaciones

- Realizar una limpieza cada determinado tiempo para evitar acumulación de impurezas, las cuales impiden el funcionamiento óptimo de los componentes del sistema de riego automatizado.
- Al desconectar las electroválvulas para realizar una nueva siembra de la planta de tomate de riñón observar la manera en la manera que se encuentran conectadas ya que una mala conexión afectaría en la programación que se realizó con ello el sistema no funcionaría de forma correcta.
- No utilizar el sistema de riego en otros tipos de plantas, debido a que cada planta se desarrolla con distinto tipo de humedad, y dicho sistema está programado para trabajar con la humedad que requiere la planta de tomate de riñón.

8. REFERENCIAS

- [1] P. P. Cruz, «HORTALIZAS 25,» 28 Febrero 2013. [En línea]. Available: <http://www.hortalizas.com/horticultura-prottegida/tu-primer-invernadero-manejo-de-temperatura-riego-y-mas-parte-ii/>. [Último acceso: 13 Julio 2018].
- [2] L. CHAVEZ RAMIREZ, «sistema de riego,» de *autimatizacion de un sistema de riego automtizado de jitomate*, Oaxaca, 2011.
- [3] F. G. Medrano, «Books Google,» 2012. [En línea]. Available: [https://books.google.com.ec/books?id=2g8g-4DnQ9wC&pg=PA43&lpg=PA43&dq=Las+zonas+%C3%A1ridas+y+semi%C3%A1ridas+de+M%C3%A9xico+\(+Topograf%C3%ADa,+suelos+y+vegetaci%C3%A9n\)](https://books.google.com.ec/books?id=2g8g-4DnQ9wC&pg=PA43&lpg=PA43&dq=Las+zonas+%C3%A1ridas+y+semi%C3%A1ridas+de+M%C3%A9xico+(+Topograf%C3%ADa,+suelos+y+vegetaci%C3%A9n))



3%B3n+)&source=bl&ots=0neqVDgEe&sig=ACfU3U1Mf0nOeU98dSx6kUtr
rLAZvJINw&hl=es&sa=X&ved=2ahUK. [Último acceso: 08 01 2019].

- [4] P. E. Demin, «AGRICULTURERS,» 21 Mayo 2014. [En línea]. Available: <http://agriculturers.com/aportes-para-el-mejoramiento-del-manejo-de-los-sistemas-de-riego/>. [Último acceso: 25 Mayo 2018].
- [5] E. I. Ururi, «Demanda hídrica bajo sistemasprotejidos de la región Arica y Parinocota,» *INIA*, vol. 1, n° 1, pp. 1-2, 2014.
- [6] INEC, «<http://www.ecuadorencifras.gob.ec>,» 2012. [En línea]. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2012/InformeEjecutivo.pdf. [Último acceso: 08 01 2019].
- [7] A. M. C. Ulloa, «ResearchGate,» 10 2014. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/303298014_EL_SUELO_Y_LA_PRODUCTIVIDAD_AGRICOLA_EN_LA_SIERRA_DEL_ECUADOR. [Último acceso: 10 01 2019].
- [8] I. Castillo, «lifeder.com,» 25 Enero 2017. [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/suelos-del-ecuador/>. [Último acceso: 15 Julio 2018].
- [9] H. R. Galbarro, «Ingemecánica,» 01 enero 2018. [En línea]. Available: <https://ingemecanica.com/inicio/presentacion.html>. [Último acceso: 13 julio 2018].
- [10] gruposacsa, «SACSA,» 21 Enero 2016. [En línea]. Available: <http://www.gruposacsa.com.mx/1050-2/>. [Último acceso: 13 Julio 2018].
- [11] I. Invernaderos, «IEP,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.inverelpilar.com/es/equipamiento-invernaderos/produccion/sistemas-de-riego>. [Último acceso: 14 JULIO 2018].



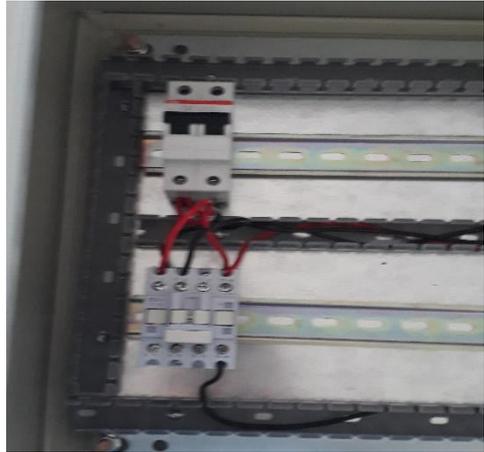
- [12] R. R. Felipe, «Análisis, diseño e implementación de un invernadero automatizado para la producción de fresa en Tahucan,» *Revista de Desarrollo Tecnológico* , vol. 1, n° 3, pp. 8-17, 2017.
- [13] J. A. P. ZAVALA, «AUTOMATIZACION DE INVERNADERO PARA CULTIVOS,» Santa Tecla, La libertad , 2016.
- [14] E. C. Nieto, «Manufactura y Automatización,» *Revista Ingeniería e Investigación* , vol. 26, n° 03, pp. 120-128, 2006.
- [15] P. Müller, «GEA,» GEA, 01 enero 2018. [En línea]. Available: https://www.gea.com/es/productgroups/automation_control/index.jsp. [Último acceso: 07 julio 2018].
- [16] H. C. H, «REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA INVERNADEROS,» *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, vol. 1, n° 1, pp. 1-9, 2014.
- [17] E. A. Amaya, «Diseño e Implementación de Sistema de Riego Automatizado en un Invernadero de la Escuela Nacional de Agricultura, ENA.,» *REVISTA TECNOLÓGICA*, vol. 07, n° 01, pp. 48-53, 2014.
- [18] V. H. M. MENDOZA, «EL UNIVERSAL,» 10 Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://www.eluniversal.com.co/tecnologia/sistema-de-riego-automatizado-ingenio-colombiano-137860>. [Último acceso: 15 julio 2018].
- [19] Novedades agrícolas , «Novedades Agrícolas,» 01 enero 2016. [En línea]. Available: <http://www.novedades-agricolas.com/es/riego/materiales-de-riego/bombas-de-riego>. [Último acceso: 2018 Julio 2018].
- [20] NOVEDADES AGRICOLAS, «NOVEDADES AGRICOLAS,» 25 Enero 2016. [En línea]. Available: <http://www.novedades-agricolas.com/es/riego/materiales-de-riego/tubos-de-riego>. [Último acceso: 15 Julio 2018].



- [21] Y. Mattarollo, «Alta Tecnología de vanguardia,» 9 Enero 2014. [En línea]. Available: <https://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>. [Último acceso: 7 Julio 2018].
- [22] prototipadoLAB, «prototipadoLAB,» 05 05 2018. [En línea]. Available: <http://paolaguimerans.com/openeart/?p=1372>. [Último acceso: 10 01 2019].
- [23] M. SARMIENTO, Automatismos Electricos Industriales, FJRG, 2011.
- [24] C. Eléctricos, «Cables Eléctricos,» 02 10 2014. [En línea]. Available: <http://cableselectricos.cl/articulos/que-es-un-conductor-electrico/>. [Último acceso: 10 01 2019].
- [25] E. unicrom, «Unicrom,» 2016. [En línea]. Available: <https://unicrom.com/conductores-electricos/>. [Último acceso: 11 Julio 2018].
- [26] D. Fernandez, «<http://www.sagarpa.gob.mx/>,» 15 06 2015. [En línea]. Available: http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/INSTRUCTIVO_DEMANDAS%20DE%20AGUA.pdf. [Último acceso: 22 05 2018].
- [27] R. L. Mott, MECANICA DE FLUIDOS sexta edicion, MEXICO: PEARSON EDUCATION, 2006.
- [28] «FISICA DE FLUIDOS Y TERMODINAMICA,» 1 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://acevedonelson.wordpress.com/acerca-de/segundo-corte/hidrodinamica/>. [Último acceso: 7 Julio 2018].
- [29] J. . Y. Guanoluisa Tarco , «Automatizacion,» de *AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO PARA EL CENTRO EXPERIMENTAL Y DE PRODUCCIÓN SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*, Latacunga, 2017.
- [30] Automatismos Electricos con Contactores, 2006.

ANEXOS

ANEXO I.1	Armado de caja dieléctrica	1 - 1
-----------	----------------------------	-------



ANEXO II.2	Colocación de caja de mando	1 - 1
------------	-----------------------------	-------



ANEXO III.3	Colocado de manguera, codos, T y electroválvulas	1-2
-------------	--	-----



ANEXO IV.3	Colocado de manguera, codos, T y electroválvulas	2-2
------------	--	-----



ANEXO V.3	Caja dieléctrica colocada los implementos y cables	1-1
-----------	--	-----





APLICACIONES

- Ideal para caña de azúcar y cultivos para biocombustibles, hortalizas, flores y otros cultivos de hilera que requieren baja descarga y espaciamiento de goteros más próximo.
- Germinación y establecimiento de semillas
- SDI (riego por goteo subterráneo) e instalación superficial

ESTRUCTURA Y CARACTERISTICAS

- Incorpora el laberinto de cascada
Fija nuevos estándares de resistencia al taponamiento para líneas de goteo de pared delgada:
 - Régimen de doble flujo para una alta efectividad de auto limpieza
 - Entrada de agua 3D triplica el manejo de la carga de suciedad
 - Diseño con superficie ranurada que asegura una performance confiable, aún cuando la superficie esté cubierta con materiales que contribuyen al taponamiento
- Diseño especial para minimizar la intrusión de raíces y la succión de arena
- Espaciamiento de goteros más próximo (desde 15 cm) para una germinación extosa y un manejo mejorado del riego
- Muy bajo CV, asegura una performance precisa
- Tecnología de control de calidad avanzada para una performance confiable
- Laterales más largos y mayor precisión con un exponente de gotero excelente
- Grado de filtración recomendado:
 - 1.0, 1.7 & 4.0 l/h 130 micrones (120 mesh)
 - 0.6 l/h 100 micrones (150 mesh)

4.0



1.7



1.0



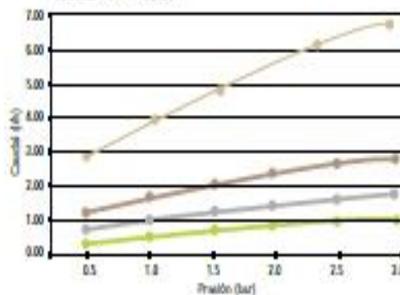
0.6*



* Disponible en líneas de goteo de pared delgada, únicamente W.T 6-15 mil

* Requiere filtración de 100 micrones

Caudal vs. Presión



CAUDAL VS. PRESION

p (bar)	Caudal nominal (l/h)									
	0.6		1.0		1.7		1.0		3.5	
	6-15 mil	6-10 mil	25 mil	25 mil	6-10 mil	25 mil	25 mil	6-10 mil	25 mil	25 mil
0.5	0.47	0.75	0.77	0.80	1.27	1.25	1.30	2.55	2.70	2.90
1.0	0.60	1.00	1.02	1.10	1.60	1.70	1.80	3.50	3.70	4.00
1.5	0.80	1.30	1.35	1.30	1.90	2.05	2.15	4.20	4.45	4.80
2.0	0.90	1.35	1.45	1.50	2.20	2.30	2.45	4.80	5.10	5.50
2.5			1.60	1.65		2.60	2.70		5.05	6.10
3.0			1.70	1.80		2.80	2.95		6.10	6.60
Δ	0.208	0.348	0.362	0.381	0.535	0.570	0.609	1.241	1.282	1.387
σ	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46

TalDrip

DATOS TÉCNICOS

Diámetro nominal	Espesor de pared		DE	DJ	Presión máxima	Tipo de conectores	Embalaje y embarque					
	(mm)	(mil)					Conexión dentada	Cinta	Longitud bobina estándar (m)	Bobinas por pallet	Bobinas por contenedor de 20 pies	Bobinas por contenedor de 40 pies
16	0.90	35	15.70	13.9	3.0	*		500	16	320	640	720
17	0.15	6	16.30	16.0	0.7	*		3500	16	320	640	720
0.20	8	16.40	16.0	0.9	*			3000	16	320	640	720
0.25	10	16.30	15.8	1.0	*			2000	16	320	640	720
0.33	13	16.46	15.8	1.4	*			2000	16	320	640	720
0.38	15	16.56	15.8	1.8	*			2000	16	320	640	720
0.45	18	16.70	15.8	2.0	*			1500	16	320	640	720
0.63	25	16.86	15.6	2.5	*			900	16	320	640	720
20	0.90	35	19.6	17.7	3.0	*		400	16	320	640	720
22	0.20	8	22.60	22.2	0.7	*		1500	16	320	640	720
0.25	10	22.70	22.2	0.8	*			1000	16	320	640	720
0.33	13	22.86	22.2	1.2	*			800	16	320	640	720
0.38	15	22.96	22.2	1.4	*			600	16	320	640	720
0.45	18	23.10	22.2	1.7	*			500	16	320	640	720
0.63	25	23.46	22.2	2.0	*			400	16	320	640	720



LONGITUD MAXIMA DEL LATERAL (M) A UN 10% VARIACIÓN DE CAUDAL*

Tipo de línea de goteo			Espaciamento de goteros (cm)					
Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mil)	Diámetro interno (mm)	20	30	40	50	60	70
17	6	16.0	135	182	224	262	298	331
17	8	16.0	130	174	214	250	283	315
17	10-15	15.8	130	174	214	250	283	315
22	8-15	22.2	182	254	320	382	439	493

Tipo de línea de goteo			Espaciamento de goteros (cm)					
Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mil)	Diámetro interno (mm)	20	30	40	50	60	70
16	35	13.9	59	80	100	117	133	149
17	6-8	16.0	72	96	118	137	155	173
17	10-18	15.8	78	104	128	149	169	188
17	25	15.6	74	99	120	144	159	177
20	35	17.7	79	108	134	159	181	202
22	8-25	22.2	114	158	197	233	267	300

Tipo de línea de goteo			Espaciamento de goteros (cm)					
Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mil)	Diámetro interno (mm)	20	30	40	50	60	70
16	35	13.9	79	108	134	159	181	202
17	6-8	16.0	102	137	168	196	223	247
17	10-18	15.8	105	141	172	201	228	253
17	25	15.6	102	136	167	195	221	246
20	35	17.7	105	145	181	215	245	274
22	8-25	22.2	150	208	261	310	355	399

Tipo de línea de goteo			Espaciamento de goteros (cm)					
Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mil)	Diámetro interno (mm)	20	30	40	50	60	70
16	35	13.9	36	49	60	71	80	90
17	6-8	16.0	42	56	69	80	91	101
17	10-18	15.8	47	63	76	89	101	112
17	25	15.6	45	61	74	86	97	109
20	35	17.7	49	66	82	96	109	122
22	8-25	22.2	71	98	122	143	164	183

* En suelo plano *Ver presión máxima en la tabla de datos técnicos

ICV

Conexión: 1" (25 mm), 1½" (40 mm)
2" (50 mm), 3" (80 mm)
Caudal: 0,06 a 68 m³/h; 0,4 a 1135 l/min

CARACTERÍSTICAS

- Conexión de: 1" (25 mm), 1½" (40 mm), 2" (50 mm), 3" (80 mm)
- La purga manual interna y externa permite una activación rápida y sencilla a "nivel de la válvula"
- La fabricación en nylon reforzado con vidrio permite la mayor presión
- Diseño de junta de diafragma con doble reborde para un rendimiento superior sin pérdidas
- El diafragma EPDM de tela reforzada y el asiento EPDM aseguran un funcionamiento superior en cualquier situación
- Los solenoides latch CC admiten los programadores Hunter con pilas
- Los tornillos cautivos de la tapa permiten un mantenimiento de la válvula sin problemas
- La posibilidad de caudal bajo permite utilizar los productos de microrriego de Hunter
- Solenoide encapsulado de 24 VCA con émbolo cautivo para un mantenimiento sin problemas
- Temperatura: 66 °C
- Periodo de garantía: 5 años
- ▶ Regulador de caudal
- ▶ Filter Sentry™
- ▶ Maneta de identificación de agua reciclada
- ▶ Compatible con Accu-Sync®

ELECTROVÁLVULAS

ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

- Caudal:
 - ICV-101G: de 0,06 a 9 m³/h; de 0,4 a 150 l/min
 - ICV-151G: de 4 a 34 m³/h; de 75 a 568 l/min
 - ICV-201G: de 9 a 45 m³/h; de 150 a 757 l/min
 - ICV-301G: de 34 a 68 m³/h; de 560 a 1.135 l/min
- Intervalo de presión recomendado: de 1,5 a 15,0 bar; de 150 a 1.500 kPa

ESPECIFICACIONES DEL SOLENOIDE

- Solenoide de 24 VCA
 - 350 mA en arranque, 190mA en mantenimiento, 60 HZ
 - 370 mA en arranque, 210mA en mantenimiento, 50 HZ

OPCIONES INSTALADAS DE FÁBRICA

- Solenoide latch CC
- Filter Sentry

OPCIONES INSTALADAS POR EL USUARIO

- Tapa conducto solenoide (P/N 464322)
- Solenoide latch CC (P/N 458200)
- Regulador de presión Accu-Sync
- Maneta identificativa de agua reciclada para ICV101, 151 y 201 (P/N 561205) y 301 (P/N 515005)
- Etiqueta de ID de agua reciclada para todas las válvulas ICV (P/N 700392) (incluida en los modelos de filtro Sentry)
- ▶ = Descripciones detalladas de funciones avanzadas en la página 80



ICV-101G
Conexión: 1" (25 mm)
Altura: 14 cm
Longitud: 12 cm
Anchura: 10 cm



ICV-151G
Conexión: 1½" (40 mm)
Altura: 16 cm
Longitud: 17 cm
Anchura: 14 cm



ICV-201G
Conexión: 2" (50 mm)
Altura: 18 cm
Longitud: 17 cm
Anchura: 14 cm



ICV-301
Conexión: 3" (80 mm)
Altura: 27,3 cm
Longitud: 22 cm
Anchura: 6 cm

1" PGV & PGV DE TAPA ROSCADA PGV **ICV** IBV ACOPLES RÁPIDOS ACCU-SYNC®**ICV - ESPECIFICACIONES: ORDEN 1 + 2 + 3 + 4**

1	Modelo	2	Entrada/ Salida	3	Opciones (instalado de fábrica)	4	Opciones (instalado por el usuario)
	ICV-101G = Válvula en línea de 1" (25 mm)		(en blanco) = Roscas NPT		(en blanco) = Sin opción FS = Filter Sentry		(en blanco) = Sin opción R = Maneta de identificación de agua reciclada
	ICV-151G = Válvula en línea de 1½" (40 mm)		B = Roscas BSP		DC = Solenoide latch CC		CC = Tapa de conductos del solenoide DC = Solenoide latch CC
	ICV-201G = Válvula en línea de 2" (50 mm)						AS-ADJ = Regulador de presión ajustable Accu-Sync®
	ICV-301 = Válvula en línea/en ángulo de 3" (80 mm)						AS-xx* = Accu-Sync Regulador de presión xx* Indicar el modelo de Accu-Sync elegido: 20* = 1.4 bar, 30* = 2.1 bar, 40* = 2.8 bar, 50* = 3.5 bar, 70* = 4.8 bar

Ejemplos:

ICV-101G = Válvula en línea de 1" (25 mm) BSP y roscas NPT

ICV-151G - FS - R = Válvula en línea de 1½" (40 mm) BSP, roscas NPT, Filter Sentry y etiqueta de identificación de agua reciclada

ICV-301B = Válvula en línea/en ángulo de 3" (80mm) BSP) y roscas BSP

ICV, PÉRDIDA DE PRESIÓN EN BAR

Caudal m³/h	1"		2"		3"	
	En línea	En ángulo	En línea	En ángulo	En línea	En ángulo
0,05	0,1					
0,1	0,1					
0,3	0,1					
1,0	0,2					
2,5	0,2					
3,5	0,2					
4,5	0,2	0,1				
7,0	0,4	0,1				
9,0	1,0	0,1	0,1			
11,0	0,2	0,1				
13,5	0,2	0,1				
17,0	0,3	0,1				
20,5	0,4	0,2				
23,0	0,5	0,3				
27,0	0,7	0,4				
30,5	0,9	0,5				
34,0	1,2	0,6	0,2	0,1		
40,0		0,9	0,2	0,2		
45,5		1,2	0,3	0,2		
51,0			0,3	0,3		
57,0			0,4	0,4		
62,5			0,5	0,5		
68,0			0,6	0,6		

ICV, PÉRDIDA DE PRESIÓN EN kPa

Caudal l/min	1"		2"		3"	
	En línea	En ángulo	En línea	En ángulo	En línea	En ángulo
1	14					
2	14					
4	14					
20	17					
40	20					
60	20					
75	20	9,6				
115	62	10				
150	139	12	5,0			
190		15	7,0			
225		18	9,3			
280		26	14			
340		37	20			
380		46	26			
450		65	36			
510		84	47			
565		104	57	16	12	
660			79	22	17	
750			103	29	23	
850				38	30	
950				47	38	
1050				58	47	
1135				69	56	

SIEMENS

hoja de datos del producto

6ED1052-1FB00-0BA8

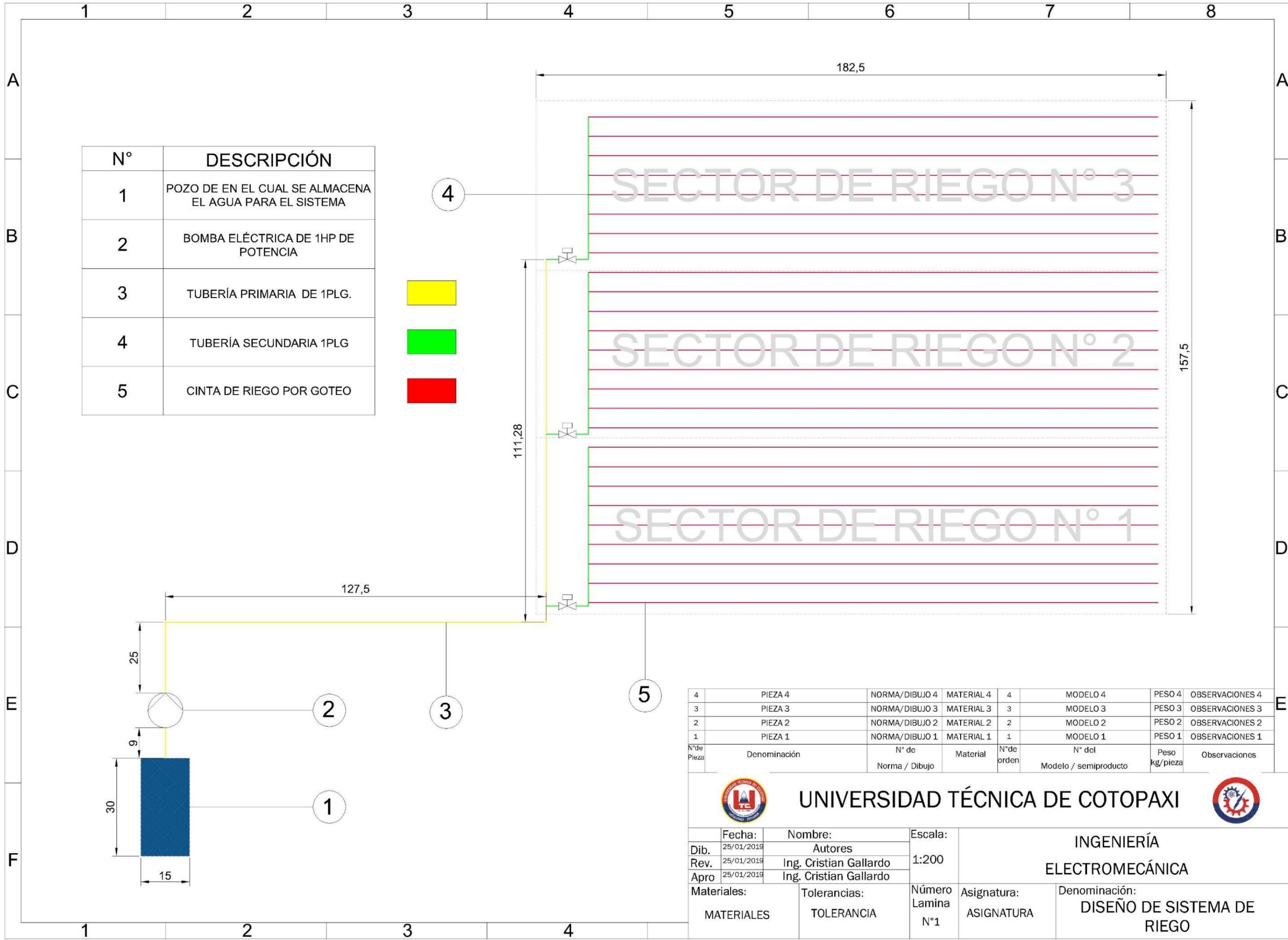
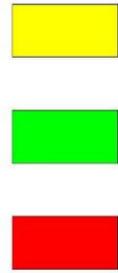


LOGO! 230RCE, MOD. LOG.,
DISPL. AL/E/S: 115V/230V/RELE 8 EDI4 SD,
MEM. 400 BLOQUES AMPLIABLE
MODULARMENTE,ETHERNET WEB-SERVER INTEGR.,
DATA LOG,
TARJETA MICRO SD ESTANDAR PARA LOGO! SOFT
COMFORT >= V8 PROYECTOS ANTIGUOS
EJECUTABLES

Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
115 V DC	SI
230 V DC	SI
Rango admisible, límite inferior (DC)	100 V
Rango admisible, límite superior (DC)	253 V
115 V AC	SI
230 V AC	SI
Hora	
Programadores horario.	
Cantidad	8
Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8
Salidas digitales	
Número de salidas	4 ; Relé
Protección contra cortocircuito	No ; requiere protección externa

Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
con carga inductiva, máx.	3 A
Con carga resistiva, máx.	10 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase B)	SI
Grado de protección y clase de protección	
IP20	SI
Normas, homologaciones, certificados	
Homologación CSA	SI
Homologación UL	SI
Homologación FM	SI
desarrollado conforme a IEC 61131	SI
según VDE 0631	SI
Homologaciones navales	
Homologaciones navales	SI
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
mín.	0 °C
máx.	55 °C
Dimensiones	
Ancho	71,5 mm
Alto	90 mm
Profundidad	60 mm
Última actualización	08-sep-2014

N°	DESCRIPCIÓN
1	POZO DE EN EL CUAL SE ALMACENA EL AGUA PARA EL SISTEMA
2	BOMBA ELÉCTRICA DE 1HP DE POTENCIA
3	TUBERÍA PRIMARIA DE 1PLG.
4	TUBERÍA SECUNDARIA 1PLG
5	CINTA DE RIEGO POR GOTEO



4	PIEZA 4	NORMA/DIBUJO 4	MATERIAL 4	4	MODELO 4	PESO 4	OBSERVACIONES 4
3	PIEZA 3	NORMA/DIBUJO 3	MATERIAL 3	3	MODELO 3	PESO 3	OBSERVACIONES 3
2	PIEZA 2	NORMA/DIBUJO 2	MATERIAL 2	2	MODELO 2	PESO 2	OBSERVACIONES 2
1	PIEZA 1	NORMA/DIBUJO 1	MATERIAL 1	1	MODELO 1	PESO 1	OBSERVACIONES 1
N° de Pieza	Denominación	N° de Norma / Dibujo	Material	N° de orden	N° del Modelo / semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones

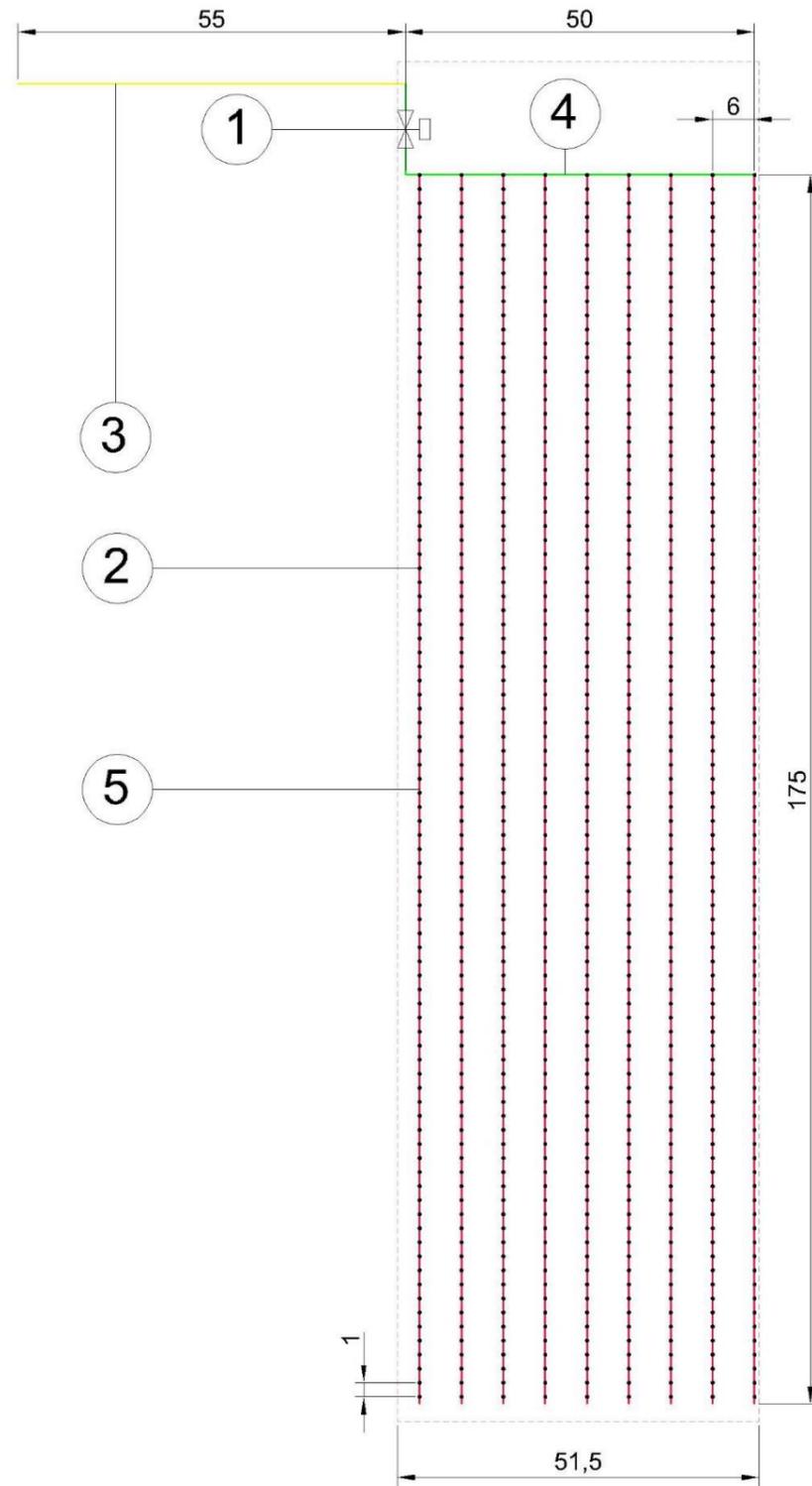


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

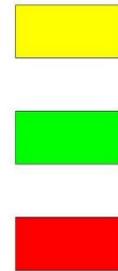


Dib.	25/01/2019	Autores	Escala: 1:200	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
Rev.	25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo		
Apro	25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo		
Materiales:		Tolerancias:	Número Lamina N°1	Asignatura:
MATERIALES		TOLERANCIA		ASIGNATURA
				Denominación:
				DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO

SECTOR DE RIEGO N°2



N°	DESCRIPCIÓN
1	ELECTROVALVULA DE 1 PULGADA A 24V
2	PERFORACIONES DE CINTA DE RIEGO A 20cm DE DISTANCIA
3	TUBERÍA PRIMARIA DE 1PLG.
4	TUBERÍA SECUNDARIA 1PLG
5	CINTA DE RIEGO POR GOTEO



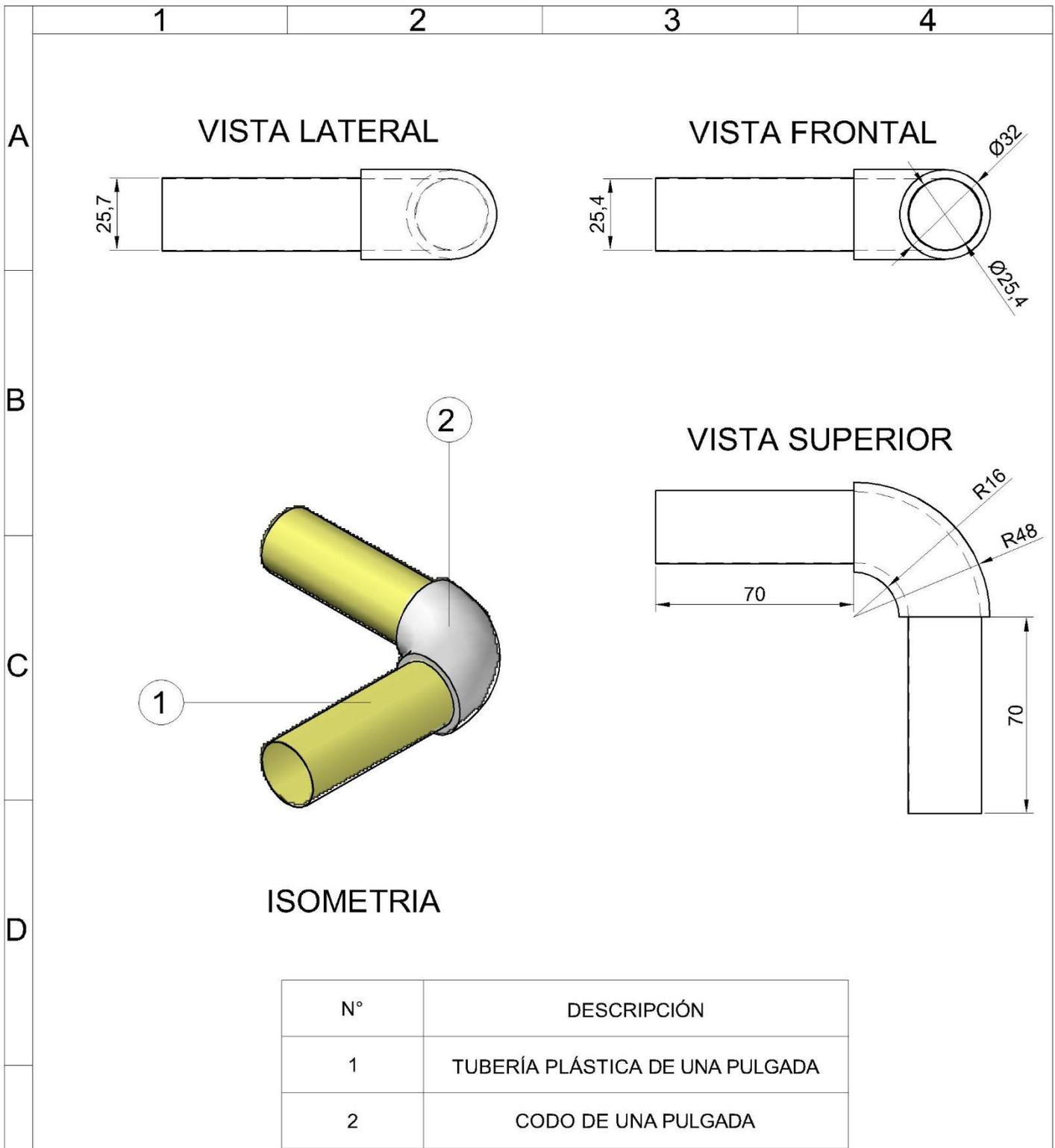
N° de Pieza	Denominación	N° de Norma / Dibujo	Material	N° de orden	N° del Modelo / semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones
4	PIEZA 4	NORMA/DIBUJO 4	MATERIAL 4	4	MODELO 4	PESO 4	OBSERVACIONES 4
3	PIEZA 3	NORMA/DIBUJO 3	MATERIAL 3	3	MODELO 3	PESO 3	OBSERVACIONES 3
2	PIEZA 2	NORMA/DIBUJO 2	MATERIAL 2	2	MODELO 2	PESO 2	OBSERVACIONES 2
1	PIEZA 1	NORMA/DIBUJO 1	MATERIAL 1	1	MODELO 1	PESO 1	OBSERVACIONES 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Dib.	25/01/2019	Autores	Escala:	1:200	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
Rev.	25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo			
Apr.	25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lamina N°2	Asignatura:	Denominación:
MATERIALES		TOLERANCIA		ASIGNATURA	SECTOR DE RIEGO N°2



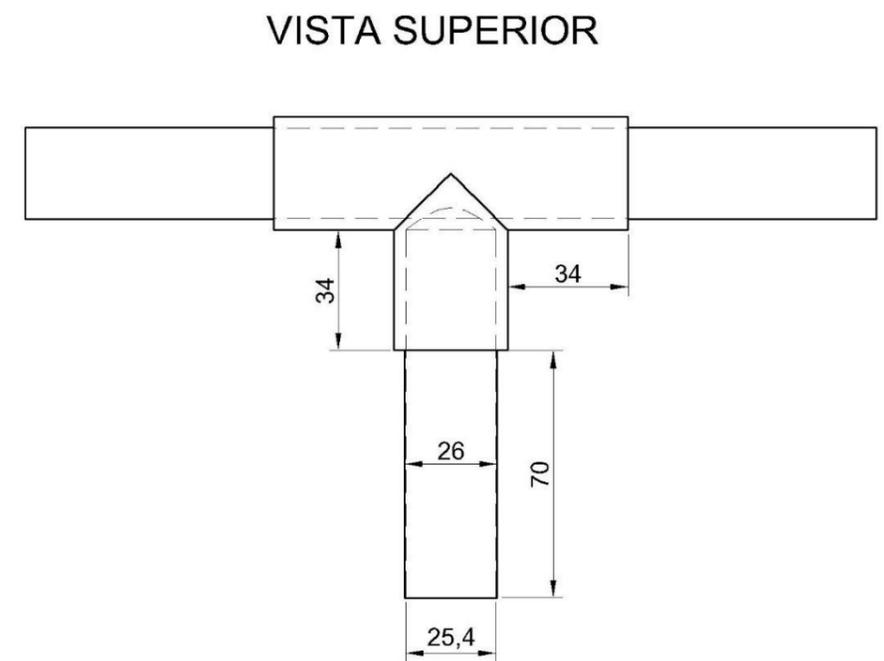
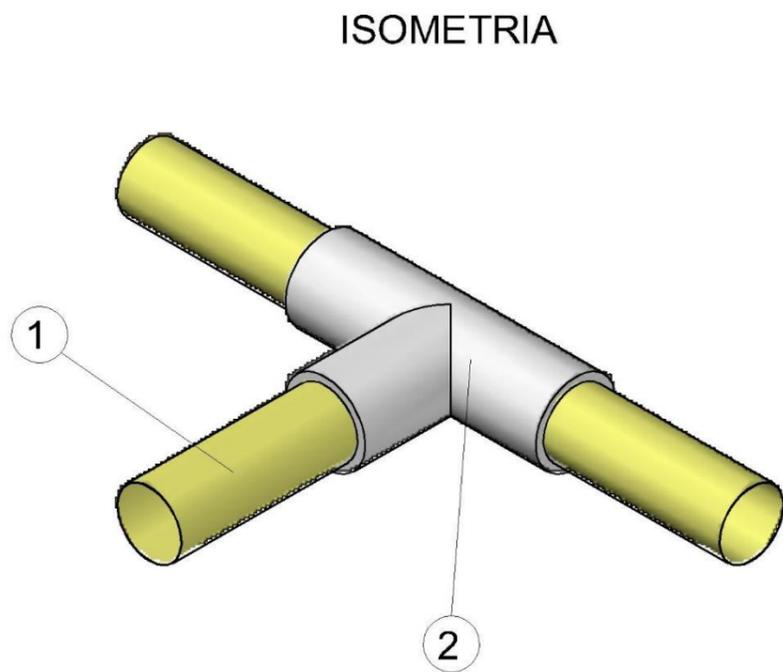
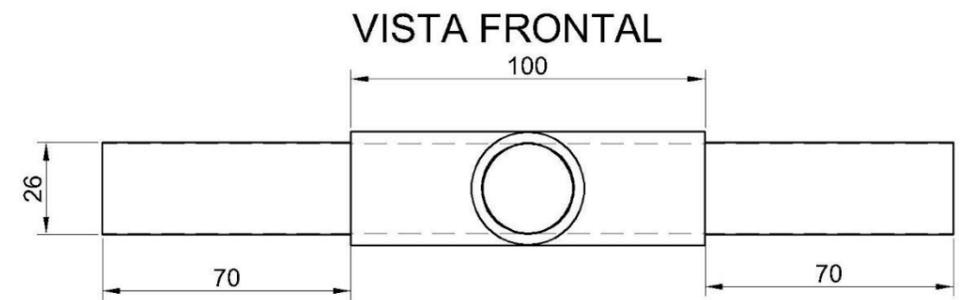
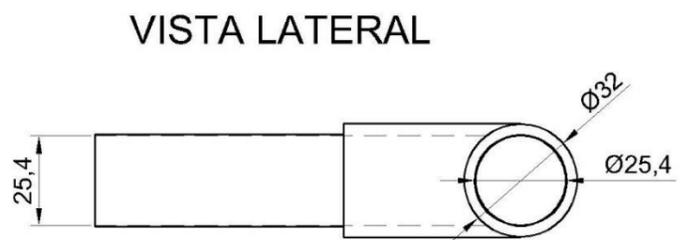
E	4	PIEZA 4	NORMA/DIBUJO 4	MATERIAL 4	4	MODELO 4	PESO 4	OBSERVACIONES 4
	3	PIEZA 3	NORMA/DIBUJO 3	MATERIAL 3	3	MODELO 3	PESO 3	OBSERVACIONES 3
	2	PIEZA 2	NORMA/DIBUJO 2	MATERIAL 2	2	MODELO 2	PESO 2	OBSERVACIONES 2
	1	PIEZA 1	NORMA/DIBUJO 1	MATERIAL 1	1	MODELO 1	PESO 1	OBSERVACIONES 1
	N° de Pieza	Denominación	N° de Norma / Dibujo	Material	N° de orden	N° del Modelo / semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



	Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA			
Dib.	25/01/2019	Autores	1:1				
Rev.	25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo					
Apr	25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo					
Materiales:		Tolerancias:	Número Lamina N°3	Asignatura:	Denominación:		
MATERIALES		TOLERANCIA		ASIGNATURA	CODO PLÁSTICO DE UNA PULGADA		



N°	DESCRIPCIÓN
1	TUBERÍA PLÁSTICA DE UNA PULGADA
2	T PLÁSTICA DE UNA PULGADA

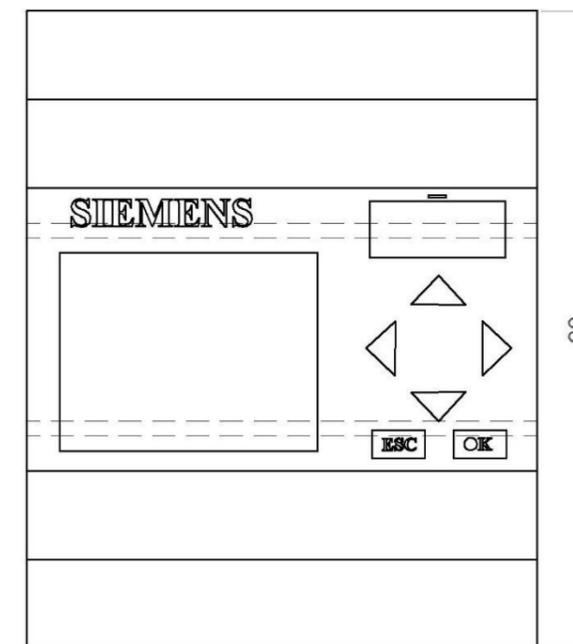
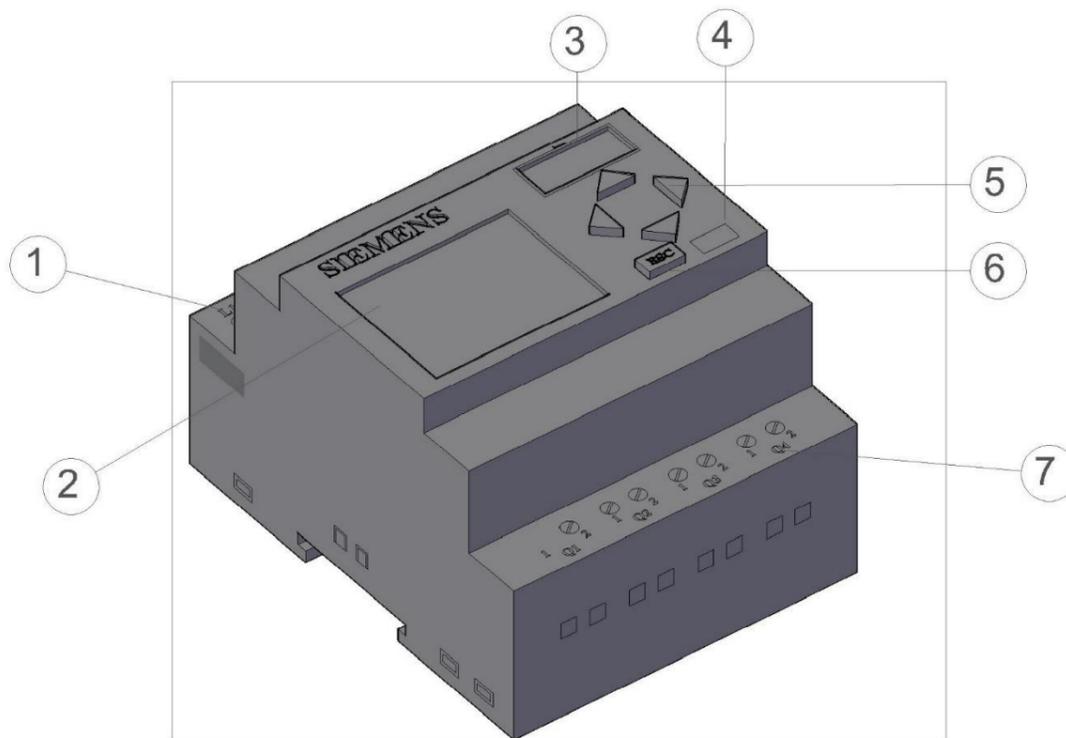
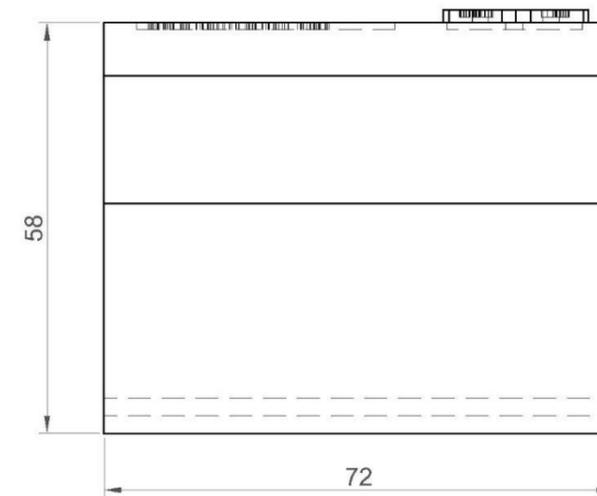
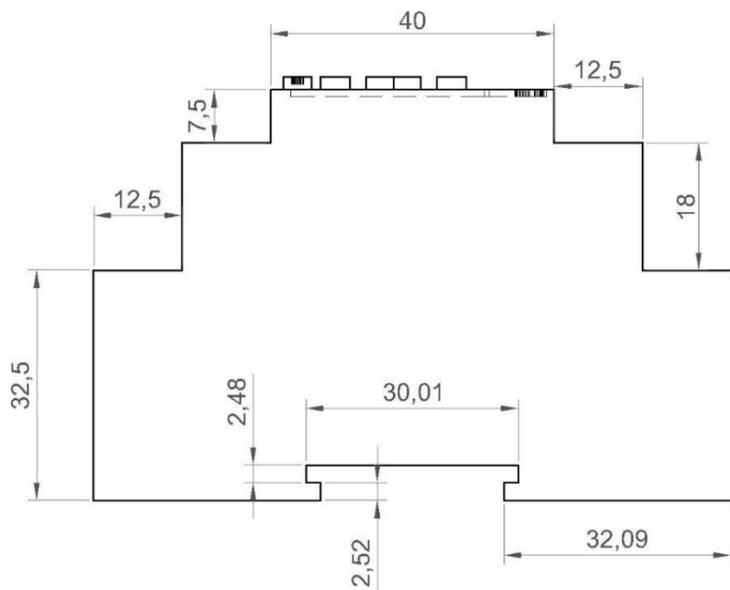
4	PIEZA 4	NORMA/DIBUJO 4	MATERIAL 4	4	MODELO 4	PESO 4	OBSERVACIONES 4
3	PIEZA 3	NORMA/DIBUJO 3	MATERIAL 3	3	MODELO 3	PESO 3	OBSERVACIONES 3
2	PIEZA 2	NORMA/DIBUJO 2	MATERIAL 2	2	MODELO 2	PESO 2	OBSERVACIONES 2
1	PIEZA 1	NORMA/DIBUJO 1	MATERIAL 1	1	MODELO 1	PESO 1	OBSERVACIONES 1
N° de Pieza	Denominación	N° de Norma / Dibujo	Material	N° de orden	N° del Modelo / semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA	
Dib. 25/01/2019	Autores	1:1	ELECTROMECAÁNICA	
Rev. 25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo		Denominación:	
Apro 25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo		T PLASTICA DE UNA PULGADA	
Materiales:		Tolerancias:	Número Lamina N°4	Asignatura:
MATERIALES		TOLERANCIA		ASIGNATURA



N°	DESCRIPCIÓN
1	ENTRADAS DIGITALES Y ANALÓGICAS DE LOGO
2	PANTALLA DE LOGO MEDIO DE COMUNICACION ENTRE LA PERSONA Y EL LOGO
3	PERIFÉRICO PARA TARJETA SD
4	BOTÓN DE OK DE LOGO
5	BOTONES DE NAVEGACIÓN DE LOGO
6	BOTÓN DE ESCAPE DE LOGO
7	SALIDAS DE LOGO

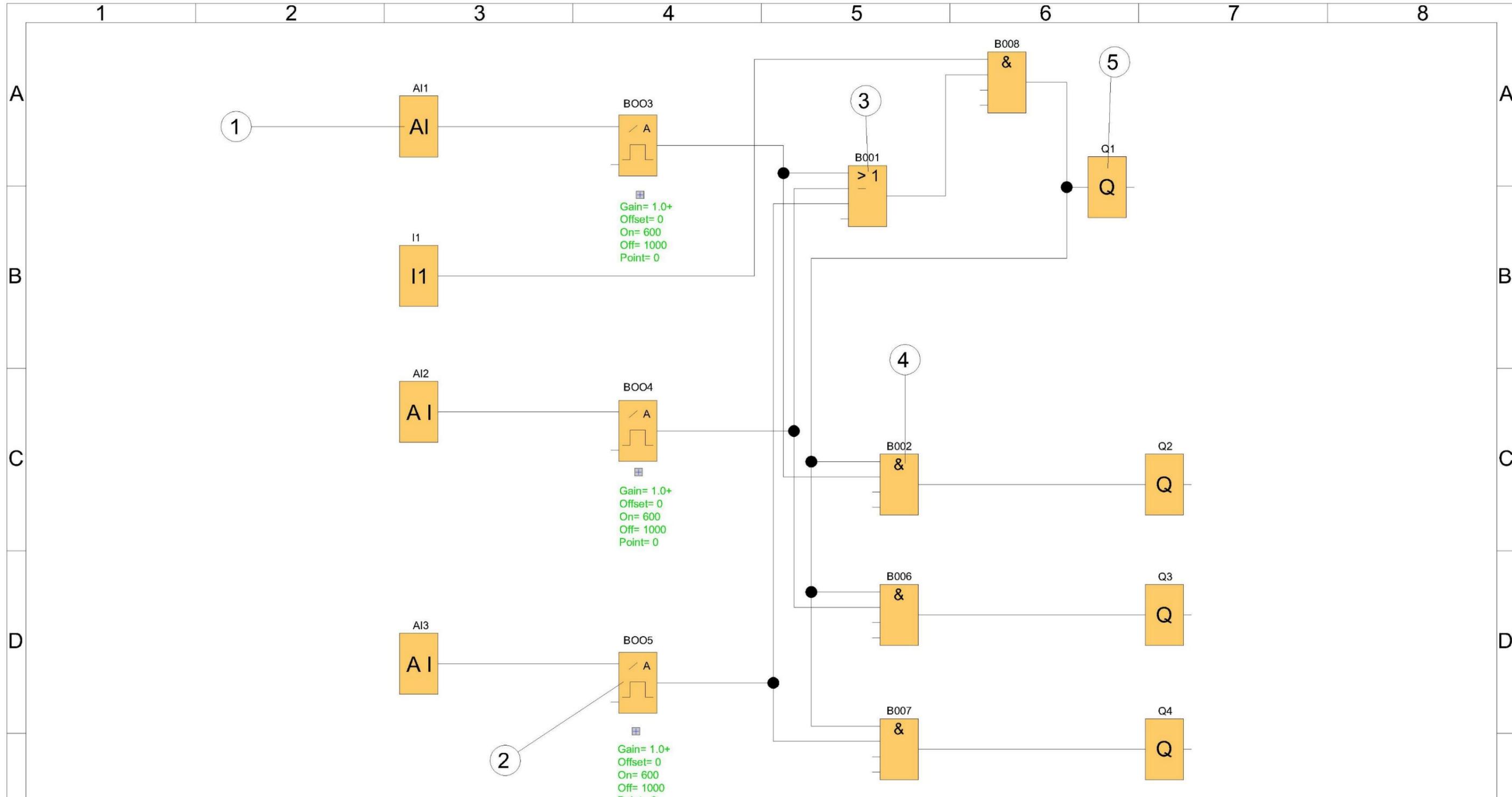
N° de Pieza	Denominación	N° de Norma / Dibujo	Material	N° de orden	N° del Modelo / semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones
4	PIEZA 4	NORMA/DIBUJO 4	MATERIAL 4	4	MODELO 4	PESO 4	OBSERVACIONES 4
3	PIEZA 3	NORMA/DIBUJO 3	MATERIAL 3	3	MODELO 3	PESO 3	OBSERVACIONES 3
2	PIEZA 2	NORMA/DIBUJO 2	MATERIAL 2	2	MODELO 2	PESO 2	OBSERVACIONES 2
1	PIEZA 1	NORMA/DIBUJO 1	MATERIAL 1	1	MODELO 1	PESO 1	OBSERVACIONES 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA	
Dib. 25/01/2019	Autores	ESCALA	ELECTROMECAÁNICA	
Rev. 25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo		Asignatura:	Denominación:
Apro. 25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo		ASIGNATURA	LOGO V8.1
Materiales:		Tolerancias:	Número Lamina N°5	
MATERIALES		TOLERANCIA		



N°	DESCRIPCIÓN
1	ENTRADAS
2	CONMUTADOR ANALÓGICO DE VALOR UMBRAL
3	COMPUERTA LÓGICA (OR)
4	COMPUERTA LÓGICA (AND)
5	SALIDAS

4	PIEZA 4	NORMA/DIBUJO 4	MATERIAL 4	4	MODELO 4	PESO 4	OBSERVACIONES 4
3	PIEZA 3	NORMA/DIBUJO 3	MATERIAL 3	3	MODELO 3	PESO 3	OBSERVACIONES 3
2	PIEZA 2	NORMA/DIBUJO 2	MATERIAL 2	2	MODELO 2	PESO 2	OBSERVACIONES 2
1	PIEZA 1	NORMA/DIBUJO 1	MATERIAL 1	1	MODELO 1	PESO 1	OBSERVACIONES 1
N° de Pieza	Denominación	N° de Norma / Dibujo	Material	N° de orden	N° del Modelo / semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA	
Dib. 25/01/2019	Autores	ESCALA	ELECTROMECAÁNICA	
Rev. 25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo			
Apro 25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo			
Materiales:	Tolerancias:	Número Lamina N° 6	Asignatura:	Denominación:
MATERIALES	TOLERANCIA		ASIGNATURA	PROGRAMACIÓN UTILIZADA

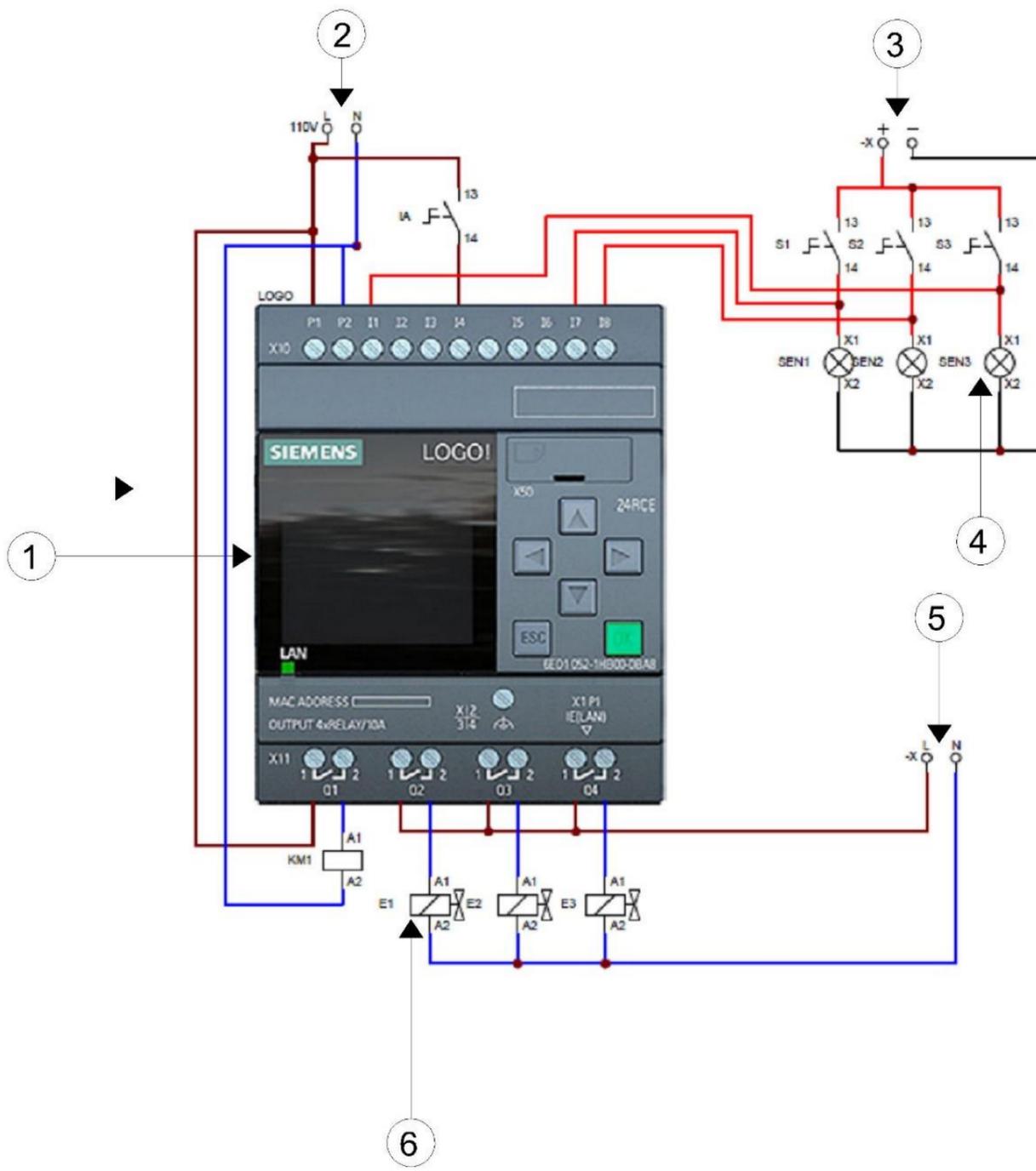
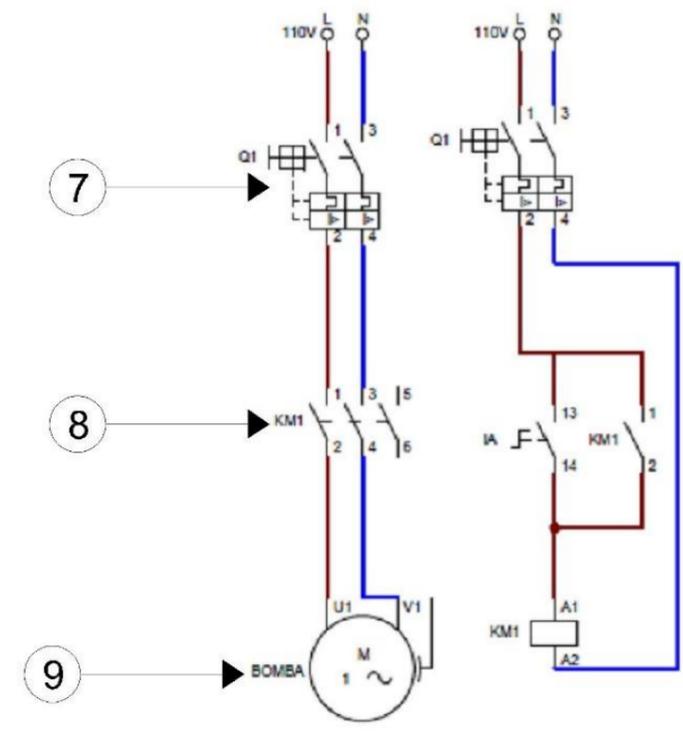


DIAGRAMA DE FUERZA

DIAGRAMA DE MANDO



N°	DESCRIPCIÓN
1	LOGO V8.1
2	FUENTE DE 110V
3	FUENTE DE 5V
4	SENSORES DE HUMEDAD TIPO U
5	FUENTE DE 24V
6	ELECTROVALVULAS
7	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
8	CONTACTOR
9	BOMBA DE 1HP A 110V

N° de Pieza	Denominación	N° de Norma / Dibujo	Material	N° de orden	N° del Modelo / semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones
4	PIEZA 4	NORMA/DIBUJO 4	MATERIAL 4	4	MODELO 4	PESO 4	OBSERVACIONES 4
3	PIEZA 3	NORMA/DIBUJO 3	MATERIAL 3	3	MODELO 3	PESO 3	OBSERVACIONES 3
2	PIEZA 2	NORMA/DIBUJO 2	MATERIAL 2	2	MODELO 2	PESO 2	OBSERVACIONES 2
1	PIEZA 1	NORMA/DIBUJO 1	MATERIAL 1	1	MODELO 1	PESO 1	OBSERVACIONES 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



Fecha:	Nombre:	Escala:	INGENIERÍA	
Dib. 25/01/2019	Autores	ESCALA	ELECTROMECAÁNICA	
Rev. 25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo			
Apro 25/01/2019	Ing. Cristian Gallardo			
Materiales:		Tolerancias:	Número Lamina N° 7	Asignatura:
MATERIALES		TOLERANCIA		ASIGNATURA
			Denominación:	
			PARTE ELÉCTRICA	