

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN
INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTIRRIGACIÓN Y RIEGO POR GOTEO PARA LA
EMPRESA FLORÍCOLA MAPOREX & ROSS**

AUTOR: WILLIAM ALFONSO CORREA ALVAREZ

DIRECTOR: ING. XAVIER ROSERO

IBARRA – ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722625439		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Correa Alvarez William Alfonso		
DIRECCIÓN:	Cayambe		
EMAIL:	willliamc@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0993561234

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTIRRIGACIÓN Y RIEGO POR GOTEO PARA LA EMPRESA FLORÍCOLA MAPOREX & ROSS”
AUTOR (ES):	Correa Alvarez William Alfonso
FECHA: AA/MM/DD	2015/07/22
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Xavier Rosero

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, William Alfonso Correa Alvarez, con cédula de identidad Nro. 172262543-9, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de junio del 2016

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: William Alfonso Correa Alvarez
C.C: 1722625439



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, William Alfonso Correa Alvarez, con cédula de identidad Nro. 1722625439, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6 en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTIRRIGACIÓN Y RIEGO POR GOTEO PARA LA EMPRESA FLORÍCOLA MAPOREX & ROSS”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 27 días del mes de junio de 2016

(Firma).....

Nombre: William Alfonso Correa Alvarez

C.C: 1722625439



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Certifico que bajo mi dirección el trabajo de grado: **“SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTIRRIGACIÓN Y RIEGO POR GOTEO PARA LA EMPRESA FLORÍCOLA MAPOREX & ROSS”**, fue desarrollado en su totalidad por el señor egresado Correa Alvarez William Alfonso, previo a la obtención del título de Ingeniera en Mecatrónica.

Certifico que ha sido dirigido en todas sus partes, cumpliendo con todas las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica del Norte en lo referente a la elaboración del trabajo de grado.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para sustentación del mismo.

Ibarra, a los 27 días del mes de junio de 2015.

(Firma).....
Xavier Rosero
DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

CONSTANCIA

Yo, William Alfonso Correa Alvarez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado, ni calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de a presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la ley de Propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ibarra, a los 22 días del mes de julio del 2015.

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: William Alfonso Correa Alvarez
C.C: 1722625439



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi mamá Lorgia Alvarez y papá Porfirio Correa, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyan. Mamá y Papá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se lo debo a ustedes.

A mis hermanos, por darme el apoyo para poder culminar esta etapa en mi vida.

A todos mis amigos que tuve la oportunidad de conocerlos en esta etapa de estudio en la que pasamos muy buenos momentos compartiendo día a día las aulas de estudio gracias por amistades que serán duraderas.

WiLLLiAm_C



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

AGRADECIMIENTO

Yo agradezco primeramente a mis padres que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos difíciles de mi vida tales como la felicidad la tristeza pero ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que ahora soy y con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser una gran profesional y seré un gran orgullo para ellos y para todos los que confiaron en mí. Gracias P.... por todo el apoyo dado para poder acabar este proyecto

A todas esas personas que estuvieron presentes en toda esta etapa de mi vida gracias por todos los buenos momentos que compartimos.

Un agradecimiento muy especial para el Ing. Xavier Rosero por su apoyo para poder realizar el desarrollo de este proyecto.

A ti C.... L... por haber sido una de las mejores personas que tuve la oportunidad de conocer y saber que eres una gran persona gracias por todo “8.7.6”.

WiLLLiAm_C

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	v
CONSTANCIA	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCIÓN.....	xx
1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA: SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTIRRIGACIÓN Y RIEGO POR GOTEO PARA LA EMPRESA FLORÍCOLA MAPOREX&ROSS	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS	2
1.4.1 Objetivo General	2
1.4.2 Objetivos Específicos.....	2
2 CAPÍTULO II: ESTRUCTURA TEÓRICA.....	3
2.1 ANTECEDENTES	3
2.2 CULTIVO DE ROSAS.....	6
2.2.1 INTRODUCCIÓN	6
2.2.2 PRODUCCION DE ROSAS EN ECUADOR.....	7
2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS ROSAS.....	7
2.2.4 CÓMO ELEGIR LAS VARIETADES QUE SE DESEA CULTIVAR	8
2.2.4.2 Por el tamaño del botón	9
2.2.4.3 Largo y dureza del tallo	9
2.2.4.4 Por la producción	10

2.2.5	TIPO DE SUELO PARA EL CULTIVO DE ROSAS	10
2.2.6	AGUA DE RIEGO.....	11
2.2.7	TEMPERATURA EN EL INVERNADERO	11
2.2.8	PROPAGACIÓN	12
2.2.8.1	Propagación por estacas	12
2.2.8.2	Propagación por injerto	13
2.3	SISTEMAS DE RIEGO	14
2.3.1	RIEGO POR GRAVEDAD	15
2.3.1.1	A manta	15
2.3.2	RIEGO POR ASPERSIÓN	18
2.3.2.3.1	<i>La fuente de agua</i>	19
2.3.2.3.2	<i>Bomba o fuente de energía</i>	19
2.3.2.3.3	<i>Tuberías o sistema de distribución</i>	20
2.3.2.3.4	<i>Aspersores</i>	20
2.3.2.3.5	<i>Accesorios</i>	21
2.3.3	SISTEMAS ESTACIONARIOS	22
2.3.3.1	Sistema móvil	22
2.3.3.2	Sistema semifijo	22
2.3.3.3	Sistema fijo	22
2.3.4	SISTEMAS MECANIZADOS	23
2.3.5	RIEGO LOCALIZADO	23
2.3.6	LA RELACIÓN PLANTA-AGUA-SUELO	25
2.3.7	LA FERTIRRIGACIÓN.....	26
2.4	CABEZAL DEL SISTEMA DE RIEGO.....	26
2.4.1	INTRODUCCIÓN	26
2.4.2	EQUIPO DE BOMBEO DE AGUA.....	27
2.4.3	SISTEMAS DE FILTROS	27
2.4.4	EQUIPO DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTE	29
2.4.5	REGULADORES DE PRESIÓN	30
2.4.6	VÁLVULAS.....	31
2.4.7	FUNCIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA HIDRAULICA	31
2.4.8	ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS PARA LAS VÁLVULAS HIDRÁULICAS.....	33
2.4.9	RED DE DISTRIBUCIÓN.....	35

2.4.10	LAS CINTAS DE GOTEO	38
2.5	H.M.I."INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA"	38
2.5.1	TIPOS DE HMI	39
3	CAPÍTULO III: DISEÑO Y PARÁMETROS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO DE LA FLORÍCOLA	40
3.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLANTACIÓN DE ROSAS "MAPOREX&ROSS"	40
3.2	RECURSOS DISPONIBLES PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO	40
3.3	TIPO DE RIEGO QUE SE ENCUENTRA IMPLEMENTADO.....	41
3.3.1	PARTES DEL RIEGO POR GOTEO	41
3.4	MATERIALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA QUE CUENTA LA FLORÍCOLA.....	42
3.4.1	ELECTROBOMBA DS8 TRIFÁSICA 220V/380V	42
3.4.2	TUBERÍA PRINCIPAL.....	42
3.4.3	TUBERÍA SECUNDARIA.....	42
3.4.4	NÚMERO DE VÁLVULAS EN CADA BLOQUE	42
3.4.5	NÚMERO DE CAMAS POR VÁLVULA.....	43
3.4.6	LARGO DE CADA CAMA	43
3.4.7	MANGUERA DE GOTEO Y CAUDAL	43
3.5	PARAMETROS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	43
3.5.1	EVAPOTRANSPIRACIÓN	43
3.5.2	KC "Coeficiente de cultivo"	44
3.5.3	NECESIDADES NETA DE RIEGO	46
3.5.4	CÁLCULO DEL COEFICIENTE CORRECTOR POR LOCALIZACIÓN (K_1).....	48
3.5.5	CÁLCULO DEL COEFICIENTE CORRECTOR POR VARIACIÓN CLIMÁTICA (K_2)	49
3.5.6	CÁLCULO DEL COEFICIENTE CORRECTOR POR ADVECCIÓN (K_3)	50
3.5.7	NECESIDADES TOTALES DE RIEGO.....	50
3.5.8	VALOR DE LA RELACIÓN DE PERCOLACIÓN.....	52
3.5.9	VALOR DEL REQUERIMIENTO DE LAVADO	52
3.5.10	VALOR DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	52
3.5.11	PORCENTAJE DEL ÁREA A MOJARSE.....	54
3.5.12	ELECCIÓN DE LOS GOTEROS.....	55
3.5.13	SUPERFICIE MOJADA DEL GOTERO	56
3.5.14	NÚMERO DE GOTEROS POR PLANTA	58
3.5.15	TIEMPO DE DURACIÓN DEL RIEGO "t"	59
3.5.16	LÁMINA TOTAL	59

3.5.17	INTERVALO O FRECUENCIA ENTRE RIEGO "I"	60
4	CAPÍTULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO	62
4.1	CAMPARACIÓN DE PLC´s	62
4.2	SELECCIÓN DEL PLC	62
4.3	COMPARACIÓN DE PANTALLA TOUCH.....	64
4.4	SELECCIÓN DE PANTALLA TOUCH "HMI"	64
4.5	SOLENOIDE S-390-3W	66
4.5.1	CARACTERÍSTICAS.....	66
4.6	TEFEN.....	67
4.7	CABLE DE COBRE AISLADO CONCÉNTRICO TIPO ST-I 600V	67
4.8	TRANSFORMADOR	68
4.9	RELÉ AUXILIAR	68
4.10	BORNE O BORNERAS	69
4.11	CAJA PARA CONEXIONES ELECTRICAS.....	70
4.12	SENSORES FLOTADORES.....	70
4.12.1	Sensor HT-ZPC6	70
4.12.2	Sensor RG-1078SL	71
4.13	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....	73
4.13.1	DIAGRAMAS GENERAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA.....	73
4.13.2	PROGRAMACIÓN DEL PLC	79
4.14	DIAGRAMAS GRAFCET	80
4.14.1	ENCENDER/APAGAR BOMBA DE AGUA	80
4.14.2	ENCENDER/APAGAR BOMBA DE AGUA Y FERTILIZACIÓN.....	80
4.14.3	RETRO LAVADO	81
4.14.4	RIEGO AUTOMÁTICO.....	82
4.14.5	FERTILIZACIÓN.....	84
4.14.6	RIEGO 5 MINUTOS POR VÁLVULA	86
4.14.7	RIEGO 10 MINUTOS POR VÁLVULA	88
4.15	IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA	90
4.15.1	IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA SECUNDARIA	92
4.16	IMPLEMENTACIÓN DE LOS SOLENOIDES A LAS VÁLVULAS DE GOTEO.....	92
4.17	IMPLEMENTACIÓN DE LAS CAJAS DE DISTRIBUCIÓN Y DEL GABINETE DE CONTROL.....	95
4.17.1	CAJAS DE DISTRIBUCIÓN	95

4.17.2	GABINETE DE CONTROL	96
4.18	IMPLEMENTACIÓN DE LOS SENSORES DE NIVEL	96
4.18.1	SENSORES DE NIVEL PARA EL AGUA DEL RESERVORIO	96
4.18.2	SENSORES PARA EL NIVEL DE FERTILIZANTE	97
4.19	IMPLEMENTACIÓN DEL H.M.I (INTERFAZ HOMBRE MAQUINA)	98
4.20	PRUEBA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	100
4.20.1	PRUEBAS DEL ENCENDIDO DE LAS BOMBAS DESDE EL HMI	100
4.20.2	PRUEBA DE ENCENDIDO DE CADA ELECTRO VÁLVULA	100
4.20.3	PRUEBA DE SENSORES DEL NIVEL DE AGUA DEL RESERVORIO	101
4.20.4	CORRIENTE NOMINAL DE FUNCIONAMIENTO	102
4.21	RESULTADOS DEL PROYECTO	103
5	CAPÍTULO VI: COSTO DEL PROYECTO	105
5.1	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN	105
5.2	COSTOS DIRECTOS.....	106
5.3	COSTOS INDIRECTOS	107
5.4	COSTO TOTAL	108
5.5	COSTOS BENEFICIO DEL PROYECTO	108
5.5.1	PRODUCCIÓN DE LAS ROSAS CON LA AUTOMATIZACIÓN	109
5.5.2	CÁLCULO DE HORAS EXTRAS	110
6	CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
6.1	CONCLUSIONES	112
6.2	RECOMENDACIONES	114
	BIBLIOGRAFÍA.....	115
7	ANEXOS	117
7.1	MANUAL DE USUARIO.....	117
7.2	MANUAL DE MANTENIMIENTO	121
7.3	FOTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	123
7.4	Resultado de plagio Urkund.....	129
7.5	Plano de la superficie de la plantación.....	130
7.6	Ubicación de elementos instalados.	130
7.7	Plano eléctrico “P.L.C”	130
7.8	Diagrama unifilar.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diferentes variedades de rosas.....	6
Figura 2: Porcentajes de rosas sembradas.....	7
Figura: 3 Diferentes variedades de rosas.....	8
Figura 4: Apertura de una rosa	9
Figura 5: Clasificación del tallo por el tamaño	10
Figura 6: Reservorio para almacenar agua para el riego del cultivo.....	11
Figura 7: Curva de la temperatura que existe dentro de un invernadero	12
Figura 8: Siembra de estacas de rosas	12
Figura 9: Estacas de rosas con yemas ya listas para ser injertadas	13
Figura 10: Pasos de cómo se injerta una yema en un patrón o plantín.....	13
Figura 11: Riego tipo manta en cultivo de arroz.....	16
Figura 12: Riego por surcos	17
Figura 13: Riego por aspersión	18
Figura 14: Tubería utilizada para un sistema de riego por aspersión	20
Figura 15: Diferentes tipos de aspersores.....	21
Figura 16: Accesorios utilizados para la instalación de un sistema de riego por aspersión	22
Figura 17: Sistema de riego mecanizado	23
Figura 18: Sistema de riego por goteo.....	25
Figura 19: Bulbo húmedo producido con el Sistema de riego por goteo.....	26
Figura 20: Diferentes tipos de bombas	27
Figura 21: Tipos de filtro de gravilla	28
Figura 22: Filtro de malla.....	28
Figura 23: Filtro de anillos.....	29
Figura 24: Partes de un filtro	29
Figura 25: Inyector tipo Venturi	30
Figura 26: Reguladores de presión	31
Figura 27: Tipos de válvulas.....	31
Figura 28: Despiece de una válvula hidráulica	32
Figura 29: Funcionamiento de una válvula hidráulica.	32
Figura 30: Piloto multifunción	33
Figura 31: Piloto de control 3 vías	33
Figura 32: Estado de un solenoide abierto y cerrado.....	34
Figura 33: Electroválvulas normalmente cerrada y normalmente abierta	35
Figura 34: Distribución de red hidráulica	36
Figura 35: Diferentes tipos de emisores de agua.....	37
Figura 36: Tipos de goteros.....	37
Figura 37: Manguera con goteros.....	38
Figura 38: Interfaz HMI con una pantalla Touch	39
Figura 39: Dispositivos usados para HMI	39
Figura 40: Vista satelital de la plantación MAPOREX&ROSS	40
Figura 41: Croquis de la finca.....	41

Figura 42: Gotero hydrogol	43
Figura 43: Evapotranspiración.....	44
Figura 44: Variación del factor por advección.....	50
Figura 45: Área mojada por los goteros.....	54
Figura 46: Bulbos con solape	56
Figura 47: Especificaciones del gotero hydrogol.....	56
Figura 48: Salinidad del cultivo de rosas	61
Figura 49: PLC Xinje	64
Figura 50: Pantalla Touch seleccionada para la interfaz HMI	65
Figura 51: Medidas de la pantalla TouchWin.....	65
Figura 52: Solenoide de 3vias S-390-3W.....	66
Figura 53: Tefen conector de 8MM x 1/8.....	67
Figura 54: Cable concéntrico de 4x16	67
Figura 55: Partes de un cable concéntrico 2x16	68
Figura 56: Transformador de 120 VAC a 24VAC.....	68
Figura 57: Relé o contactor auxiliar	69
Figura 58: Bornera tipo regleta.....	69
Figura 59: Bornera para riel Din	69
Figura 60: Gabinetes para conexiones eléctricas	70
Figura 61: Dimensiones del sensor	72
Figura 62: Estructura del sensor	72
Figura 63: Alambre concéntrico para la red eléctrica	90
Figura 64: Cable pasado por los postes del invernadero.....	90
Figura 65: “Izquierda” Estirando el cable por lo postes del invernadero	
Figura 66: “Derecha” Asegurando el cable	91
Figura 67: Línea eléctrica principal que va desde el cuarto de bombas hacia los invernaderos.....	91
Figura 68: Red eléctrica secundaria.....	92
Figura 69: Válvula hidráulica con accionamiento manual.....	93
Figura 70: Accionamiento manual retirado y colocando la base del solenoide.....	94
Figura 71: Solenoide ya instalado.....	94
Figura 72: Cajas de distribución ubicadas en los invernaderos.....	95
Figura 73: Caja de distribución en el cuarto de bombas.....	95
Figura 74: Gabinete de control.....	96
Figura 75: Sensores para el reservorio.....	97
Figura 76: Sensores de nivel en tanque de fertilizante	97
Figura 77: Encendido del sistema.....	100
Figura 78: Activación de la válvula 4 en el riego por goteo	101
Figura 79: Nivel de agua en el reservorio.....	101
Figura 801: Producción diaria de todos los invernaderos de la florícola MAPOREX&ROSS	104
Figura 812: Producción de rosas en invernaderos automatizados	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las rosas	8
Tabla 2: Valores de Kc para cultivos de rosas	45
Tabla 3: Diámetro mojado por un gotero	57
Tabla 4: Comparación entre PLC´s	62
Tabla 5: Especificaciones PLC XINJE	63
Tabla 6: Comparación de pantallas Touch.....	64
Tabla 7: Especificaciones del sensor ZPC6.....	71
Tabla 8: Variables de entrada	78
Tabla 9: Variables de salida.....	78
Tabla 10: Variables de salida del invernadero 2	78
Tabla 11: Variables de salida invernadero 3.....	78
Tabla 12: Marcas utilizadas	79
Tabla 13: Consumo de energía de las electroválvulas.....	103
Tabla 14: Producción diaria florícola MAPOREX&ROSS	103
Tabla 15: Producción después de automatización de los dos invernaderos.....	104
Tabla 16: Costos de materiales para la el cambio de válvulas manuales a electroválvulas	106
Tabla 17: Costos de materiales para instalación eléctrica y control	106
Tabla 18: Costos indirectos para la instalación	107
Tabla 19: Costo directo total.....	108
Tabla 20: Costo total del proyecto	108
Tabla 21: Comparación de datos de produccion.....	109
Tabla 22: Costo de riego diario	110
Tabla 23: Valor de horas extras mensual y tallos de exportación	111
Tabla 24: Tiempo de recuperación de la inversión	111

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo de la evapotranspiración de referencia.....	45
Ecuación 2: Cálculo de la evapotranspiración.....	46
Ecuación 3: Demanda neta de agua.....	47
Ecuación 4: Fracción de área sombreada.....	48
Ecuación 5: Formula del área.....	48
Ecuación 6: Demanda total.....	51
Ecuación 7: Requerimiento de lavado.....	52
Ecuación 8: Coeficiente de uniformidad.....	52
Ecuación 9: Calculo de solape.....	55
Ecuación 10: Calculo de la distancia de goteros.....	55
Ecuación 11: Cálculo para el número de goteros por planta.....	58
Ecuación 12: Cálculo de tiempo del riego.....	59
Ecuación 13: Lámina total de riego.....	59
Ecuación 14: Intervalo o frecuencia entre riegos.....	60

RESUMEN EJECUTIVO

Con el presente proyecto se obtuvieron resultados de mayor eficiencia al momento de realizar la fertirrigación y riego por goteo, ya que los tiempos de apertura de cada válvula son más exactos al momento de cambiar automáticamente de una a otra y así se optimizaron los recursos como son: mano de obra, agua y fertilizantes. Se promueve un mejor manejo de agua y fertilizantes en el cultivo de rosas para obtener un riego por goteo tecnificado; por lo tanto rosas de mejor calidad.

El sistema trabaja mediante elementos hidráulicos, eléctricos, de control y de visualización, que aportan al mejor desempeño del sistema.

Los elementos hidráulicos son los encargados de distribuir el agua desde el reservorio a todo el cultivo de rosas por medio de la red de tubería principal, secundaria y mangueras de goteo. En los elementos eléctricos están, las electrobombas de riego y fertilización que son encargadas de impulsar el agua y fertilizante. Los elementos de control comprenden las electroválvulas, que son encargadas de abrir y cerrar el paso de agua a las diferentes zonas de riego, controlando además el retro lavado. Gracias a los elementos de visualización se observa variables referentes al nivel de agua del reservorio y nivel de fertilizante en el tanque de sedimentación y accionamiento de las electroválvulas

Finalmente se tiene el análisis de costos de implementación, el cual ayuda a conocer gastos de inversión para la ejecución de un proyecto de este tipo. También se tiene el análisis de rentabilidad el que permite saber en cuanto tiempo el proyecto es rentable.

SUMMARY

With this project results more efficiently at the time of fertigation and drip irrigation were obtained as the opening times of each valve are more accurate when automatically switch from one to another and so resources are optimized as they are : labor, water and fertilizer. better management of water and fertilizer in growing roses is promoted to obtain a drip irrigation technified; therefore better quality roses.

The system works by hydraulic, electrical, control elements and display, giving the best system performance.

The hydraulic elements are responsible for distributing water from the reservoir to the entire crop of roses through the network of main, secondary and drip hoses. In electrical elements are, the electro-fertilization and irrigation pumps that are responsible for promoting water and fertilizer. The control elements comprise the solenoid valves, which are responsible for opening and closing the water flow to different areas of irrigation, besides controlling the backwash. Thanks to the display elements is observed variables relating to the water level of the reservoir and fertilizer level in the settling tank and actuating solenoid

Finally we have the analysis of implementation costs, which helps meet capital expenditure for the implementation of a project of this type. You also have the cost benefit analysis which allows to know how long the project is profitable.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto trata sobre la automatización del sistema de fertirrigación y riego por goteo de la empresa florícola MAPOREX&ROSS, el cual se desarrolla en dos bloques o invernaderos de la empresa ya mencionada.

Para cumplir con este objetivo y poder desarrollar este proyecto, se detallan las siguientes partes:

En el CAPÍTULO I se tiene la formulación del problema seguido del objetivo general, específicos y la justificación para la elaboración de este proyecto

En el CAPÍTULO II además se presenta la estructura teórica y los antecedentes. Se habla de los cultivos de rosas, su producción y clasificación, también se presenta una introducción a los diferentes sistemas de riego existentes. Todo esto constituye en información útil para determinar las diferentes partes y accesorios que conforma un cabezal de riego.

En el CAPÍTULO III se describe el diseño y parámetros del sistema de riego con el que cuenta la florícola. Se puede ver las diferentes partes de un sistema de riego por goteo y se realizan los cálculos necesarios para saber los diferentes parámetros del riego por goteo.

En el CAPÍTULO IV se presenta la selección de materiales que se utilizó para la elaboración del proyecto, se conocen los materiales utilizados para el control del sistema, los sensores que fueron utilizados y los diferentes materiales eléctricos.

En el CAPÍTULO V se describe la ingeniería del proyecto que comprende de diagramas de flujo, diagramas graficet y programación del PLC, implementación de la red eléctrica, implementación de sensores, cajas de distribución y las respectivas pruebas del sistema y manual de usuario.

En el CAPÍTULO VI se obtiene el cálculo de los costos de implementación del proyecto, el cual permite saber costos directos e indirectos y rentabilidad del sistema.

En el CAPITULO VII se presenta las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

1 CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 TEMA: SISTEMA AUTOMÁTICO DE FERTIRRIGACIÓN Y RIEGO POR GOTEO PARA LA EMPRESA FLORÍCOLA MAPOREX&ROSS

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la empresa florícola se ha observado la descoordinación que existe al momento de realizar el riego y fertilización por goteo ya que la empresa cuenta aproximadamente con 5 hectáreas de cultivo, el cual está dividido por bloques, y cada bloque posee 5 válvulas las cuales abastecen el riego a cada bloque, cada válvula que existe en dicha empresa es accionada manualmente ya que el tiempo de cambio entre válvulas es 15 min por lo regular y al momento de intercambio de las válvulas exista un retraso de 1 A 2 min. por cada válvula y de bloque en bloque un tiempo de 2 a 3 min lo que causa que el riego y la fertilización no sea uniforme en cada zona y esto acarrea que unas plantas reciban más agua y fertilizante que otras plantas lo cual se ve reflejado en la calidad de las rosas cuando ya están en su punto de corte y se lo puede observar por el tamaño del botón, grosor del tallo, que presenta cada uno de estos cuando ya es cosechado y llevado para su respectivo proceso, también este proceso de descoordinación en el cambio de válvulas acarrea q en algunas camas de cada bloque exista una humedad excesiva lo cual terminaría provocándole una enfermedad conocida comúnmente como velloso(PERONOSPORA SPARSA).

El incumplimiento del tiempo programado para realizar la fertilización y riego, incluye más recursos humanos, ya que en las horas diarias de trabajo que son desde las 7H00 am hasta las 15H00 pm. No alcanza el tiempo para que todas las válvulas de la empresa sean activadas en el transcurso del día de trabajo y esto conlleva que el encargado de la Fertirrigación y riego por goteo se encuentre más horas en el área de trabajo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto estará orientado a optimizar los tiempos de riego y fertilización y así se podrá evitar tareas repetitivas en los operarios

Con la automatización se obtendrá resultados eficientes en la “Fertirrigación” o fertilización y riego lo cual ayudaría a optimizar la humedad y porcentaje de fertilización adecuada para cada bloque automatizado y de igual manera una mejor durabilidad del sistema de goteo debido a que las frecuencias de retro lavado sería más exactas y así no se necesitaría que el operario valla hasta el cuarto de bombas para realizar esta acción; Al obtener esta labor automatizada se observara una mejor calidad del producto, en otras palabras se diría tallos y botones de mejor calidad y evitar las enfermedades que se producen por tanta humedad en las plantas y también evitar que exista horas extras cuando se realice el riego por goteo

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Implementar un sistema automático de riego y fertilización por goteo para la empresa florícola MAPOREX&ROSS en el cantón de Tabacundo en la parroquia de Angumba

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar los componentes para un sistema automático de riego y fertilización por goteo
- Diseñar el sistema de control y supervisión
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema

2 CAPÍTULO II: ESTRUCTURA TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

Los sistemas de riego en las últimas décadas han ido evolucionando cada vez más, para así poder tener mejores resultados y poder optimizar tiempo, agua y mano de obra.

Por lo cual existe diferentes sistemas de riego, los cuales son eficientes para cada tipo de cultivo que hay, teniendo así a campo abierto o los que son bajo invernadero.

A lo largo de los años la tecnología cada vez avanza más y los sistemas de riego no podían quedarse atrás y seguir evolucionando, para así poder tener sistemas de riego automatizados, los cuales ayudan a reducir mano de obra y obtener mejores resultados.

A continuación se tiene algunos proyectos que nos ayudado para la realización de este proyecto.

Tema: Evaluación de los efectos y comportamientos fisiológicos de dos variedades de rosas “Rosa floribunda old fashion variedad Charlotte y rosa floribunda tea variedad Vendela”

Institución: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA

Autor: JUAN CARLOS ESTEVEZ FARINANGO

Objetivo: Evaluar los efectos y comportamientos fisiológicos de dos variedades de rosas, bajo condiciones ambientales controladas

Conclusión: dentro de los indicadores pertenecientes al tamaño el tallo y tamaño de la hoja se concluyó que las variedades que se encuentran con la temperatura y humedad controlada tienen un mejor desarrollo y por ende una mejor producción.

Recomendación: se recomienda la utilización de calefactor para aumentar el tamaño del tallo y hojas en las variedades de rosas y así poder obtener botones grandes en las dos variedades estudiadas.

Con este estudio se puede ver, que cuando se controlan las diferentes variables como son temperatura y humedad las rosas, tienen a mejorar su producción y por ende a mejorar su calidad.

Un segundo proyecto que fue revisado es:

Tema: Automatización de un sistema de riego

Institución: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

Autores: -Rafael Villela Varela

-Claudia Reyes Rivas

-Remberto Sandoval Aréchiga

Objetivo: Diseñar y construir un sistema de control de riego que alcance y mantenga el nivel deseado de humedad, sin consumir más agua de la necesaria.

Conclusión: Se diseñó y construyó un sistema de control de riego que alcanzó y mantuvo el nivel deseado de humedad. El sistema de control de riego fue capaz de medir la humedad, además es sencillo, barato, soporta las condiciones de trabajo, es de fácil operación y requiere poco mantenimiento. El PLC S7-200 resultó ser un equipo adecuado para la medición y control del nivel de humedad del suelo.

Recomendaciones: hacer pruebas durante periodos más largos y probar otro tipo de sensores de humedad

Este proyecto nos indica que un sistema automatizado es más eficiente ya que reduce mano de obra y puede ser una buena alternativa hoy en día y así poder utilizar el agua de una forma más eficiente.

Y un tercer proyecto que se reviso es:

Tema: Sistema de riego por aspersión para el cultivo artesanal de mora

Institución: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Autor: Diego Armando Guamán Guamán

Objetivo: Implementar un sistema de riego automático para el cultivo artesanal de moras

Conclusión: según la pruebas realizadas el sistema es muy confiable, esto se debe que el funcionamiento del sistema se basa en el programa que se ejecuta en el relé programable LOGO.

Recomendación: el diseño de este sistema se implementó en base a las características propias del cultivo de moras. Para la aplicación en otros cultivos será necesario rediseñar el sistema en base a las condiciones que requiera el mismo.

Con el anterior proyecto se puede saber que la automatización se la encuentra en diferentes sistemas de riego que antes eran manuales, pero hoy en día se los tiene automatizados y así que sean más efectivos y poder ahorrar mano de obra y sacarle más beneficio a los mismos sistemas.

2.2 CULTIVO DE ROSAS

2.2.1 INTRODUCCIÓN

En nuestro país la producción de rosas o flores para su exportación comenzó desde los años 70, entonces desde esa fecha la actividad florícola fue creciendo en gran medida hasta convertirse actualmente en uno de los países más exportadores de rosas siendo el segundo en Sudamérica posicionándose tras de Colombia cuál es su principal competidor en la producción de rosas ya que al mercado a donde son exportadas puede ser Norteamericano, Europeo, Oceanía y el sudeste de Asia. (Gostinchar Juan, 2000)

Las rosas fueron cultivadas inicialmente en los países asiáticos luego en los países del medio oriente y pasando a Europa y hoy en día siendo más cultivadas en Sudamérica. Desde hace mucho tiempo atrás las rosas son consideradas como las flores más hermosas que puedan ser cultivadas. (Gostinchar Juan, 2000)

(Gostinchar Juan, 2000) En la actualidad se tiene muchas variedades de rosas que va en un aproximado de 20 000 variedades las cuales son de muchos colores siendo los más representativos los colores rojos, blancos, bicolores, etc.



Figura 1: Diferentes variedades de rosas

Fuente: <http://www.viverosjuanjo.com/blog/wp-content/uploads/2013/10/variedades-rosas-santos-.jpg>

(Gostinchar Juan, 2000) Los cultivos de flores se extienden a lo largo del mundo y tienen una superficie de 190 000 ha, los países de mayor tradición en la compra de rosas son los de Alemania, Estados Unidos, Francia, Holanda, Japón y Suiza. Las flores que más abarcan en el mercado son: el clavel y rosas que ocupan un 65%

del total de flores cultivadas y el 35% restante de flores con: fresias, liliun, alstroemerias, etc.

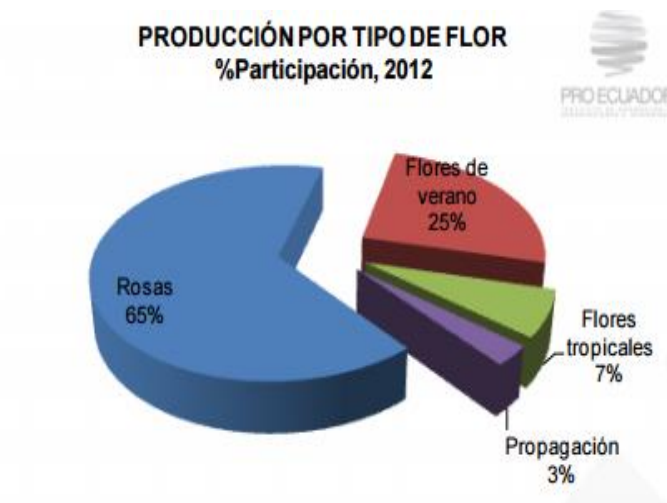


Figura 2: Porcentajes de rosas sembradas

Fuente: http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf

2.2.2 PRODUCCION DE ROSAS EN ECUADOR

En Ecuador en donde está ubicada la mayor zona de florícolas es en la parte norte centro del país.

La rosa ocupa uno de los primeros lugares de producción florícola, existen picos en la producción de rosas en la cual es en donde la producción aumenta para el abastecimiento de los mercados ya antes mencionados y estos picos son en los meses de febrero y mayo.

2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS ROSAS

La rosa siendo una de las flores más cultivadas en el mundo su clasificación botánica es:

Tabla 1: Clasificación de las rosas

CLASE	SUBCLASE	SUPERORDEN	ORDEN
Angiospermas	Dicotiledóneas	Ròsidas	Rosales
ORDEN	FAMILIA	SUB-FAMILIA	GÉNERO
Rosales	Rosáceas	Rosoideas	Rosa

Comercialmente se puede decir que hay tres grupos de rosas las cuales depende de:

- Según el destino.
- Para plantas de maceta.
- Para el jardín.

2.2.4 CÓMO ELEGIR LAS VARIETADES QUE SE DESEA CULTIVAR

2.2.4.1 Por el tipo y color

Para poder producir las rosas bajo invernadero se utiliza híbridos de té y el color se lo determina según al mercado disponga las rojas en el mercado abarca entre un 40% y 50%, las rosadas abarcan entre 20% y 30%, las amarillas entre 15% a 20%, las blancas entre un 20% a 30% y los bicolors entre un 20%.



Figura: 3 Diferentes variedades de rosas

Fuente: <http://patriciajaneth.blogspot.com/2013/05/la-rosa-es-la-que-se-exporta-mas.html>

2.2.4.2 Por el tamaño del botón

Esto también depende del mercado si es para mercado americano se necesitan que sean variedades de botón pequeño, pero en el mercado europeo prefieren que sean de botón mediano a botón grande.



Figura 4: Apertura de una rosa

Fuente:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/302568/Material_didactico_definitivo/leccin_26_poscosecha_de_flores_tradicionales_de_corte.html

2.2.4.3 Largo y dureza del tallo

Esta es una característica muy importante para determinar la calidad de la rosas porque entre más largo y grueso sea el tallo es mucho mejor la variedad y el valor de esta será mejor en el mercado y se pueden clasificar así:

- Calidad extra: 90-80 cm.
- Calidad primera: 80-70 cm.
- Calidad segunda: 70-60 cm.
- Calidad tercera: 60-50cm.
- Calidad corta: 50-40 cm.

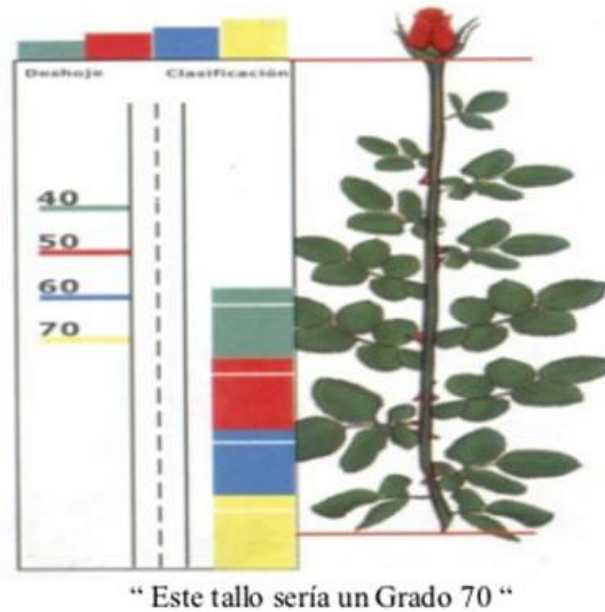


Figura 5: Clasificación del tallo por el tamaño

Fuente: <http://www.floristeriasbogota.net/venta-rosas-tipo-exportacion-bogota.html>

2.2.4.4 Por la producción

Para esto se tiene en cuenta número de rosas/m² y esto se lo evalúa en la cosecha, las mejores variedades producen hasta unas 320 rosas/m².

2.2.5 TIPO DE SUELO PARA EL CULTIVO DE ROSAS

Las características del tipo del suelo será un factor muy importante para un cultivo de rosas, ya que este tipo de plantas requieren que el terreno sean de textura suelta esto quiere decir que no sea muy arenoso y que tenga un buen drenaje de agua que no se encharque fácilmente ya que esto ayuda a la aparición de enfermedades por mucha humedad.

También el suelo no debe ser muy ácido o muy alto en alcalinidad esto se lo puede ver con el valor del pH, sabiendo que lo neutral del valor del pH es de 7 o mantenerse cerca del 6 para el cultivo de rosas, para saber todos estos datos que nos ayudara a una buena producción de rosas se debe hacer un análisis de suelo para saber el pH, la salinidad, etc.

En resumidas palabras lo esencial que se tiene que saber del suelo es:

- La textura del suelo.
- Que buen drenaje de agua tiene.
- Que tenga un pH cercano a 6.
- Una salinidad de 3ds/m.

2.2.6 AGUA DE RIEGO

Es un recurso muy importante porque este tipo de cultivo se requiere un buen volumen de agua, se debe tomar en cuenta la evaporación que existe en el suelo ya que la temperatura que se obtiene bajo invernadero hace que el agua se evapore más fácilmente; ya que el consumo de una planta de rosa es de 7mm de agua por día. Así que lo más recomendable es tener un reservorio para guardar agua para el riego de las rosas. (Olarte ,1987)



Figura 6: Reservorio para almacenar agua para el riego del cultivo

Fuente: <http://www.coeeci.org.pe/wp-content/uploads/2010/06/Reservorio.jpg>

2.2.7 TEMPERATURA EN EL INVERNADERO

(Olarte ,1987) Para un cultivo de rosas la temperatura óptima para su crecimiento es de 17 a 28 grados centígrados en el día, y en las noches es de 12 a 14 grados centígrados. Cuando existen temperaturas altas que sobrepasan los 29 grados centígrados existe perdidas de rosas pequeñas ya que mucho calor hace que la flor empiece a abrirse muy temprana mente y esto causa que no tengas el número de pétalos completos.

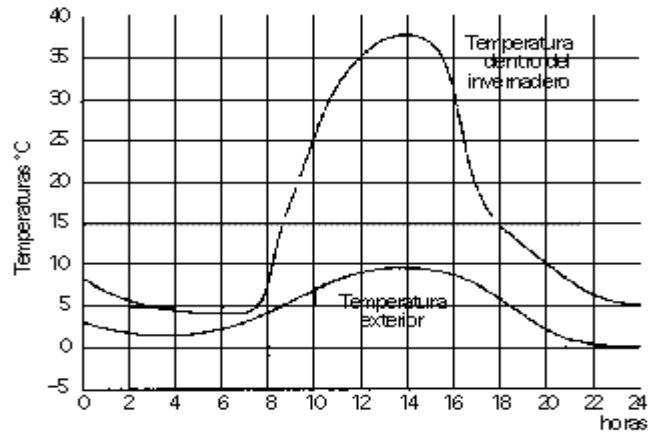


Figura 7: Curva de la temperatura que existe dentro de un invernadero

Fuente: <http://www.soler-palau.mx/casosaplicacion7.php>

2.2.8 PROPAGACIÓN

La propagación o siembra se la puede llevar por dos métodos que son la propagación por estaca o la propagación por injerto.

2.2.8.1 Propagación por estacas

Esta se la puede practicar durante todo el año y para esto necesitamos estacas las cuales tengan yemas pueden ser estacas de dos o más yemas; las yemas se las debe mantener en un alto nivel de humedad en las condiciones ya mencionadas el enraizamiento se da de 5 a 6 semanas y luego de este tiempo se la trasplanta en macetas o simplemente al invernadero. (Olarte ,1987)

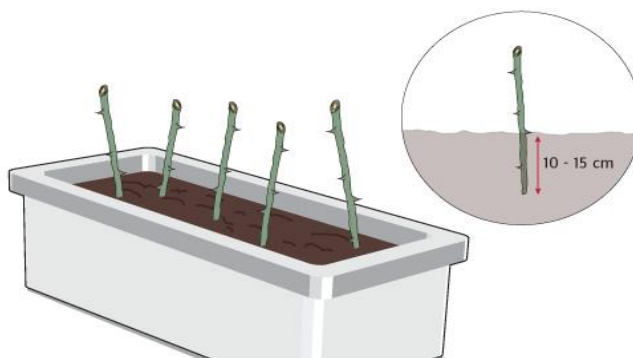


Figura 8: Siembra de estacas de rosas

Fuente: <http://www.hagaloustedmismo.cl/paso-a-paso/proyecto/903.html>

2.2.8.2 Propagación por injerto

(Olarte ,1987) Esta es la más utilizada para el cultivo de rosas y lo que se utiliza para este método es un injerto de yema. Este método consiste en hacer un corte vertical y también un corte horizontal en el patrón o plantin ya sembrado en el invernadero, después de hacer los cortes se forma una T luego se abre esos cortes y se coloca la yema de la variedad ya seleccionada luego de esto se la fija a la yema al tallo del patrón con un poco de plástico para que así pegue al patrón y así siga creciendo.



Figura 9: Estacas de rosas con yemas ya listas para ser injertadas

Fuente: <http://florescienciayalgomas.blogspot.com/2009/04/propagacion-de-rosas-de-corte-capitulo.html>

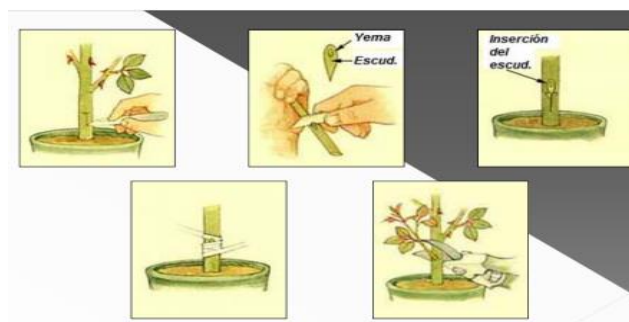


Figura 10: Pasos de cómo se injerta una yema en un patrón o plantin

Fuente: <http://www.agro.unc.edu.ar/~cultivosintesivos/wp-content/uploads/2013/08/Floricultura-1.pdf>

2.3 SISTEMAS DE RIEGO

(Cadena Navarro, 2012). Los sistemas de riego son instalaciones hidráulicas que permiten suministrar la cantidad requerida de agua a una determinada área de cultivo.

También se puede señalar que un sistema de riego consta de un conjunto de elementos y estructuras, que permiten entregar la cantidad necesaria de agua para el cultivo.

La técnica en la que se aplique el agua en un cultivo también influirá en las ventajas del sistema de riego.

Para un manejo eficiente de agua de riego, se basa en la distribución y manejo del agua, para ello se debe tener un buen diseño de los métodos de riego.

(Cadena Navarro, 2012) Se tiene que conocer los diferentes tipos de riego que existen y los cuales son más utilizados para los cultivos, teniendo así: riego por gravedad, por goteo y aspersión.

Para lo cual se tiene que ver sus ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de riego y tener en cuenta las condiciones de los cultivos para así saber cuál sistema de riego sería el adecuado para el cultivo.

En la práctica para poder determinar cuál de los sistemas de riego conviene más para ser implementado en el área que se vaya a trabajar se analiza lo siguiente:

- La textura del suelo.
- La calidad y disponibilidad de agua.
- La temperatura del clima.
- Tipo de cultivo.
- Mano de obra.
- Financiamiento para el sistema de riego.

2.3.1 RIEGO POR GRAVEDAD

Este es el más antiguo y más utilizado de los sistemas de riego a nivel mundial, en este sistema el agua fluye por su propia inercia sobre la superficie a ser cultivada.

Olarte (1987) citado por (Cadena Navarro, 2012) nos dice que todo el riego por gravedad cumple lo siguiente:

- El agua debe ingresar por el punto más alto, con el fin de regar la mayor superficie.
- Del caudal que ingresa al suelo, una parte se infiltra y el resto fluye en la dirección de la pendiente dominante.
- El caudal que fluye disminuye constantemente.
- La disminución de caudal depende de la velocidad de infiltración.

En este sistema el agua se moverá en favor de la pendiente que exista en el terreno, el caudal del agua disminuirá debido a la infiltración del agua en el suelo.

Existen dos tipos de riego por gravedad y son:

2.3.1.1 A manta

(Cadena Navarro, 2012). Este es llamado así porque el agua cobija o moja toda la superficie del suelo en la cual se tiene dos características:

- Riego por escurrimiento.- en este se encuentra canteros o fajas los cuales tienen una ligera inclinación para facilitar la caída del agua en este sistema de riego existe un caballón que es el que abre el paso del agua para que así llegue a un desagüe para su evacuación.
- Riego por inundación o estanques.- son unos compartimentos de forma rectangular o también cuadrada y la presencia de un caballón que impide la salida del agua un claro ejemplo de este tipo de riego se encuentra en cultivos de arroz.



Figura 11: Riego tipo manta en cultivo de arroz

Fuente: <http://www.etceter.com/c-agricultura/p-tipos-de-riego-en-la-agricultura/>

2.3.1.2 Por surcos

O también conocidas como fajas de pequeña anchura, en este tipo de riego el agua es movida solamente por la gravedad o la pendiente que existe en el área cultivada, para poder poner en práctica este sistema de riego se tiene en cuenta unos factores que afectarían al buen funcionamiento del mismo: (Cadena Navarro, 2012)

- La pendiente del terreno.
- Especie de cultivo.
- Disposición de agua.
- Conocimientos de este tipo de riego.
- Recursos.



Figura 12: Riego por surcos

Fuente: http://estaciones.ivia.es/imagenes/b_foto_surcos_regando.jpg

Teniendo en cuenta los aspectos ya mencionados para este sistema de riego, se puede decir que este tipo de riego es utilizado si el área cultivada tiene pendiente, que tipo de suelo posee para así poder saber qué tipo de infiltración posee el terreno y la disponibilidad de agua que existe en esa área. (Cadena Navarro, 2012)

2.3.1.2.1 *Ventajas*

- Impide la proliferación de las enfermedades foliares.
- Mínimo costos de instalación, ya que no se necesita de fuerzas externas para su funcionamiento.
- Mayor área de superficie mojada.

2.3.1.2.2 *Desventajas*

- Cuantioso desperdicio de agua.
- El área del cultivo debe tener alguna inclinación para el uso de este sistema de riego.
- No se puede aplicar fertilizantes.

2.3.2 RIEGO POR ASPERSIÓN

El riego por aspersión se basa en entregar agua al área cultivada en forma de lluvia artificial y esta es controlada en la duración y la intensidad que puede ser aplicada ya que este sistema utiliza aspersores para su funcionamiento. (Cadena Navarro, 2012)

Este sistema es muy utilizado en los diferentes cultivos pero existen algunas plantas en los que no puede ser aplicados como por ejemplo el arroz en el cual necesita estar inundado para su crecimiento; el tomate de riñón y las rosas tampoco es usado este sistema de riego ya que estas plantas son muy sensibles a la humedad extrema y con esta humedad ocasionando enfermedades y plagas. (Cadena Navarro, 2012)



Figura 13: Riego por aspersión

Fuente: <http://jardinplantas.com/el-riego-por-aspersion/>

2.3.2.1 Ventajas

- No se necesita que el terreno tenga pendiente para usar este sistema de riego.
- Ya que para este sistema de riego se utiliza tubería el agua no se evapora rápidamente y no hay muchas pérdidas.
- En este sistema si se puede utilizar fertilizantes.
- Puede ser utilizado en varias horas al día.

- Este sistema de riego tiene una buena eficiencia al ser utilizado, consta de una eficiencia del 70% al 80%.

2.3.2.2 Desventajas

- Si el agua es salina provoca que el follaje se quemé y se caigan las hojas.
- Su costo es elevado ya que para este sistema ya utiliza tubos para la transportación del agua hacia los aspersores.
- Si es una área de mucho viento dificulta que la aspersion se efectúe correctamente.
- Es necesario la construcción de un reservorio si no se cuenta con un caudal continuo de agua.

2.3.2.3 Componentes del sistema

El sistema de riego por aspersion debe constar de los siguientes componentes que serían los básicos para su funcionamiento: (Cadena Navarro, 2012)

- Una fuente de agua esta puede ser un reservorio o sequía.
- Fuente de energía como es una bomba.
- Un sistema de distribución como son las tuberías.
- Aspersores para la aspersion del agua.

2.3.2.3.1 La fuente de agua

En este sistema de riego se necesita que el caudal del agua sea constante y esto se lo puede obtener, si es que el agua proviene desde un reservorio, cisterna, etc. Ya que el caudal debe ser constante porque es un dato del cual se debe estar muy seguro ya que este nos sirve para los diferentes cálculos que realizara más adelante. (Cadena Navarro, 2012)

2.3.2.3.2 Bomba o fuente de energía

En sistemas como este se necesita de presión para que funcionen los aspersores, donde se deben tener una fuente de energía que impulse el agua como puede ser una bomba o electrobomba , ya que este instrumento nos permite succionar agua y devolverla con mayor fuerza e impulsarla sobre las tuberías ya instaladas (Cadena Navarro, 2012)

2.3.2.3.3 Tuberías o sistema de distribución

Después de tener una fuente de energía la cual permite impulsar el agua también se debe tener una red de distribución la cual deberá estar conformada por tubos los cuales pueden ser de plástico o de metal; en la red de distribución se tiene una tubería principal, una tubería secundaria y podría existir casos que se tiene tuberías laterales. (Cadena Navarro, 2012)

La tubería principal es la que conducen el agua desde la bomba hasta los diferentes puntos de distribución esta red puede ser instalada de forma fija o de forma móvil esto dependerá del uso de la mano de obra que opere el sistema. La tubería secundaria va desde la tubería principal hasta los aspersores que serán utilizados. (Cadena Navarro, 2012)



Figura 14: Tubería utilizada para un sistema de riego por aspersión

Fuente: http://i00.i.aliimg.com/img/pb/682/148/395/395148682_572.jpg

2.3.2.3.4 Aspersores

Son pequeños dispositivos que son diseñados para distribuir el agua en forma de lluvia artificial y estos funcionan con el agua a presión y el agua es lanzada en forma de lluvia como ya se dijo anteriormente estos dispositivos son muy importantes en este sistema de riego ya que este es el que se encarga de distribuir el agua a las áreas ya sembradas las cuales posteriormente serán cultivadas. Existen diferentes tipos de aspersores los cuales cuentan con diferentes características ya que

pueden ser desde una salida hasta las que tienen múltiples salidas, los aspersores pueden ser de tipo giratorio y fijo. (Cadena Navarro, 2012)



Figura 15: Diferentes tipos de aspersores

Fuente: <http://www.hydroredperu.com/aspersion.php>

2.3.2.3.5 Accesorios

Para la instalación de este sistema de riego se debe tener los los siguientes materiales que harán más fácil la utilización de este sistema, en la distribución de agua, teniendo: (Cadena Navarro, 2012)

- Conexiones que pueden ser codos, uniones, etc.
- Tomas de agua.
- Filtros e inyectoros.
- Instrumentos de medición.



Figura 16: Accesorios utilizados para la instalación de un sistema de riego por aspersión

Fuente: <http://www.imposerval.com/productos/pead-para-riego-agricola/>

2.3.3 SISTEMAS ESTACIONARIOS

(Sánchez, C. 2004) En este tipo de sistema de riego se puede observar que permanece en la misma posición durante todo el tiempo de riego teniendo así:

2.3.3.1 Sistema móvil

En este todas sus partes son móviles para poder cambiar de lugar, una de las ventajas de este tipo es que no necesita de una toma fija de agua ya que puede ser diferente en cada posición de riego que se la utilice, estos sistemas son muy usados cuando se tienen áreas reducidas de cultivo o para el controlar la helada. (Sánchez, C. 2004)

2.3.3.2 Sistema semifijo

En este tipo de sistema se observa que las tuberías principales y secundarias son fijas y las que se podrán mover son las redes laterales las cuales pueden estar unidas por medio de válvulas hidrantes por lo tanto este sistema es adecuado para cualquier extensión de cultivo. (Sánchez, C. 2004)

2.3.3.3 Sistema fijo

En este tipo de sistema todos los elementos son fijos ya que tienen una cobertura total de terreno ya que los elementos están enterrados y solo se necesita abrir las llaves de paso para su funcionamiento una de las principales desventajas de este sistema es q los aspersores obstaculizan las labores agrícolas debido a que se los puede observar q sobresalen en toda el área del terreno. (Sánchez, C. 2004)

2.3.4 SISTEMAS MECANIZADOS

Estos son los que están continuamente desplazándose cuando están en funcionamiento este sistema es conveniente usarlo cuando se necesita tiempos frecuentes de riego y que sean de poca abundancia para así poder eliminar el exceso de sales del suelo.



Figura 17: Sistema de riego mecanizado

Fuente: <http://www.cidisagt.com/>

2.3.5 RIEGO LOCALIZADO

Este riego cambia absolutamente el concepto del riego donde (Cadena Navarro, 2012) “riego es la aplicación artificial de agua a la zona radicular de los cultivos de forma que esta pueda ser utilizada al máximo”.

Con este sistema de riego se tiene varias características como son: el suelo no es mojado en su totalidad, también utiliza pequeños caudales para mojar el suelo, el agua es empleada con mayor frecuencia en el cultivo. (Cadena Navarro, 2012)

Al decir que no se moja completamente la superficie del suelo no hace que cambie la relación planta-agua-suelo si no que con este tipo de riego el agua está más cerca de la raíz de la planta la cual hace q la absorción sea más rápida. (Cadena Navarro, 2012)

(Cadena Navarro, 2012). Con este método se aplica pequeñas cantidades de agua a un determinado lugar del cultivo y de esta manera no se gastaría agua en mojar más superficie innecesaria del cultivo.

Ya que este método no depende de factores externos como el clima y el agua es transportada por tubería la eficiencia de este riego es muy buena.

Este sistema es apropiado para los diferentes tipos de suelo los cuales pueden ser arenosos y ligeros ya que la infiltración del agua es de mayor velocidad se obtiene un buen resultado porque el agua se concentra en un solo punto hasta humedecer al máximo una determinada área del cultivo.

En el riego localizado se tiene dos tipos los cuales son:

- El riego por goteo en este se emplea el agua a través de dispositivos que dejan caer el agua al suelo gota por gota en un flujo continuo.
- El riego por micro aspersion en este el agua es aplicada con dispositivos que arrojan el agua en forma de lluvia fina.

2.3.5.1 Riego por goteo

En la actualidad el agua cada vez va escaseando más y por eso es que en la mayoría de países desarrollados van perfeccionando las técnicas de los diferentes sistemas de riegos que permitan que estos sean cada vez más eficientes con dichos antecedentes se crea el sistema de riego por goteo (Cadena Navarro, 2012) dice “que comenzó en Inglaterra después de la segunda guerra mundial 1939-1945 en invernaderos semilleros y jardinería utilizando como emisores micro tubos; sin embargo en Israel durante los años 1963-1967 donde comienza a desarrollarse el sistema de riego por goteo que hoy en día se conoce ”.

El riego por goteo es de poco caudal ya que su objetivo es dejar caer gota por gota al suelo ya que su meta es llegar al sistema radicular de las plantas.



Figura 18: Sistema de riego por goteo

Fuente: <http://info.elriego.com/wp-content/uploads/2012/03/goteo.jpg>

2.3.6 LA RELACIÓN PLANTA-AGUA-SUELO

Con el objetivo de llegar directamente a la raíz de la planta tiene unas repercusiones importantes que serán analizadas a continuación: (Cadena Navarro, 2012)

2.3.6.1 El aprovechamiento del agua

La evapotranspiración se describe a la evaporación que existe del agua que está en el suelo y a la transpiración de la planta. En el riego por goteo se tiene menos evaporación del agua ya que la ventaja de este sistema es que solo se moja una parte determinada de la superficie del cultivo, pero aumenta la transpiración de la planta porque la absorción del agua es de mayor facilidad lo que genera una alza en la cosecha; en pocas palabras el riego por goteo existe un mejor aprovechamiento del agua ya que la evaporación es menor y esto da un mejor rendimiento del sistema de riego en comparación a los anteriores ya vistos. (Cadena Navarro, 2012)

2.3.6.2 El bulbo húmedo

En cada gotero que existe en su alrededor se forma una área de suelo húmedo que se lo conoce como “bulbo” por su forma singular que este posee dentro de este existen unas zonas que tienen distintos contenidos de agua y aire. (Cadena Navarro, 2012)

- La primera zona es la saturada que está debajo y alrededor del gotero.
- La segunda zona es de equilibrio en donde la relación que existe entre el agua y el aire es óptima.
- La tercera zona es la seca en la que se aprecia que existe falta de agua y abunda el aire.

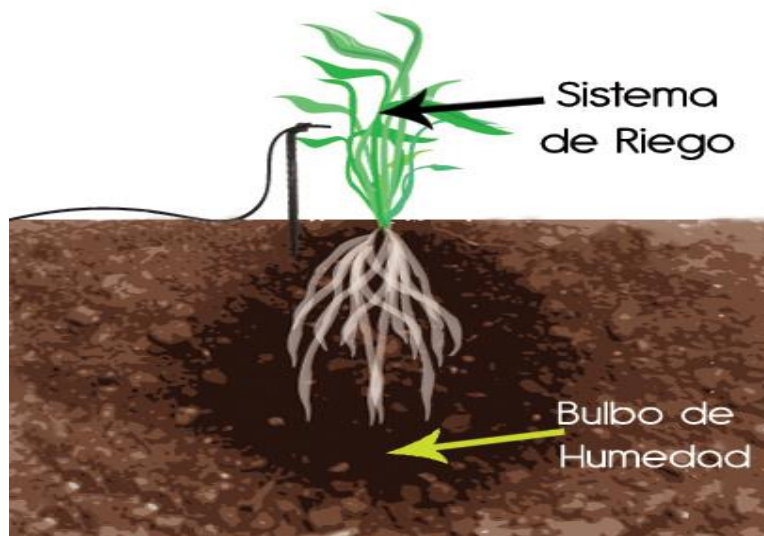


Figura 19: Bulbo húmedo producido con el Sistema de riego por goteo

Fuente: <http://www.jardineriaon.com/cultivo-de-bulbos-riego.html>

2.3.7 LA FERTIRRIGACIÓN

Este también es un sistema de riego pero el cual tiene la función de aplicar abono o fertilizantes, minerales, etc. Por medio del sistema de goteo desde una solución madre preparada la cual se va mezclando con el agua de riego para su aplicación al cultivo. Los fertilizantes se disuelven con el agua para cultivos de rosas teniendo las siguientes sustancias nitrógeno, potasio, calcio, cobre y cobalto estos minerales se los utiliza cada 15 o 25 días esto se los aplica para mejorar la producción y la calidad de la flor. (Cadena Navarro, 2012)

2.4 CABEZAL DEL SISTEMA DE RIEGO

2.4.1 INTRODUCCIÓN

El cabezal es un conjunto de elementos que tienen la función de suministrar el agua ya que tiene que ser filtrada después abastecer a una red de distribución del cultivo. (Tarjuelo, J. 2005)

El cabezal es muy importante en este sistema de riego localizado ya que desde esta parte se regula y suministra el agua para todo el cultivo y también desde este se hace su respectiva fertilización. (Tarjuelo, J. 2005)

El cabezal consta de las siguientes partes:

- Equipo de bombeo de agua.
- Sistema de filtros.
- Equipo de inyección de fertilizante.
- Reguladores de presión.
- Válvulas para la distribución y válvulas de corte.

2.4.2 EQUIPO DE BOMBEO DE AGUA

Esta parte es una de las imprescindibles del cabezal ya que con la ayuda de la bomba nos permite impulsar el agua almacenada a todas las redes de distribución del sistema de riego por goteo y está compuesta por una bomba y motores los cuales pueden ser eléctricos o a combustión. (Tarjuelo, J. 2005)



Figura 20: Diferentes tipos de bombas

Fuente: <http://www.acferbo.com/bombas-para-agua.html>

2.4.3 SISTEMAS DE FILTROS

El equipo de filtrado es de mucha importancia ya que por medio de este el agua va siendo separada de pequeñas basuras las cuales pueden llegar a los goteos y taparlos. En el mercado existen muchas variedades de filtros los cuales nos pueden ayudar para nuestras necesidades teniendo así los diferentes tipos de filtros: (Tarjuelo, J. 2005)

- Filtro de arena
- Filtro de malla
- Filtro de anillos

2.4.3.1 Filtros de arena

Estos son elaborados para retener partículas orgánicas que contenga el agua y están llenos principalmente de arena o grava y estos filtros tienen gran capacidad de acumulación de partículas inservibles (Tarjuelo, J. 2005)

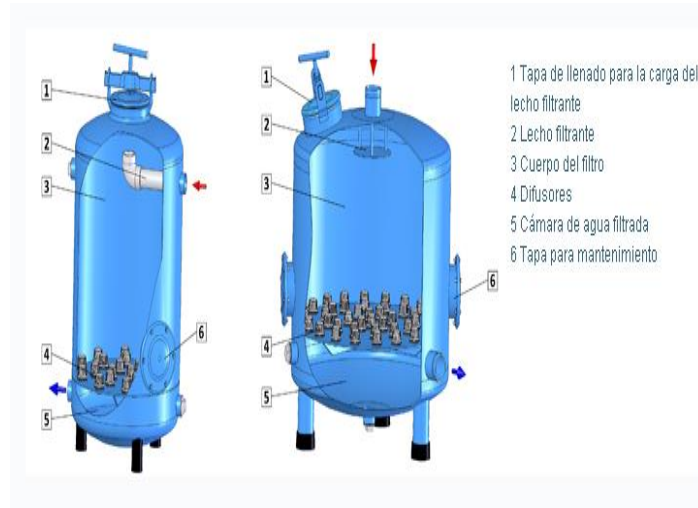


Figura 21: Tipos de filtro de gravilla

Fuente: <http://spanish.yamit-f.com/english/Product.aspx?Product=129&Category=23>

2.4.3.2 Filtro de malla

Están formados por un cilindro metálico anticorrosivo que en el interior, está recubierto por una malla con pequeños orificios. (Tarjuelo, J. 2005)

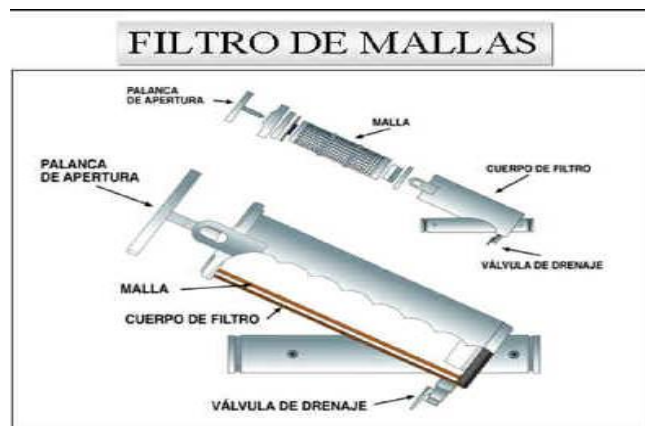


Figura 22: Filtro de malla

Fuente: <http://info.elriego.com/portfolios/limpieza-de-los-filtros-de-malla/>

2.4.3.3 Filtro de anillos

Este tiene la misma forma del anterior filtro pero en este aumenta anillos que están montados sobre el cuerpo cilíndrico del filtro pero en este los anillos se comprimen haciendo que cuando el agua pase por este filtro las partículas que están en el agua se separen quedando en los anillos del filtro (Tarjuelo, J. 2005)



Figura 23: Filtro de anillos

Fuente: <http://info.elriego.com/portfolios/filtros-de-anillas/>

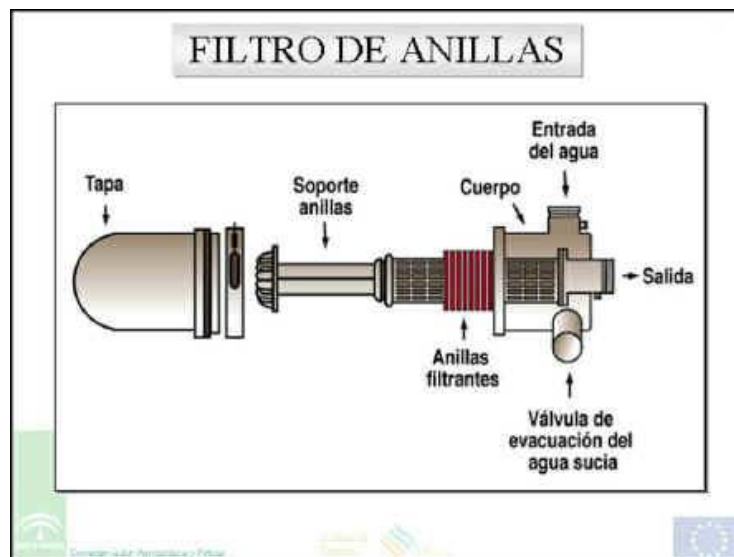


Figura 24: Partes de un filtro

Fuente: <http://info.elriego.com/portfolios/filtros-de-anillas/>

2.4.4 EQUIPO DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTE

Cuenta con una válvula estranguladora que permite que una parte de agua fluya a la red principal y otro pase por el equipo de inyección

Se utiliza una bomba que permite que el fertilizante sea inyectado a la red principal de riego para así este llegue a las plantas con esto se consigue una fertilización más precisa ya que los nutrientes llegan directamente a las raíz de la planta mediante el riego. (Cadena Navarro, 2012)

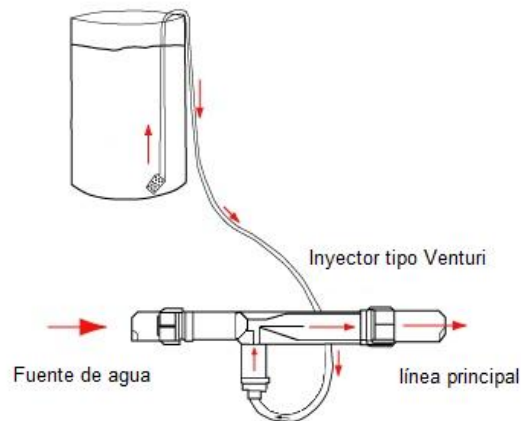


Figura 25: Inyector tipo Venturi

Fuente: <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/fertirrigacion-practicas>

2.4.5 REGULADORES DE PRESIÓN

Sirve para convertir una presión de entrada en una presión de salida fija. Con la finalidad de obtener una mejor eficiencia de riego y lograr uniformidad en la profundidad del riego, en el tamaño de las gotas, en el alcance del chorro, etc. Se deben incluir en el sistema, es imprescindible, evitar las variaciones de presión ocasionadas por las condiciones de funcionamiento, sea por la fertirrigación, por la limpieza de los filtros o por las condiciones hidráulicas, por el bombeo, por los desniveles, etc. Cuando se trata de una instalación grande se deben también colocar en cabeza de los diferentes sectores de riego o sub unidades de riego. (Cadena Navarro, 2012).



Figura 26: Reguladores de presión

Fuente: <http://pt.slideshare.net/cacotaforestales/riego-por-goteo-en-papa>

2.4.6 VÁLVULAS

Son accesorios que se activan ante determinadas condiciones, su uso dependerá de la actividad que se quiera realizar, su función es, la distribución o corte del flujo con el fin de sectorizar si es el caso o hacer reparaciones según la necesidad. (Cadena Navarro, 2012)



Figura 27: Tipos de válvulas

Fuente: <http://www.corporacionvirgendeasuncion.com/valvulas-de-paso-pvc.html>

2.4.7 FUNCIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA HIDRAULICA

Una válvula hidráulica es un elemento muy usado en los sistemas de irrigación o en todo sistema donde tenga que ver con líquidos, estas válvulas constan de dos piezas que son; cuerpo y tapa, en el cuerpo está la membrana o diafragma que es

de caucho este elemento es que abre o cierra el paso del líquido. También tiene un muelle que es utilizado para cerrar la válvula. (Saldarriaga, J. 2007)

Son conocidas como válvulas de tres vías ya que permite la apertura manual o también con el adiconamiento de un solenoide se la puede transformar en una electroválvula la cual abriría y cerraría de acuerdo a la señal dada.

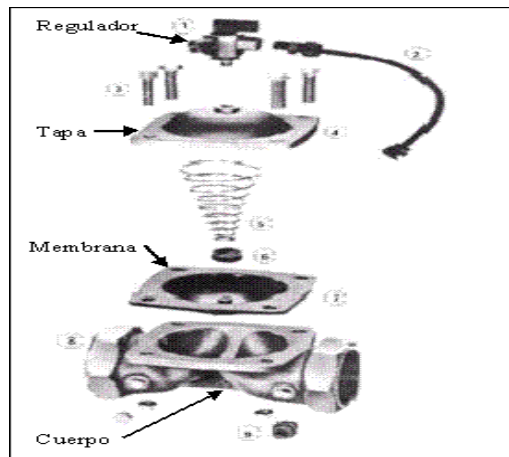


Figura 28: Despiece de una válvula hidráulica

Fuente: http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/page_05.htm

Para que una válvula hidráulica se abra debe haber una presión para que el diafragma suba y permita el paso del agua mientras exista esa presión contra el diafragma la válvula permanecerá abierta.

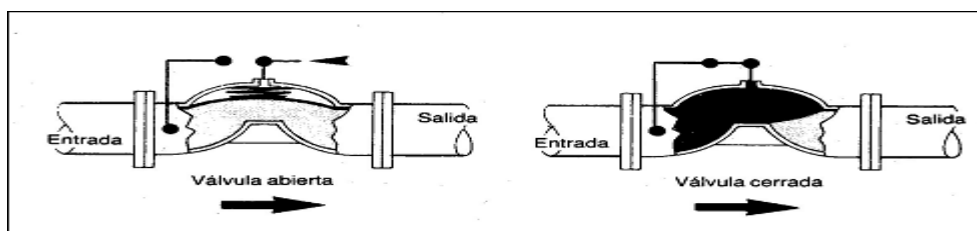


Figura 29: Funcionamiento de una válvula hidráulica.

Fuente: http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/page_05.htm

2.4.8 ACCESORIOS Y DISPOSITIVOS PARA LAS VÁLVULAS HIDRÁULICAS

Como ya se dijo anteriormente estas válvulas pueden ser accionadas manualmente, pero existen accesorios para poder utilizar estas de forma automática, construyendo así circuitos automáticos que abran o cierren solas las válvulas. (Saldarriaga, J. 2007)

2.4.8.1 Pilotos

Son dispositivos hidráulicos que funcionan con la señal de un determinado sensor ya que cuando existe esta señal este mando actúa sobre la válvula y puede llegar a modificar su instalación; los pilotos estas constituidos por un vástago en su interior que es similar a un selector y este puede ser accionado, manualmente, por una señal de presión o un impulso eléctrico. (Saldarriaga, J. 2007)

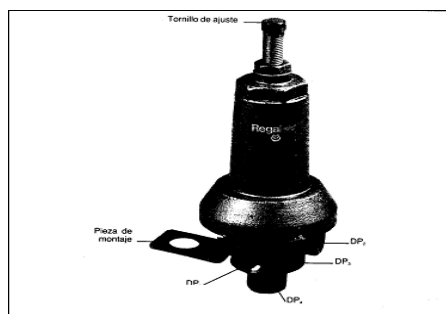


Figura 30: Piloto multifunción

Fuente.- http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/page_05.htm

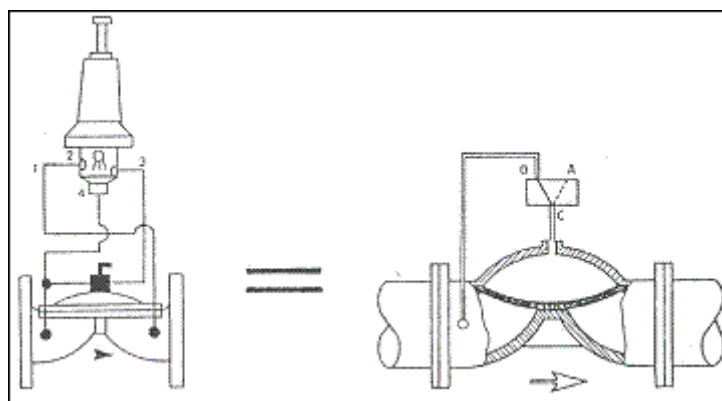


Figura 31: Piloto de control 3 vías

Fuente: http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/page_05.htm

2.4.8.2 Solenoide

Son dispositivos que con una señal eléctrica pueden manipular el estado de una válvula hidráulica.

Está compuesto básicamente por una bobina la cual se excita cuando existe un pulso eléctrico haciendo que el núcleo cambie de estado o posición y así permite el ingreso de presión al diafragma y así la válvula se abre o se cierra respectivamente. Los solenoides funcionan con una corriente continua o alterna que puede ser desde los 12 a los 24 V.

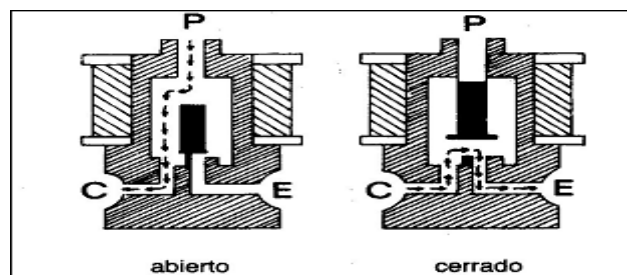


Figura 32: Estado de un solenoide abierto y cerrado

Fuente: http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/page_05.htm

Existen dos tipos de solenoide los que son:

- 3 vías.- presión (P), comando(C) y drenaje (E).
- 2 vías.- presión (P) y comando (C).

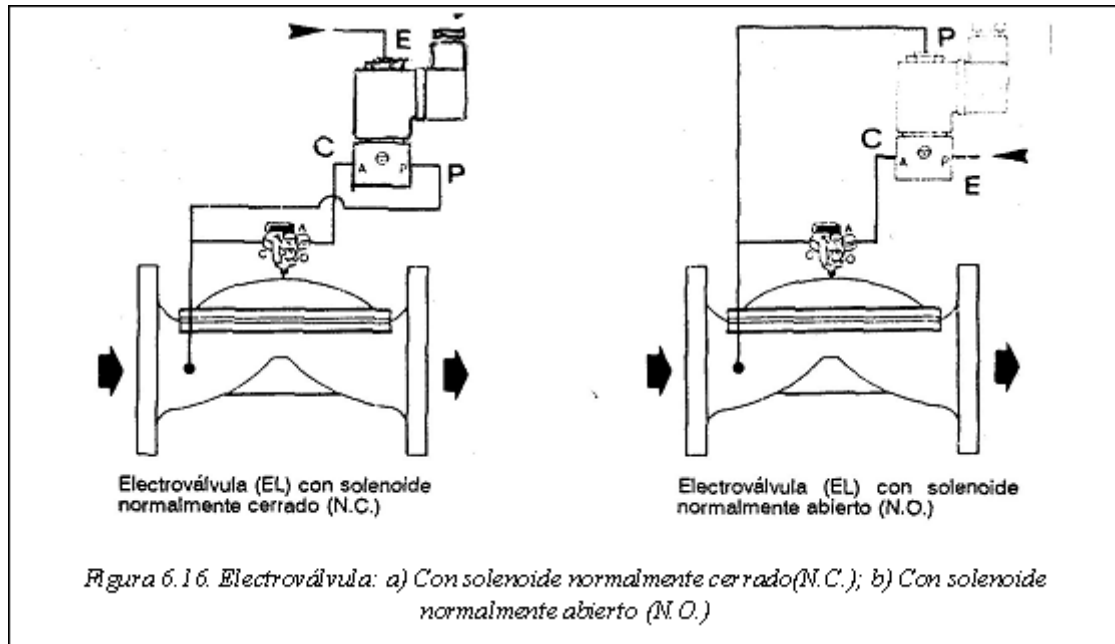


Figura 33: Electroválvulas normalmente cerrada y normalmente abierta

Fuente: http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/page_05.htm

2.4.9 RED DE DISTRIBUCIÓN

Esta es la encargada de conducir el agua por todo la área de cultivo empezando desde el cabezal o cuarto de bombas y está compuesta por tuberías las cuales son conocidas como redes en la cuales se dividen en principales, secundarias, etc. (Cadena Navarro, 2012)

Sobre la tubería de distribución se encuentran salidas, reguladores de presión y conectores para los laterales. Son tuberías de PVC (rígido) o mangueras de polietileno PE (flexibles) que en las instalaciones pequeñas pueden ir sobre el terreno aunque se debe tener presente que su deterioro es rápido cuando está expuesta al sol (Cadena Navarro, 2012)

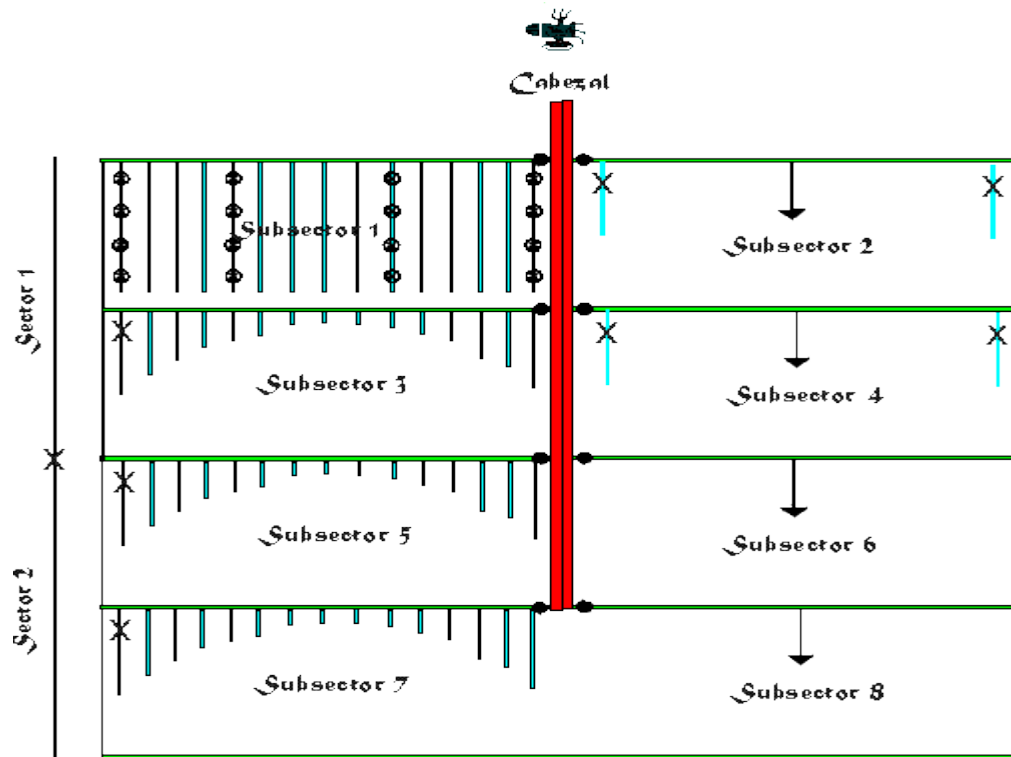


Figura 34: Distribución de red hidráulica

Fuente:

http://lan.inea.org:8010/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/webs/Arantxa%20Gonz%C3%A1lez/new_page_1.htm

2.4.9.1 Mecanismos emisores de agua

(Cadena Navarro, 2012) Nos dice, “Los goteros junto a los filtros son las partes más importantes de todo este sistema de riego. Su adecuada selección garantiza el buen funcionamiento del método para lo cual se debe considerar:” (pág. 247).

- Que el gotero seleccionado aporte pequeños caudales pero uniformes y constantes.
- Que las inevitables variaciones de presión les afecte lo menos posible.
- Que su costo sea permisible y su fabricación garantizada.
- Que tenga el diámetro adecuado, capaz que se pueda evitar al máximo las obturaciones.
- Que sean poco sensibles a los cambios de temperatura. (Cadena Navarro, 2012)(pág. 247).



Figura 35: Diferentes tipos de emisores de agua

Fuente:

<http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/riego-localizado.aspx>

2.4.9.2 El gotero

Es un pequeño elemento que tiene la función de dejar salir el agua pero de gota en gota para así poder humedecer de forma controlada una determinada área de cultivo. (Cadena Navarro, 2012)



Figura 36: Tipos de goteros

Fuente: <http://info.elriego.com/portfolios/goteros/>

2.4.10 LAS CINTAS DE GOTEO

Son las más difundidas en la producción de hortalizas y flores en el país; son fabricadas de polietileno y su durabilidad está en relación directa con el grosor del material empleado (que fluctúa entre 0.1mm. y 0.6mm.) con las prácticas de mantenimiento que se tenga y con la calidad de agua que se emplee (Cadena Navarro, 2012)(pág. 250).



Figura 37: Manguera con goteros

Fuente: <http://irrigationsystemsco.com/agricola/sistemas-de-riego/riego-por-goteo/>

2.5 H.M.I.”INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA”

Es una interfaz o un dispositivo que nos da la posibilidad de interactuar la persona u operador con la maquina o proceso, antiguamente estos sistemas constaban de paneles e indicadores tales como son botones, luces piloto e indicadores analógicos y digitales.

Pero en la actualidad los sistemas HMI son más eficaces ya que estos en la actualidad permiten una conexión mucho más fácil con los procesos y saber cómo está trabajando en tiempo real.



Figura 38: Interfaz HMI con una pantalla Touch

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/hmi-human-machine-interface-8-inch-328871546.html>

2.5.1 TIPOS DE HMI

Se puede dividir en dos tipos que son:

- Terminal de operador.- es un dispositivo que esta generalmente construido para soportar los diferentes ambientes de trabajo industrial en donde se puede observar gráficos del funcionamiento de los diferentes procesos y pueden ser visualizadas en pantallas táctiles.
- Pc más Software.- este está compuesto por una computadora en donde se tiene un programa el cual nos sirve para visualizar o para activar o desactivar los diferentes dispositivos.



Figura 39: Dispositivos usados para HMI

Fuente: <http://smartinstruments.com.pe/Blog/inicio/hmi-peru/59-indusoft/230-que-diferencia-hay-entre-scada-y-hmi>

3 CAPÍTULO III: DISEÑO Y PARÁMETROS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO DE LA FLORÍCOLA

3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PLANTACIÓN DE ROSAS “MAPOREX&ROSS”

La plantación se encuentra ubicada en el barrio de Angumba de la ciudad de Tabacundo en la provincia de Pichincha.

Tabacundo está ubicado al Nororiente de la provincia de pichincha y está ubicada entre 1730 y 4300 metros sobre el nivel del mar por lo que tiene un clima no muy frio que se encuentra entre los 8 a 14 grados centígrados promedio. En la siguiente imagen se puede observar el área que tiene la plantación.



Figura 40: Vista satelital de la plantación MAPOREX&ROSS

3.2 RECURSOS DISPONIBLES PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO

Para el desarrollo de este proyecto se tiene a disposición 2 bloques o invernaderos para poder llevar a cabo este proyecto.

El área total con la que cuenta la florícola es de 5 hectáreas que está dividido en 10 invernaderos o bloques como se los conoce comúnmente en la cual cuenta aproximadamente con 22 variedades de rosas. A continuación se encuentra el croquis de la finca.

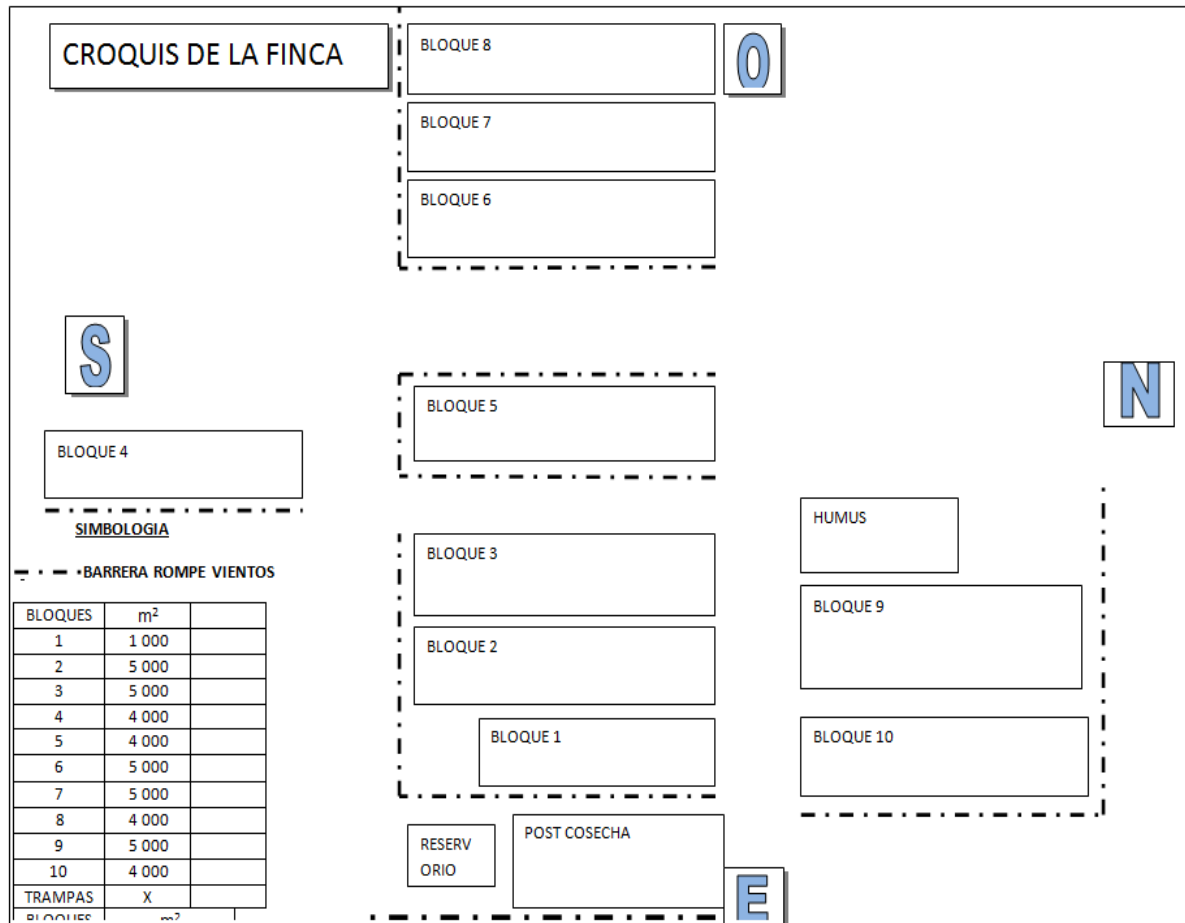


Figura 41: Croquis de la finca

3.3 TIPO DE RIEGO QUE SE ENCUENTRA IMPLEMENTADO

El sistema de riego que esta implementado es riego por goteo el cual tiene una eficiencia del 90 a 95% comparado a los demás sistemas de riego que existe en cuanto a este tipo de riego se puede decir que tiene buena eficiencia ya que es riego localizado esto quiere decir que el agua está llegando en forma más directa a las raíces y también este sistema no depende de cómo sea la superficie del cultivo.

3.3.1 PARTES DEL RIEGO POR GOTEO

- Reservorio.- es donde se mantienen el agua para poder usarla para el riego.

- Bombas de agua.- en este lugar se tiene las diferentes electrobombas que nos ayuda a impulsar el agua desde el reservorio hacia todo el cultivo.
- Cabezal de riego.- en donde se encuentran los filtros e inyectores de fertilizante.
- Tuberías.- se tiene dos redes de tuberías unas que es la red primaria la cual es la que abastecen el agua desde el reservorio a todo el cultivo y las secundarias son las que están en el interior de cada bloque.
- Goteros.- son elementos que son encargados de aplicar el agua de manera de gota a las diferentes plantas que se encuentran sembradas.
- Válvulas.- nos permiten abrir o cerrar el flujo de agua para poder regar el área deseada de cada invernadero.

3.4 MATERIALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA QUE CUENTA LA FLORÍCOLA

3.4.1 ELECTROBOMBA DS8 TRIFÁSICA 220V/380V

Modelo: DS8.

Potencia: 5hp.

Diámetro del rotor: 147mm.

Flujo máximo: 30m³ x hora.

Altura máxima: 35 m.

3.4.2 TUBERÍA PRINCIPAL

La red principal de agua es de 4 pulgadas la cual recorre todos los bloques desde la caseta de bombas.

3.4.3 TUBERÍA SECUNDARIA

La red de tuberías secundarias están colocadas en cada bloque y son de 2 ½ pulgadas.

3.4.4 NÚMERO DE VÁLVULAS EN CADA BLOQUE

Cada bloque consta de 5 válvulas para el riego por goteo que abarca todas las camas que cuenta dicho bloque.

3.4.5 NÚMERO DE CAMAS POR VÁLVULA

Cada válvula abarca 15 camas por lado en total son 30 camas que la válvula controla el riego.

3.4.6 LARGO DE CADA CAMA

Cada cama tiene un largo de 32 metros desde el camino central hacia el final

3.4.7 MANGUERA DE GOTEO Y CAUDAL

Dimensión de la manguera es de 12mm.

Tienen un caudal de 1 litro x hora.

Tipo de gotero hydrogol.

Espacio entre goteros es de 15 cm.



Figura 42: Gotero hydrogol

Fuente.- http://quito.locanto.com.ec/ID_380410076/MANGUERA-DE-GOTEO-HYDROGOL-EN-VENTA-RIEGOCENTER-ECUADOR.html.

3.5 PARAMETROS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Para poder obtener todos los cálculos del sistema ya implementado en la florícola se debe conocer algunos parámetros que son:

3.5.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración es uno de los parámetros que se relaciona directamente con el clima ya que este parámetro nos indica o nos dice cuántos milímetros de agua al día se evapora del suelo cumpliendo el ciclo que es de transformarse el agua de estado sólido a líquido, para poder obtener este parámetro existen instrumentos de medición los cuales nos ayudan de una forma más exacta, pero también se utilizan

otros métodos manuales los que nos ayuda de igual manera a calcular el valor de dicho parámetro. (Cadena Navarro, 2012)

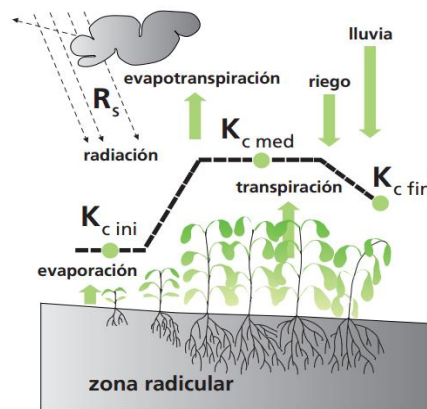


Figura 43: Evapotranspiración

Fuente.- <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>

Para este proyecto se usó un método casero el cual es dejar uno recipiente con agua en el ambiente de los invernaderos por el lapso de un día y así poder saber cuánta evapotranspiración existe en el ambiente este método se hizo por dos días en días calurosos para así obtener un mejor resultado.

E_p = evapotranspiración del cultivo.

En el día 1 tuvimos un resultado de $E_p = 200$ mm/día.

En el día 2 tuvimos un resultado de $E_p = 196$ mm/día.

$$E_p = 200 - 196$$

$$E_p = 4 \text{ mm/día.}$$

3.5.2 KC “Coeficiente de cultivo”

El coeficiente del cultivo integra los efectos de las características que distinguen a un cultivo típico de campo del pasto de referencia, el cual posee una apariencia uniforme y cubre completamente la superficie del suelo. En consecuencia, distintos cultivos poseerán distintos valores de coeficiente del cultivo. Por otra parte, las características del cultivo que varían durante el crecimiento del mismo también afectarán al valor del coeficiente K_c . Por último, debido a que la evaporación es un

componente de la evapotranspiración del cultivo, los factores que afectan la evaporación en el suelo también afectarán al valor de Kc. (FAO-56, 2006)

Tabla 2: Valores de Kc para cultivos de rosas

ZONA: Zona de arbustos zona A, zona en pendiente	
Especie plantada	Coefficiente de cultivo Kc
Berbers julianae	0,40
Forsythia x intermedia	0,40
Cotoneaster multiflouers	0,50
Hedera helix	0,50
Juniperus communis	0,35
Pyracantha coccinea	0,35
Coefficiente de cultivo medio	0.42
ZONA: Rosales	
Especie plantada	Coefficiente de cultivo Kc
Rosa hibrida The Times Rose	1,13
ZONA: Praderas de césped	
Especie plantada	Coefficiente de cultivo Kc
Mezcla de diferentes especies	1,00
ZONA: Arrietes floridos	
Especie plantada	Coefficiente de cultivo Kc
Flores	0,70

Fuente:

https://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/PedroJoseDeLosAngeles/02j_NecesidadesHidricas.pdf

El valor a utilizarse para el cultivo de rosas será el que nos indica la tabla anterior.

$$Kc = 1.13$$

Teniendo todos los datos se podrá calcular la evapotranspiración.

Ecuación 1: Cálculo de la evapotranspiración de referencia

$$ET_o = E_p \times K_p$$

Datos

ETo = evapotranspiración de referencia.

Ep =evapotranspiración del cultivo = 4 mm/día.

Kp =coeficiente del tanque 0.80

$$ETo = Ep \times Kp$$

$$ETo = 4 \text{ mm/día} \times 0.80$$

$$\mathbf{ETo = 3.2 \text{ mm/día.}}$$

Luego de calcular la evapotranspiración de referencia, se obtendrá la evapotranspiración total, con la que se utilizara para el cálculo de los diferentes parámetros del sistema de riego por goteo.

Ecuación 2: Cálculo de la evapotranspiración

$$ET = ETo \times Kc$$

Datos

ET = evapotranspiración.

ETo = evapotranspiración de referencia = 3.2 mm/día.

Kc = coeficiente de cultivo = 1.13

$$ET = ETo \times Kc$$

$$ET = 3.2 \text{ mm/día} \times 1.13$$

$$\mathbf{ET = 3.62 \text{ mm/día.}}$$

3.5.3 NECESIDADES NETA DE RIEGO

En los sistemas de riego la demanda neta (Dn) es igual a la evapotranspiración menos la precipitación efectiva (Dn= ET – Pe) en el sistema por goteo la precipitación efectiva no se considera dada la alta frecuencia de riego y entonces se tiene que Dn = ET. (Cadena Navarro, 2012)

Pero en el riego por goteo el agua se aplica solo a una parte del suelo lo que hace que disminuya el valor de la evaporación. Al mojarse solo una parte del suelo, la parte que permanece seca, por radiación se calienta más y este calentamiento da lugar a una mayor emisión de calor que hace que el aire que esta sobre él se caliente, dando lugar al movimiento de advección mediante el cual el aire se calienta se eleva y caliente la planta produciendo un mayor transpiración. (Cadena Navarro, 2012)

Todo esto conlleva a la necesidad de corregir el valor de la demanda neta en base a tres coeficientes correctores que están en relación con la localización, la variación climática y la advección y que se les conoce en su orden como K1, K2 y K3 con la fórmula para el cálculo de la demanda neta quedaría de la siguiente manera: (Cadena Navarro, 2012)

Ecuación 3: Demanda neta de agua

$$Dn=ET \times K1 \times K2 \times K3$$

Dónde:

- Dn = Demanda neta.
- ET= Evapotranspiración.
- K1, K2 y K3 = coeficientes correctores.

Datos:

$$ET= 3.62 \text{ mm/día.}$$

$$K1 = 2.49$$

$$K2 = 1.20$$

$$K3 = 0.95$$

$$Dn=ET \times K1 \times K2 \times K3$$

$$Dn= 3.62 \text{ mm/día} \times 2.49 \times 1.20 \times 0.95$$

$$\mathbf{Dn = 10.28 \text{ mm/día.}}$$

3.5.4 CÁLCULO DEL COEFICIENTE CORRECTOR POR LOCALIZACIÓN (K₁)

Parte de considerar el área sombreada de la planta con relación a su superficie que ocupa la planta de acuerdo a su marco de plantación; mediante las siguientes igualdades: (Cadena Navarro, 2012)

Ecuación 4: Fracción de área sombreada

$$(FAS) = \frac{\text{Área sombreada}}{\text{Área que ocupa la planta}}$$

Donde el área = $3.14 \times r^2$ así se obtiene que:

$$\text{O lo que es lo mismo } FAS = \frac{3.14 \times r^2}{\text{marco de plantacion}}$$

Datos

$$r = 0.3 \text{ m.}$$

Con este dato se calculara el área sombreada.

Ecuación 5: Formula del área

$$\text{área} = 3.14 \times r^2$$

$$\text{área} = 3.14 \times (0.3)^2 = \mathbf{0.28 \text{ m}^2}$$

Remplazando este dato en la fórmula de FAS:

Datos

$$\text{Área sombreada} = 0.28 \text{ m}^2$$

$$\text{Marco de plantación} = 0.11 \text{ m}^2$$

$$FAS = \frac{\text{Área sombreada}}{\text{Área que ocupa la planta}}$$

$$FAS = \frac{0.28 \text{ m}^2}{0.11 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{FAS = 2.55}$$

El valor de K1 se relaciona con el valor FAS por las siguientes formulas:

- Formula de Aljibury $K1 = 1.34 \text{ FAS}$
- Formula de Decroix $K1 = 0.1 + \text{FAS}$
- Formula de Hoare $K1 = \text{FAS} + 0.5 (1 - \text{FAS})$
- Formula de Keller $K1 = \text{FAS} + 0.15 (1 - \text{FAS})$

Reemplazando el valor de FAS en las ecuaciones anteriores queda:

Dato:

FAS = 2.55

- Formula de Aljibury $K1 = 1.34 \times 2.55 = 3.42$
- Formula de Decroix $K1 = 0.1 + 2.55 = 2.65$
- Formula de Hoare $K1 = 2.55 + 0.5 (1 - 2.55) = 1.78$
- Formula de Keller $K1 = 2.55 + 0.15 (1 - 2.55) = 2.32$

Los valores que están subrayados en amarillo son los más óptimos por que los valores no deben de ser menores a 2 ni mayores a 3, entonces se obtiene un promedio de los dos valores anteriores para obtener el valor de K1:

$$K1 = \frac{2.65 + 2.32}{2}$$

$$K1 = 2.49$$

3.5.5 CÁLCULO DEL COEFICIENTE CORRECTOR POR VARIACIÓN CLIMÁTICA (K₂)

El riego por goteo nos permite mejorar el valor de la evapotranspiración calculada, según el desarrollo de la planta o según la variación climática existe en un 15% a 20% con lo que el valor **K₂** será de 1.15 o 1.20 según nuestra decisión dependiendo de la necesidad que tenga la planta. (Cadena Navarro, 2012)

El valor de K₂ es un valor fijo que se toma entre 1.15 y 1.20 para este caso se tomó el valor de 1.20 entonces:

$$K_2 = 1.20$$

3.5.6 CÁLCULO DEL COEFICIENTE CORRECTOR POR ADVECCIÓN (K_3)

El movimiento del aire caliente puede producir un microclima que afecta al cultivo. Este coeficiente corrector esta e función de la naturaleza del cultivo y del área a ser regada para lo cual nos ayuda la siguiente figura (Cadena Navarro, 2012)

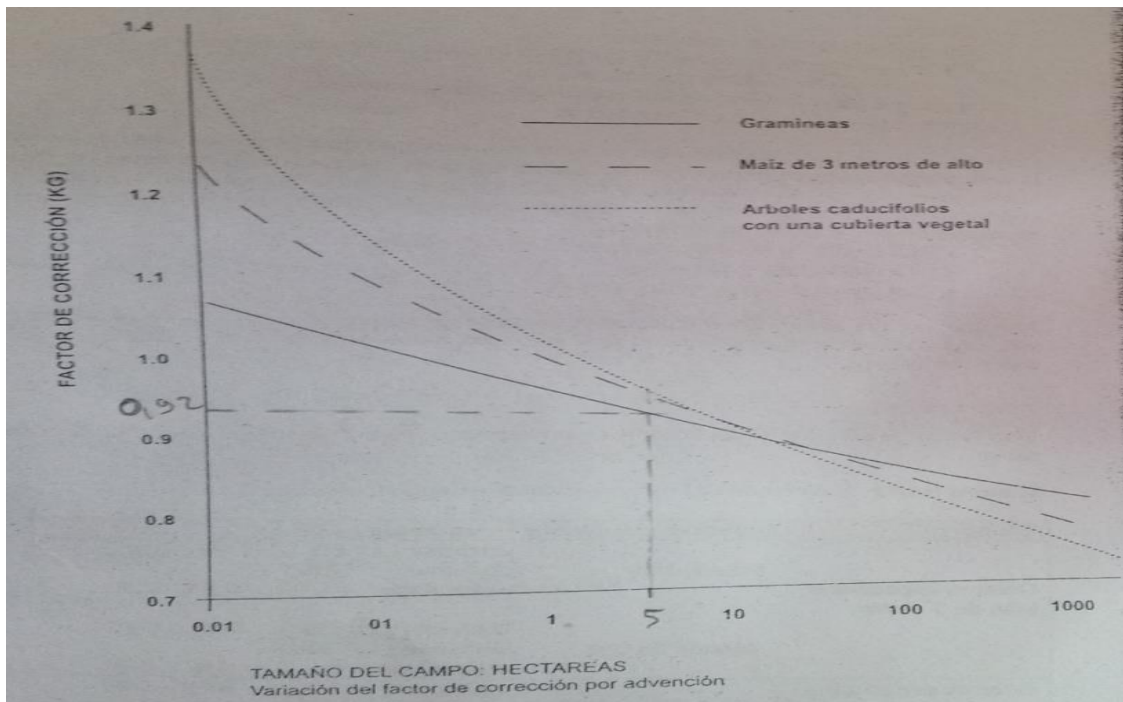


Figura 44: Variación del factor por advección

Fuente: (Cadena Navarro, 2012)

Para saber este dato en la gráfica anterior se debe de seleccionar el tamaño de cultivo, y este es de 5 hectáreas, en ese punto se traza una perpendicular y luego otra línea que se perpendicular a la trazada con anterioridad y se tiene que el valor que nos da es de 0.92 aproximadamente y ese es valor que se utilizara.

$$K_3 = 0.92$$

3.5.7 NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

Se debe de recordar que la demanda total es igual a la demanda neta sobre la eficiencia de aplicación ($D_t = D_n / E_a$). En el riego por goteo la eficiencia de la

aplicación se refiere al aporte de agua que se debe dar por las pérdidas causadas por percolación profunda o por salinidad y por falta de uniformidad del riego; transformándose en consecuencia la formula en: (Cadena Navarro, 2012)

Ecuación 6: Demanda total

$$Dt = \frac{Dn}{Rp(1 - Rl)Cu}$$

Dónde:

- Dt= Demanda total.
- Dn = Demanda neta.
- Rp = Relación de percolación.
- Rl = requerimiento de lavado.
- Cu = Coeficiente de uniformidad.

Datos:

Dn = 10.28 mm/día

Los valores de percolación y de lavado no se toman simultáneamente, se toma solo el de menor valor, en consecuencia.

$$\text{Si } (1-RL) > RP \rightarrow Dt = \frac{Dn}{(1-RL) \times Cu}$$

$$\text{Ó } Rp < (1-RL) \rightarrow Dt = \frac{Dn}{Rp \times Cu}$$

Datos

Dn = 10.28 mm/día.

Rp = 0.95

Cu = 0.90

$$Dt = \frac{Dn}{Rp \times Cu}$$

$$Dt = \frac{10.28}{(0.95)(0.90)}$$

$$Dt = 11.95 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$$

3.5.8 VALOR DE LA RELACIÓN DE PERCOLACIÓN

Se asume que existe un valor por pérdida de percolación, el mismo que se ha fijado en 0.95

$$Rp = 0.95$$

3.5.9 VALOR DEL REQUERIMIENTO DE LAVADO

Está dado por la siguiente formula.

Ecuación 7: Requerimiento de lavado

$$Rl = \frac{CEa}{2 \max CEe}$$

Dónde:

- Rl = requerimiento de lavado.
- CEa = conductividad eléctrica del agua en Sd/m.
- CEe = conductividad eléctrica del estrato de saturación en Sd/m.

3.5.10 VALOR DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Los goteros no aportan el mismo caudal debido a los factores constructivos producidos en la fabricación de los mismos, o también debido al sometimiento de distintas presiones, para saber el coeficiente de uniformidad con el que se va a trabajar se utiliza la siguiente formula. (Cadena Navarro, 2012)

Ecuación 8: Coeficiente de uniformidad

$$Cu = \left[\left(1 - \frac{1.27 CV}{\sqrt{e}} \right) \frac{q_{\min}}{q_{\max}} \right]$$

Donde:

- Cu = coeficiente de uniformidad.
- CV = coeficiente de variación dado por la casa de fabricante del gotero.
- e = número de goteros por planta.
- q_{min} = caudal mínimo de los goteros.
- q_{me} = caudal medio de los goteros.

Otra forma de conocer el coeficiente es con la siguiente tabla:

Tabla: valores de CU recomendados en riego localizado

EMISOR	EMISORES POR PLANTA	PENDIENTE (i)	CU
Goteros espaciados Más de 1 metro	más de tres	Uniforme (i < 2%)	0,90 -
		Uniforme (i > 2%)	0,95
	menos de tres	u ondulada	0,85 -
			0,90
Goteros espaciados Menos de 1 metro, mangueras y cintas de exudación	más de tres	Uniforme (i < 2%)	0,85 -
		Uniforme (i > 2%)	0,90
	menos de tres	u ondulada	0,80 -
			0,90
Difusores y Micro aspersores		Uniforme (i < 2%)	0,80 -
		Uniforme (i > 2%)	0,90
	u ondulada		0,70 -
			0,85

Fuente.- (Cadena Navarro, 2012)

Los valores de CU se refieren a zonas áridas. Para zonas húmedas se baja un 10%.

3.5.12 ELECCIÓN DE LOS GOTEROS

Los fabricantes de gotero nos dan una gama de caudales a ser escogidos por el usuario; estos suelen estar entre 2, 4, 6, 8 y 12 litros por hora; sin embargo los más utilizados y los que se consiguen más en nuestro mercado son los de 2, 4, y 8 litros por hora; el de 2 y 4 litros por hora se ocupa en horticultura mientras que si el cultivo a regar son de frutales se utiliza del de 8 litros por hora. (Cadena Navarro, 2012)

Los goteros pueden disponerse de dos formas: formando una línea húmeda continua o zonas húmedas alrededor de la planta; dependerá de la naturaleza del cultivo. En todo caso es conveniente tener zonas húmedas grandes, con el fin de que las raíces no tengan dificultad al atravesar la zona seca donde se sitúa el borde salino. El tamaño de la zona húmeda requerida se consigue con el solape de los bulbos húmedos. (Cadena Navarro, 2012)

El solape es el porcentaje de humedad que puede sobreponerse entre dos bulbos consecutivos con la relación al radio del bulbo; es conveniente que este valor este entre el 15 y 30% para su cálculo se emplea la siguiente formula: (Cadena Navarro, 2012)

Ecuación 9: Calculo de solape

$$S=(a / r) 100$$

Donde

S = Solape expresado en %.

a = Distancia recubierta por dos bulbos consecutivos.

r = Radio del bulbo.

La Distancia "D" entre goteros consecutivos debe de ser:

Ecuación 10: Calculo de la distancia de goteros

$$D = r (2 - (S/100))$$

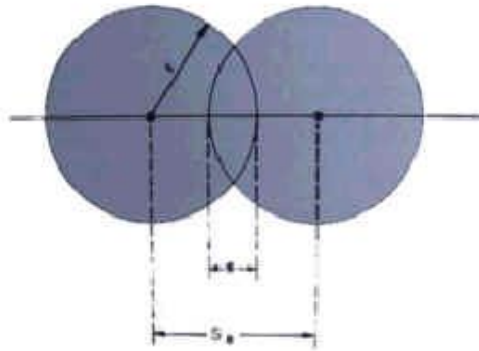


Figura 46: Bulbos con solape

Fuente: <http://lan.inea.org:8010/web/materiales/web/riego/temas/tema9/tema9.htm>

Los goteros con los que cuenta la florícola son goteros hydrogol de espesor de 35 ml y sus características se puede ver en la siguiente imagen.

▲ Especificaciones		
▼ Hydrogol Tubería Con Goteo - 12 mm		
Diámetro	12 mm	
Longitud del Rollo	600 m	
Caudal	1,00 to 2,00 l/h	
Color	Negro	
Espesor	35 and 40 mil	
Espaciamento	15, 20, 30, 40, 50, 60 cm	
Espesor (mil)	Caudal (l/h)	Espaciamento (cm)
35	1,00	15, 20, 30, 40, 50, 60
35	2,00	20, 30, 40, 50
40	1,00	20, 30, 40, 50
40	2,00	20, 30, 40, 50

Figura 47: Especificaciones del gotero hydrogol

Fuente: <http://rivulis.com/productos/tuberia-con-gotero/hydrogol-drip-line/?lang=es>

3.5.13 SUPERFICIE MOJADA DEL GOTERO

Una vez escogido el caudal del gotero con el que se va a trabajar, para saber la superficie que moja el gotero lo indicado es hacer pruebas de campo, en las que se determinara el tiempo en horas, el caudal en litros, el radio del bulbo en cm. Y la profundidad del bulbo en cm. Teniendo presente que la profundidad del bulbo debe

estar comprendida entre el 90% y 120% de profundidad de la raíz. (Cadena Navarro, 2012)

Se utilizara las tablas establecidas que nos dan el diámetro mojado de acuerdo al espaciamiento del gotero y a la textura del suelo, los caudales más utilizados son de 2, 4 y 8 litros por hora en el siguiente cuadro elaborado por Karnelli y Kéller nos indica que el porcentaje del suelo mojado la relación a la separación de los laterales, el caudal de los goteros, la textura del suelo y la separación entre goteros. (Cadena Navarro, 2012)

Tabla 3: Diámetro mojado por un gotero

profundidad de raíces y textura del suelo	Grados de estratificación del suelo		
	Homogéneo	Estratificado	En capas
	Diámetro mojado en metros		
Prof = 0,80 cm.			
Ligera	0,50	0,80	1,10
Media	1,00	1,25	1,70
Pesada	1,10	1,70	2,00
Prof = 1,70 m.			
Ligera	0,80	1,50	2,00
Media	1,25	2,25	3,00
Pesada	1,70	2,00	2,50

Fuente.- Karmelli y Kéller

Existen fórmulas que nos dan un valor aproximado a la superficie mojada por los goteros en base a la textura del suelo. Son las que se utilizara en cálculos futuros y son: (Cadena Navarro, 2012)

- En suelos de textura arcillosa: $d = 1.2 + 0.1 q$
- En suelos de textura media: $d = 0.7 + 0.11 q$
- En suelos de textura arenosa: $d = 0.3 + 0.12 q$

Dónde:

- d = diámetro mojado del gotero.
- q = caudal del gotero escogido.

Datos:

$$q = 1 \text{ l/h}$$

$$d = 0.7 + 0.11 q$$

$$d = 0.7 + 0.11 (1)$$

$$\mathbf{d = 0.81}$$

3.5.14 NÚMERO DE GOTEROS POR PLANTA

Resulta de la siguiente expresión:

Ecuación 11: Cálculo para el número de goteros por planta

$$n = \frac{\text{superficie mojada de la planta}}{\text{superficie mojada del gotero}}$$

Se tiene que el largo de las camas o surcos es de 32m. Y cada planta de rosa está sembrado a 0.15m con estos dos valores se calcula el número de plantas por surco o cama entonces el resultado es 213 plantas por surco.

Datos

Superficie mojada de la planta = 0.10

Superficie mojado del gotero = 0.81

$$n = \frac{\text{superficie mojada de la planta}}{\text{superficie mojada del gotero}}$$

$$n = \frac{0.10}{0.81}$$

$$\mathbf{n = 0.12}$$

El valor de **n** se multiplicara, al número de plantas que existe por surcos.

Entonces:

0.12 x 213 = 26 goteros por cada cama o surco.

3.5.15 TIEMPO DE DURACIÓN DEL RIEGO “t”

Viene dado por la siguiente igualdad:

Ecuación 12: Cálculo de tiempo del riego

$$t = \frac{Dt \times A}{q \times n}$$

Dónde:

- Dt = Demanda total.
- A = Superficie mojada por la planta.
- q = caudal del gotero escogido.
- n = número de goteros por planta.

Datos:

$$Dt = 11.95 \text{ mm/día}$$

$$A = 0.10$$

$$q = 1 \text{ l/h}$$

$$n = 0.12$$

$$t = \frac{11.95 \text{ mm/día} \times 0.10}{1 \times 0.12}$$

t = 10 este valor nos representa en minutos.

3.5.16 LÁMINA TOTAL

La cantidad de agua aplicada en cada riego será igual a: (Cadena Navarro, 2012)

Ecuación 13: Lámina total de riego

$$Lt = q \times n \times t$$

Donde

- q =caudal del gotero.
- n = número de goteros.
- t= tiempo de riego.

Datos:

$$q = 1 \text{ l/h}$$

$$n = 0.12$$

$$t = 10 \text{ min.}$$

$$L_t = 1 \times 0.12 \times 10$$

$$L_t = 1.2 \text{ mm}$$

3.5.17 INTERVALO O FRECUENCIA ENTRE RIEGO “I”

En suelos de textura arenosa, en donde se producen bulbos angostos y profundos se debe de regar con mayor frecuencia es decir en intervalos cortos, de uno o dos riegos diarios, durante tiempos breves con un número alto de emisores. En suelos francos se suele regar una vez por día. En suelos de textura arcillosa, el riego se realiza a intervalos más largos de tres a cuatro días a la semana, durante tiempos más amplios y con un número menor de emisores. (Cadena Navarro, 2012)

Su valor se determina mediante la siguiente formula:

Ecuación 14: Intervalo o frecuencia entre riegos

$$I = \frac{L_b}{D_t \times A}$$

Donde:

I = Intervalo o frecuencia de riegos.

L_b = Lamina total o bruta.

D_t = demanda total.

A = área mojada de planta.

Datos:

$$L_t \text{ o } L_b = 1.2 \text{ mm.}$$

$$D_t = 11.95$$

A = 0.10

$$I = \frac{1.2}{11.95 \times 0.10}$$

I = 1 día.

Tolerancia a la salinidad de cultivos ornamentales

Muy sensibles

Cultivo	Nombre botánico	CEe máxima permisible ^(b) ; dS/m
Jazmín traquelospermo	<i>Trachelospermum jasminoides</i>	1-2
Cotoneaster	<i>Cotoneaster congestus</i>	1-2
Mahonia	<i>Mahonia aquifolium</i>	1-2
Photinia	<i>Photinia x Fraseri</i>	1-2

Sensibles

Cultivo	Nombre botánico	CEe máxima permisible ^(b) ; dS/m
Feijoa	<i>Feijoa sellowiana</i>	2-3
Acebo chino	<i>Ilex cornuta</i>	2-3
Rosal	<i>Rosa sp.</i>	2-3
Abelia	<i>Abelia x grandiflora</i>	2-3
Podocarpus	<i>Podocarpus macrophyllus</i>	2-3
Árbol de los tulipanes	<i>Liriodendron tulipifera</i>	2-3
Hiedra canariense	<i>Hedera canariensis</i>	3-4
Pitosporo	<i>Pittosporum Tobira</i>	3-4
	<i>Nandina domestica</i>	3-4
Hibisco, rosa de Siria	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	3-4
Durillo	<i>Viburnum tinus</i>	3-4
Madroño	<i>Arbutus unedo</i>	3-4
Árbol de Júpiter	<i>Lagerstroemia indica</i>	3-4

Moderadamente sensibles

Cultivo	Nombre botánico	CEe máxima permisible ^(b) ; dS/m
Aligustre	<i>Ligustrum lucidum</i>	4-6
Lantana	<i>Lantana camara</i>	4-6
Árbol de las orquídeas	<i>Bauhinia purpurea</i>	4-6
Magnolio	<i>Magnolia grandiflora</i>	4-6
Boj japonés	<i>Buxus microphylla var. japonica</i>	4-6
Xylosma	<i>Xylosma congestum</i>	4-6
Pino japonés	<i>Pinus thunbergiana</i>	4-6
Rafiolepis	<i>Raphiolepis indica</i>	4-6
Dodonaea, cv. atropurpurea	<i>Dodonaea viscosa</i>	4-6
	<i>Platycladus orientalis</i>	4-6
Eleagnus	<i>Elaeagnus pungens</i>	4-6
Enebro chino	<i>Juniperus chinensis</i>	4-6
Pyracantha, cv. Gruberi	<i>Pyracantha fortuneana</i>	4-6
Ciruelo pisardi	<i>Prunus cerasifera</i>	4-6

Figura 48: Salinidad del cultivo de rosas

Fuente: <http://asignatura.us.es/pfitotecnia/textosF/salinidad.htm>

4 CAPÍTULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1 CAMPARACIÓN DE PLC's

Tabla 4: Comparación entre PLC's

ALTERNATIVAS CRITERIOS	Step 7-1200	Logo SIEMENS	Xinje
Información disponible	Poca	suficiente	suficiente
Elementos para instalación	módulos de expansión, fuente de voltaje separado	módulos de expansión fuente de voltaje por separado	módulos de expansión, fuente incluida
Licencia de programa	Pagada	Pagada	Libre
Programación	KOF U FUP	KOF U FUP	KOF U FUP
Voltaje de trabajo	100-240 VAC. 12 y 24 VDC	100-240 VAC. 12 y 24 VDC	100-240 VAC. 12 y 24 VDC
características de salidas	Relé o Transistor	Relé o Transistor	Relé o Transistor
Precio	Alto	Bajo	Bajo

4.2 SELECCIÓN DEL PLC

Después de haber visto las características más representativas de cada PLC en la tabla anterior, se pudo observar que cada uno de los anteriores PLCs nos quedaría perfecto para la elaboración de este proyecto.

Pero a la hora elegir un PLC se ha inclinado por el XINJE ya que este cuenta con una fuente de poder instalada desde fabrica y con esto no se debe de adquirir una fuente de poder aparte como es el caso del PLC Step 7-1200; el lenguaje de programación es el ladder o programación en escalera comúnmente conocido y en cuanto al valor la marca Xinje es notable mente más económica que a la marca Siemens y eso también hizo optar por obtener un PLC de marca XINJE ya que es

una marca nueva en nuestro mercado pero igual de confiables como las otras marcas ya conocidas.

Tabla 5: Especificaciones PLC XINJE

Artículo	Especificación
Tensión de aislamiento	Por encima de la CC 500V 2MΩ
Resistencia de ruido	Pulso 1000V 1US durante 1 minuto
Temperatura Ambiente	0 °C ~ 60 °C
Humedad Ambiental	5% ~ 95%
COM 1	RS-232, conectarse a la sede de la máquina o HMI para la programación o la depuración
COM 2	RS-485 / RS-232, la red o conectarse al instrumento inteligente, inversor, etc.
COM 3	BD puerto de comunicación RS extensional-232 / RS-485
Instalación	M3 tornillo fijo o DIN46277 (ancho 35 mm) instalación de los rieles guía
Toma de tierra	El tercer tipo de puesta a tierra (Nunca realice a tierra común con un fuerte sistema de energía)

Fuente: <http://www.xinje.com/en/ProductView.asp?ID=110&SortID=143>



Figura 49: PLC Xinje

Fuente: <http://guoneng2012.cn.china.cn/supply/2544055289.html>

4.3 COMPARACIÓN DE PANTALLA TOUCH

Tabla 6: Comparación de pantallas Touch

ALTERNATIVAS CRITERIOS	Pantalla Touch SIEMENS	Pantalla Touch XINJE
Información disponible	suficiente	suficiente
Resolución	320 x 240 pixeles	800 x 480 pixeles
Tamaño	5,7 pulg.	7,0 pulg.
Tensión de alimentación	24 VDC	24 VDC
Memoria Interna	256 Kb	64 Mb
Interfaz	Rs - 485	Rs - 232
Licencia de programa	Pagada	Libre
Programación	SIMATIC/WinCC	WinCC
Precio	Alto	Alto

4.4 SELECCIÓN DE PANTALLA TOUCH “HMI”

Para la selección de esta pantalla se tomó en cuenta el precio ya que las dos pantallas cumplen la misma función de interactuar hombre y máquina y sobre todo el tamaño se tomó en cuenta, ya que en esta marca pudimos encontrar una pantalla de 7 pulgadas ya que es un buen tamaño para la manipulación de la misma.



Figura 50: Pantalla Touch seleccionada para la interfaz HMI

Fuente: http://www.sah.rs/PLC%20and%20HMI/Touch_eng.html

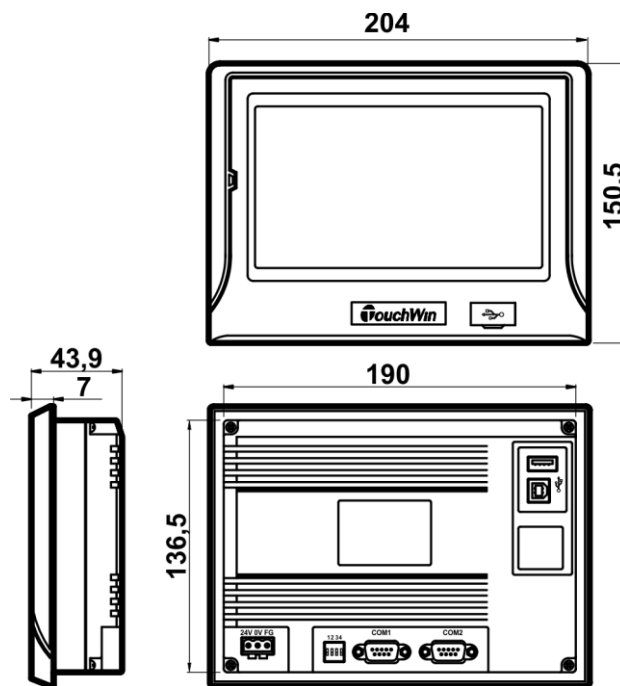


Figura 51: Medidas de la pantalla TouchWin

Fuente: http://www.sah.rs/PLC%20and%20HMI/Touch_eng.html

4.5 SOLENOIDE S-390-3W

Este es un solenoide compacto de 3 vías que ha sido diseñado para una larga duración que ayuda a controlar los sistemas de irrigación por medio de controladores y estos solenoides se los puede encontrar en corriente alterna o en corriente continua.

Estos solenoides pueden controlar las válvulas ya sean de manera individual o en combinación con más válvulas.

4.5.1 CARACTERÍSTICAS

- Es de material anticorrosivo.
- Tienen alta resistencia mecánica.
- Protección IP68.
- Tienen una buena funcionalidad bajo tierra.
- No consume mucha energía.
- Baja sensibilidad cuando existen variaciones de voltajes.
- Fácil de acoplar con las válvulas de accionamiento manual.



Figura 52: Solenoide de 3vias S-390-3W

Fuente: <http://www.bermad.com/product/product=3-way-solenoid-s-390-3w-ir/cat=54436>

4.6 TEFEN

Reducción plástica para conectarla base del solenoide con la válvula para que quede como electroválvula.



Figura 53: Tefen conector de 8MM x 1/8

Fuente: <http://www.aquasonic.com.au/product/12-x-18-reducing-nipple/>

4.7 CABLE DE COBRE AISLADO CONCÉNTRICO TIPO ST-I 600V

Cable concéntrico es un tipo de cable conductor pero que vienen con una protección aislante es muy usado para conexiones eléctricas ya que puede ser usado en ambientes de trabajo que sean húmedos o secos ya que resiste hasta temperaturas de 75 grados centígrados.

Las dimensiones del cable que fue utilizado son:

- Calibre 4*16.
- Diámetro exterior 8.52 mm.
- Resistencia de hasta 13 Amperes.



Figura 54: Cable concéntrico de 4x16

Fuente: <http://www.incable.com/index.php/productos/cobre/cables-flexibles/cable-de-cobre-aislado-concentrico-tipo-st-i-600v.html>

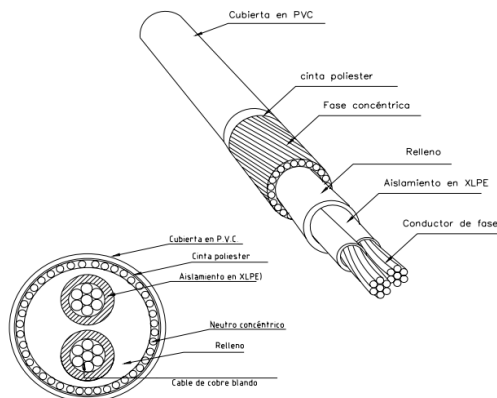


Figura 55: Partes de un cable concéntrico 2x16

Fuente: https://www.ampla.com/media/338990/e-bt-003_2007%20r-03.pdf

4.8 TRANSFORMADOR

Es un dispositivo eléctrico que ayuda a aumentar o a disminuir el voltaje.

En este proyecto fue seleccionado para la activación de los solenoides que son activadas a 24 VAC ya que conectando este transformador a 120 VAC en la entrada, a la salida nos da un voltaje de salida de 24VAC, y así se tiene el voltaje necesario para la activación de las electroválvulas.



Figura 56: Transformador de 120 VAC a 24VAC

Fuente: <http://tecmikro.com/transformadores-electricos-12v-24v-3a>

4.9 RELÉ AUXILIAR

Son dispositivos electromagnéticos que tienen la función de interruptores pero estos son automáticos ya que depende de la señal dada para su funcionamiento ya que estos tienen una bobina que cuando llega un pulso a sus entradas, sus salidas cambian de estado pudiendo ser normalmente cerrado o normalmente abierto dependiendo de su conexión.

Estos dispositivos fueron seleccionados para el control ON/OFF de las electrobombas que son utilizadas para el riego y la fertilización correspondientemente ya que estos dispositivos nos ayudan proteger los demás circuitos.



Figura 57: Relé o contactor auxiliar

Fuente: <http://tbcin.com.uy/productos/cat/relés-temporizados/>

4.10 BORNE O BORNERAS

Son elementos que nos facilitan las conexiones en los tableros de distribución.



Figura 58: Bornera tipo regleta

Fuente:

[http://www.electrostock.com.ar/estructura/secciones/s_producto.php?mIdCategori
a=105042339](http://www.electrostock.com.ar/estructura/secciones/s_producto.php?mIdCategori
a=105042339)



Figura 59: Bornera para riel Din

Fuente: <http://www.voltimum.es/e-catalogue/brand/legrand/product/39061>

4.11 CAJA PARA CONEXIONES ELECTRICAS

En esta caja es en donde se tendrá todas las conexiones necesarias que se realizara para el funcionamiento de todo el sistema, en esta caja también ira colocado el PLC y la pantalla Touch para la interfaz HMI.

El uso de estas cajas ayuda a que sea más fácil revisar y realizar las conexiones pertinentes del proyecto en desarrollo.



Figura 60: Gabinetes para conexiones eléctricas

Fuente: http://www.derrant.com.mx/gab_IPP5.html

4.12 sensores flotadores

4.12.1 Sensor HT-ZPC6

Este sensor es magnético y tiene una parte que se mueve la cual nos da la señal y fue escogido porque nos da una señal digital y a la hora de la programación nos facilita mucho para medir el nivel del líquido deseado ya que este sensor es como un interruptor que nos da señales de 1 y 0 es decir cuando el sensor se pone en forma horizontal nos da una señal de 1 lógico que quiere decir que si hay líquido.

4.12.1.1 Especificaciones del sensor

Tabla 7: Especificaciones del sensor ZPC6

nombre del producto: DVB-T STB	Agua Sensor Nivel
Modelo No.	ZPC6
Max Calificación Contacto	10W
Número máximo de Voltaje de la conmutación	100V DC
Número máximo de corriente de conmutación	0.1
Max Voltaje Desglose	220V DC
Max Llevar actual	1,8
Max Resistencia Contacto	100mΩ
Temperatura Calificación	-10 ~ +60 ° C / +85 ° C
Float Material Ball	PP
Float Material Órgano	PP
Tamaño de la bola de flotador (aprox)	28 x 17,3 mm / 1.1 "x 0.68" (L * D)
Día hilo (aprox)	19,5 mm / 0.768 "
Tamaño de la cabeza hexagonal (aprox)	23 mm / 0.906 "
Órgano Total Longitud	88.8mm / 3.5 "
Longitud del cable	1...2...3!
Color	Negro
Peso neto	25g
Contenido del paquete	1 Nivel Agua x Sensor

Fuente: <http://www.sourcingmap.es/fish-tank-nivel-agua-del-sensor-liquido-interruptor-flotante-p-130720.html>

4.12.2 Sensor RG-1078SL

Es un sensor flotador magnético construido en acero inoxidable el cual funciona en ambiente desde los -30 grados centígrados hasta los 125 grados centígrados de temperatura el cual nos da una señal digital y tienen una conexión normalmente abierta cuando el flotador se encuentra en la parte inferior y normalmente cerrado cuando el flotador sube con el nivel del líquido.

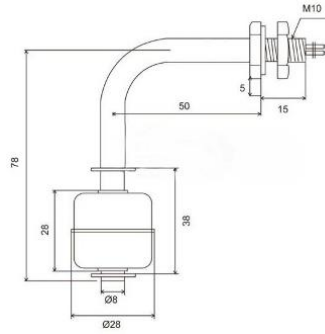


Figura 61: Dimensiones del sensor

Fuente: <http://ecuador.preciosbajos.co/MEC406961844-sensor-de-nivel-liquidos-milagro.html>



Figura 62: Estructura del sensor

Fuente: <http://ecuador.preciosbajos.co/MEC406961844-sensor-de-nivel-liquidos-milagro.html>

4.13 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

4.13.1 DIAGRAMAS GENERAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

Diagrama de flujo de riego por goteo automático

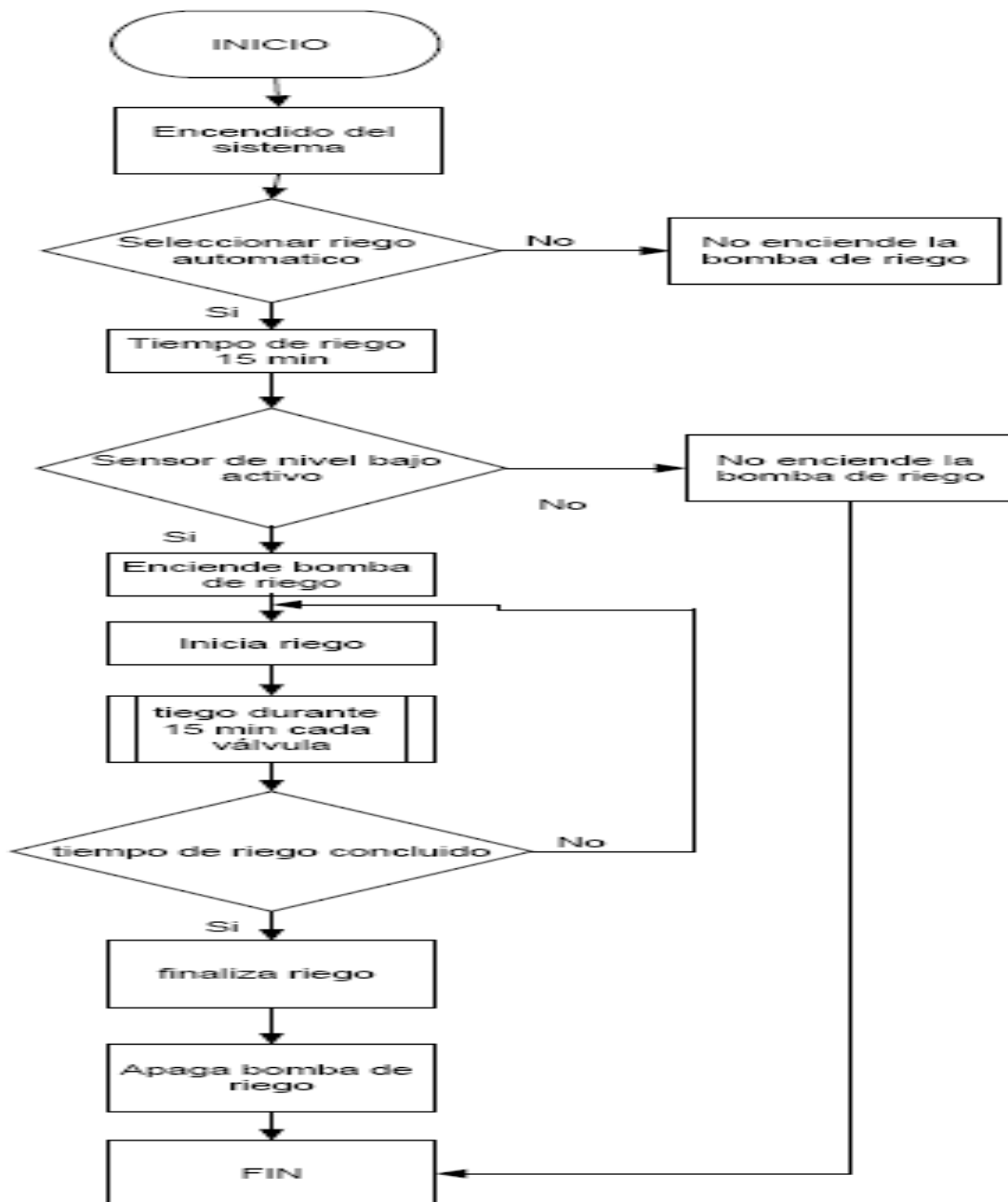


Diagrama de flujo riego por goteo manual.

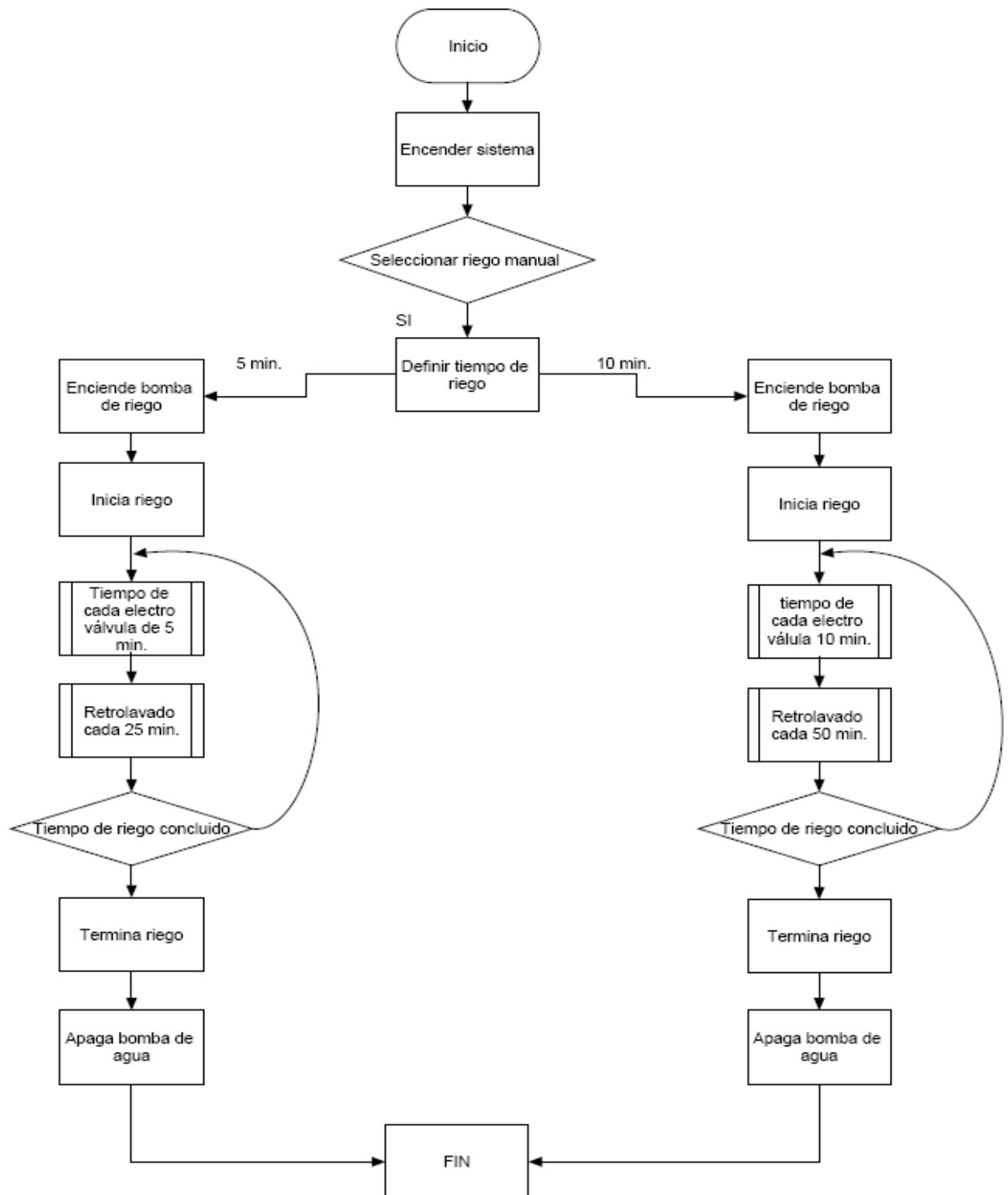


Diagrama de flujo de encendido/apagado la bomba de riego.

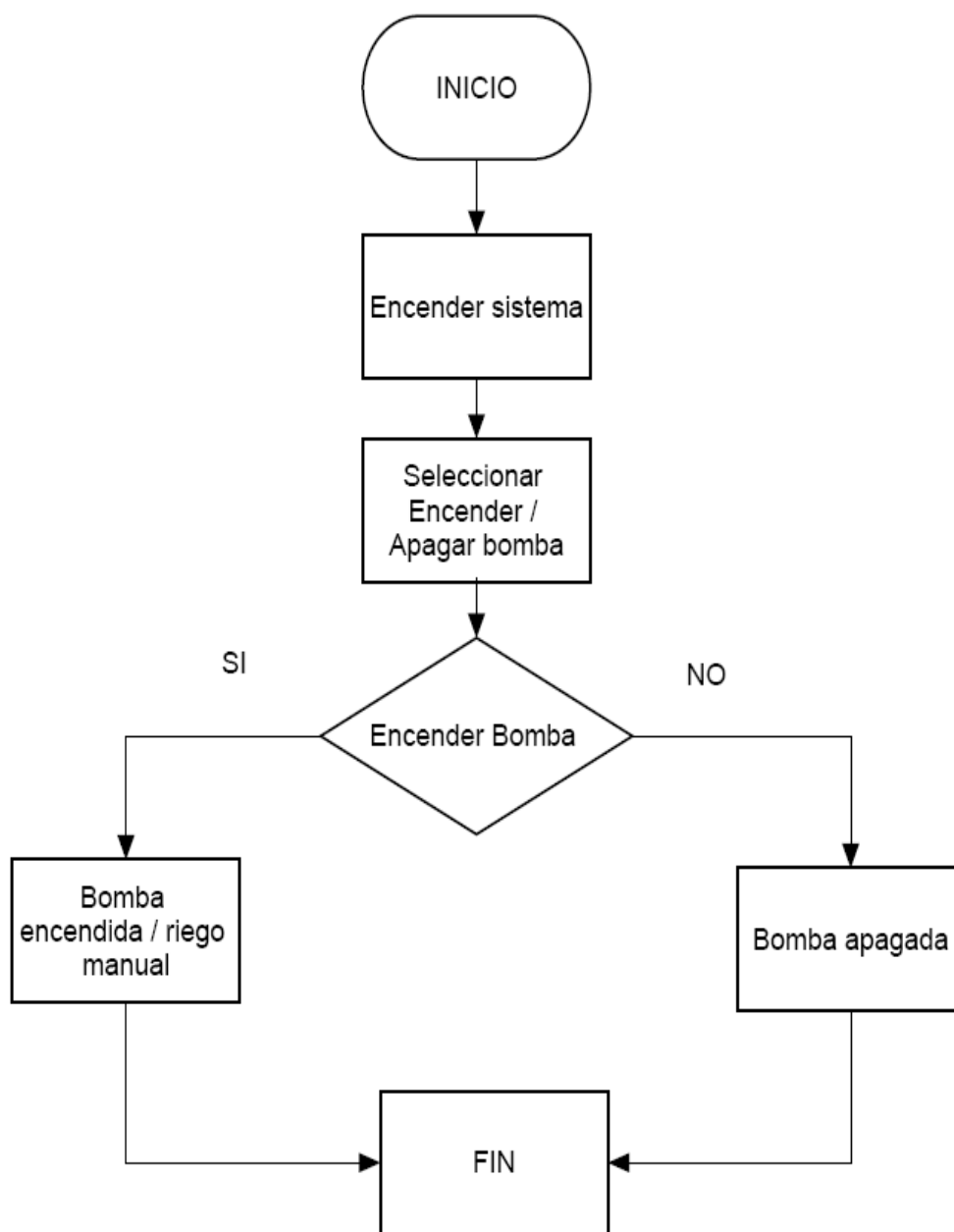


Diagrama de flujo, Fertirrigación automática.

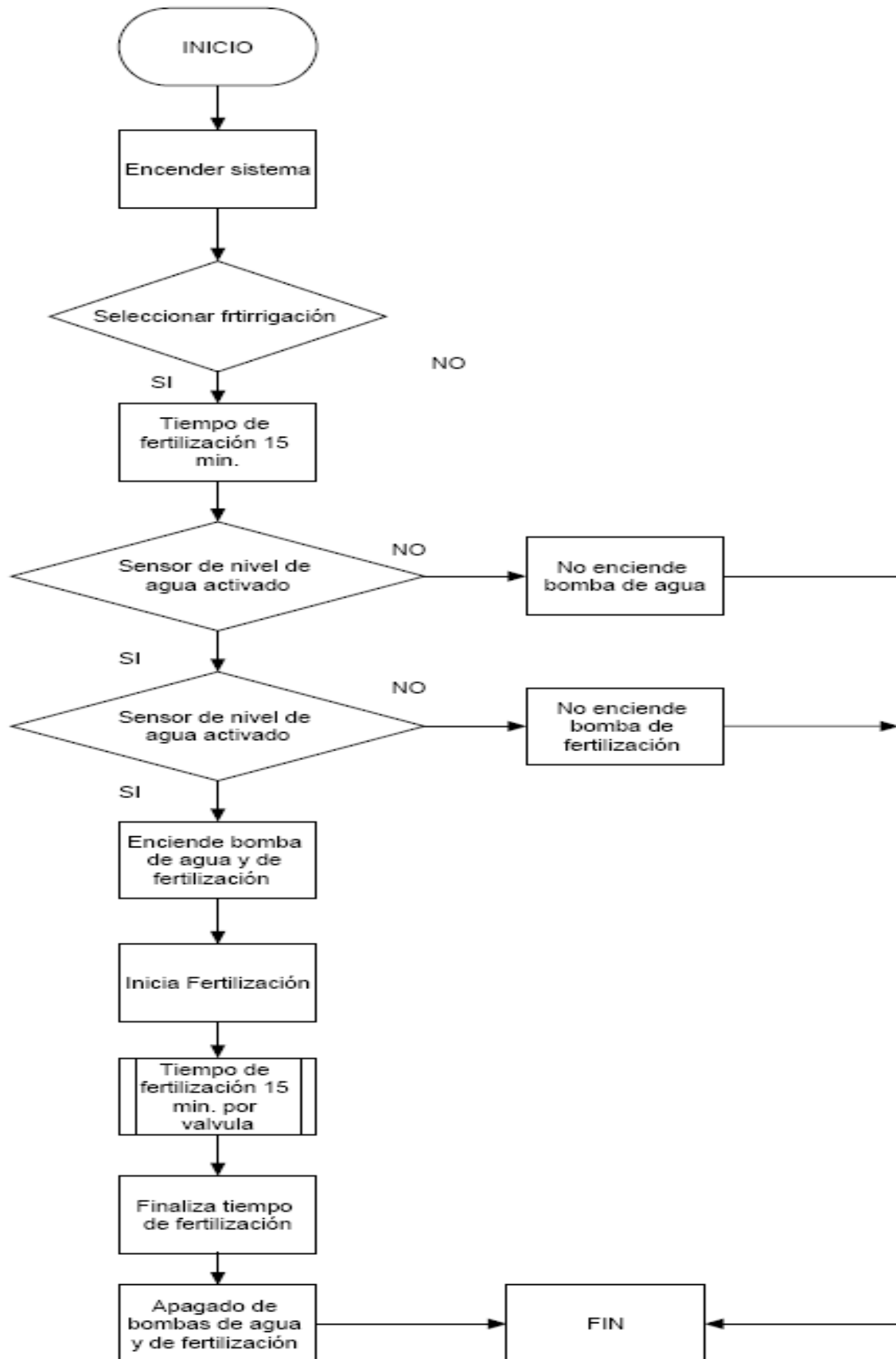
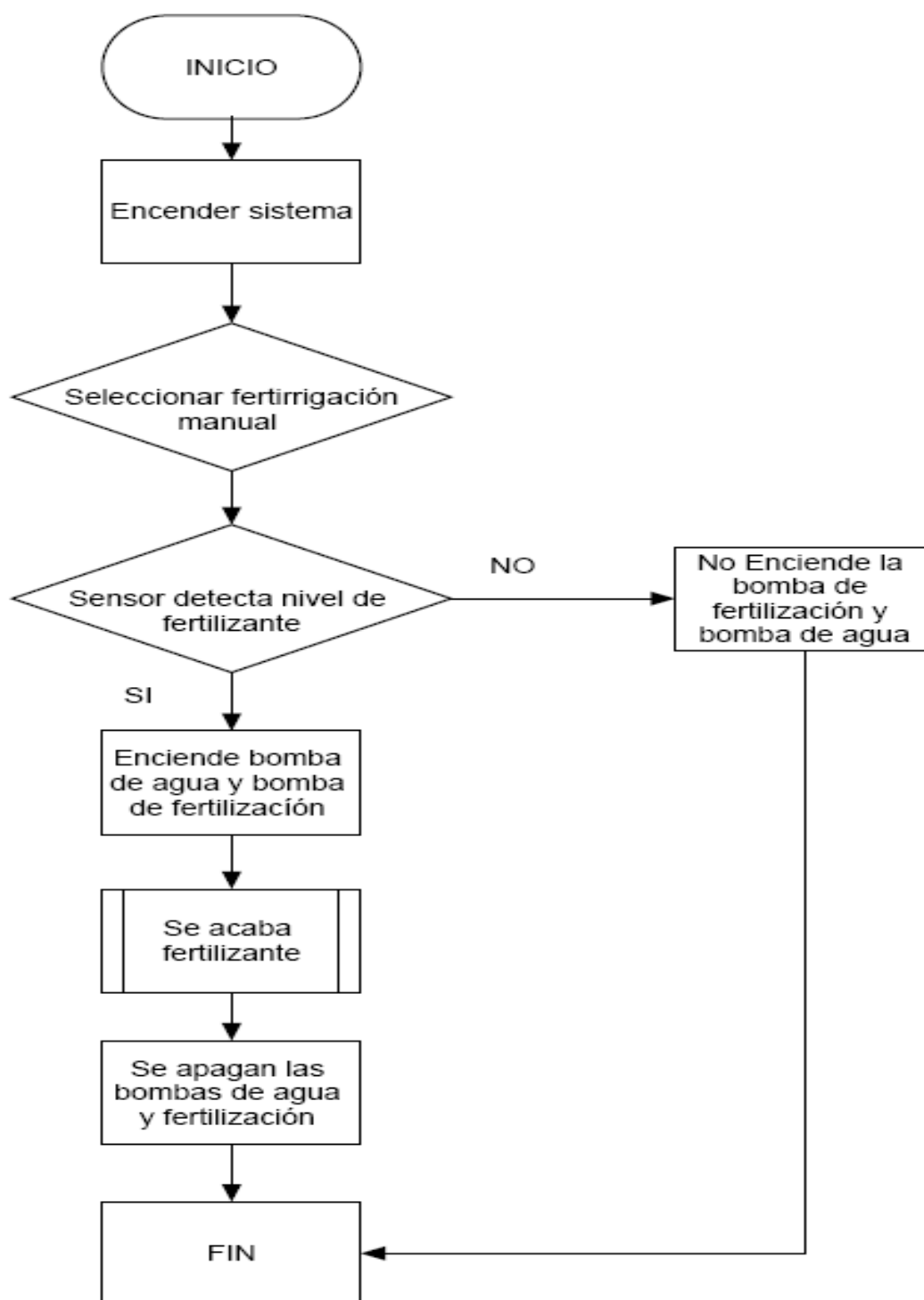


Diagrama de flujo, Fertirrigación manual.



Variables utilizadas

Tabla 8: Variables de entrada

Se tiene dos variables, las cuales serán el nivel de agua del reservorio y nivel de fertilizante en el tanque de sedimentación.

ENTRADAS DEL PLC	
SIMBOLO	DEFINICIÓN
X1	Sensor nivel bajo reservorio
X2	Sensor nivel medio reservorio
X3	Sensor nivel alto reservorio
X4	Sensor nivel bajo fertilización
X5	Sensor nivel alto fertilización

Tabla 9: Variables de salida

SALIDAS DEL PLC	
SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y2	Bomba de riego
Y105	Bomba de fertilización
Y3	1 era válvula de retro lavado
Y4	2da válvula de retro lavado

Tabla 10: Variables de salida del invernadero 2

INVERNADERO 2	
SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y5	1era válvula de riego
Y6	2da válvula de riego
Y7	3ra válvula de riego
Y10	4ta válvula de riego
Y11	5ta válvula de riego

Tabla 11: Variables de salida invernadero 3

INVERNADERO 3	
SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y100	6ta válvula de riego
Y101	7ma válvula de riego
Y102	8va válvula de riego
Y103	9na válvula de riego
Y104	10ma válvula de riego

Tabla 12: Marcas utilizadas

MARCAS ESPECIALES	
SIMBOLO	DEFINICIÓN
M6	riego por goteo 5min
M9	riego por goteo 10
M11	paro de emergencia
M12	solo retro lavado
M14	encender bomba de riego
M15	apagar bomba de riego
M17	fertirrigación
M20	encender bomba de riego y fertilización
M22	apagar bomba fertilización y riego
M30	riego automático

Luego de obtener ya las variables en una lista aparte proseguimos con la programación.

4.13.2 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para empezar con la programación del PLC, se tiene que saber los tiempos que se utilizara para los diferentes casos, como puede ser el riego automático y manual, la Fertirrigación manual y automática y retro lavado.

Los tiempos que vamos a utilizar en los temporizadores para la programación del PLC, se tiene que transformar los minutos en milisegundos con una simple regla de tres.

Sabiendo que un 1 min. Tiene 60000 milisegundos con este datos se puede transformar los diferentes tiempos que serán utilizados para la programación del riego y de la fertilización y del retro lavado.

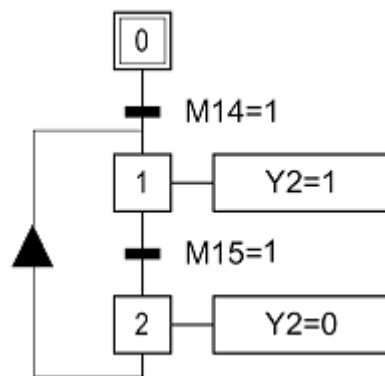
Los casos serán:

- Automático 15 min. Por válvula y retro lavado de 1,30 minutos.
- Manual y 5 10 min. Por válvula respectivamente y retro lavado de 1,30 minutos.
- Fertirrigación automática 15 min. Por válvula no hay retro lavado.

4.14 DIAGRAMAS GRAFCET

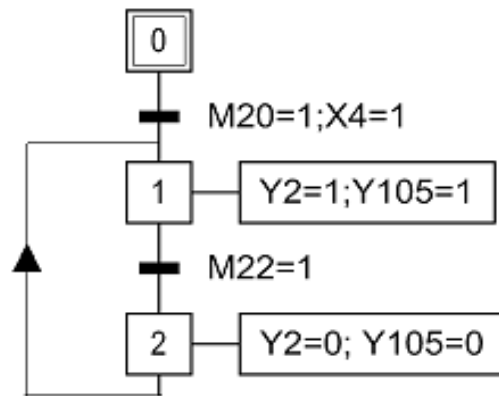
4.14.1 ENCENDER/APAGAR BOMBA DE AGUA

SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y2	Bomba de riego
M14	Encender bomba de riego
M15	Apagar bomba de riego



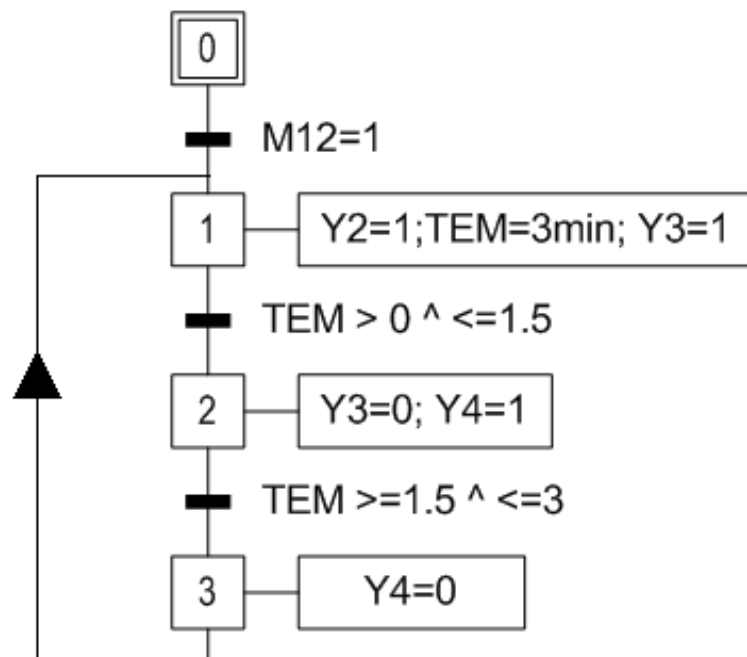
4.14.2 ENCENDER/APAGAR BOMBA DE AGUA Y FERTILIZACIÓN

SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y2	Bomba de riego
Y105	Bomba de fertilización
M20	Encender bomba de riego y fertilización
M22	Apagar bomba de riego y fertilización



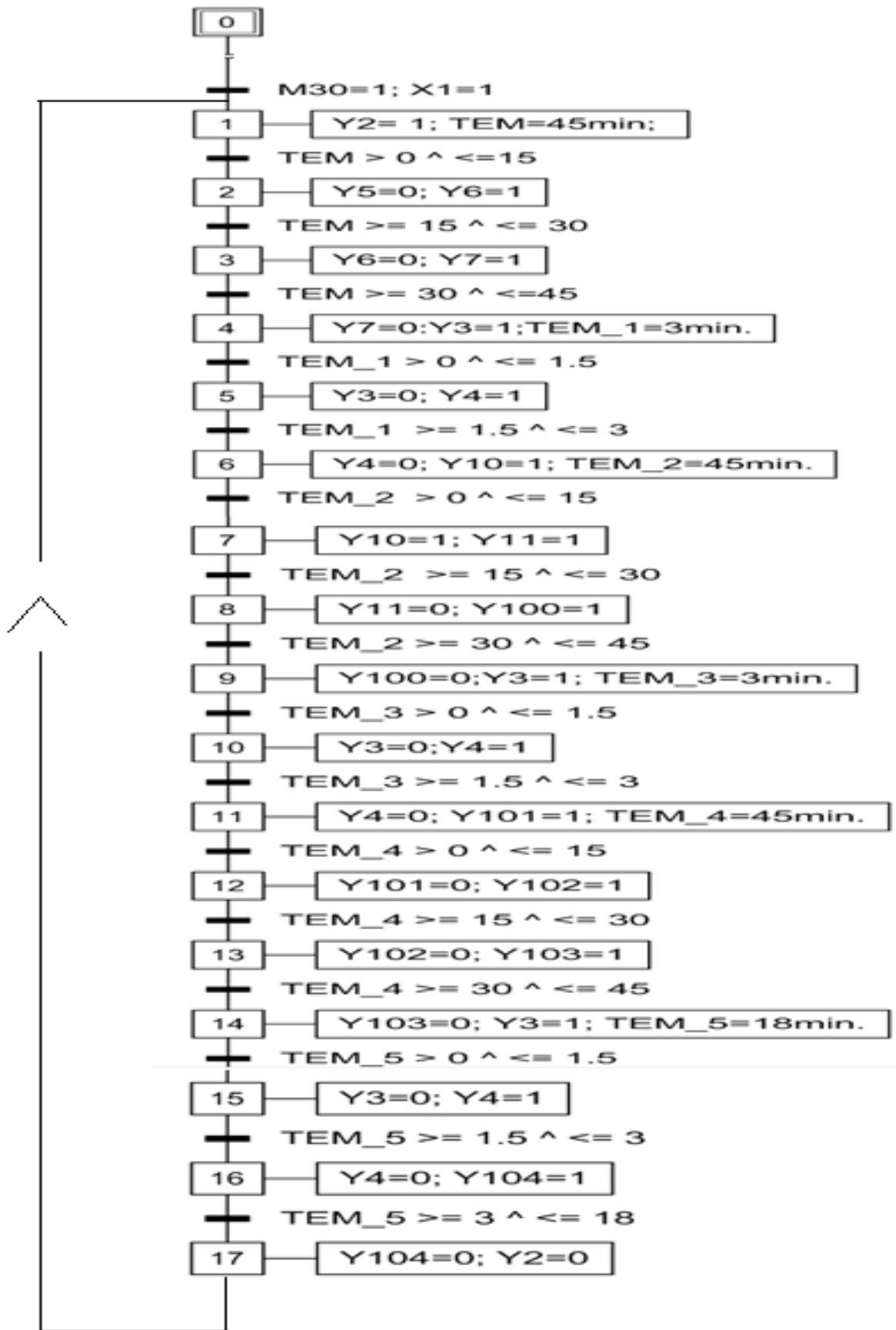
4.14.3 RETRO LAVADO

SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y2	Bomba de riego
Y3	1 era válvula de retro lavado
Y4	2da válvula de retro lavado
TEM	Temporizador
M12	Iniciar Retro Lavado



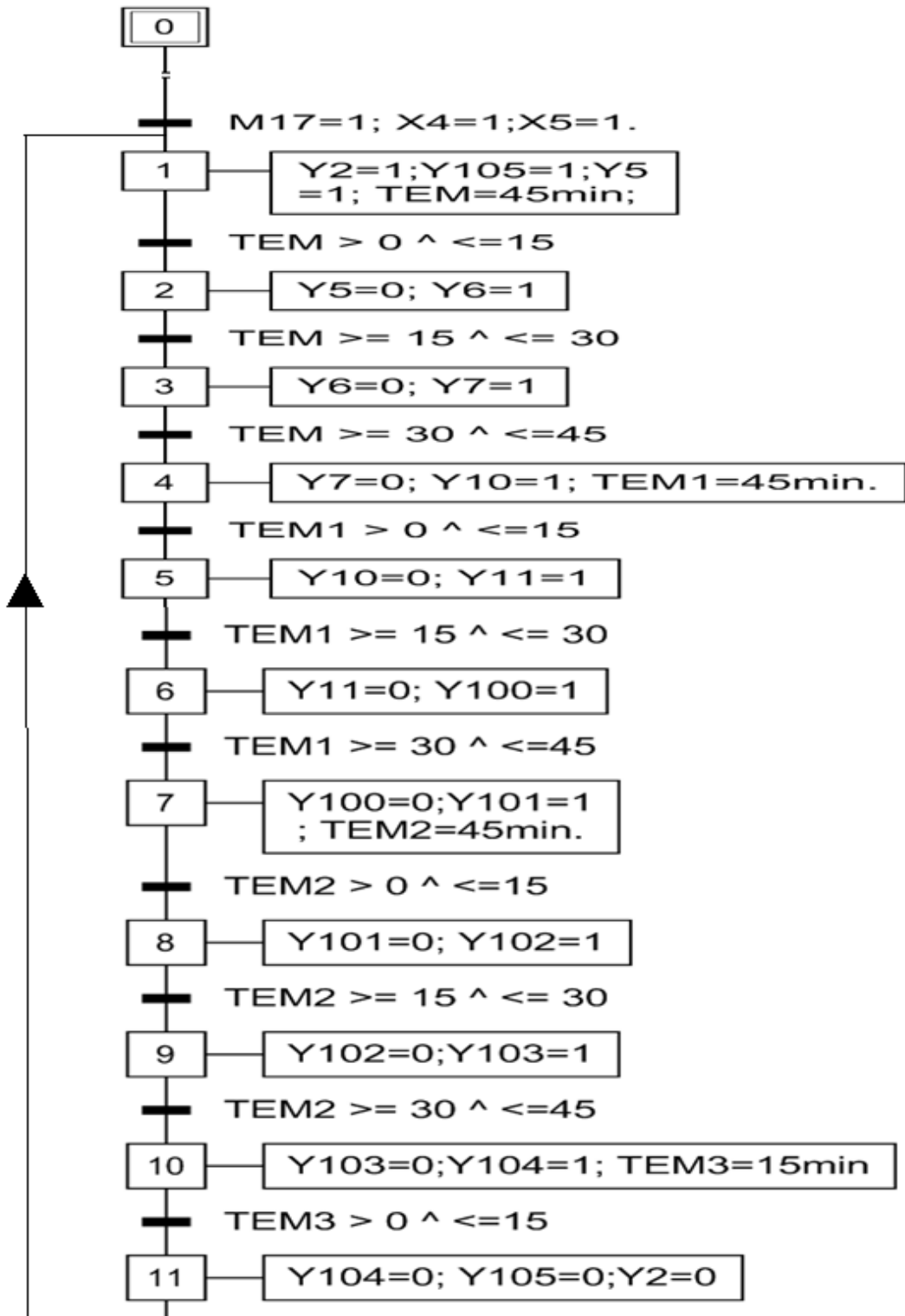
4.14.4 RIEGO AUTOMÁTICO

SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y5	1era válvula de riego
Y6	2da válvula de riego
Y7	3ra válvula de riego
Y10	4ta válvula de riego
Y11	5ta válvula de riego
Y100	6ta válvula de riego
Y101	7ma válvula de riego
Y102	8va válvula de riego
Y103	9na válvula de riego
Y104	10ma válvula de riego
Y2	Bomba de riego
Y3	1 era válvula de retro lavado
Y4	2da válvula de retro lavado
M30	riego automático
X1	Sensor nivel bajo reservorio
TEM	Temporizador



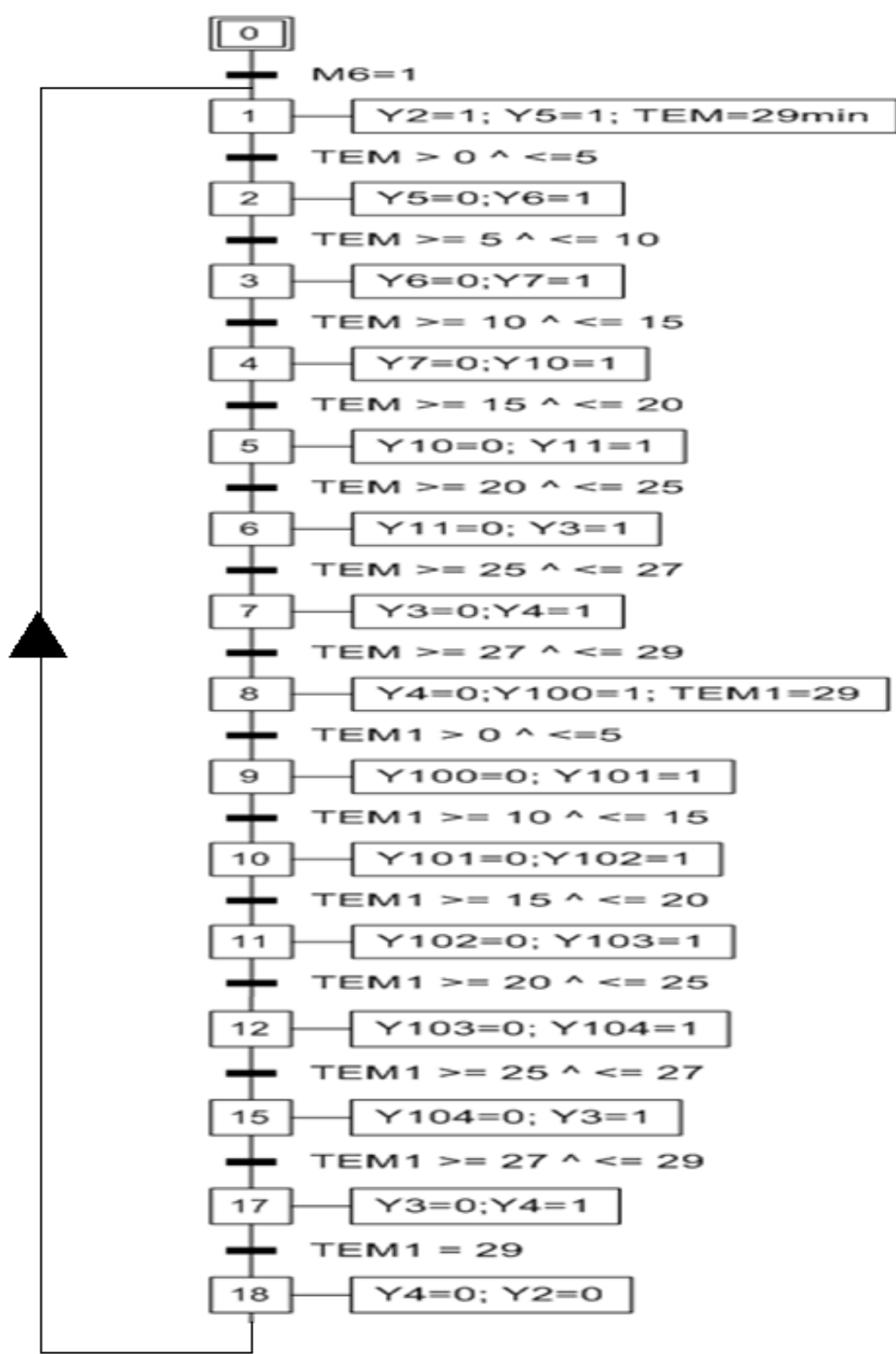
4.14.5 FERTILIZACIÓN

SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y5	1era válvula de riego
Y6	2da válvula de riego
Y7	3ra válvula de riego
Y10	4ta válvula de riego
Y11	5ta válvula de riego
Y100	6ta válvula de riego
Y101	7ma válvula de riego
Y102	8va válvula de riego
Y103	9na válvula de riego
Y104	10ma válvula de riego
Y2	Bomba de riego
M17	Fertirrigación
TEM	Temporizador
Y105	Bomba de fertilización
X4	Sensor nivel bajo fertilizante
X5	Sensor nivel alto fertilizante



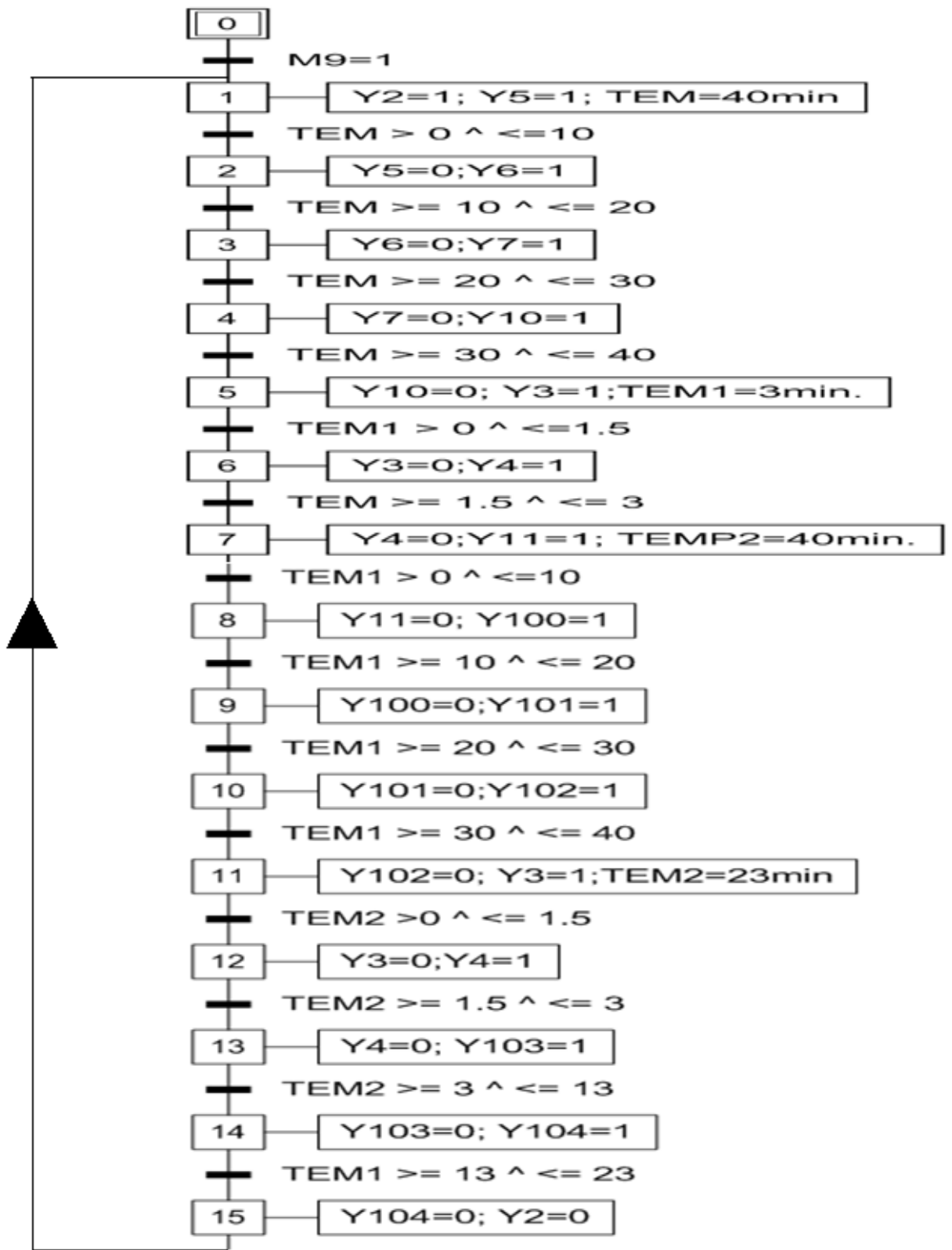
4.14.6 RIEGO 5 MINUTOS POR VÁLVULA

SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y5	1era válvula de riego
Y6	2da válvula de riego
Y7	3ra válvula de riego
Y10	4ta válvula de riego
Y11	5ta válvula de riego
Y100	6ta válvula de riego
Y101	7ma válvula de riego
Y102	8va válvula de riego
Y103	9na válvula de riego
Y104	10ma válvula de riego
Y2	Bomba de riego
Y3	1 era válvula de retro lavado
Y4	2da válvula de retro lavado
M6	Fertirrigación
TEM	Temporizador



4.14.7 RIEGO 10 MINUTOS POR VÁLVULA

SIMBOLO	DEFINICIÓN
Y5	1era válvula de riego
Y6	2da válvula de riego
Y7	3ra válvula de riego
Y10	4ta válvula de riego
Y11	5ta válvula de riego
Y100	6ta válvula de riego
Y101	7ma válvula de riego
Y102	8va válvula de riego
Y103	9na válvula de riego
Y104	10ma válvula de riego
Y2	Bomba de riego
Y3	1 era válvula de retro lavado
Y4	2da válvula de retro lavado
M9	Fertirrigación
TEM	Temporizador



4.15 IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA

Se realiza una red principal aérea, con la ayuda de los postes de los dos invernaderos a ser automatizados.

La red eléctrica secundaria fue enterrada en el camino principal de los bloques a una distancia de 20cm de cada válvula y una profundidad de 10cm.

También se colocó una caja de 20cm x 20cm que sirve para las conexiones de las válvulas de cada bloque y así reducir significativamente las conexiones que van al PLC.



Figura 63: Alambre concéntrico para la red eléctrica



Figura 64: Cable pasado por los postes del invernadero



Figura 65: "Izquierda" Estirando el cable por lo postes del invernadero
Figura 66: "Derecha" Asegurando el cable



Figura 67: Línea eléctrica principal que va desde el cuarto de bombas hacia los invernaderos

4.15.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA SECUNDARIA

Para la implementación de esta red se hizo una zanja de aproximadamente unos 10cm de profundidad en el camino principal de cada bloque.



Figura 68: Red eléctrica secundaria

4.16 IMPLEMENTACIÓN DE LOS SOLENOIDES A LAS VÁLVULAS DE GOTEO

Para la implementación de los solenoides a las válvulas de goteo lo que se hizo fue en sacar los accionamientos manuales o las llaves de 3 vías.

Después de haber retirado el accionamiento manual se continua poniendo, pieza por pieza del solenoide, colocando el tefen en la válvula, enroscamos bien y seguimos por la siguiente pieza que es la base del solenoide, se procede a colocar el solenoide en su lugar correspondiente y por último se conecta el solenoide a los cables correspondientes.



Figura 69: Válvula hidráulica con accionamiento manual



Figura 70: Accionamiento manual retirado y colocando la base del solenoide.



Figura 71: Solenoide ya instalado

4.17 IMPLEMENTACIÓN DE LAS CAJAS DE DISTRIBUCIÓN Y DEL GABINETE DE CONTROL

4.17.1 CAJAS DE DISTRIBUCIÓN

Se colocaran 3 cajas térmica, para poder tener una mejor distribución de las conexiones de cada circuito; en los invernaderos se implementó una caja en cada bloque y otra fue colocada en el cuarto de bombas.



Figura 72: Cajas de distribución ubicadas en los invernaderos



Figura 73: Caja de distribución en el cuarto de bombas

4.17.2 GABINETE DE CONTROL

Es donde permanecerá el PLC y la pantalla Touch y desde ahí saldrán las señales a cada uno de los diferentes actuadores.

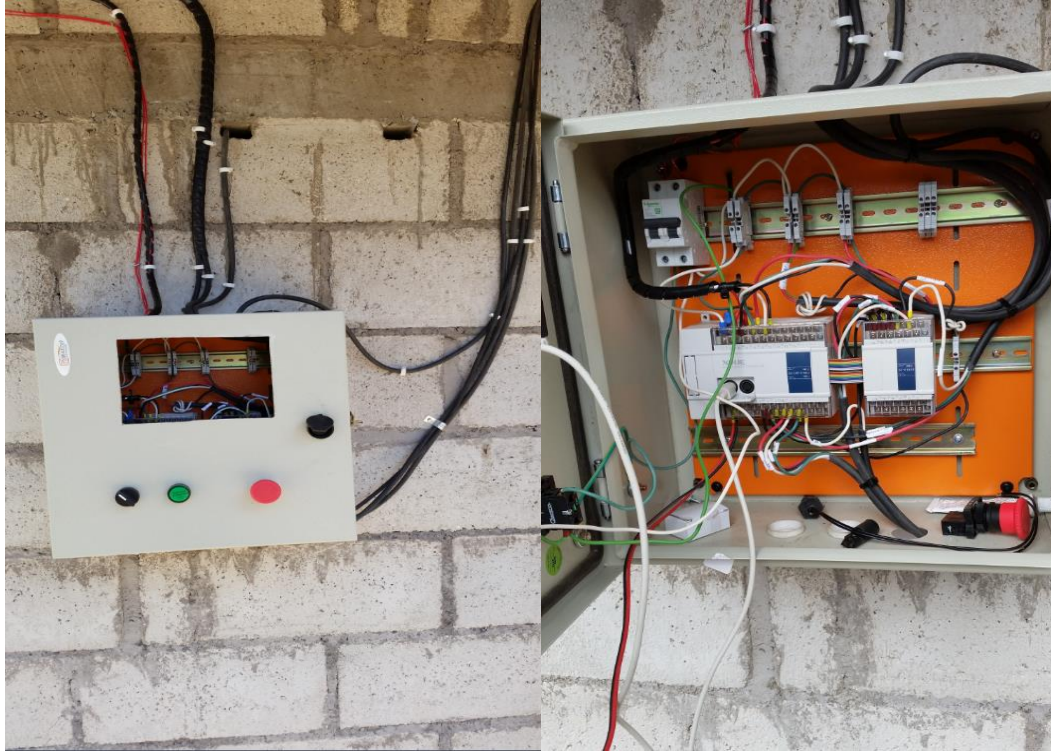


Figura 74: Gabinete de control

4.18 IMPLEMENTACIÓN DE LOS SENSORES DE NIVEL

4.18.1 SENSORES DE NIVEL PARA EL AGUA DEL RESERVORIO

Estos sensores nos indican el nivel del agua del reservorio; se utilizó 3 sensores uno para el nivel bajo, otro para el nivel medio, y el ultimo para el nivel alto,



Figura 75: Sensores para el reservorio

4.18.2 SENSORES PARA EL NIVEL DE FERTILIZANTE

Para medir el nivel de fertilizante se usó dos sensores, uno que medirá el nivel alto y el nivel bajo del fertilizante.



Figura 76: Sensores de nivel en tanque de fertilizante

4.19 IMPLEMENTACIÓN DEL H.M.I (INTERFAZ HOMBRE MAQUINA)

Se implementa esta interfaz la cual ayuda a visualizar los estados de los actuadores desde una pantalla touch y así poder saber en qué válvula se encuentra el riego por goteo, también se podrá seleccionar las diferentes opciones que serán programadas

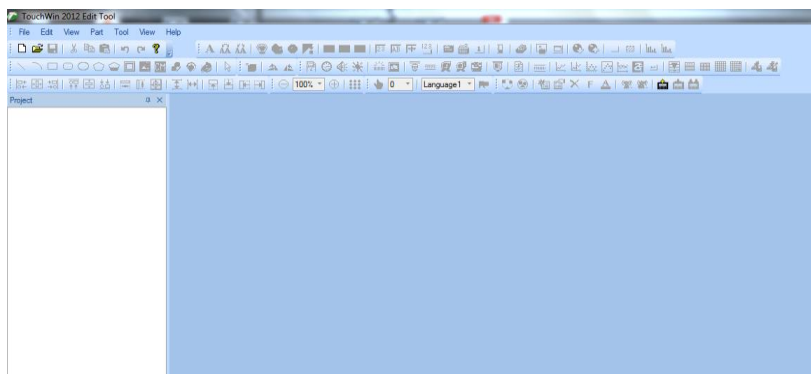
Para el desarrollo de esta interfaz se ha utilizado el programa TouchWin cual nos permite realizar la programación para la pantalla Touch y así se comunique con las variables ya programadas en el PLC

Para la programación de la pantalla Touch se tiene que seguir los siguientes pasos:

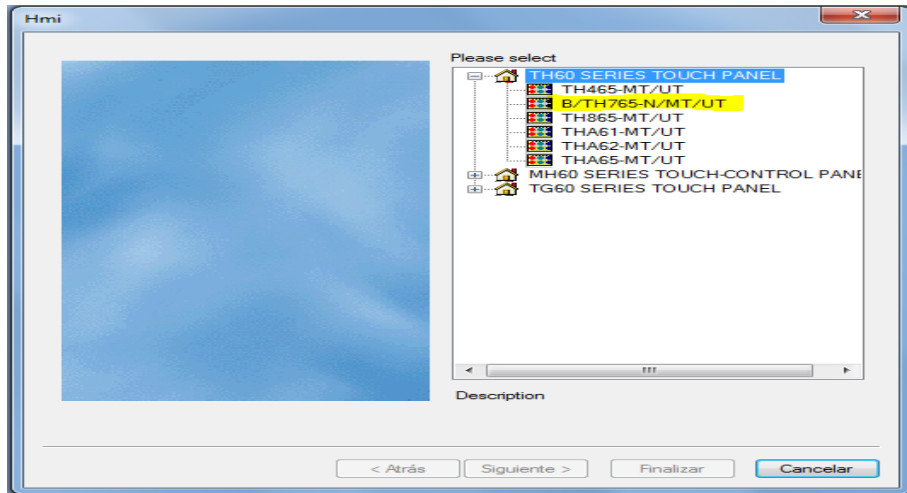
- Instalar el programa TouchWin 2012 Edit. Tool.



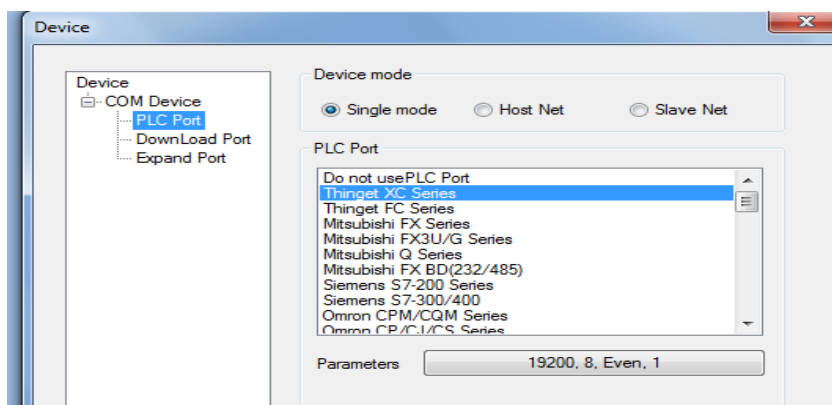
- Luego de haber instalado el programa se lo debe abrir, y aparecerá una nueva ventana.



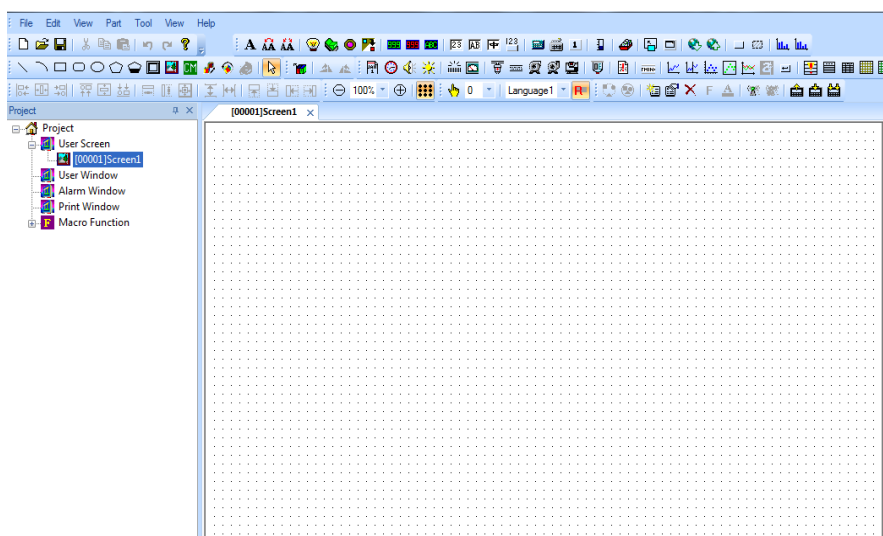
- Se busca el botón FILE→NEW le damos clic, luego de eso surgirá una ventana en donde se debe de seleccionar el modelo de la pantalla Touch, Se selecciona la que esta resaltada de color amarillo como se ve en la siguiente imagen.



- Después de haber elegido el modelo correspondiente de pantalla touch, se elige el modelo PLC con el que será utilizado y así se busca la marca XINJE o XC y se le da clic en siguiente.



- Después de haber seguido los pasos anteriores se da clic en el botón finalizar y nos aparecerá la pantalla en donde se va a programar y crear nuestra interfaz H.M.I.



4.20 PRUEBA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

4.20.1 PRUEBAS DEL ENCENDIDO DE LAS BOMBAS DESDE EL HMI

Lo primero que se debe hacer es, encender el sistema desde el gabinete de control, luego de esto se selecciona en la pantalla Touch, prender/apagar bomba de riego y se encenderán las electro bombas, el accionamiento de la bomba de riego se observara en la pantalla Touch.



Figura 77: Encendido del sistema

4.20.2 PRUEBA DE ENCENDIDO DE CADA ELECTRO VÁLVULA

Para poder ver si cada electroválvula está funcionando adecuadamente se debe seleccionar una de las opciones de riego que se tiene en la pantalla Touch y así se observa que electro válvulas de goteo está en funcionamiento.



Figura 78: Activación de la válvula 4 en el riego por goteo

4.20.3 PRUEBA DE SENSORES DEL NIVEL DE AGUA DEL RESERVORIO

Para saber que los sensores están trabajando correctamente en la pantalla nos dirigimos al apartado que dice nivel de reservorio, en este se observa el nivel del agua, si está en nivel alto, medio y bajo.



Figura 79: Nivel de agua en el reservorio

4.20.4 CORRIENTE NOMINAL DE FUNCIONAMIENTO

En esta parte se analizará el consumo de la electroválvula cuando el sistema está en funcionamiento.

Para conocer el valor que consume esta solenoide se debe conocer cuánto consume y este dato se lo encuentra en la hoja de especificaciones que nos da el fabricante; la potencia es de 2.2 watt y un voltaje de 24 VAC

Con estos datos se sabrá cuánto consume estos solenoides cuando están funcionando.

Donde:

W = energía eléctrica "watts"

P = potencia eléctrica

T = tiempo

$$W = P \times T$$

Datos:

W = ?

P = 2.2 watts = 0.0022 Kwatts

T = los tiempos de riego total

$$W = P \times T$$

$$W1 = 0.0022 \times 2.6$$

$$W1 = 0.00572 \text{ Kwatts}$$

$$W2 = 0.0022 \times 1.77$$

$$W2 = 0.003894 \text{ Kwatts}$$

$$W2 = 0.0022 \times 0.88$$

$$W2 = 0.001936 \text{ Kwatts}$$

Tabla 13: Consumo de energía de las electroválvulas

Tiempos de riego	Consumo de energía de electroválvulas
156 minutos (2.6 horas)	0.00572 Kwatts
106 minutos (1.77 horas)	0.003894 Kwatts
53 minutos (0.88 horas)	0.001936 Kwatts

En la tabla anterior se observa el consumo total de las electroválvulas, y se puede ver que tiene un bajo consumo en cada tiempo que se elija.

4.21 RESULTADOS DEL PROYECTO

Con la implementación de este proyecto se obtuvo los resultados deseados; los cuales fueron en mejorar la calidad de la rosas, esto quiere decir tallos más gruesos y botones de mejor calidad; otro resultado que se obtuvo es que mejoro la producción en estos dos invernaderos que fueron automatizados, teniendo así un incremento en la producción.

Tabla 14: Producción diaria florícola MAPOREX&ROSS

PRODUCCIÓN DE FLORES DE CADA BLOQUE DE LA FLORÍCOLA MAPOREX&ROSS									
Mes	bloque 2	bloque 3	bloque 4	bloque 5	bloque 6	bloque 7	bloque 8	bloque 9	bloque 10
Enero	750	700	450	500	700	750	450	700	500
Febrero	850	850	600	700	900	850	550	950	700
Marzo	800	750	700	600	900	850	500	900	600
Abril	700	700	600	650	750	700	500	800	650
Mayo	800	800	700	800	850	900	650	950	800
Junio	600	650	400	450	700	650	450	700	550

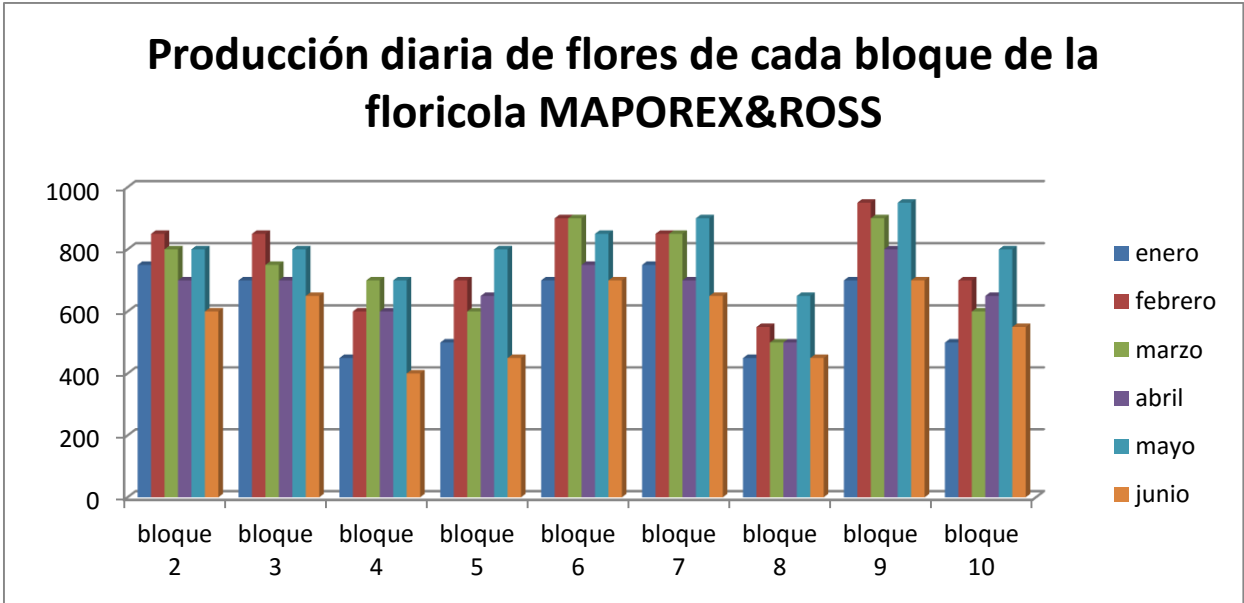


Figura 801: Producción diaria de todos los invernaderos de la florícola MAPOREX&ROSS

En las tablas anteriores se tiene la producción diaria de tallos de cada invernadero de la empresa, los datos que nos interesa son los que están resaltados de amarillo ya que en esos bloques fue en donde se desarrolló el proyecto, a continuación se tiene los resultados de la producción diaria desde que fue implementada la automatización.

Tabla 15: Producción después de automatización de los dos invernaderos

Mes	bloque 2	bloque 3
Julio	750	700
Agosto	910	900
Septiembre	850	825
Octubre	750	800
Noviembre	900	850
Diciembre	610	750

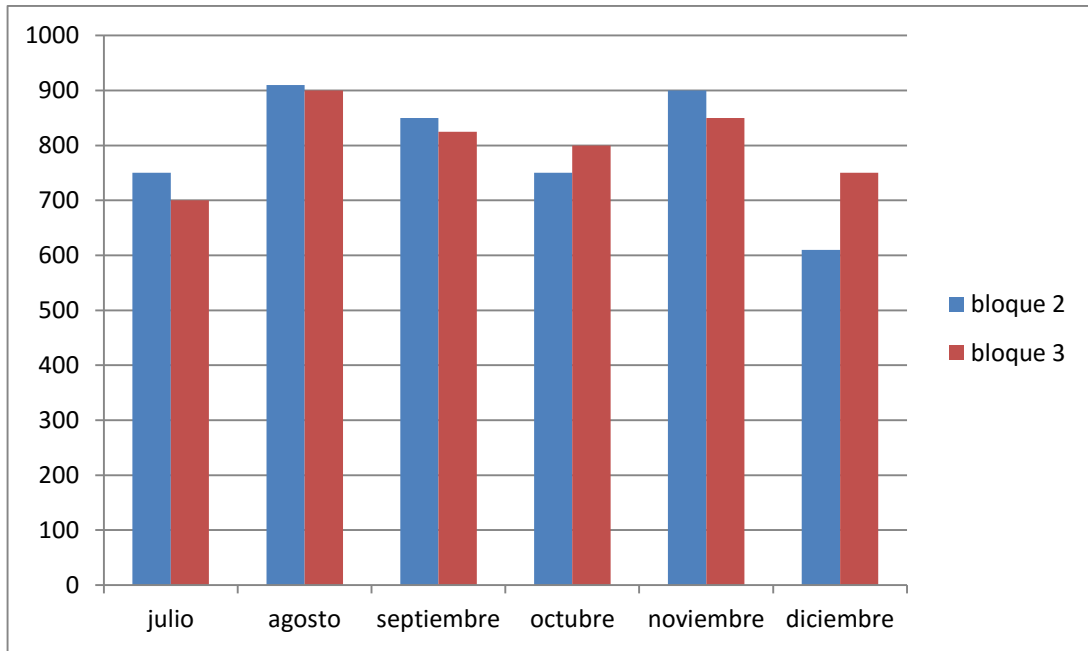


Figura 812: Producción de rosas en invernaderos automatizados

En esta tabla se observara como desde el mes de julio se mantiene la producción, pero desde el mes de agosto se ve como la producción comienza a variar con los datos anteriores que se tenía y así poder saber que la producción aumento en un 6 a 7% de lo que se producía en los meses anteriores.

Con estos resultados se puede ver que el proyecto ha dado buenos resultados ya que se ha podido observar que la calidad de las rosas mejoro y la producción subió desde el segundo mes que el proyecto fue instalado.

5 CAPÍTULO VI: COSTO DEL PROYECTO

5.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se tendrá el costo total del proyecto implementado y de esta manera analizar la factibilidad de la automatización en este campo.

Según (Fuentes, 2012, pág. 124) el costos es una inversión que es recuperable y debe acarrear ganancias. Los costos según su tipo se clasifican en:

- Costos directos.
- Costos indirectos.

5.2 COSTOS DIRECTOS

Son los costos que intervienen directamente en la ejecución del proyecto, aquí se toma en cuenta: materiales utilizados, instalaciones eléctricas, componentes para las cajas de distribución y gabinete de control.

En las siguientes tablas se analizara los materiales que se utilizó.

Tabla 16: Costos de materiales para la el cambio de válvulas manuales a electroválvulas

Detalle	Cantidad	Valor U.(USD)	Subtotal(USD)
Solenoide de 3vias S-390-3W	12	26,00	312,00
Base para Solenoide de 3vias S-390-3W	12	24,00	288,00
Tefen conector de 8MM x 1/8	12	2,50	30,00
Manguera 1/8 (metros)	2	1,50	3,00
Silicona	3	4,50	13,50
Teflón	5	0,50	2,50
Codo de 1/8 con rosca	10	1,00	10,00
		TOTAL	659,00

Tabla 17: Costos de materiales para instalación eléctrica y control

Detalle	Cantidad	Valor U.(USD)	Subtotal(USD)
PLC Xinje	1	280,00	280,00
Módulo de expansión de salidas	1	200,00	200,00
Pantalla Touch Xinje	1	900,00	900,00
Breaker Schneider Para riel Din	1	12,00	12,00
Relé auxiliar a 220 VAC	2	4,50	9,00
Transformador de 120 a 24 VAC	2	18,00	36,00
Sensor HT-ZPC6	3	90,00	270,00
Sensor RG-1078SL	2	45,00	90,00
Bornera para riel Din 6P/25 A	12	3,50	42,00
Bornera en barra	6	1,25	7,50
terminal en punta # 16-18	100	0,05	5,00
interruptor dos posiciones	1	3,50	3,50
Pulsador tipo hongo	1	4,00	4,00
luz piloto verde 120 VAC	1	4,00	4,00

Gabinete metálico 40x40 cm.	1	45,00	45,00
caja de distribución 20x30 cm	1	25,00	25,00
Caja de distribución 10x10 cm.	1	13,00	13,00
cable concéntrico 4*16(metros)	500	1,60	800,00
cable concéntrico 2*16(metros)	250	1,35	337,50
espiral para cable #16 (metros)	5	2,50	12,50
amarres para cable	100	0,20	20,00
riel Din	1	4,00	4,00
Taype	3	0,80	2,40
tornillo con taco Fisher 1"	12	0,15	1,80
TOTAL			3124,20

5.3 COSTOS INDIRECTOS

Son aquellos costos que no son identificables de manera directa en la producción y son difíciles de cuantificar, pero se constituyen en un costo complementario para la producción en general (Fuentes, 2012, pág. 125)

Tabla 18: Costos indirectos para la instalación

Detalle	Cantidad/mes	Valor U.(USD)	Subtotal(USD)
Agua	1	7,00	7,00
Luz eléctrica	4	4,00	16,00
Asesorías	3	15,00	45,00
Pasajes	10	2,50	25,00
Internet	10	1,00	10,00
TOTAL			103,00

5.4 COSTO TOTAL

Este se refiere a todos los costos, los cuales son costos directos e indirectos en la siguiente tabla se observa el valor total que nos ha costado la implementación del proyecto ya mencionado.

Tabla 19: Costo directo total

Detalle	Valor (USD)
Costos de materiales para la el cambio de válvulas manuales a electroválvulas	659,00
Costos de materiales para instalación eléctrica y control	3124,20
Total	3783,20

Tabla 20: Costo total del proyecto

Detalle	Valor (USD)
Costos directo del proyecto	3783,20
Costos indirectos para la instalación	103,00
Total	3886,20

5.5 COSTOS BENEFICIO DEL PROYECTO

Este análisis permite conocer la factibilidad del proyecto; determina el costo de implementación versus los beneficios del proyecto que se instala. (Fuentes, 2012, pág. 126)

Para este análisis se realiza un costo de cuánto tiempo y dinero se gasta en el riego antes y después de que el sistema esté funcionando.

Lo primero que se debe de calcular, es que con el aumento de producción se debe saber cuánto genera de ganancias, con el porcentaje que subió la producción en los 6 meses después de haber estado en funcionamiento el sistema.

Lo segundo que se tiene que calcular es cuánto tiempo se demora el riego por goteo en la empresa florícola.

Entonces se tiene:

5.5.1 PRODUCCIÓN DE LAS ROSAS CON LA AUTOMATIZACIÓN

Con los datos del aumento de producción se puede calcular, cuánto genera de ingresos a la semana para la florícola.

En la siguiente tabla se tiene los datos de los invernaderos, en un lado los datos antes de la automatización y en el otro lado datos después de la automatización.

Tabla 21: Comparación de datos de producción

DATOS DE PRODUCCIÓN ANTES DE LA AUTOMATIZACIÓN			DATOS DESPUÉS DE LA AUTOMATIZACIÓN			TALLOS TOTALES DE PRODUCCIÓN	
Mes	Bloque 2	Bloque 3	Mes	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 2	Bloque 3
Enero	750	700	Julio	750	700	0	0
Febrero	850	850	Agosto	910	900	60	50
Marzo	800	750	Septiembre	850	825	50	75
Abril	700	700	Octubre	750	775	50	75
Mayo	800	800	Noviembre	900	850	100	50
Junio	600	650	Diciembre	610	750	10	100
TOTAL						270	350

Con estos datos se observa que el primer invernadero (bloque 2) tuvimos un aumento total de 270 tallos más diarios y en el caso del segundo invernadero (bloque 3) aumento en 350 tallos.

A continuación se tiene cuantos tallos buenos de exportación se obtiene del total de producción que ha subido, teniendo así que el total de tallos se lo divide para dos y ese es dato que se usara para calcular, cuánto de ingresos nos genera este aumento de producción en cada invernadero y así se obtiene lo siguiente:

Total de tallos (bloque 2) = $270 / 2 = 135$ tallos de exportación.

Total de tallos (bloque 3) = $350 / 2 = 175$ tallos de exportación.

Suma total de tallos exportación = $175 + 135 = 310$ tallos.

A este resultado de tallos de exportación le multiplicamos por el precio de temporada (0.10 ctvs.) que en el segundo semestre del año es bajo comparado para el primer semestre del año con los datos obtenidos se tiene que:

Tendríamos $310 * 0.10 = 31,00$ dólares que nos genera el aumento de producción semanal mente de los invernaderos automatizados.

Al mes obtendríamos $31,00 * 4 = 124$ dólares mensualmente.

5.5.2 CÁLCULO DE HORAS EXTRAS

Para calcular las horas extras que se necesitaba para completar el riego total en toda la finca se tiene:

Datos:

De válvulas totales = 42.

Tiempo de riego por cada válvula = 15 min.

Tiempo total de riego = $42 * 15 \text{ min} = 630 \text{ min}$.

Entonces para que todo el riego por goteo abarque toda la superficie de la empresa florícola se demora 630 min o 10.5 horas.

Y sabiendo que la hora extra tiene un valor de 1.55 dólares.

Tabla 22: Costo de riego diario

costo diario de riego por goteo			
	min	horas x día	USD x Día
tiempo total	630	10,50	16,00
tiempo de trabajo	480	8,00	12,20
tiempo total - tiempo de trabajo = horas extra	150	2,50	3,88

El valor que nos importa de la tabla anterior son las horas extras que realiza el trabajador.

Si el riego se demora 10.5 horas diarias, con este valor el trabajador encargado del riego tiene que estar trabajando 2.5 horas más de lo que establece la ley y tendría 2.5 horas extras diarias un total de 12.5 horas a la semana.

Tabla 23: Valor de horas extras mensual y tallos de exportación

	min	horas x día	USD x Día	USD x semana	USD x mes
horas extras	150	2,50	3,30	48,50	194,00
Producción de rosas con automatización					124,00
TOTAL					318,00

Con el valor mensual que se paga por el riego, que antes se lo hacía todo de forma manual, pero en la actualidad con el proyecto implementado ya no se tiene las horas extras.

Y así se tiene lo siguiente:

Tabla 24: Tiempo de recuperación de la inversión

Valor de horas extras 318,00 dólares	1 mes
Costos de instalación 3886,20 dólares	13 meses

En la tabla anterior se pudo ver que el tiempo de recuperación del costo de instalación será en aproximada mente 13 meses que es un tiempo aceptable.

6 CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El proyecto que ha sido desarrollado funciona eficazmente, con lo cual se ha cumplido con los objetivos que fueron planteados al inicio de este proyecto
- Los componentes que tienen los sistemas de riego por goteo son efectivos para el riego tecnificado, ya que el agua entra en contacto directo con el suelo y así tiene una mejor absorción.
- La operación del sistema es muy sencilla para el operador, ya que es un sistema tecnificado, solo se debe escoger las diferentes opciones que ya se encuentran programadas para que el riego o fertilización empiece.
- Con las pruebas realizadas en el sistema se confirmó que es confiable ya que los tiempos son exactos en cada interacción de las electroválvulas que se implementó y así los tiempos de apertura de cada válvula son más eficientes que cuando eran manuales.
- Este proyecto ha sido implementado para que la Fertirrigación y riego por goteo sea de una forma ordenada y eficiente cuando se fertiliza o se riega por goteo y de esta manera se mejora la calidad y producción de rosas.
- Con la implementación del H.M.I. (interfaz hombre maquina) se puede observar en tiempo real que bomba está prendida, que válvula está abierta y también se puede saber los niveles de agua y de fertilizante y que bloque está siendo regado.
- Mediante la automatización del sistema de fertirrigación y riego por goteo se logró obtener una uniformidad en el riego y fertilización la cual se ha podido observar con el aumento de producción de un 5 a 7%, también se pudo observar una mejora en la calidad de rosas en su tamaño de botón y grosor de tallo.
- Con la automatización este sistema al cultivo de rosas se puede conocer que la carrera de ingeniería en Mecatrónica está contribuyendo a la

sociedad y también que estos sistemas evolucionen y sean más efectivos y así poder ahorrar mano de obra y reducir costos a largo plazo

6.2 RECOMENDACIONES

- Para realizar un proyecto de automatización, se debe saber cómo funciona el proceso que deseamos automatizar y saber que componentes y variables interviene en el sistema.
- Es necesario capacitar regularmente a la persona(s) que vayan a operar el sistema para que este funcione de manera adecuada
- Para una buena eficiencia del sistema es recomendable activarlo por la noche ya que así la evapotranspiración es mucho menor que en el día
- Se debe dar el mantenimiento adecuado a cada parte que fue implementada para que así el sistema siga funcionando de la manera adecuada y correcta
- Se debe estar revisando periódicamente los sensores que se encuentran en el tanque de fertilización para que estos estén funcionando de manera correcta cuando se fertilice el cultivo
- Es recomendable hacer el retro lavado periódicamente en el día cuando este en forma manual para que así el agua que está llegando al cultivo sea lo más limpia posible y así no se tapen las mangueras de goteo
- Cuando el sistema se esté usando de forma manual siempre tener en cuenta el nivel de agua del reservorio para que la bomba no succione el lodo que existe en el fondo del reservorio

BIBLIOGRAFÍA

- Kuszczewski, A. (2004). Redes industriales de tuberías. Bombas para agua, ventiladores y compresores. Barcelona-España: REVERTE S.A.
- Organización Panamericana De La Salud, O. P. S (2005). Guías para el diseño de bombeo de agua potable. Lima-Perú.
- Losada, A. (2009). El Riego Fundamentos Hidráulicos. Barcelona-España.
- Ogata, K. (1998). Ingeniería de control moderna. México: Pearson Educación.
- Sánchez, C. (2004). Sistemas De Riego. Lima-Perú.
- Tarjuelo, J. m. (2005). El riego y sus tecnologías. Madrid-España: Mundi-Prensa.
- Saldarriaga, J. (2007). Hidráulica De Tuberías De Abastecimiento De Agua, Redes, Riego. Bogotá-Colombia: Alfaomega.
- KRAMER, P. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas.
- Gostinchar, Juan (2000) Cultivo del rosal. Universidad de Almería. Almería-España
- G. Michel (1997). Autómatas programables industriales. MARCOMBO-España
- Piedrafita, Moreno (2000).Ingeniería de la automatización industrial ALFAOMEGA-México
- Creus Sole, Antonio. (2002).Instrumentación Industrial. ALFAOMEGA-Barcelona
- Reyes, C. Micro controladores PIC. Programación en Basic, Quito – Ecuador: RISPERGRAF.

- Raymundo Carranza N. Automatización. Tópicos de Instrumentación y Control. PUCP, Lima.

- Dole, J.; Wilkins, H. 2005. Floriculture: principles and species. Editorial Pearson Prentice Hall. Estados Unidos.

- ACEVEDO, ALVARO (2000). Agricultura sustentable en el trópico. Principios, Estrategias y Práctica. Armero Guayabal, Colombia
- RASHID Muhamad; Electrónica de potencia; Prentice Hall Hispanoamérica S.A., 2da Ed.
- FRAILE M. Jesús; Máquinas eléctricas; McGraw Hill, 5ta Ed.
- SHAMES Irwin; Mecánica de fluidos; McGraw Hill, 3ra Ed.
- MATAIX Claudio; Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas; Ediciones del Castillo, Madrid, 2da Ed.
- QUO A; Sistemas De Control Discreto, Mc Graw Hill, Madrid.
- MALVINO Albert. Principios de Electrónica, 6ta Ed.
- ING. PABLO ANGULO SANCHEZ. Diagramas de control industrial, Escuela Politécnica Nacional.
- SHIGLEY Joseph; Diseño en Ingeniería Mecánica, McGraw Hill, México, 4ta Ed.
- Tipos de riego en la agricultura. Recuperado el 01 de junio del 2015. <http://www.tiposde.org/cotidianos/442-tipos-de-riego/>
- Universidad De La República, Facultad De Agronomía (2006). Aguan En El Suelo. Recuperado el 12 de junio del 2015. <http://www.fagro.edu.uy/hidrologia/paisajismo/AGUA%20EN%20EL%20SUELO.pdf>
- Carvallo ,J ; Vargas,R. (2006).Válvulas de Selenoide. Disponible en: <http://profesores.elo.Uff.html/fbiblioteca.html>

7 ANEXOS

7.1 MANUAL DE USUARIO

El objetivo de este manual de usuario es que el operador pueda manipular de forma correcta el sistema que está implementado.

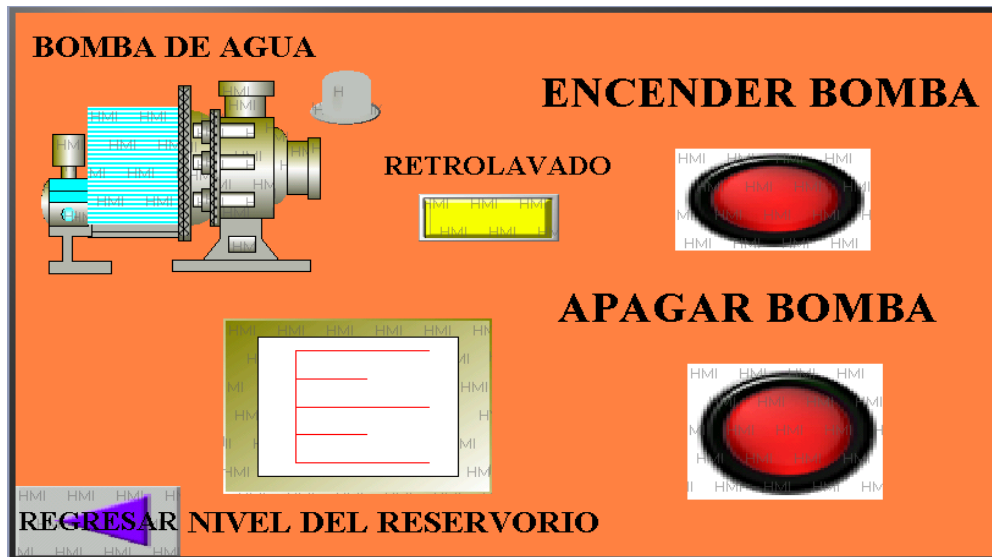
- 1) Al encender el sistema se puede observar que nos aparecerá la siguiente pantalla en la cual aplastamos el botón que dice inicio para empezar



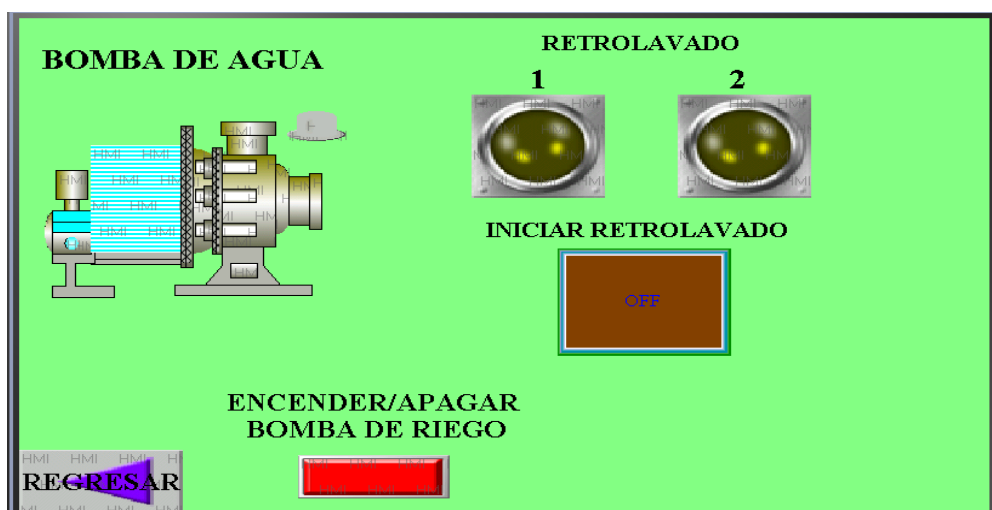
- 2) Luego nos aparecerá una pantalla en donde se puede escoger las diferentes opciones con las que cuenta el sistema.



- 3) Cuando se presiona el botón que dice ENCEDER/APAGAR BOMBA DE RIEGO nos dirigirá a la siguiente pantalla en la cual se tiene las opciones de encender y apagar la bomba para encender la bomba se debe oprimir dos veces el botón encender y así se podrá observar que la bomba se prende; **Nota:** no aplastar el botón de encendido una sola vez ya que si esto sucede no se apagará porque se quedaría enclavado el botón



- 4) En la pantalla anterior también pudimos observar que se tiene un botón que nos dice “RETROLAVADO” al aplastar ese botón nos dirigirá a la siguiente pantalla en donde se puede observar, un botón de “INICIAR RETROLAVADO” el cual nos realizara la función que nos dice el botón y así observar cual válvula de retro lavado se enciende o se apaga.



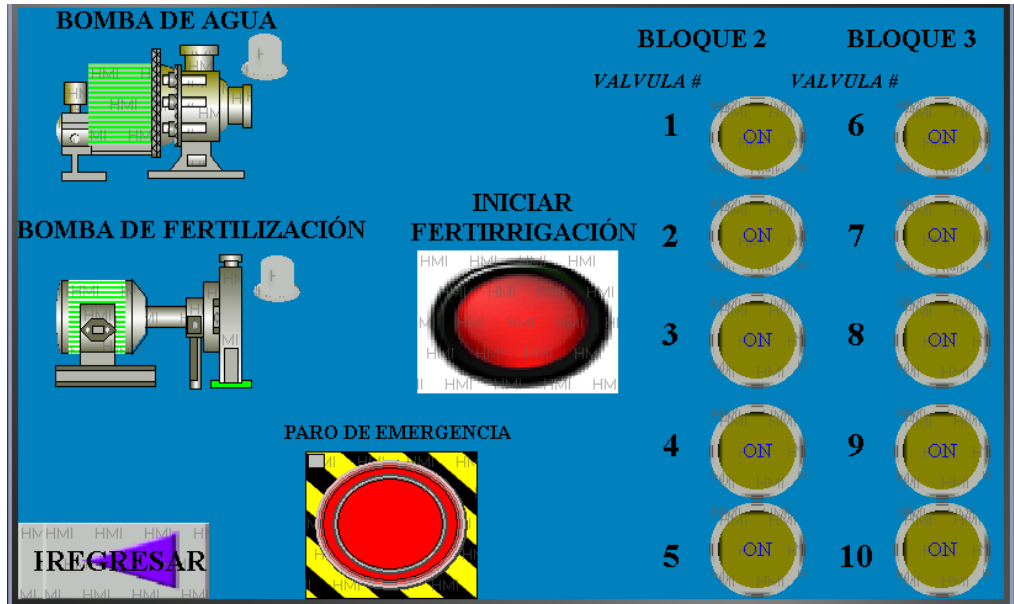
- 5) En la parte inferior de cada pantalla se tiene un botón que dice “REGRESAR” este nos permitirá regresar a la pantalla en donde se tiene las opciones, si se elige la opción de “RIEGO POR GOTEO AUTOMÁTICO” nos dirigirá a la siguiente pantalla.



- 6) En esta pantalla se tiene la opción de riego automático de 15min. por válvula el cual nos permitirá regar las veces deseadas mientras y cuando el sensor del reservorio nos detecte que el nivel del agua este por encima de lo establecido, caso que este sensor este por debajo del nivel no nos dejara usar esta opción y se podrá que regresar al menú de opciones y escoger el riego de forma manual el cual nos permite regar 5 y 10 min por válvula pero sin tener en cuenta el nivel del agua.



- 7) Otra de las funciones que se tiene, es la de la Fertirrigación automática la cual nos permite usarla si los sensores del tanque de fertilización nos detecta que está por encima del nivel necesario para que así funcione esta opción.



- 8) En las pantallas ya mencionadas también se encuentra un botón de paro de emergencia el cual nos servirá para apagar las bombas para alguna emergencia que se presente, para el uso de este botón solo se deberá aplastar una vez hasta que se haiga arreglado el inconveniente que haiga pasado luego se lo aplastara otra vez y seguirá e la función que estaba el sistema

7.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO

En el mantenimiento que corresponde al gabinete de control es necesario y de gran importancia realizar un mantenimiento periódico y adecuado de todos los elementos que conforma el sistema automático de riego por goteo.

A continuación, se detalla los procedimientos necesarios para realizar un manteniendo general.

TABLERO DE CONTROL

No es necesario una inspección minuciosa del mismo, sino más bien después de una jornada de funcionamiento, será necesario deshabilitar los disyuntores de alimentación general del sistema.

TIEMPO-MENSUAL

ACTIVIDADES A REALIZAR

- Verificar los mensajes en la pantalla.
- Verificar los indicadores del tablero funcionen correctamente.
- Verificar las conexiones de la bomba de agua mediante las conexiones de ella y su accionar.

TIEMPO-SEMESTRAL

ACTIVIDADES A REALIZAR

- Comprobar el calibrado del sensor de ozono para el análisis.
- Verificar la continuidad dentro del gabinete.
- Revisar PLC y potencia y sus elementos
- Revisar el cableado y las terminales.

MANTENIMIENTO GENERAL

El mantenimiento general se lo realizará analizando los problemas, las posibles causas sus soluciones destinadas para un correcto funcionamiento.

PROBLEMA

- Los equipos no se encienden

POSIBLES CAUSAS

- No existe alimentación.
- Las terminales se desconectaron.
- Corto circuitos.

SOLUCIÓN

- Verificar continuidad.
- Verificar conexiones.

El mantenimiento que se realizara al proyecto es mantenimiento preventivo el cual se realizara cada 2 meses el cual se encargara de las siguientes funciones que son

- Revisar la señal de los sensores.
- Revisar voltajes en las diferentes cajas de distribución.
- Revisar cables que estén en buen estado.
- Revisar las válvulas que estén funcionando de manera adecuada.
- También se deberá de limpiar las cajas de distribución del polvo que se encuentre en ellas.
- Revisar terminales que estén en buen estado.
- Limpiar sensores para que den una señal exacta.

7.3 FOTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA













7.4 Resultado de plagio Urkund

[Urkund] 5% similarity - willliamc@hotmail.es

 Xavier Rosero
sáb 22/10, 17:44
Usted ↕

Sent from my iPad

Begin forwarded message:

From: "report@analysis.orkund.com" <report@analysis.orkund.com>
To: "Xavier Rosero" <cxrosero@utn.edu.ec>
Subject: [Urkund] 5% similarity - willliamc@hotmail.es

Document sent by: willliamc@hotmail.es
Document received: 10/20/2016 6:02:00 PM
Report generated 10/22/2016 7:16:14 AM by Urkund's system for automatic control.

Student message:

Document : william_correa_Tesis __.pdf [D22554966]

IMPORTANT! The analysis contains 1 warning(s).

About 5% of this document consists of text similar to text found in 60 sources. The largest marking is 96 words long, 100% similar to its primary source.

PLEASE NOTE that the above figures do not automatically mean that there is plagiarism in the document. There may be many reasons as to why parts of a text also appear in other sources. For a reasonable suspicion of academic dishonesty to exist, the analysis, possibly found sources and the original document need to be examined closely.

Click here to open the analysis:
<https://secure.orkund.com/view/22275783-908487-734138>

Click here to download the document:
<https://secure.orkund.com/archive/download/22554966-918735-177197>

7.5 Plano de la superficie de la plantación.

7.6 Ubicación de elementos instalados.

7.7 Plano eléctrico “P.L.C”.

7.8 Diagrama unifilar.