



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **APLICACIÓN DE UN MÓDULO DE COMUNICACIÓN ENLAZADO A UN CONTROLADOR LÓGICO PARA UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO**

**LUIS ANGEL ZAVALA DAVALOS**

Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAGISTER EN SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN  
INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

Agosto 2017

## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

### CERTIFICACIÓN:

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, denominado: “ APLICACIÓN DE UN MÓDULO DE COMUNICACIÓN ENLAZADO A UN CONTROLADOR LÓGICO PARA UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO”, de responsabilidad del señor Luis Ángel Zavala Dávalos, ha sido minuciosamente revisado y se autoriza su presentación.

Ing. Miguel Ángel Duque Vaca; M. Sc.

**PRESIDENTE**

---

Ing. Víctor Manuel Asanza Armijos; M. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. Ricardo Alfredo Cajo Díaz; M. Sc .

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Javier José Gavilanes Carrión; M. Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**Riobamba, Agosto 2017**

## **DERECHOS INTELECTUALES**

Yo, Luis Ángel Zavala Dávalos soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**LUIS ÁNGEL ZAVALA DÁVALOS**

Nº Cédula: 060388953-6

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Luis Ángel Zavala Dávalos, declaro que el presente proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.

---

LUIS ANGEL ZAVALA DÁVALOS

N° Cédula: 060388953-6

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación lo dedico a mis padres, hermanos, mi querida abuelita, y Johanna quienes son el mejor regalo que me ha dado la vida, guiándome con sus sabios consejos y siendo el impulso para salir adelante en mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero de los agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado, y de esta manera contribuir en el progreso de la comunidad aplicando técnicas sofisticadas y pertinentes en el área de la Automatización.

**Luis**

## CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi

### CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Situación Problemática .....	1
1.2.	Formulación del problema .....	2
1.3.	Preguntas Directrices .....	2
1.4.	Justificación de la investigación.....	3
1.5.	Objetivos de la investigación .....	4
1.5.1.	Objetivo general .....	4
1.5.2.	Objetivos específicos .....	4
1.6.	Hipótesis.....	5

### CAPÍTULO II

2.	MARCO DE REFERENCIA .....	6
2.1.	Antecedentes del problema .....	6
2.2.	Bases teóricas.....	7
2.2.1	Telecontrol y Telemetría.....	7
2.2.2	Aplicaciones del Telecontrol de procesos.....	8
2.2.3	Tecnología GSM.....	8
2.2.4	Tecnología GPRS.....	8
2.2.5.	Módulos de Comunicación GSM/GPRS.....	9
2.2.6	Módulo de Comunicación LOGO! CMR2020.....	10
2.2.6.1	Ventajas para el usuario .....	12
2.2.6.2	Funciones .....	13
2.2.6.3	Seguridad .....	15
2.2.6.4	Aplicaciones .....	15
2.2.7.	Automatización de Procesos .....	16
2.2.7.1.	Objetivos de la Automatización.....	16
2.2.7.2	Estructura General de un Sistema Automatizado.....	16
2.2.8.	Controladores Lógicos Programables .....	17
2.2.8.1	Estructura básica .....	18
2.2.8.2	Clasificación .....	20

2.2.8.3	Transferencia del programa.....	21
2.2.8.4	Lenguajes de Programación.....	21
2.2.9	Controlador LOGO! V8.....	23
2.2.9.1	Características.....	23
2.2.9.2	Aplicaciones.....	26
2.2.10.	Visualizador de Textos LOGO TDE.....	26
2.2.10.1.	Características.....	27
2.2.11.	Sensores.....	27
2.2.11.1.	Clasificación de los sensores.....	28
2.2.12.	Actuadores.....	29
2.2.12.1.	Clasificación de los actuadores.....	29
2.2.13	Sistemas de Riego por goteo.....	30
2.2.13.1.	Características de un sistema de riego por goteo.....	30
2.2.13.2.	Componentes de un sistema de riego por goteo.....	31
<b>CAPÍTULO III</b>		
3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.1.	Localización del terreno.....	33
3.2.	Sistema de riego actual.....	35
3.2.1	Reservorio.....	35
3.2.2	Grupo de bombeo.....	36
3.2.3.	Cabezal de la instalación.....	37
3.2.4	Red de tuberías y emisores.....	38
3.2.5	Análisis del sistema de riego actual.....	39
3.3	Diseño del sistema de riego automatizado.....	39
3.3.1	Elementos del sistema automatizado y sus funciones.....	40
3.3.1.1.	LOGO! CMR2020.....	41
3.3.1.2.	Controlador LOGO! V8.....	41
3.3.1.3.	Módulo de expansión DM8 12/24R.....	41
3.3.1.4.	Visualizador de textos LOGO TDE.....	42
3.3.1.5.	Electroválvula.....	42
3.3.1.6.	Bomba eléctrica.....	44
3.3.1.7.	Sensor de humedad.....	44
3.3.1.8.	Sensor de nivel.....	45
3.3.1.9.	Fuente de alimentación.....	45
3.3.1.10.	Interfaz para sensores.....	46

3.3.1.11.	Transformador.....	47
3.3.1.12.	Contactador.....	47
3.3.1.13.	Relé térmico .....	48
3.3.1.14.	Mini relé electromecánico .....	48
3.3.1.15.	Breaker.....	49
3.3.1.16.	Pulsadores y selectores.....	49
3.3.1.17.	Tablero eléctrico .....	50
3.3.2.	Diseño y montaje del tablero de control .....	50
3.3.2.1	Preparación del tablero.....	50
3.3.2.2	Montaje de dispositivos .....	51
3.3.2.3	Cableado del tablero.....	53
3.3.3.	Instalación de sensores y actuadores.....	57
3.3.4.	Configuración del módulo de comunicación CMR2020.....	60
3.3.5.	Programación del controlador LOGO! V8.....	68
3.3.6	Enlace entre el LOGO! CMR2020 y LOGO! V8 .....	76

#### CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	82
4.1.	Validación del sistema automatizado.....	82
4.1.1	Monitoreo de variables .....	82
4.1.2	Sistema de control .....	84
4.2.	Notificaciones automáticas y alarmas .....	86
4.3.	Monitoreo local vía web server.....	88
4.4.	Eficiencia del proceso automatizado.....	89
4.4.1	Ejecución del proceso .....	89
4.4.2	Ahorro hídrico .....	91
4.4.3	Ahorro en gastos de movilización, supervisión y tiempo .....	92

CONCLUSIONES .....	94
--------------------	----

RECOMENDACIONES .....	95
-----------------------	----

#### BIBLIOGRAFÍA

#### ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Tipos de lenguaje de programación.....	21
Tabla 2-2:	Lenguajes basados en la norma IEC 61131.....	22
Tabla 3-2:	Versiones del controlador LOGO! V8.....	25
Tabla 4-2:	Tipos de actuadores .....	29
Tabla 1-4:	Mensajes para consulta de variables y su respuesta .....	83
Tabla 2-4:	Mensajes para ejecutar acciones de control en el sistema .....	85
Tabla 3-4:	Ejecución del proceso automático durante 6 semanas.....	89
Tabla 4-4:	Comparación de tiempos entre el sistema actual y el sistema antiguo .....	92
Tabla 5-4:	Gastos mensuales del proceso manual y del proceso automatizado .....	93

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Módulos de comunicación GSM/GPRS.....	9
Figura 2.2:	Módulo de comunicación LOGO!CMR2020 .....	10
Figura 3-2:	Antena GSM/GPRS para el LOGO! CMR2020.....	10
Figura 4-2:	Antena GPS para el LOGO! CMR2020 .....	11
Figura 5-2:	Conexión típica del LOGO! CMR2020 .....	11
Figura 6-2:	Leds de diagnóstico.....	12
Figura 7-2:	Ranura para tarjeta SIM y micro SD .....	13
Figura 8-2:	Trabajo en conjunto con el controlador LOGO! V8 .....	13
Figura 9-2:	Trabajo en modo stand-alone .....	14
Figura 10-2:	Servidor web integrado .....	14
Figura 11-2:	Estructura general de un sistema automatizado .....	17
Figura 12-2:	Estructura básica de un PLC .....	18
Figura 13.2:	Señal digital .....	19
Figura 14-2:	Señal analógica.....	19
Figura 15-2:	Módulos de comunicación PLCs.....	20
Figura 16-2:	Clasificación de PLCs por su construcción.....	20
Figura 17-2:	Transferencia del programa.....	21
Figura 18-2:	Ejemplos de lenguajes de programación PLCs .....	22
Figura 19-2:	Controlador LOGO! V8 .....	23
Figura 20-2:	Servidor web controlador LOGO! V8.....	24
Figura 21-2:	LOGO!Soft Comfort V8 .....	25
Figura 22-2:	Visualizador de Texto LOGO TDE.....	26
Figura 23-2:	Estructura básica de un sensor .....	27
Figura 24-2:	Clasificación de los sensores.....	28
Figura 25-2:	Sensores y Actuadores .....	30
Figura 26-2:	Estructura básica de un sistema de riego por goteo.....	31
Figura 1-3:	Ubicación del terreno .....	33
Figura 2-3:	Estado actual y distribución del cultivo de moras .....	34
Figura 3-3:	Estado actual y distribución del cultivo de moras .....	34
Figura 4-3:	Reservorio .....	35
Figura 5-3:	Motobomba .....	36
Figura 6-3:	Tubería de aspiración bomba .....	36
Figura 7-3:	Filtro de arena.....	37

Figura 8-3: Filtro de malla .....	37
Figura 9-3: Venturi para fertirrigación.....	37
Figura 10-3: Mangueras de riego conectadas a tubería principal .....	38
Figura 11-3: Gotero de la manguera de riego .....	38
Figura 12-3: Válvulas de paso manuales instaladas en el terreno. ....	39
Figura 13-3: Estructura básica del sistema de riego automatizado .....	40
Figura 14-3: CMR2020 enlazado a LOGO! V8.....	41
Figura 15-3: Módulo de expansión DM8 12/24R.....	42
Figura 16-3: Teclas de función del LOGO TDE.....	42
Figura 17-3: Electroválvula.....	43
Figura 18-3: Caja válvula.....	43
Figura 19-3: Bomba eléctrica.....	44
Figura 20-3: Sensor de humedad de suelo .....	44
Figura 21-3: Sensor de nivel tipo flotador .....	45
Figura 22-3: Fuente de alimentación.....	46
Figura 23-3: Interfaz para sensores .....	46
Figura 24-3: Configuración de transistores en interfaz .....	47
Figura 25-3: Transformador.....	47
Figura 26-3: Conexión contactor - térmico .....	48
Figura 27-3: Mini relé electromecánico .....	49
Figura 28-3: Breakers.....	49
Figura 29-3: Pulsadores y selectores.....	50
Figura 30-3: Tablero eléctrico.....	50
Figura 31-3: Preparación del tablero para instalación.....	51
Figura 32-3: Montaje de dispositivos.....	52
Figura 33-3: Montaje de dispositivos.....	52
Figura 34-3: Conexión de sensores al controlador LOGO! V8.....	53
Figura 35-3: Conexión de actuadores al controlador LOGO! V8 .....	54
Figura 36-3: Conexión del módulo de comunicación LOGO! CMR 2020.....	55
Figura 37-3: Conexión Ethernet entre dispositivos.....	55
Figura 38-3: Tablero de control cableado .....	56
Figura 39-3: Tablero de control cableado .....	56
Figura 40-3: Instalación de tablero de control .....	57
Figura 41-3: Instalación de sensores de humedad.....	58
Figura 42-3: Instalación de sensor de nivel.....	58

Figura 43-3: Instalación de las electroválvulas .....	59
Figura 44-3: Instalación de la antena GSM/GPRS.....	59
Figura 45-3: Inserción de la tarjeta SIM .....	60
Figura 46-3: Página inicial sin previa configuración del módulo .....	60
Figura 47-3: Página del sistema .....	61
Figura 48-3: Buffer de diagnóstico .....	61
Figura 49-3: Activación SMS de error.....	62
Figura 50-3: Cargar o guardar configuración.....	62
Figura 51-3: Información del firmware.....	62
Figura 52-3: Herramientas de mantenimiento.....	63
Figura 53-3: Configuración de la red LAN.....	63
Figura 54-3: Resumen de la red WAN sin configuración previa .....	63
Figura 55-3: Número de centro de mensajes.....	64
Figura 56-3: APN y nombre de usuario .....	64
Figura 57-3: Configuración de la red móvil inalámbrica .....	64
Figura 58-3: Intensidad de la señal de la antena .....	65
Figura 59-3: Activación de recepción de SMS para el telecontrol.....	65
Figura 60-3: Resumen de la red WAN configurada.....	65
Figura 61-3: Ingreso de usuarios.....	66
Figura 62-3: Creación de grupos.....	67
Figura 63-3: Página inicial con un resumen de las configuraciones realizadas .....	67
Figura 64-3: Selección de los dispositivos.....	69
Figura 65-3: Red Ethernet entre Controlador, TDE y PC .....	69
Figura 66-3: Asignación de nombres a entradas y salidas del controlador.....	70
Figura 67-3: Programación del control manual-local .....	70
Figura 68-3: Programación del control manual-remoto .....	71
Figura 69-3: Programación del control automático.....	71
Figura 70-3: Configuración del reloj semanal.....	72
Figura 71-3: Programación del visualizador de texto LOGO! TDE .....	73
Figura 72-3: Pantallas de visualización para el usuario .....	73
Figura 73-3: Seguridad para el accionamiento de la bomba eléctrica .....	74
Figura 74-3: Simulación del programa .....	74
Figura 75-3: Descarga del programa al controlador.....	75
Figura 76-3: Descarga del programa al controlador.....	75
Figura 77-3: Resumen de las variables definidas por defecto y su estado .....	76

Figura 78-3: Ingreso de la dirección ip del controlador .....	76
Figura 79-3: Definición de los mensajes de texto a enviar .....	77
Figura 80-3: Definición de las señales .....	77
Figura 81-3: Configuración de los eventos .....	78
Figura 82-3: Configuración de las acciones.....	79
Figura 83-3: Asignación de eventos con su respectiva acción.....	80
Figura 84-3: Almacenamiento de la configuración realizada .....	80
Figura 85-3: Resumen de las variables definidas para el proceso de riego.....	81
Figura 1-4: Monitoreo de variables mediante LOGO TDE .....	82
Figura 2-4: Monitoreo remoto de variables .....	83
Figura 3-4: Control manual-local del proceso.....	84
Figura 4-4: Control remoto vía GSM.....	85
Figura 5-4: Notificación inicio y fin riego automático .....	85
Figura 6-4: Alerta de nivel bajo y sobrecarga .....	86
Figura 7-4: Notificación de conexión y desconexión.....	86
Figura 8-4: Consulta y modificación del estado del LOGO! V8 .....	87
Figura 9-4: Consulta saldo de SIM .....	87
Figura 10-4: Información del controlador.....	88
Figura 11-4: Monitoreo local vía web server.....	88
Figura 12-4: Configuración del bloque de registro de datos .....	90
Figura 13-4: Datos almacenados por el controlador .....	91
Figura 14-4: Diagrama de estados de sensores de humedad y electroválvulas.....	91

## **RESUMEN**

El objetivo fue aplicar un módulo de comunicación enlazado a un controlador lógico para el telecontrol del riego en un cultivo y la optimización de los recursos invertidos en el proceso. El enlace con la red GSM/GPRS permitió monitorear y controlar el riego de un cultivo de moras a través de mensajes de texto. La combinación del módulo LOGO CMR2020 y el controlador LOGO V8 ofrece un telecontrol económico, pero con la confiabilidad demandada. Se mostró las ventajas de estos dispositivos sobre otros existentes, pero que tienen desventajas referentes a costos, robustez, confiabilidad, fácil configuración entre otros. Se instaló sensores y actuadores eléctricos con el objetivo dinamizar el riego del cultivo. El usuario también puede monitorear y controlar localmente el proceso mediante el tablero de control instalado. Se concluye que la automatización cumplió requerimientos solicitados por el usuario los cuales fueron tener ahorro del recurso hídrico, ahorro económico y de tiempo, además de la escalabilidad del sistema permitirá a futuro añadir nuevas tareas automatizadas aportando así al cambio de la matriz productiva. Así mismo se recomienda realizar un mantenimiento preventivo a la instalación y difundir esta innovación a otros productores agrícolas para que se extienda a otras zonas.

### **PALABRAS CLAVE:**

<TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <CONTROL AUTOMÁTICO>, <MÓDULO DE COMUNICACIÓN>, <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)>, < TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN (GSM - GPRS)>, <TELECONTROL>, <CONFIABILIDAD>, <AHORRO ECONÓMICO>.

## **SUMMARY**

The objective was to apply a communication module linked to a logical controller for the telecontrol of irrigation in a crop and the optimization of the resources invested in the process. The link with the GSM/GPRS network allowed to monitor and control the irrigation of a blackberry cultivation through a text message. The combination of the LOGO CMR2020 module and the LOGO V8 controller offers an economical remote, but with reliability required. It showed the advantages of these devices over existing ones, but they have disadvantages regarding costs, robustness, reliability, easy configuration among others. Electronic sensors and actuators were installed with the aim of boosting the irrigation of the crop. The user can also monitor and control the process locally through the control panel installed. It is concluded that the automation achieved the requirements asked by the user which were to save water resources, economic and time savings, besides the scalability of the system will allow to add new automated tasks in the future. Thus, it will contribute to the change of the productive matrix. Also it is recommended to carry out a preventive maintenance to the installation and to spread this innovation to other agricultural producers so that it extends to other zones.

## **KEY WORDS:**

<ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY>, <AUTOMATIC CONTROL>, <COMMUNICATION MODULE>, <PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)>, <COMMUNICATION TECHNOLOGY (GSM - GPRS)>, <TELECONTROL>, <REALIBILITY>, <ECONOMICAL SAVING>.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Situación Problemática

La ubicación apartada de varios cultivos agrícolas suele ser uno de los grandes problemas para las personas a cargo de los mismo, ya que en muchos casos es imposible una supervisión y control a toda hora del día, debido a que su disponibilidad de tiempo, movilidad u otros factores no se los permite; por lo que se hace evidente la necesidad de un método que les permita monitorear o ejecutar acciones a distancia sobre el sistema sin la necesidad de estar presentes en el sitio.

Hoy en día se cuenta con una diversidad de dispositivos que le permiten a los procesos automatizados ser controlados remotamente mediante la red de telefonía móvil GSM/GPRS, pero vale mencionar que muchos de estos dispositivos no cuentan con la robustez, confiabilidad, fácil configuración, precios accesibles y otros aspectos deseados por las personas encargadas del proceso.

Así mismo la escasa presencia de sistemas automatizados en el sector agrícola, como es el caso del riego de cultivos que a menudo es un proceso que deja mucho que desear, debido a que su mala administración genera desperdicio del agua y por ende decaimiento en la producción así como pérdidas económicas en la zona.

En el ámbito serrano, el 95% de las comunidades aproximadamente, utilizan el método de riego por inundación; sin embargo, es evidente que debido a la escasez de agua, las demandas de riego presurizado (aspersión y goteo) está creciendo poco a poco como un método alternativo para mejorar la eficiencia y ahorro del recurso hídrico, entre otros beneficios. (Subsecretaría de Riego y Drenaje, 2016)

El riego de un cultivo es una parte fundamental en la agricultura por lo que se debe tener en consideración mejoras continuas que permitan obtener un producto competitivo en el mercado y de esta manera mayores ingresos económicos en la región.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son los beneficios al aplicar el módulo de comunicación LOGO! CMR2020 para monitorear y controlar remotamente el proceso de riego del cultivo?

Los principales beneficios que presenta son la reducción de gastos de movilización y tiempo en el cultivo, ya que el riego puede ser monitoreado y controlado a distancia, otro beneficio es que el dispositivo al trabajar en conjunto con el controlador LOGO V8 se disminuye el consumo de agua, dando mayor eficiencia al proceso.

## **1.3. Preguntas Directrices**

¿Qué facilidades y prestaciones ofrece el módulo de comunicación LOGO! CMR2020 en comparación a otros dispositivos destinados para el mismo fin?

Su diseño robusto para trabajos en ambientes industriales brinda confiabilidad al proceso, fácil configuración y puesta en marcha para el usuario, precio accesible en el mercado para la implementación de un sistema de telecontrol.

¿Cómo se enlaza el controlador lógico LOGO V8 a la red de telefonía móvil GSM?

Mediante la utilización de la interfaz Ethernet el controlador LOGO V8 puede comunicarse el módulo de comunicación LOGO! CMR2020 el cuál sirve como una puerta de enlace a la red de telefonía móvil GSM.

¿Con qué dispositivos se automatiza un proceso de riego por goteo en un cultivo de moras?

Entre los principales dispositivos se puede mencionar controlador programable, sensores, actuadores eléctricos, interfaces con el usuario, fuentes de alimentación y protecciones del sistema

¿Qué tipo de problemas se tenía con el proceso de riego anteriormente utilizado en el cultivo?

Entre los principales problemas se pueden mencionar: gastos de movilización, desperdicio de agua al tratarse de un proceso empírico, pagos a terceras personas para la ejecución y supervisión de las acciones del proceso y finalmente la inversión de tiempo.

#### **1.4. Justificación de la investigación**

La aplicación del módulo de comunicación LOGO! CMR2020 en conjunto con el controlador LOGO! V8, brinda la posibilidad de un sistema de telecontrol económico pero a la vez robusto, confiable y escalable para monitorear y controlar remotamente el riego del cultivo a la persona que se encuentra a cargo a través de mensajes de texto; permitiéndole de esta manera estar pendiente todo el tiempo y por ende si existe alguna exigencia se podrá actuar inmediatamente sobre el proceso en el caso de que lo requiera, reduciendo así gastos de movilidad y tiempo.

Así mismo el objetivo 10 del Plan Nacional del Buen Vivir, en el que se menciona “Impulsar la transformación de la matriz productiva” tiene como punto fundamental incrementar la cobertura y el acceso equitativo al riego e impulsar la cogestión de los sistemas de irrigación, aprovechando las formas organizativas y saberes locales, para garantizar la soberanía alimentaria. (SENPLADES, 2013)

La transformación de la matriz productiva señala ampliar y mejorar la provisión, acceso, calidad y eficiencia de los servicios públicos de agua potable, riego y drenaje, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, gas natural y el servicio postal. (SENPLADES, 2013)

Además ante la evidente situación global del agua, es necesario ejecutar nuevos procesos tecnificados en los sistemas de riego para poder darles una mayor eficiencia, evitando así el desperdicio del recurso hídrico que puede ser utilizado en otras áreas de producción agrícola.

Bajo este contexto el presente proyecto contribuye con el mejoramiento del sistema de riego en un cultivo de moras en la ciudad de Riobamba, mediante la aplicación de la automatización de procesos, utilizando dispositivos que ofrecen confiabilidad y robustez al sistema a precios accesibles para la comunidad.

## **1.5. Objetivos de la Investigación**

### **1.5.1. Objetivo general**

Aplicar un módulo de comunicación enlazado a un controlador lógico para el telecontrol del riego en un cultivo y la optimización de los recursos invertidos en el proceso.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Configurar el módulo de comunicación LOGO! CMR2020 por medio de la red Ethernet y su interfaz web (WBM) para el monitoreo y control remoto del cultivo mediante la red GSM/GPRS.
- Programar el controlador lógico LOGO V8 y su visualizador de texto LOGO TDE a través del software LOGO!Soft Comfort V8.0 para la supervisión y control de las variables del sistema.
- Diseñar un sistema de riego automatizado de tal manera que permita al operario realizar un control de manera remota o local dependiendo de las necesidades del cultivo.
- Implementar un tablero eléctrico con un controlador lógico y otros elementos de control para el procesamiento de las señales de entrada y comandar las salidas del proceso.
- Controlar el bombeo, apertura y cierre de las electroválvulas en cada sector por medio del controlador para que el cultivo de moras se mantenga con un nivel de humedad correcto.
- Adquirir las señales de humedad de suelo a través de sensores para enviarlas al controlador, procesar y ejecutar las acciones de control necesarias.
- Implementar un sistema de monitoreo local a través de una red WIFI y el servidor web integrado en el controlador LOGO! V8.

## **1.6. Hipótesis**

El control y monitoreo remoto de procesos agrícolas a través de la tecnología móvil con dispositivos que presentan características de robustez, confiabilidad, fácil configuración y precios accesibles al usuario, es una opción pertinente que permite a las personas encargadas del riego de cultivos intervenir inmediatamente en estos. Así mismo la automatización permite dinamizar el proceso a diferencia del sistema manual instalado anteriormente, brindándole al usuario varios beneficios como son: optimización del recurso hídrico, reducción en gastos de movilización e inversión de tiempo para la ejecución y supervisión del proceso.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO DE REFERENCIA

#### 2.1. Antecedentes del Problema

Del estudio realizado en la Escuela Politécnica Salesiana por Vazconez J. y Chamba F. previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónica con mención en Sistemas Industriales, se pone en evidencia la aplicación de tecnología GSM para el monitoreo de un sistema de riego para el sector Balerio Estacio cercano a la ciudad de Guayaquil. El establecimiento del proceso de monitoreo y control remoto se lo realizó a través de un módem GSM, además de un microcontrolador como elemento central de procesamiento para los sensores y actuadores del sistema.

Así mismo la investigación presentada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por García E. previo a la obtención del título de Magister en Sistemas de Control y Automatización Industrial como aporte a la Asociación de Fruticultores de Ambato ASOFRUT en la que se implementa un sistema automático de riego de las plantaciones, teniendo como elemento de procesamiento de las señales de entrada y salida, un equipo de mayor robustez como es el controlador lógico programable S7-1200. Además como puerta de salida a la red GSM para el monitoreo y control remoto un módulo SIM900 que trabaja en conjunto con una placa arduino y un módulo de relés.

El prototipo de un sistema de monitoreo agrícola de la autoría de Sanchez J. en la Universidad Técnica se Ambato previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, también muestra la aplicación del módulo SIM900 para el establecimiento del enlace de las tarjetas arduino encargadas de la recolección de las variables del sistema, a la red de telefonía móvil GSM.

Otra destacable implementación es la realizada por parte de Silva A. en su proyecto de titulación previo a la obtención del título de Magister en Sistemas de Control y Automatización Industrial, para el monitoreo y control a través de la red GSM/GPRS del reservorio 66 del sistema de riego Chambo-Guano en la provincia de Chimborazo en la cual se puede evidenciar una

implementación con equipos que presentan mejores características para trabajo en entornos industriales, como es el caso de un controlador lógico programable S7-1200 y el módulo de comunicación industrial CP1242-7 el cual permite integración del PLC a la red GSM.

Como se puede apreciar existe una variedad de dispositivos que dan la posibilidad de supervisar y controlar remotamente procesos agrícolas automatizados, pero vale mencionar que algunos de estos equipos cuentan con ventajas y desventajas al referirse a ciertas características para trabajo en sistemas automatizados.

Por ejemplo uno de los más comunes inconvenientes que presentan algunos dispositivos es que su funcionamiento se ve afectado después de una pérdida del suministro eléctrico, o también al trabajar en la misma zona que motores eléctricos u otros actuadores que consumen elevados valores de corriente. Otros dispositivos en cambio carecen de una fácil configuración y puesta en marcha ya que se necesitan altos conocimientos de programación para esto. Y finalmente el precio del dispositivo al momento de adquirirlo.

El mercado tecnológico actual ha presentado nuevas propuestas en cuanto a dispositivos para el telecontrol de procesos automatizados mediante la red móvil GSM en el área agrícola, entre estos se puede destacar los módulos de comunicación industrial LOGO! CMR2020 que integran varias características demandadas en el sector a un precio accesible para el usuario, y trabajando en conjunto con el controlador lógico programable LOGO V8 se puede obtener un sistema confiable y robusto para suplir algunas necesidades de los sectores primarios como es el caso del riego agrícola a una inversión razonable para el mejoramiento de sus procesos.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. *Telecontrol y Telemetría***

Los conceptos de telecontrol y telemetría básicamente resaltan el proceso de medición y control de variables físicas de un entorno de manera remota. Cuando no es posible la interconexión de conductores eléctricos, la información se la puede transmitir por radio. Los primeros avances dentro de estos campos se dieron durante la Segunda Guerra Mundial debido a las necesidades de poder realizar pruebas en aviones y misiles. (Doebelin, 2004)

### **2.2.2.      *Aplicaciones del Telecontrol de procesos***

El telecontrol brinda la facilidad al usuario de monitorear y ejecutar acciones a grandes distancias en un proceso, debido a que por su ubicación es imposible que el usuario permanezca en el lugar constantemente para la supervisión del mismo. Las principales razones por las que los operarios no pueden estar en el sitio de desarrollo del proceso son principalmente movilización, tiempo y en muchos casos situaciones climáticas.

Entre las principales aplicaciones del telecontrol se puede mencionar la vigilancia en instalaciones domiciliarias y comerciales, control de estaciones de bombeo, sistemas de riego, maquinaria industrial, sistemas de alarmas, etc. El sistema genera notificaciones que puede ser mediante un mensaje a la persona encargada, cuando el proceso requiera ser intervenido o simplemente responderá al usuario cuando se necesite consultar el estado de alguna variable. (MAQUINARIAPRO, 2014)

### **2.2.3.      *Tecnología GSM***

La tecnología GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles) permite una transmisión digital de información de voz y datos entre teléfonos móviles. Esta red dependiendo de su ubicación utiliza en su mayoría bandas de frecuencias de 850, 900, 1800 y 1900 MHz.

La velocidad de transmisión de datos en la red GSM es de hasta 9.6 Kbps permitiendo el servicio de mensajería corta (SMS). Otro aporte es el roaming internacional que permite al usuario el uso de su teléfono celular en otros países donde también exista la red GSM. (Celular, 2007)

Uno de los grandes desarrollos en la tecnología GSM fue la aparición de la tarjeta SIM, la cual brinda la opción al usuario el cambio de teléfono móvil; es decir la línea telefónica está asociada a la tarjeta SIM. Para realizar el cambio de un celular basta con trasladar la tarjeta SIM del dispositivo antiguo al nuevo, independizando de esta manera la línea del usuario. (Velasco, 2013)

### **2.2.4.      *Tecnología GPRS***

La tecnología GPRS (Sistema General de Paquetes vía Radio) fue desarrollada en el Instituto de Telecomunicaciones Standars Europeo, la cual permite una comunicación por medio de paquetes de datos a través de la red GSM de manera rápida, alcanzando velocidades de transferencia de 56 a 114 Kbps. Fue diseñado con el fin de usar internet y sus servicios en celulares. (Celular, 2007)

El servicio prestado por la red GPRS es cobrado en función de su información transmitida y no por el tiempo que dura la conexión como sucede en la telefonía móvil GSM. (Carrodegua, 2010)

La reducción de costos fue evidente al momento de implementar una red GPRS debido a que utiliza a la misma red GSM como medio de comunicación.

### 2.2.5. Módulos de Comunicación GSM/GPRS

La necesidad de monitorear y controlar procesos remotamente ha dado surgimiento a nuevos dispositivos que permiten realizar una interacción a distancia entre usuario y el proceso a través de la red de tecnología móvil GSM/GPRS.

El diseño de estos módulos de comunicación tiene la finalidad de permitirles que realicen el mismo trabajo que realiza un teléfono celular en lo que respecta a recepción y envío de mensajes de texto, llamadas de voz, conexión a internet, entre otras funciones específicas.

En cuanto a características técnicas, estos dispositivos difieren unos de otros. Por ejemplo características eléctricas, robustez para trabajo en campo, configuración y puesta en marcha, confiabilidad en la transmisión y recepción de datos, costos de adquisición.

En la figura 1-2 se muestra algunos módulos de comunicación que se pueden encontrar en el mercado tecnológico actual, cada uno de estos puede diferir en las características mencionadas anteriormente.



Figura 1-2 Módulos de comunicación GSM/GPRS  
Fuente: (Siemens, Módulo lógico LOGO, 2015)

La selección de cada uno de estos módulos de comunicación GSM/GPRS va de acuerdo a las necesidades de la aplicación o del proceso, con la finalidad de brindar las mejores prestaciones posibles.

### 2.2.6. Módulos de Comunicación LOGO! CMR200

El módulo de comunicación LOGO! CMR200 (Communication Module Radio) trabajando en conjunto con el controlador lógico LOGO! V8 permiten al usuario la posibilidad de tener un sistema de telecontrol económico para supervisar y controlar procesos automatizados a través de mensajes de texto enviados por la red de telefonía móvil GSM/GPRS. El módulo puede enviar y recibir SMS a números telefónicos predefinidos en función de eventos que se generen en el proceso.



Figura 2-2 Módulo de comunicación LOGO! CMR200  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para establecer el enlace con la red GSM/GPRS el módulo cuenta con su respectiva antena, la cual ha sido diseñada para trabajar a la intemperie. Para conectar la antena, el CMR200 dispone de un conector hembra del tipo SMA.



Figura 3-2 Antena GSM/GPRS para el LOGO! CMR200  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Adicional a esto el LOGO! CMR2020 cuenta con otro conector SMA para conexión de una antena GPS puede determinar su posición actual.



Figura 4-2 Antena GPS para el LOGO! CMR2020  
Fuente: (SIEMENS, Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020, 2015)

En la figura 5-2 se puede observar la conexión típica del módulo de comunicación LOGO! CMR2020

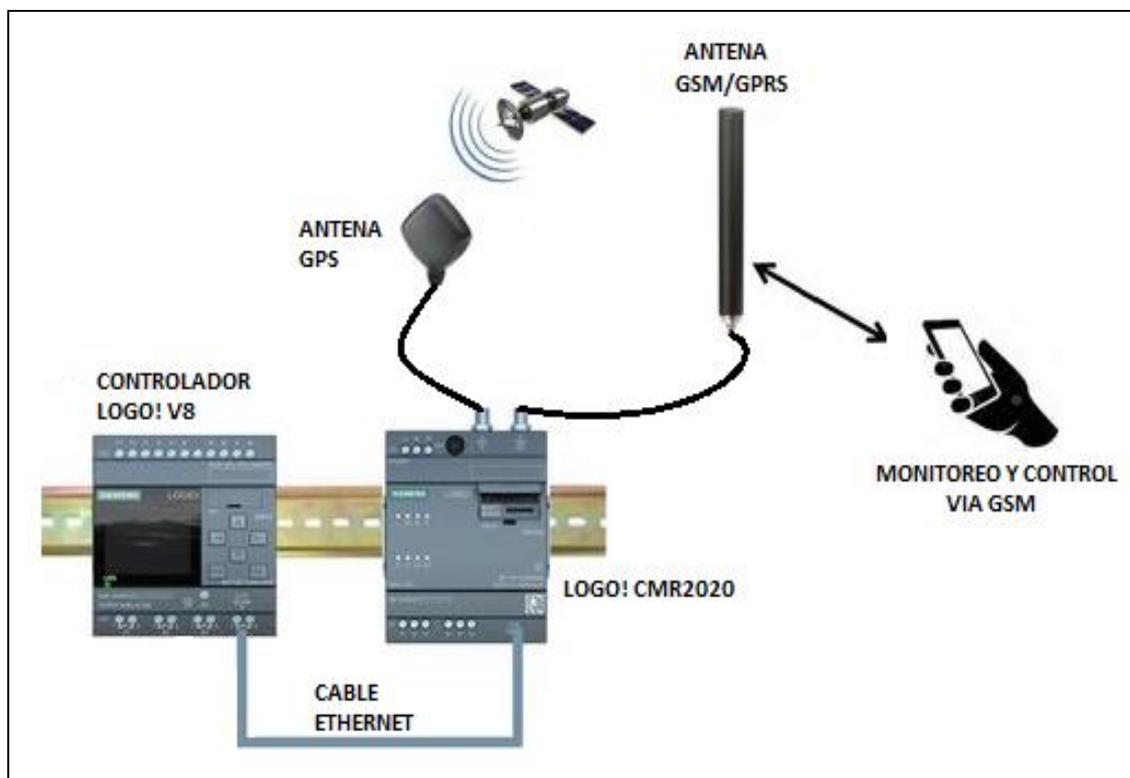


Figura 5-2 Conexión típica del LOGO! CMR2020  
Fuente: (SIEMENS, Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020, 2015)

### 2.2.6.1. Ventajas para el usuario

Entre las principales ventajas para el usuario que presenta el módulo de comunicación LOGO! CMR2020 se puede mencionar:

- Telecontrol económico mediante mensajes de texto para supervisar y controlar un proceso automatizado con un controlador LOGO! V8.
- Carcasa de plástico robusta para ambientes industriales.
- Configuración sencilla, sin necesidad de tener conocimientos especiales de radioenlaces.
- Reconexión automática a la red de telefonía ante cortes del suministro eléctrico
- Envío de mensajes en el caso de fallos del módulo o desconexión del controlador LOGO V8.
- Sincronización de plantas con la hora universal coordinada UTC
- Su antena puede ser instalada a la intemperie para una mejor recepción de la señal telefónica.
- No es necesario adquirir un software para su configuración, ya que tiene un servidor web incorporado.
- Ranura para tarjeta micro SD para el almacenamiento del histórico de eventos ocurridos en el dispositivo, igualmente para cargar o respaldar su configuración.
- Incluye 2 entradas y 2 salidas digitales.
- Posee leds de diagnóstico para la intensidad de la señal de telefonía, errores, estado de la conexión Ethernet y de los canales de entradas/salidas. (figura 6-2)
- El módulo puede ser reiniciado o vuelto a su configuración de fábrica mediante su botón de servicio SET
- Montaje rápido sobre rieles estándar.
- Fácil ingreso y extracción de las tarjetas SIM y micro SD (figura 7-2)
- Costos de operación bajos. (SIEMENS, Industry Online Support, 2015)



Figura 6-2 Leds de diagnóstico

Fuente: (SIEMENS, Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020, 2015)



Figura 7-2 Ranuras para tarjeta SIM y micro SD  
Fuente: (SIEMENS, Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020, 2015)

### 2.2.6.2. Funciones

- Lectura y escritura de variables del controlador LOGO! V8 a través de la comunicación s7 sobre el estándar Ethernet. (figura 8-2)
- Supervisión a través de alertas vía mensajes de texto.
- Control vía mensajes de texto.
- Sincronización de la hora a través de señal GPS, proveedor de la telefonía móvil o un servidor NTP. Se puede compartir esta hora al controlador LOGO! V8.
- Puede trabajar de manera autónoma (modo stand-alone) gracias a su periferia integrada.(figura 9-2)
- Posee un servidor web integrado (figura 10-2) para su configuración, al cual se ingresa por un navegador web. (SIEMENS, Industry Online Support, 2015)

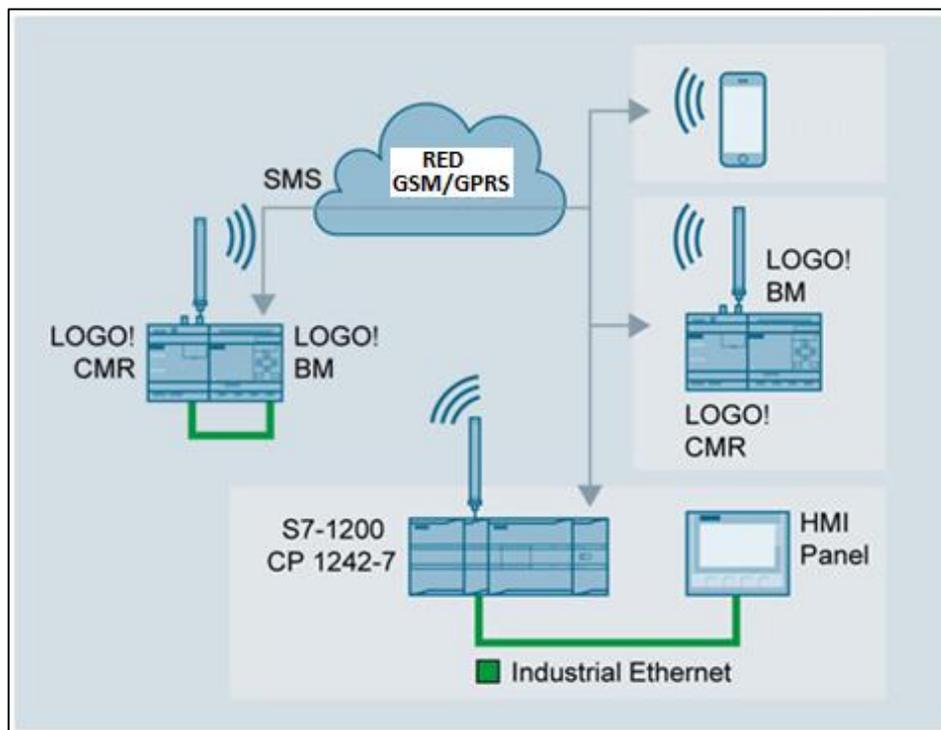


Figura 8-2 Trabajo en conjunto con el controlador LOGO! V8  
Fuente: (SIEMENS, Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020, 2015)

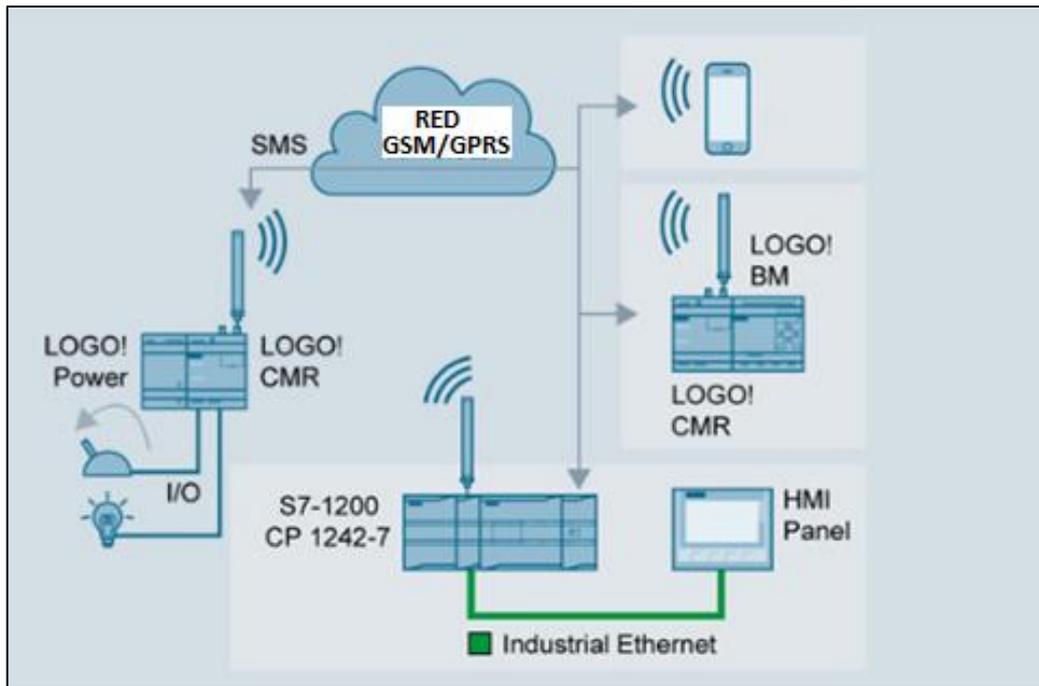


Figura 9-2 Trabajo en modo stand-alone  
 Fuente: (SIEMENS, Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020, 2015)

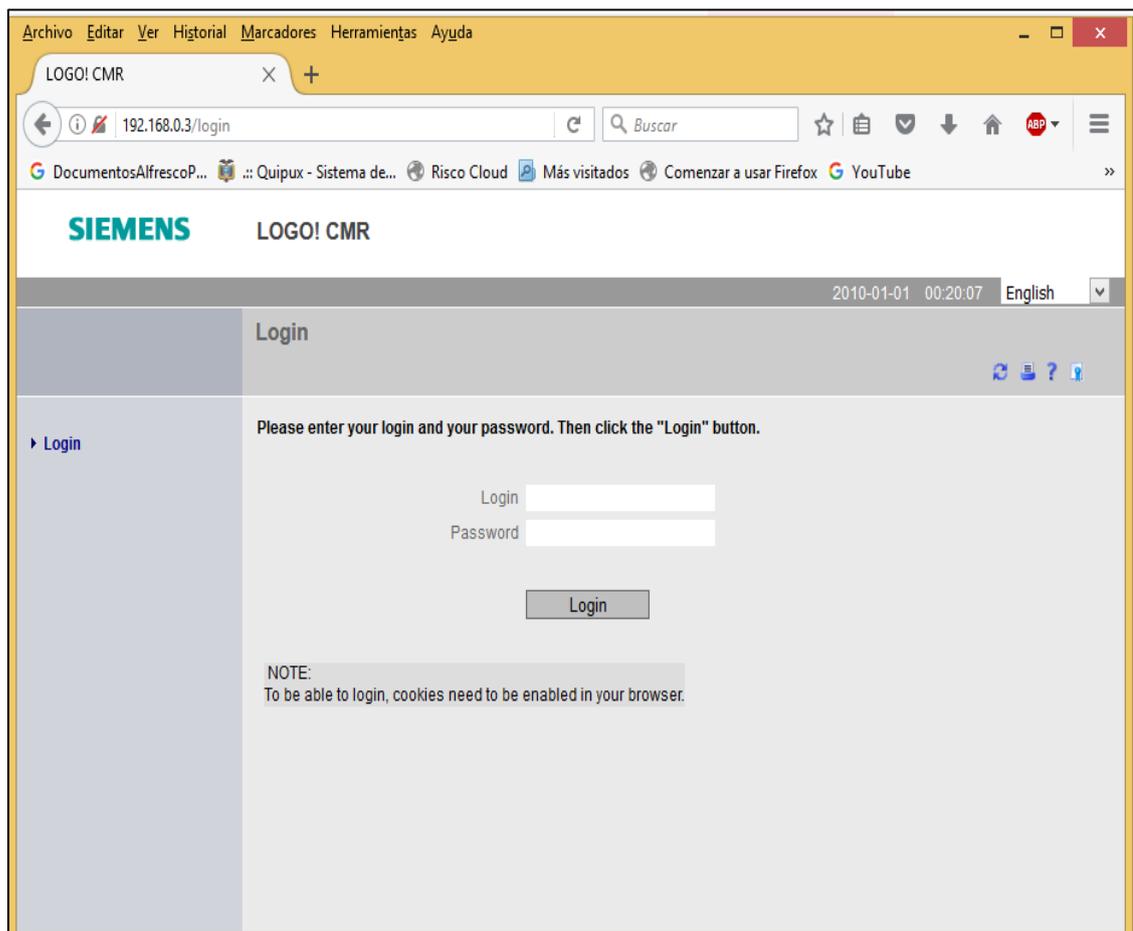


Figura 10-2 Servidor web integrado  
 Fuente: ZAVALA, luis 2017

### **2.2.6.3.** *Seguridad*

- Permite ingresar hasta 20 números telefónicos, que serán los únicos que tengan acceso al telecontrol del proceso.
- El mensaje de texto enviado desde el teléfono del usuario hacia el LOGO! CMR2020 para el control del proceso es protegido mediante contraseña.
- Para la configuración del dispositivo, el acceso al servidor web integrado es protegido mediante un nombre de usuario y contraseña. (SIEMENS, Industry Online Support, 2015)

### **2.2.6.4.** *Aplicaciones*

El LOGO! CMR2020 es un módulo de comunicación bastante versátil que puede ser utilizado en diversas aplicaciones que van desde entornos domésticos hasta industriales.

Aplicaciones industriales:

- Monitoreo y control remoto de procesos controladas por LOGO! V8, por ejemplo plantas de aire acondicionado, sistemas de riego e invernaderos, sistemas de aguas residuales, procesamiento de alimentos, control de puertas, bombeo hidráulico, controles sencillos de presión, nivel y temperatura.
- Telecontrol de HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) en edificios.
- Posicionamiento para logística, por ejemplo para transportes y contenedores. (SIEMENS, Industry Online Support, 2015)

Aplicaciones domiciliarias:

- Iluminación de escaleras
- Iluminación de exteriores
- Enrollado de persianas
- Telecontrol de HVAC (SIEMENS, Industry Online Support, 2015)

Para mayor información acerca de las características técnicas del módulo de comunicación LOGO! CMR2020 se puede dirigir al anexo A.

### **2.2.7.      *Automatización de Procesos.***

La Automatización de procesos se ha convertido en el principal objetivo de una empresa que busca una mayor competitividad en el mercado. La Automatización radica en la incorporación de una amplia gama de dispositivos y elementos tecnológicos en el proceso, para asegurar su correcto control y comportamiento. La inclusión de esta tecnología tiene como finalidad reaccionar ante situaciones previstas en el proceso o también ante situaciones anómalas que pueden afectar en la producción. (García, 2000)

#### **2.2.7.1.      *Objetivos de la Automatización***

Entre los principales objetivos que tiene la Automatización de procesos se puede mencionar:

- Mejoramiento en la calidad del producto final.
- Reducir de costos y tiempos en la producción.
- Incrementar la seguridad del personal que interviene en el proceso, suprimiendo trabajos de alto riesgo que en el pasado se realizaban de forma manual.
- Aportar con sistemas en los que el operador pueda monitorear, comprender y controlar el proceso de forma adecuada.
- Mejorar la disponibilidad del producto, para de esta manera proveer una mayor cantidad en los tiempos precisos.
- Actuar sobre el proceso de forma dinámica ante una eventualidad esperada o inesperada.
- Llevar a cabo la integración de los niveles de gestión y producción.

#### **2.2.7.2.      *Estructura General de un Sistema Automatizado.***

Como se muestra en la figura 11-2, la estructura general de un sistema automatizado está compuesto por un suministro de energía el cual se encarga de dar la alimentación respectiva a cada uno de los componentes eléctricos y electrónicos.

La máquina que se encarga de receptor la materia prima o producto inicial y por medio de su accionamiento obtener un producto procesado.

El controlador tiene la tarea de recolectar la información del proceso a través de sensores, procesar dicha información y dar la orden para el accionamiento de los actuadores.

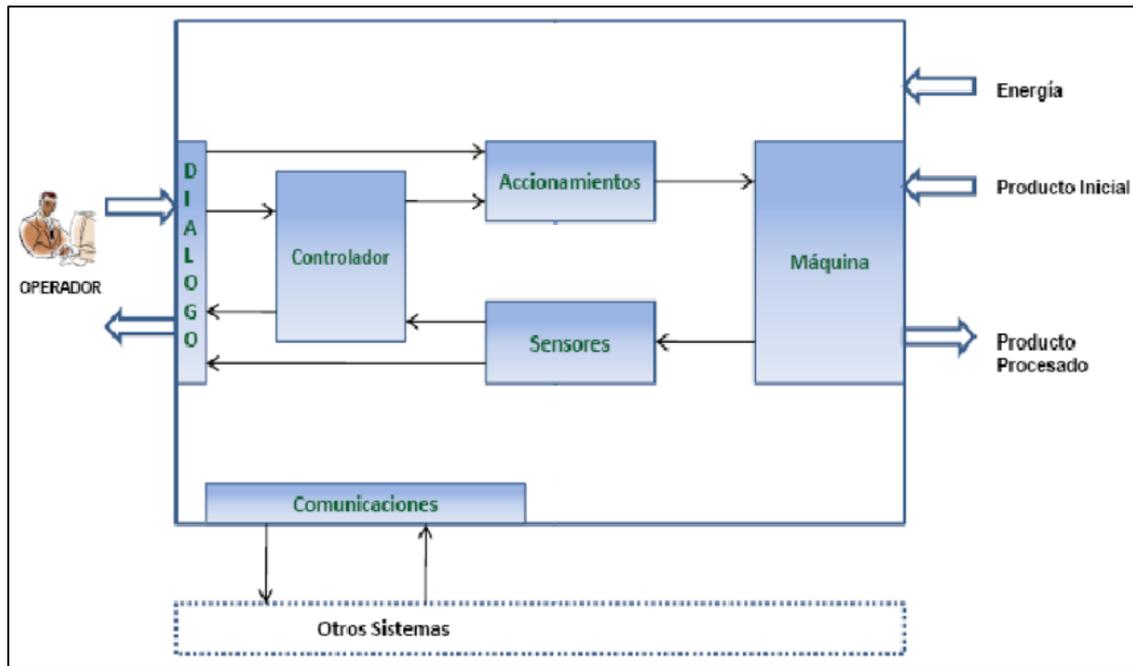


Figura 11-2 Estructura General de un Sistema Automatizado

Fuente: (Gonzalez, 2010)

Así mismo el controlador podrá enlazarse con una interfaz hombre-máquina (HMI) para que el operador pueda interactuar con el proceso. Finalmente, en el caso de que el proceso desee expandirse, comunicarse con otros procesos, o ser controlado remotamente, se presentará la necesidad de introducir una red de comunicación.

### 2.2.8. Controladores Lógicos Programables.

Un controlador lógico programable (PLC) es un dispositivo electrónico que contiene una memoria programable en donde se puede almacenar varias instrucciones para realizar procesos lógicos, secuenciales, aritméticos, de conteo, temporizados, entre otras funciones específicas, con la finalidad de controlar una máquina dentro de un proceso. Son ampliamente utilizados en la automatización de procesos y en ambientes industriales donde decisiones y acciones deberán ser tomadas de manera rápida, para responder en tiempo real. (Moreno, 2014)

Entre las principales prestaciones que ofrece un controlador lógico programable están:

- Reducción de espacio en los tableros de control ya que se reemplazan a los antiguos sistemas cableados.
- Escalabilidad del proceso.
- Robustez y confiabilidad.

- Flexibilidad y adaptabilidad, ya que algún cambio en las operaciones de mando simplemente basta con la reprogramación del controlador.
- Fácil mantenimiento.
- Herramientas para diagnóstico.
- Tiempos de puesta en marcha cortos
- Modificaciones de su programación sin necesidad de para el proceso, gracias a su modo online

### 2.2.8.1. Estructura básica

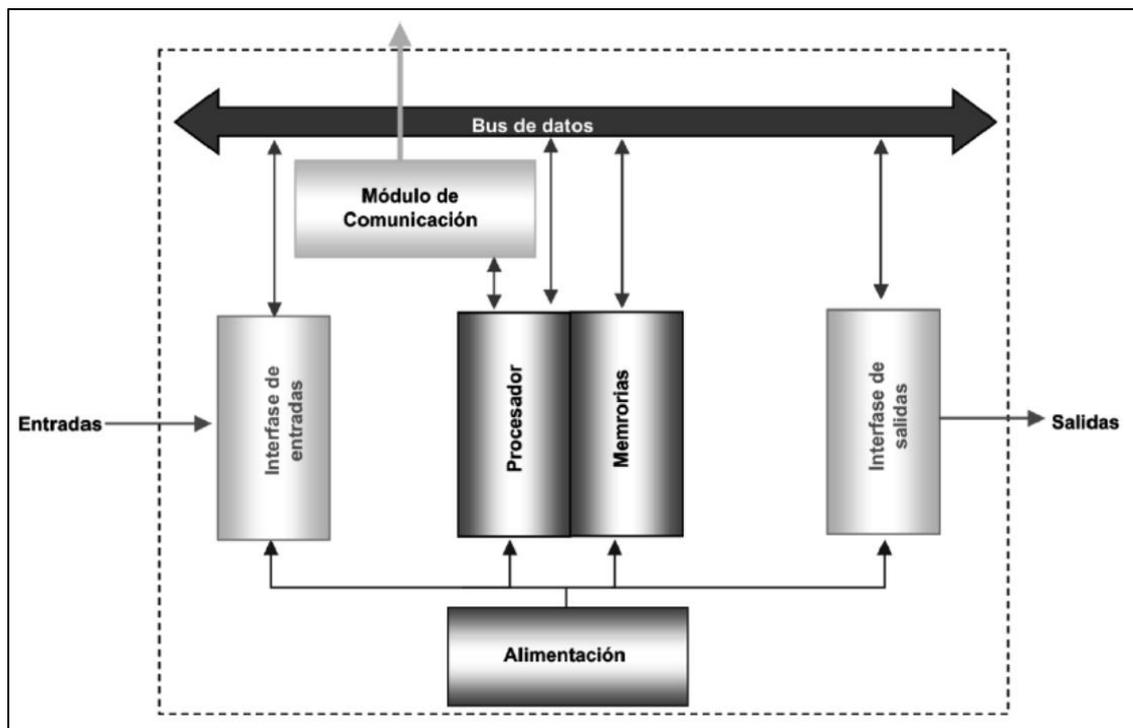


Figura 12-2 Estructura básica de un PLC

Fuente: (Moreno, 2014)

En la figura 12-2 se puede observar la estructura básica de un controlador lógico programable PLC en el necesita de una fuente de alimentación para su correcto funcionamiento, en la industria es común encontrar PLC con alimentaciones de 24VDC, 110/220VAC.

Internamente está constituido por una interfaz de entradas que es donde van a llegar las señales de los sensores conectados al controlador. Así mismo cuenta con una interfaz de salidas que se encargaran del accionamiento de los actuadores conectados en el autómeta.

Gracias a su característica de escalabilidad, un controlador puede expandir su número de entradas y salidas si el proceso lo necesita, simplemente conectando módulos de expansión.

Las entradas de un controlador lógico programable pueden procesar dos tipos de señal:

- **Señales digitales:** Son también conocidas como señales on/off, es decir presentan solo dos estados lógicos, uno en alto (uno lógico) y otro en bajo (0 lógico). En la industria se puede encontrar diferentes niveles de voltajes para indicar un estado lógico alto, por ejemplo 5,12, 24,48 VDC o también 110,220VAC, y para el estado lógico 0 simplemente el valor de 0V. (Moreno, 2014)
- **Señales Analógicas:** Este tipo de señales son variantes en el tiempo dependiendo del ambiente en la cual se encuentre. Los estándares para señales analógicas de voltaje son 0-5VDC o 0-10VDC, en cambio el estándar de corriente son de 0-20mA o 4-20mA. Vale mencionar que a nivel industrial la señal de corriente es la más confiable ya que no presente caídas en su magnitud a grandes distancias como sucede con las de voltaje. (Moreno, 2014)

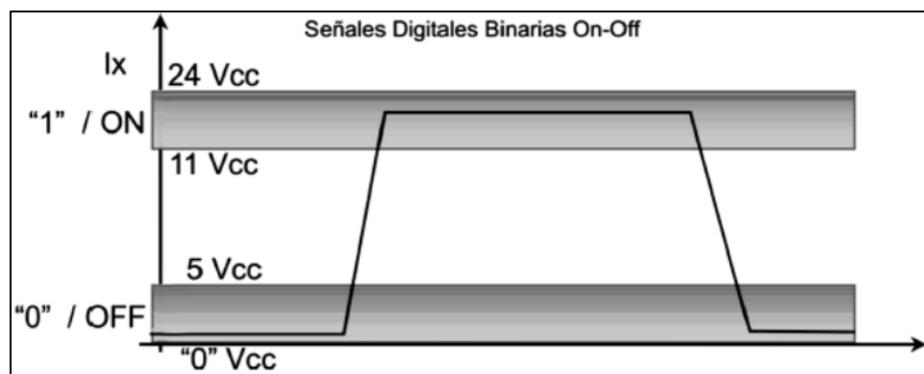


Figura 13-2 Señal digital.  
Fuente: (Moreno, 2014)

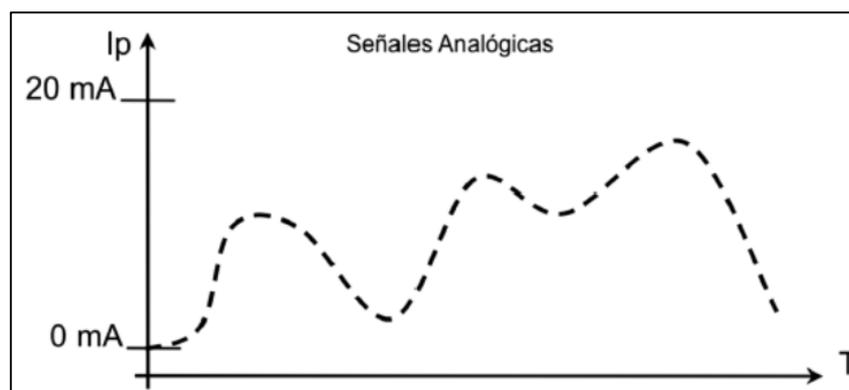


Figura 14-2 Señal analógica.  
Fuente: (Moreno, 2014)

El procesador y las memorias del PLC trabajan en conjunto para poder albergar instrucciones, procesar información proveniente de las entradas y ejecutar acciones sobre las salidas dependiendo de la aplicación que se esté controlando.

Sus módulos de comunicación que pueden ser para los estándares industriales: Ethernet, Modbus, Profibus, AS-Interface, rs-485, GSM/GPRS entre otros, le permiten interactuar con otros dispositivos que compartan el mismo estándar como pueden ser otros PLCs, variadores de frecuencia, sensores y actuadores inteligentes, computadores, HMI, dispositivos móviles, etc.



Figura 15-2 Módulos de comunicación PLCs  
Fuente: (Siemens, Industry Mall, 2014)

### 2.2.8.2. Clasificación

La clasificación de los controladores lógicos programables es en base al número de entradas y salidas que soporta, y por su construcción.

- **Cantidad de E/S:** Un controlador es catalogado como Micro PLC cuando su número de E/S es menor que 64, pequeño cuando el número es menor que 256, mediano cuando es menor que 1024 y grandes cuando superan este último valor de E/S. (Moreno, 2014)
- **Por su construcción:** Son conocidos como PLCs compactos cuando en un mismo chasis se encuentran todas sus partes, en cambio son PLCs modulares aquellos que tienen que ser armados en un riel de montaje, sobre el cual se instalan el CPU del controlador, módulos de E/S, fuente de alimentación, entre otros módulos que el proceso requiera. (Moreno, 2014)

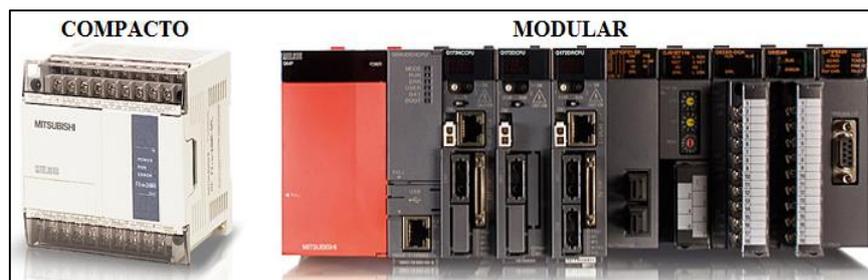


Figura 16-2 Clasificación de PLCs por su construcción  
Fuente: (Electric, 2016)

### 2.2.8.3. *Transferencia del programa*

Todo PLC encontrado en la actualidad tiene una interfaz de comunicación que le permite establecer conexión con un computador en donde se encuentre alojado el software de programación del controlador, para realizar la transferencia del programa realizado por el usuario.

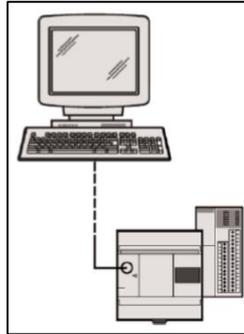


Figura 17-2 Transferencia del programa  
Fuente: (Moreno, 2014)

### 2.2.8.4. *Lenguajes de programación*

El lenguaje de programación es la forma en la cual el usuario puede interactuar con el controlador. En él se encuentran todas las funciones e instrucciones lógicas que se encargarán del tratamiento de las señales pertenecientes al proceso. En la tabla 1-2 se puede observar los tipos de lenguaje de programación que existe a nivel industrial.

Tabla 1-2 Tipos de lenguaje de programación

Tipo	Descripción	Nivel
Gráfico	Este tipo de lenguaje utiliza la simbología de planos esquemáticos y diagramas de bloques. Es ampliamente utilizado en el área de automatización, mecánica y afines.	Alto
Escrito	Este tipo de lenguaje utiliza sentencias muy similares a las utilizadas en programación de computadoras y es utilizado por profesionales del área informática y electrónica.	Bajo

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017  
Fuente: (Quiroga, 2008)

En el área de la automatización de procesos los lenguajes de programación mostrados en la tabla 2-2 son los más utilizados ya que se acoplan por su semántica y sintaxis a la norma internacional IEC 61131 para la programación de controladores lógicos programable. (Quiroga, 2008)

Tabla 2-2 Lenguajes basados en la norma IEC 61131

Lenguaje	Características	Ejemplos	Tipo	Nivel
Listas	Lista de Instrucciones	IL AWL STL IL/ST	Escrito	Bajo
Plano	Diagrama Eléctrico	LADDER LD KOP	Gráfico	Alto
Diagrama de Bloques Funcionales	Diagrama Lógico	FBD FBS FUD		
Organización de bloques funcionales	Diagrama Algorítmico	AS SFC PETRI GRAFNET		

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017

Fuente: (Quiroga, 2008)

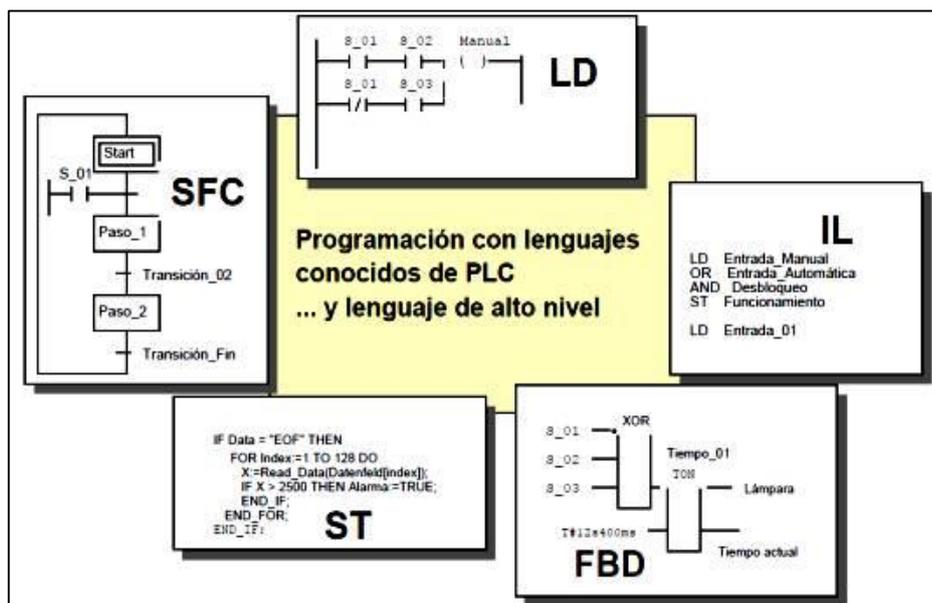


Figura 18-2 Ejemplos de lenguajes de programación de PLCs

Fuente: (Quiroga, 2008)

### 2.2.9. Controlador LOGO! V8

Es micro PLC utilizado ampliamente en el campo de la automatización y control de procesos ya que brinda gran eficiencia en las aplicaciones domésticas, industriales entre otros campos de la ingeniería gracias a su extensa funcionabilidad, fácil manejo y precio asequible. (SIEMENS, LOGO! Manual del producto, 2014)



Figura 19-2 Controlador LOGO! V8  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

#### 2.2.9.1. Características

Entre las principales características que presenta el controlador lógico LOGO! V8 se puede mencionar:

- El LOGO! V8 cuenta con un puerto RJ45 para la comunicación Ethernet con otros dispositivos que manejen este estándar.
- Su diseño reducido permite reducir y optimizar el espacio de trabajo en el tablero de control.
- Tiene integrado un display para visualización las variables que procesa y mostrarla al usuario. Así mismo se puede conectar mediante la interfaz Ethernet con el nuevo visualizador de textos LOGO TDE, ya que éste puede ser instalado en la parte exterior del tablero de control para que el operador tenga una mejor interacción con el proceso.
- El módulo base LOGO! V8 integra 8 entradas y 4 salidas. Este número se amplía gracias a los módulos de expansión E/S. El controlador soporta hasta 24 entradas digitales y 8 analógicas, igualmente soporta 20 salidas digitales y 8 analógicas.

- Cuenta con un servidor web integrado, el cual permite monitorear al controlador a través de un navegador web de forma local (red LAN) o remota (Internet). Esta conexión puede ser realizada desde un computador, teléfono celular o tablet. (figura 20-2)
- El nuevo software LOGO!Soft Comfort V8 cuenta con nuevas funciones para la programación, configuración, diagnóstico de errores y puesta en marcha del controlador. (figura 21-2)
- Cuenta con una herramienta para poder almacenar datos de las variables del proceso en archivos con extensión .csv compatibles con Microsoft Excel, los cuales pueden ser utilizados para la generación de reportes, análisis o históricos del proceso.
- Tiene una ranura para el ingreso de tarjetas micro SD, donde es posible almacenar y proteger el programa del controlador, así como también el almacenamiento de datos del proceso.
- Viene en diferentes versiones en cuanto a voltajes de alimentación, tipos de entradas y salidas respecta. En la tabla 2-3 se muestra las diferentes versiones del controlador. (SIEMENS, LOGO! Manual del producto, 2014)

Para mayor información de las características técnicas LOGO! V8 se puede dirigir al anexo B.

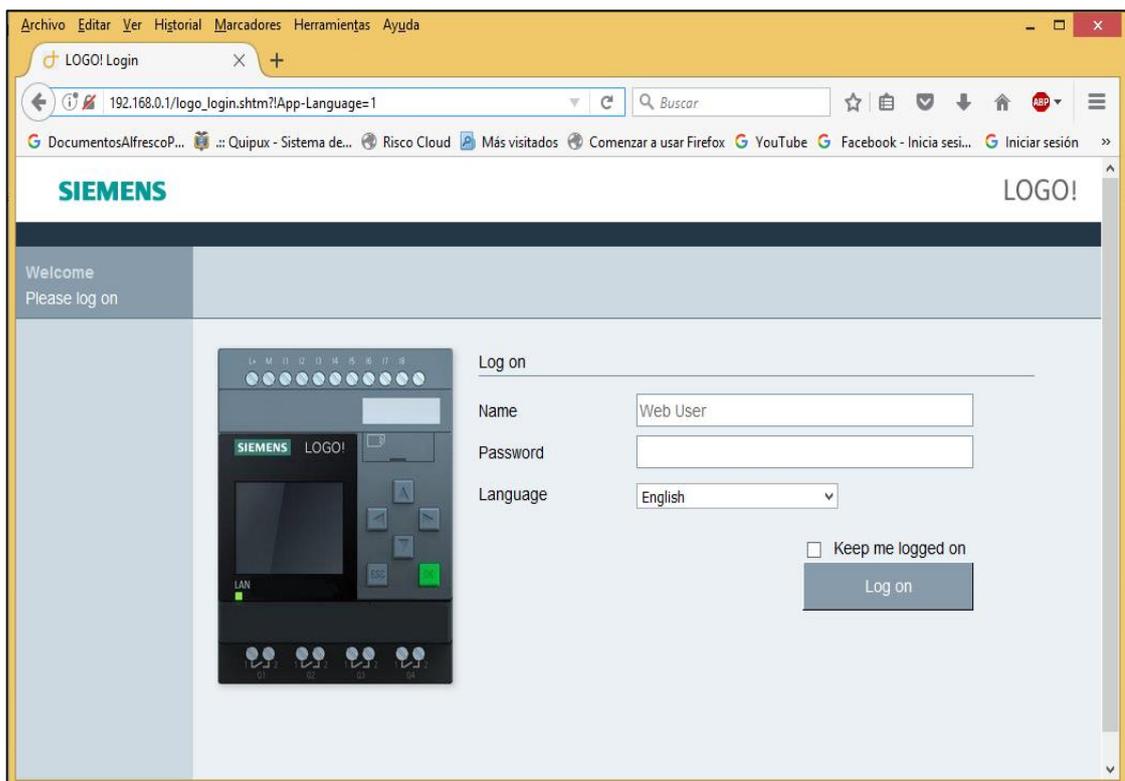


Figura 20-2 Servidor web controlador LOGO V8  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

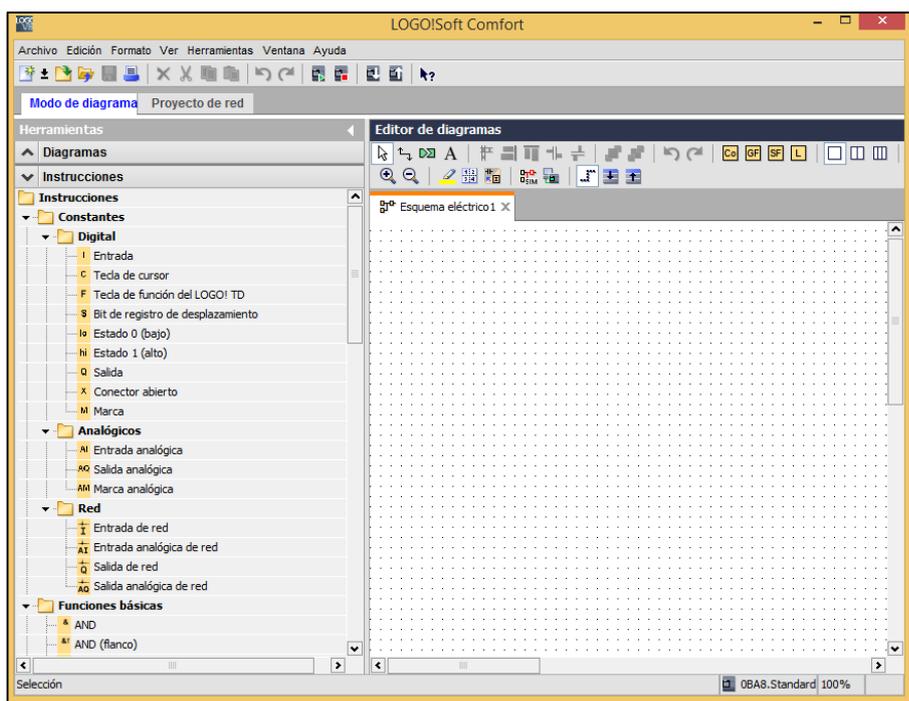


Figura 21-2 LOGO!Soft Comfort V8  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Tabla 3-2 Versiones del controlador LOGO! V8

SIMBOLO	NOMBRE	TENSION DE ALIMENTACION	ENTRADAS	SALIDAS	PROPIEDADES
	LOGO! 12/24RCE	12/24 VDC	8 DIGITALES (4 pueden trabajar como analógicas 0-10V)	4 de relé (10A)	
	LOGO! 230RCE	115 VAC/DC 240 VAC/DC	8 DIGITALES	4 de relé (10A)	
	LOGO! 24CE	24 VDC	8 DIGITALES (4 pueden trabajar como analógicas 0-10V)	4 de estado sólido 24V/0,3A	
	LOGO! 24RCE	24 VAC/DC	8 DIGITALES	4 de relé (10A)	
	LOGO! 12/24RCEo	12/24 VDC	8 DIGITALES (4 pueden trabajar como analógicas 0-10V)	4 de relé (10A)	Sin display ni teclado
	LOGO! 24CEo	24 VDC	8 DIGITALES (4 pueden trabajar como analógicas 0-10V)	4 de estado sólido 24V/0,3A	Sin display ni teclado
	LOGO! 24RCEo	24 VAC/DC	8 DIGITALES	4 de relé (10A)	Sin display ni teclado
	LOGO! 230RCEo	115 VAC/DC 240 VAC/DC	8 DIGITALES	4 de relé (10A)	Sin display ni teclado

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017

Fuente: (SIEMENS, LOGO! Manual del producto, 2014)

### 2.2.9.2. Aplicaciones

El controlador LOGO! V8 ofrece variadas soluciones en aplicaciones como:

- Sistemas HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado)
- Sistemas de riego e invernaderos
- Control de motores
- Sistemas sencillos de nivel, presión y temperatura
- Control distribuido local de máquinas y procesos
- Alumbrado
- Sistemas de control de compuertas
- Sistemas de parqueo

En conclusión este dispositivo permite suplir necesidades sencillas en el campo de la automatización de procesos y sistemas domóticos.

### 2.2.10. Visualizador de Texto LOGO TDE

El visualizador de texto LOGO TDE está diseñado para ser instalado en la parte frontal de un tablero de control, y de esta manera brinda la posibilidad de mostrar al usuario la información procesada por el controlador programable LOGO! V8 sobre el estado de las variables que intervienen en el proceso. Para poder mostrar toda esta información el visualizador tiene que enlazarse por medio de su interfaz Ethernet al controlador.



Figura 22-2 Visualizador de Texto LOGO TDE  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 2.2.10.1. Características

A continuación se presentan las principales características que integra el visualizador de textos LOGO TDE:

- Cuenta con dos interfaces Ethernet, es decir puede conectarse al mismo tiempo con dos equipos que también dispongan de esta interfaz de igual forma que lo hace un switch, por ejemplo conectase con un módulo base LOGO, con un computador u otro visualizador de textos TDE.
- Permite visualizar textos de caracteres de 6 líneas con un máximo de 20 caracteres por línea. Además puede configurar varias pantallas de acuerdo a la información que se desee ver.
- El color de su pantalla puede cambiar entre 3 opciones: blanco, ámbar y rojo. Esto suele ser de gran utilidad para la representación de una alarma visual.
- Tiene 4 teclas de función y 4 de desplazamiento, mismas que pueden ser utilizadas como botones adicionales para el control del proceso, disminuyendo así la necesidad de pulsadores empotrados en el tablero eléctrico.

### 2.2.11. Sensores

Un sensor o también llamado transductor es un dispositivo electrónico que se encarga de transformar las señales físicas de naturaleza (presión, temperatura, nivel, humedad, velocidad, pH, etc.) en señales eléctricas (voltaje, corriente, resistencia, frecuencia).

Hay que señalar que la señal de salida que ofrece un transductor en varios casos es de una magnitud pequeña por lo que tiene que ser sometida a un acondicionamiento como se puede observar en la figura 23-2, con el objetivo de obtener una señal eléctrica normalizada. (Quiroga, 2008)

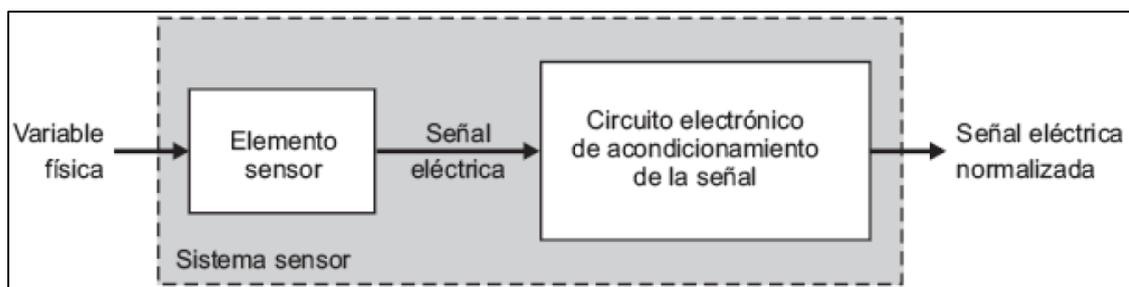


Figura 23-2 Estructura básica de un sensor  
Fuente: (Quiroga, 2008)

### 2.2.11.1. Clasificación de los sensores

La selección de un sensor va acorde al proceso o aplicación donde será instalado. Un sensor puede estar constituido de diferentes materiales, entre los que se puede mencionar: materiales metálicos y no metálicos, orgánicos e inorgánicos, gases, fluidos y semiconductores. Las características de estos materiales permiten al sensor convertir la variable física medida a una variable eléctrica digital o analógica. (Emilio, 2010)

En la figura 24-2 se aprecia una clasificación general de los sensores en función de su principio de funcionamiento, señal que generan, rango de valores generados, integración y según la magnitud física medida.

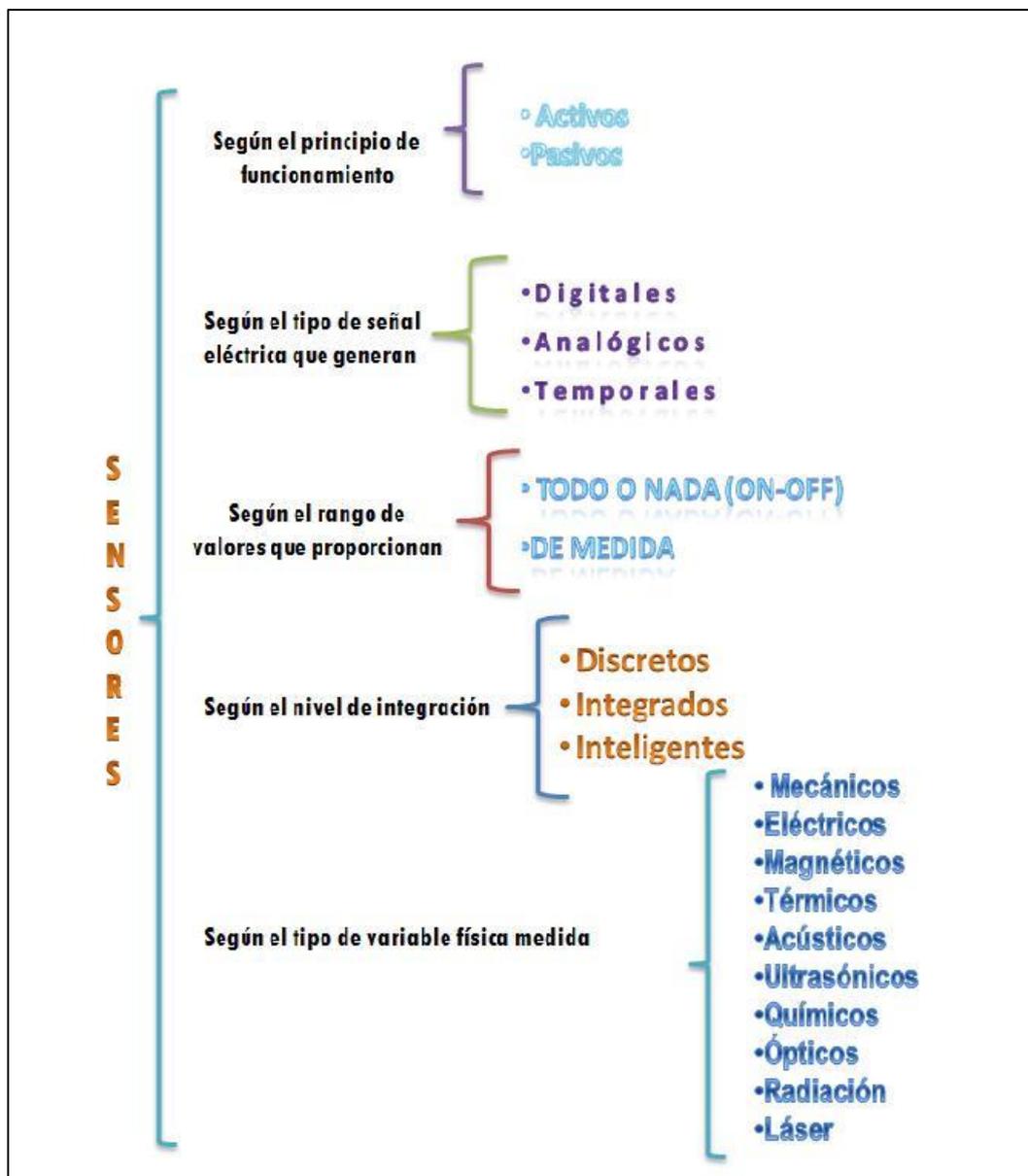


Figura 24-2 Clasificación de los sensores  
Fuente: (Emilio, 2010)

### 2.2.12. Actuadores

Los actuadores son una parte importante en un sistema de control ya que se encargan de transformar la salida de un controlador en un accionamiento sobre una máquina u otro dispositivo. Por ejemplo, cuando se necesita transformar la salida de un controlador en un movimiento que desplace algún tipo de carga, o la cantidad de líquido en ingresa y circula por una tubería, entre otras aplicaciones. (Bolton, 2013)

#### 2.2.12.1. Clasificación de los actuadores

La fuerza producida por un actuador puede provenir de tres tipos de fuentes: Fuerza eléctrica, Presión hidráulica y finalmente la presión neumática. Dependiendo del origen de la fuerza el actuador puede ser de tipo eléctrico, hidráulico o neumático. (Oviedo, 2015)

En la tabla 4-2 se realiza una breve clasificación de los actuadores.

Tabla 4-2 Tipos de actuadores

Eléctricos	Relés Solenoides Motores CC Motores AC Motores paso a paso
Neumáticos	Válvulas neumáticas Válvulas de solenoide Cilindros y válvulas piloto Motores
Hidráulicos	Válvulas neumáticas Válvulas de solenoide Cilindros y válvulas piloto Motores

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017

Fuente: (Gonzalez, 2010)

Como se puede observar los actuadores hidráulicos no existe mucha diferencia con los neumáticos, salvo que estos en lugar de utilizar aire comprimido utilizan aceites minerales a presiones comprendidas de 50 a 100 bar, y en algunas aplicaciones hasta más de 300 bar de presión. (Oviedo, 2015)

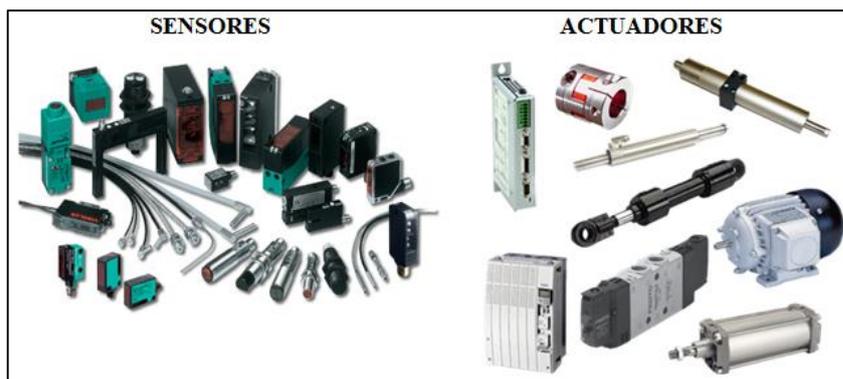


Figura 25-2 Sensores y Actuadores  
Fuente: (Oviedo, 2015)

### 2.2.13. *Sistemas de Riego por Goteo*

Se denomina riego por goteo, a un riego a presión en donde el agua es aplicada a la parte del cultivo en donde se desarrolla la raíz de la planta. La aplicación del agua de riego en las raíces es efectuada lentamente a través de pequeños orificios emisores, llamados goteros. (Santos, 2010)

#### 2.2.13.1. *Características de un sistema de riego por goteo*

La aplicación de sistemas de riego por goteo en la agricultura va creciendo día a día, debido a varias ventajas que presenta respecto a otros métodos de riego. A continuación se cita algunas de estas:

- Se trata de un sistema eficiente, permitiendo el ahorro del recurso hídrico no renovable, ya que su aplicación se la hace justo en las raíces de la planta, evitando pérdidas en la conducción. (Rodríguez, 2016)
- Es un sistema que no necesita una supervisión constante por parte de la persona encargada. (Rodríguez, 2016)
- En cuanto a la fertirrigación del cultivo, el riego por goteo permite aplicar técnicas para la dosificación del fertilizante en el que el cultivo lo requiera, de manera rápida y a bajos costos sobre el mismo flujo de agua. (Rodríguez, 2016)
- Los ciclos de riego en el cultivo pueden ser ajustados de acuerdo a las necesidades del suelo. (Rodríguez, 2016)
- El inconveniente más común que se presenta en este tipo de sistema es la obstrucción de sus componentes, por ejemplo los goteros. (Rodríguez, 2016)

### 2.2.13.2. Componentes de un sistema de riego por goteo

En la figura 26-2 se muestra los principales componentes de un sistema de riego por goteo.

- **El grupo de bombeo:** Está conformado por una bomba, tubería de aspiración desde el pozo que es donde reside el agua de riego y finalmente la tubería de impulsión que está en la salida de la bomba. Para el caso de tener un pozo de gran profundidad lo recomendable en este tipo de sistemas es la utilización de una bomba sumergible. (Gestiriego, 2015)

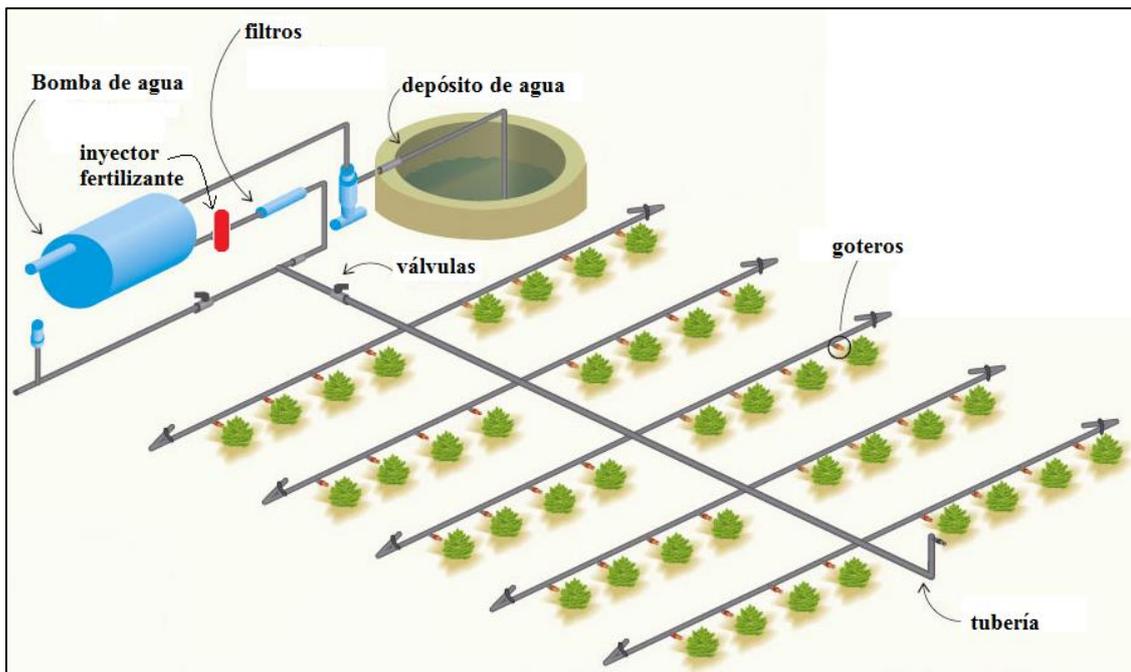


Figura 26-2 Estructura básica de un sistema de riego por goteo

Fuente: (Gestiriego, 2015)

- **El cabezal de la instalación:** Está conformado por un conjunto de dispositivos que tienen la finalidad el tratamiento, filtración y medición del agua. Adicional a esto, la inyección de fertilizantes en simultáneo con el agua de riego es también realizada en esta etapa. El caudal del agua permite la disolución de los fertilizantes que también van aplicados en las raíces de las plantas. En un sistema de riego por goteo se puede encontrar filtros con diferentes funciones, por ejemplo filtros de hidrociclón para retener partículas pesadas como arena, filtros de arena para partículas de arcilla y materia orgánica y los filtros de malla y de disco, empleados para agua de riego que procede de un pozo. (Gestiriego, 2015)
- **La red de tuberías:** Esta etapa está compuesta por todas las tuberías primarias y secundarias, cintas portagoteros la cuales recorren las hileras del cultivo para la descarga del agua en las

raíces. Aquí se incluye también válvulas que controlan el paso del líquido, éstas pueden ser manuales o eléctricas. (Gestiriego, 2015)

- **Los emisores:** También llamados goteros, son los encargados de llevar el agua a las raíces. Estos se encuentran instalados en la cinta portagoteros y separados a una distancia coincidente con la posición de la planta. (Gestiriego, 2015)
- **Otros equipos:** Si se trata de un sistema de riego por goteo automatizado, se incorporan elementos eléctricos y electrónicos para el monitoreo y control del proceso. Por ejemplo controladores, sensores, actuadores, módulos de comunicación, etc.

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Localización del terreno

En la figura 1-3 se puede observar la ubicación del terreno donde se implementa el presente proyecto, ubicado a las afueras de la ciudad de Riobamba, por el sector del barrio La Inmaculada, Km 2 vía Chambo.



Figura 1-3 Ubicación del terreno.

Fuente: (GOOGLE, 2017)

La ubicación ha sido el principal factor por el que los propietarios del terreno han visto la necesidad de poder contar con un mando y supervisión a distancia que les permita interactuar con las variables pertenecientes al proceso de riego del cultivo; ya su disponibilidad de tiempo, movilización, entre otras adversidades no se los permite.

El estado actual del cultivo de moras y su distribución se puede observar con mejor detalle en las figura 2-3 y 3-2, obtenidas al momento de realizar el estudio.



Figura 2-3 Estado actual y distribución del cultivo de moras  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017



Figura 3-3 Estado actual y distribución del cultivo de moras  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### **3.2. Sistema de riego actual.**

El proceso de riego instalado por los propietarios del cultivo es por el método de goteo, ya que como se explicó en el capítulo anterior presenta varias ventajas con respecto a otros métodos de riego, sobre todo en cuanto al ahorro del agua se refiere.

Hasta el día de hoy el proceso se lleva a cabo por parte de una persona encargada, la cual debe trasladarse hasta el cultivo para proceder al inicio del riego, y así mismo debe permanecer en el sitio durante el tiempo que dure el proceso que por lo general va de 5 a 6 horas. Dicho de otra manera el riego es de forma manual y depende solamente de la intervención humana.

Como se mostró en el capítulo dos, a continuación se detallan los principales elementos que intervienen en el sistema de riego actual.

#### **3.2.1. Reservorio**

En la figura 4-3 se muestra el reservorio con el que cuenta el cultivo para almacenar el agua de riego. La cantidad de agua almacenada en el reservorio permite realizar el proceso de riego dos veces por semana.



Figura 4-3 Reservorio  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

El reservorio con una capacidad aproximada de 40000 litros es llenado una vez por semana. La fuente de origen del agua de riego es de canal abierto que se encuentra en las cercanías del terreno. Una pequeña compuerta mecánica accionada por el responsable de la repartición de agua en la zona permite el paso de la misma desde el canal hacia el reservorio.

### 3.2.2. Grupo de bombeo

En una caseta contigua al reservorio se encuentra instalada una motobomba que funciona a gasolina, misma que se encarga de impulsar el agua desde el reservorio hasta las raíces de las plantas.



Figura 5-3 Motobomba

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para que inicie el bombeo es necesario que la persona encargado accione el arranque manual que viene incorporado en el cuerpo de la bomba. Además se debe asegurar que los niveles de aceite y gasolina para el correcto funcionamiento de la bomba sean suficientes.

De igual manera como se explicó en el capítulo anterior el trabajo de la bomba es complementado con las correspondientes tuberías de aspiración que permiten el paso del agua desde el reservorio a la bomba y las tuberías de impulsión que van desde la bomba hacia los filtros. El diámetro de ambas tuberías es de dos pulgadas.



Figura 6-3 Tubería de aspiración bomba.

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.2.3. *Cabezal de la instalación*

Para la filtración del agua proveniente del reservorio se cuenta en primera instancia con un filtro de arena (figura 7-3) el cuál se encuentra instalado a continuación de la motobomba. Este filtro ayuda a retener partículas orgánicas, por ejemplo algas que se encuentren presentes en el reservorio. También la instalación cuenta con un pequeño filtro de malla (figura 8-3) que sirve para eliminar la presencia de materia inorgánica en el agua de riego del cultivo, generalmente limos o arcillas.



Figura 7-3 Filtro de arena  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017



Figura 8-3 Filtro de malla.  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Otro elemento importante en el cabezal de la instalación es el sistema para la aplicación de fertilizantes. La instalación cuenta con un tubo Venturi para llevar a cabo la fertirrigación.



Figura 9-3 Venturi para fertirrigación  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.2.4. Red de tuberías y emisores

En la figura 10-3 se puede apreciar que la instalación se encuentra diseñada con tuberías de un diámetro de 1 ½", las cuales se encargan de llevar el agua de riego hasta las mangueras de riego, para que éstas últimas descarguen el líquido en las raíces de las plantas a través de sus emisores.



Figura 10-3 Mangueras de riego conectadas a tubería principal  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

A continuación en la figura 11-3 se muestra con mejor detalle la manguera de riego cuyo diámetro es de 12mm, permitiendo una descarga hasta 4 l/h por cada uno de sus emisores o goteros, los mismos que se encuentran separados a una distancia de 40cm.



Figura 11-3 Gotero de la manguera de riego  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Finalmente y para realizar el riego del cultivo, el encargado tiene que realizar la apertura y cierre de las válvulas de paso manuales (figura12-3), dependiendo del sector que se desee regar.



Figura 12-3 Válvulas de paso manuales instaladas en el terreno.  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### **3.2.5. Análisis del sistema de riego actual.**

Como se ha explicado en los puntos anteriores, el terreno cuenta con un sistema que ha sido diseñado para realizar el riego de las plantas de mora por el método de goteo. Luego de realizar un análisis del funcionamiento actual se puede evidenciar que el proceso de riego del cultivo solo puede ser ejecutado manualmente, es decir obligatoriamente necesita la intervención de una persona, así mismo ésta deberá permanecer durante todo el tiempo que dure el proceso. Este accionamiento manual genera gastos de movilización y tiempo para los propietarios del terreno.

Este análisis también ayuda a considerar las partes de proceso de riego actual que deberán ser cambiadas para realizar su automatización, además permite conocer las principales variables a tener en cuenta para el monitoreo y control remoto del mismo.

### **3.3. Diseño del sistema de riego automatizado.**

Para el diseño del sistema automatizado de riego se parte desde la infraestructura que ya se encuentra instalada. Es decir se mantendrá el grupo de bombeo a excepción de la motobomba la cual es reemplazada por una de tipo eléctrica, el cabezal de instalación se lo mantendrá por completo. En cuanto a la red de tuberías las válvulas de paso manuales de igual manera serán sustituidas por electroválvulas.

Además de los elementos mencionados anteriormente se incluye nuevos dispositivos en el sistema para medir, procesar y controlar las diferentes variables del proceso, así como el módulo de

comunicación que permite realizar el telecontrol mediante la red de telefonía móvil, el cuál es el principal objetivo del presente trabajo de titulación.

En la figura 13-3 se muestra un esquema general del sistema de riego automatizado. Como se puede observar existen 2 electroválvulas principales las cuales dan paso al agua de riego para cada uno de los seis sectores que también cuentan con una electroválvula.

Igualmente un sensor de humedad en cada sector es el que informará al controlador si éste necesita ser regado o no. La caseta de control contigua al reservorio albergará al grupo de bombeo, cabezal de instalación y el tablero de control donde se encuentran los principales elementos de procesamiento y control del sistema.

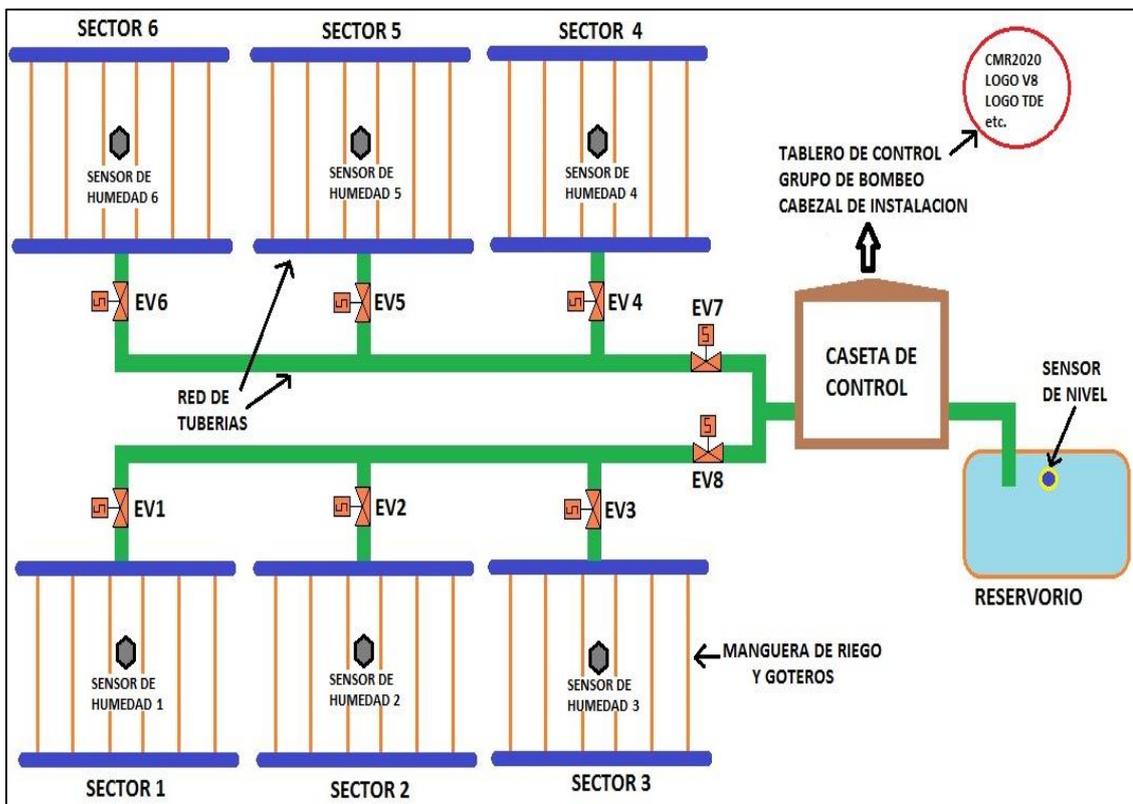


Figura 13-3 Estructura básica del sistema de riego automatizado

Fuente: ZAVALA, luis 2017

### 3.3.1. Elementos del sistema de riego automatizado y sus funciones.

A continuación se detalla los elementos que intervienen en la automatización del sistema de riego, así como la función que desempeña cada uno de estos en el proceso:

### 3.3.1.1. LOGO! CMR2020

Se encarga de enlazar el controlador LOGO! V8 a la red GSM/GPRS para que el usuario pueda monitorear y controlar el proceso de riego remotamente a través de su teléfono celular. En la figura 14-3 se puede observar la conexión entre ambos dispositivos a través de su interfaz Ethernet así como también la antena del módulo de comunicación que permite dicho enlace.



Figura 14-3 CMR2020 enlazado a LOGO! V8  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.1.2. Controlador LOGO! V8

Es el dispositivo central del sistema, ya que es quien se encarga de recibir y procesar en sus entradas las señales provenientes de los sensores de humedad, nivel, botones, LOGO TDE, LOGO! CMR2020. Una vez que procesa estas señales ejecuta las acciones de control programadas a través de sus salidas para activar los diferentes actuadores del sistema.

### 3.3.1.3. Módulo de expansión DM8 12/24R

Como se mencionó en el capítulo 2 el controlador LOGO! V8 es un sistema escalable, ya que se puede expandir en número de entradas y salidas. En este caso se utiliza el módulo DM8 12/24R para aumentar el número de entradas digitales a 12 y el número de salidas digitales a 8.



Figura 15-3 Módulo de expansión DM8 12/24R  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

#### 3.3.1.4. Visualizador de textos LOGO TDE

A través de su pantalla muestra al operario el estado de las electroválvulas que permiten el paso del agua a cada uno de los 6 sectores del cultivo. También muestra el estado de los sensores de humedad de suelo y de la bomba eléctrica. Como se puede observar en la figura 16-3 el visualizador de textos cuenta con 4 teclas de función las cuales son utilizadas en el presente proyecto para el encendido y apagado de las electroválvulas localmente si el funcionamiento del sistema se encuentra en modo manual.



Figura 16-3 Teclas de función del LOGO TDE  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

#### 3.3.1.5. Electroválvula

Como se dijo anteriormente para realizar la automatización del sistema de riego las válvulas manuales instaladas actualmente deben ser reemplazadas por electroválvulas. Estos dispositivos permiten el paso del agua a los diferentes sectores del cultivo. A continuación se detalla las características de las electroválvulas utilizadas en el presente proyecto (figura 17-3).

- Conexión rosca de 1 1/2" (40mm)
- Regulador de caudal incorporado, soporta caudales de hasta 450 l/min y presiones de hasta 10 bar.
- Solenoide a 24 VAC
- Diseño durable y fácil mantenimiento
- Puede ser activada manualmente al girar su solenoide
- Temperatura máxima 70°C



Figura 17-3 Electroválvula  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Aunque el diseño de las electroválvulas es para trabajar a la intemperie, se ha optado por protegerlas de mejor manera a través de una caja válvula (figura 18-3) para alargar su vida útil en el proceso de riego.



Figura 18-3 Caja válvula  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

### 3.3.1.6. Bomba eléctrica

La bomba eléctrica sirve para impulsar automáticamente el agua de riego desde el reservorio hasta las raíces de las plantas de mora. Este elemento reemplaza a la motobomba a gasolina que se encontraba instalada anteriormente. Una salida del controlador LOGO! V8 será quien se encargue de comandar su encendido y apagado dependiendo de las necesidades del cultivo.



Figura 19-3 Bomba eléctrica  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Tiene una potencia de 3HP a 220 VAC de alimentación, con un caudal máximo de 350 l/m y una presión máxima de 4 bar.

### 3.3.1.7. Sensor de humedad

Para la medición de la humedad de suelo de cada sector del cultivo, se utiliza el sensor FC-28 que un higrómetro cuyo funcionamiento se basa determinar la conductividad entre sus dos placas para obtener parámetros relacionados con el agua y la humedad del suelo, en otras palabras cuanto más húmeda esté la tierra hay mayor conductividad y cuando más seca esté hay menor conductividad.



Figura 20-3 Sensor de humedad de suelo  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Como se puede observar en la figura 20-3 el sensor va conectado a un módulo electrónico que se encarga de convertir la resistencia del suelo medida por sus dos placas a una señal eléctrica de voltaje. Viene incorporado un potenciómetro para modificar el umbral de disparo (calibración). Tiene un bajo consumo eléctrico, con un voltaje de alimentación de 5V.

Vale indicar también que la señal de salida del sensor se pone en alto (5V) cuando la humedad de suelo está por debajo de la deseada, en cambio se pone en bajo (0V) cuando se ha alcanzado la humedad deseada la cual es establecida por el potenciómetro.

### 3.3.1.8. *Sensor de nivel*

Para medir el nivel del tanque reservorio se utiliza un interruptor de nivel tipo flotador. Cuando el nivel del reservorio sea mínimo el sensor cierra un contacto eléctrico normalmente abierto que tiene en el interior de su cuerpo. Al cerrarse dicho contacto se envía una señal al controlador LOGO! V8 para que este ordene el apagado de la bomba y de esta manera evitar su daño al trabajar en vacío.



Figura 21-3 Sensor de nivel tipo flotador

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.1.9. *Fuente de alimentación*

Se encarga de suplir de voltaje a la parte de control del sistema. En el caso del módulo de comunicación CMR2020 y del controlador LOGO V8 se los provee de un voltaje de 24 VDC, en cambio para los sensores de humedad 5VDC. Esta fuente puede trabajar con voltajes de 110VAC o 220 VAC.



Figura 22-3 Fuente de alimentación.  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.1.10. Interfaz para sensores

Debido a que la salida que entrega los sensores de humedad de suelo es una señal digital de 5VDC, y como se mencionó anteriormente las entradas digitales del controlador LOGO! V8 reconocen un nivel alto a voltajes de 12 o 24VDC, se ha visto la necesidad de diseñar y construir una interfaz que permita leer los 0 o 5 voltios de las salidas de los sensores de humedad pero que a la salida de la interfaz se envíe 0 o 24 voltios hacia las entradas del controlador.

En la figura 23-3 se puede observar la interfaz para sensores construida. Básicamente constan de ocho transistores en configuración como interruptor, esto es, que cuando reciben 5 voltios por su pin de base se produce en el interior del transistor un cortocircuito entre su colector y emisor.

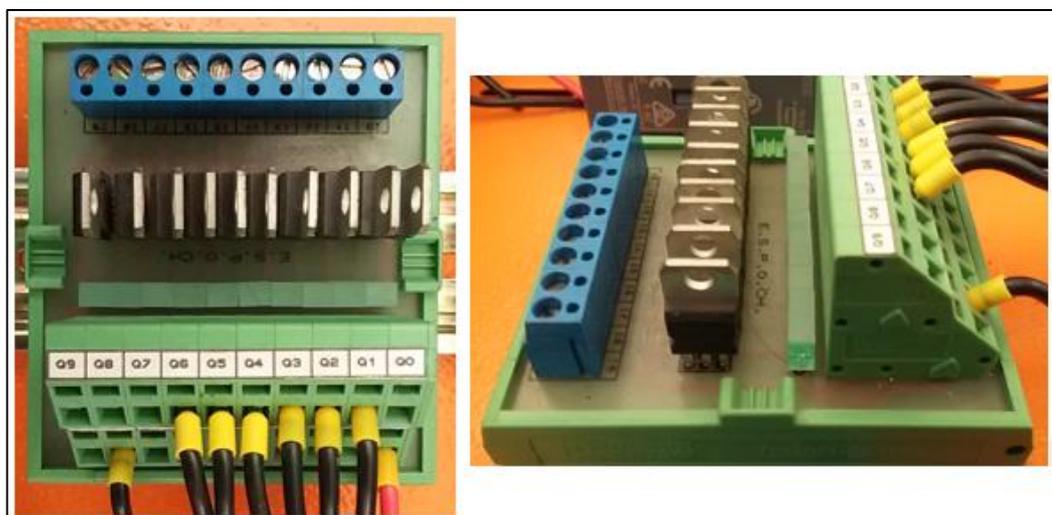


Figura 23-3 Interfaz para sensores.  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

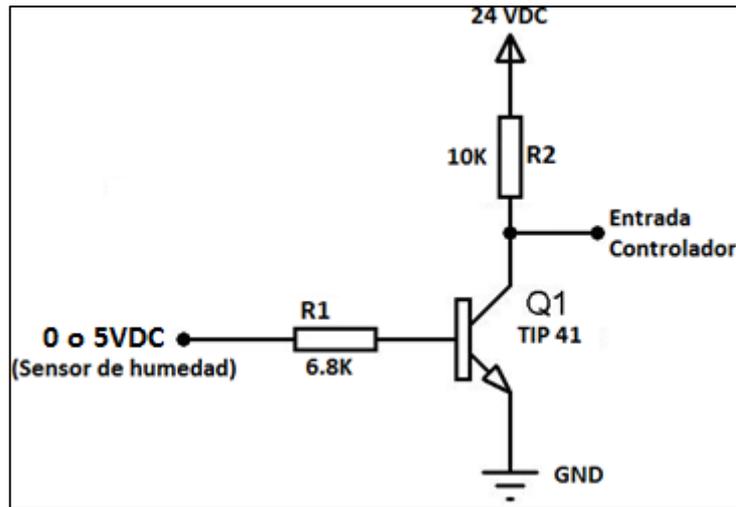


Figura 24-3 Configuración de transistores en interfaz  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

### 3.3.1.11. Transformador

Como se mencionó anteriormente el solenoide de las electroválvulas se alimenta con 24 VAC. Para esto se utiliza un transformador reductor que recibe a su entrada 220VAC de la red eléctrica y devuelve a su salida un voltaje 24 VAC suficiente para la alimentación de los solenoides.



Figura 25-3 Transformador  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

### 3.3.1.12. Contactor

Es un dispositivo de accionamiento electromecánico que al momento que su bobina es excitada, permite establecer la alimentación de la bomba eléctrica a través de sus contactos de fuerza, caso contrario si su bobina no recibe voltaje de excitación la bomba permanecerá apagada. Las características eléctricas que tiene el contactor son:

- Voltaje de la bobina de 220 VAC
- Potencia de 5HP
- Capacidad máxima de corriente 18A
- Un contacto NO y uno NC para la etapa de control

### 3.3.1.13. Relé térmico

Permite proteger a la bomba eléctrica ante una sobrecorriente. El consumo nominal de la bomba eléctrica es de aproximadamente 10A por lo que se ha optado por seleccionar un relé térmico de una capacidad de 9 a 13A. En la figura 26-3 se muestra la conexión del térmico en conjunto con el contactor.



Figura 26-3 Conexión contactor - térmico  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

### 3.3.1.14. Mini relé electromecánico

Son utilizados como interfaz para la protección de las dos salidas del módulo de comunicación CMR2020, ya que estas dos son utilizadas para el encendido de luces piloto y el accionamiento de la bomba eléctrica. De esta manera los contactos de los relés son los que activan las cargas, evitando así exponer a los contactos de las salidas del módulo de comunicación a un posible daño.



Figura 27-3 Mini relé electromecánico  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.1.15. Breakers

Sirven para proteger tanto a los elementos del circuito de control como al de fuerza ante una anomalía en el sistema eléctrico, por ejemplo cuando el dispositivo detecta cortocircuitos o elevación de la corriente eléctrica se encarga de interrumpir o abrir el circuito.

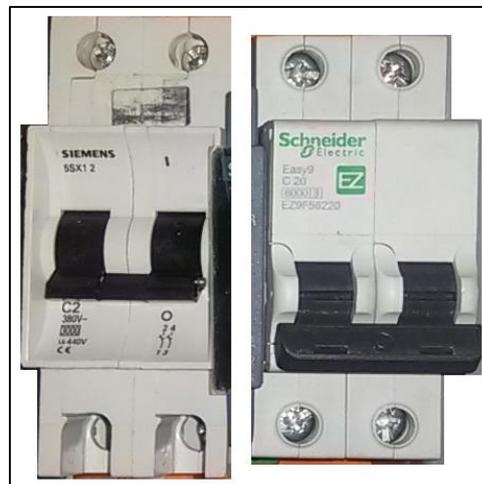


Figura 28-3 Breaker  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.1.16. Pulsadores y selectores

Los pulsadores NO y NC instalados simplemente permiten el accionamiento manual de la bomba eléctrica, en cambio los selectores ofrecen al usuario la opción de escoger el tipo de control ya sea manual o automático y la forma en la que se lo desee hacer (local o remoto).



Figura 29-3 Pulsadores y selectores  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.1.17. Tablero eléctrico

Finalmente está el tablero eléctrico, que no es más que el elemento en el cual se va a instalar cada uno de los elementos de control anteriormente mencionados.



Figura 30-3 Tablero eléctrico  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.2. Diseño y montaje del tablero de control

Una vez conocidos cada uno de los elementos del sistema de riego automatizado, el siguiente paso es el diseño y ensamblaje del tablero de control. A continuación se muestran los pasos realizados:

#### 3.3.2.1. Preparación del tablero

Primeramente se prepara el tablero para el montaje y cableado de los dispositivos, para esto es necesario la instalación de riel din en el fondo del tablero, así como de canaleta ranurada que será

por donde vaya la mayoría de cables (figura 31-3). Con esto se consigue optimizar el espacio de trabajo.



Figura 31-3 Preparación del tablero para instalación.

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.2.2. Montaje de dispositivos

Luego de instalado riel din y canaleta en el tablero de control se procede al montaje de los dispositivos que permiten recibir y procesar la información de las variables del proceso e igualmente ejecutar las respectivas acciones de control.

En la figura 32-3 se muestran los dispositivos que van instaladas en el tablero de control, en la parte superior se encuentra instalada la fuente de alimentación, breaker, controlador LOGO! V8 con su módulo de expansión CM8 24R, mientras que en la parte inferior se encuentra el módulo de comunicación CMR2020, la interfaz para sensores, mini relés y el conjunto contactor-térmico.



Figura 32-3 Montaje de dispositivos.  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

De igual manera se realiza el montaje de los elementos en la tapa frontal del tablero. Aquí se instalan los elementos que están en contacto con el operario ya sea para informarle sobre el proceso o para que el operario pueda realizar el control a su voluntad.



Figura 33-3 Montaje de dispositivos.  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

### 3.3.2.3. Cableado del tablero

Para realizar las conexiones eléctricas de los dispositivos instalados en el tablero de control se ha realizado como punto de partida los diagramas eléctricos del sistema automatizado, los cuales permiten tener una mejor visión y evitar errores en la conexión.

En la figura 34-3 se muestra el diagrama de conexión de las entradas del controlador LOGO! V8, como se puede observar las 6 primeras entradas del controlador están destinadas para los 6 sensores de humedad ubicados en cada sector del cultivo, la 7 para el sensor tipo flotador para saber el nivel del tanque, la 8 para un contacto auxiliar del contactor mediante el cual se puede asegurar la activación de la bomba eléctrica y finalmente las 4 entradas del módulo de expansión para los pulsadores y selectores del tablero.

También se muestra la conexión de la fuente de alimentación, quién suople de 24VDC al módulo de comunicación, controlador, módulo de expansión, TDE e interfaz y 5V para los sensores.

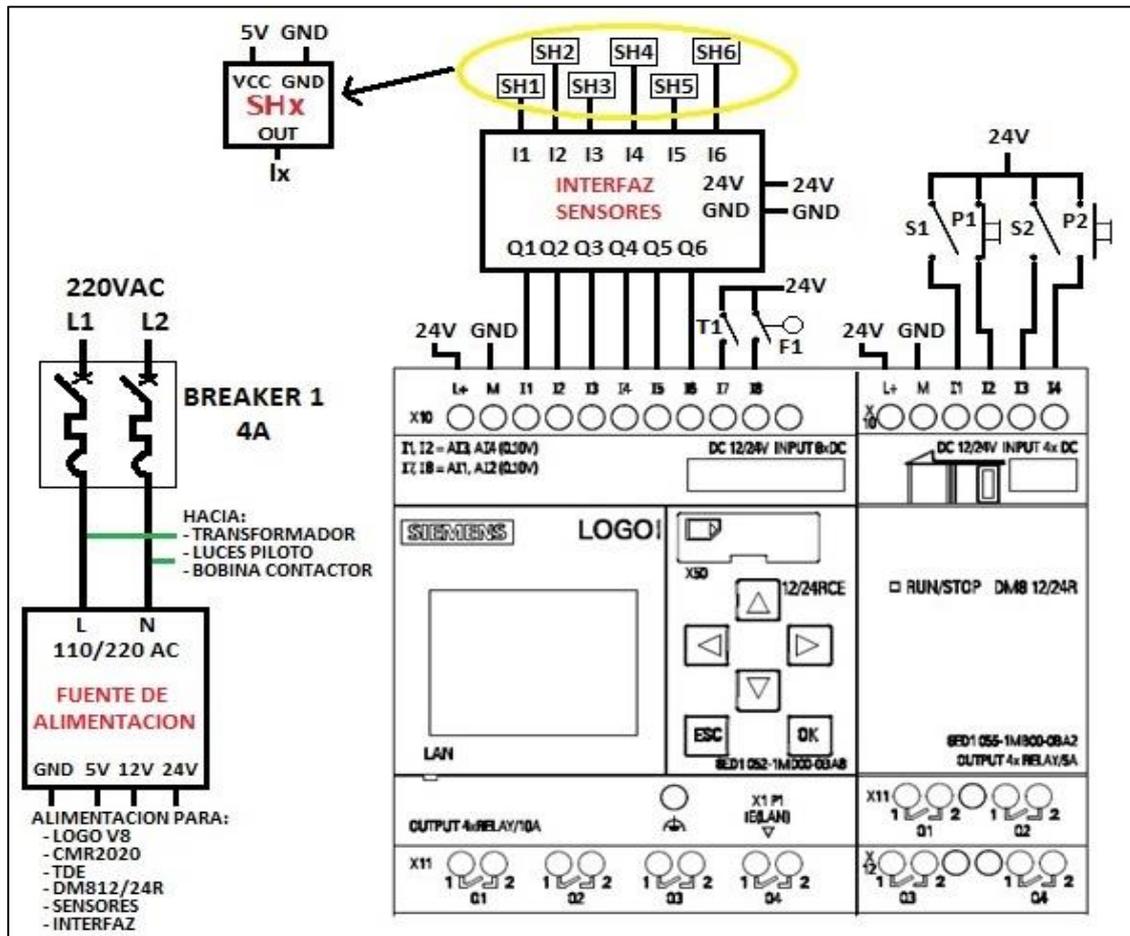


Figura 34-3 Conexión de sensores al controlador LOGO! V8

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

A continuación en la figura 35-3 se puede observar las conexiones de las salidas del controlador LOGO V8 y del módulo de expansión. Estas salidas son utilizadas para las 8 electroválvulas instaladas en el sistema de riego, las cuales son alimentadas con 24 VAC proveídos por el transformador reductor.

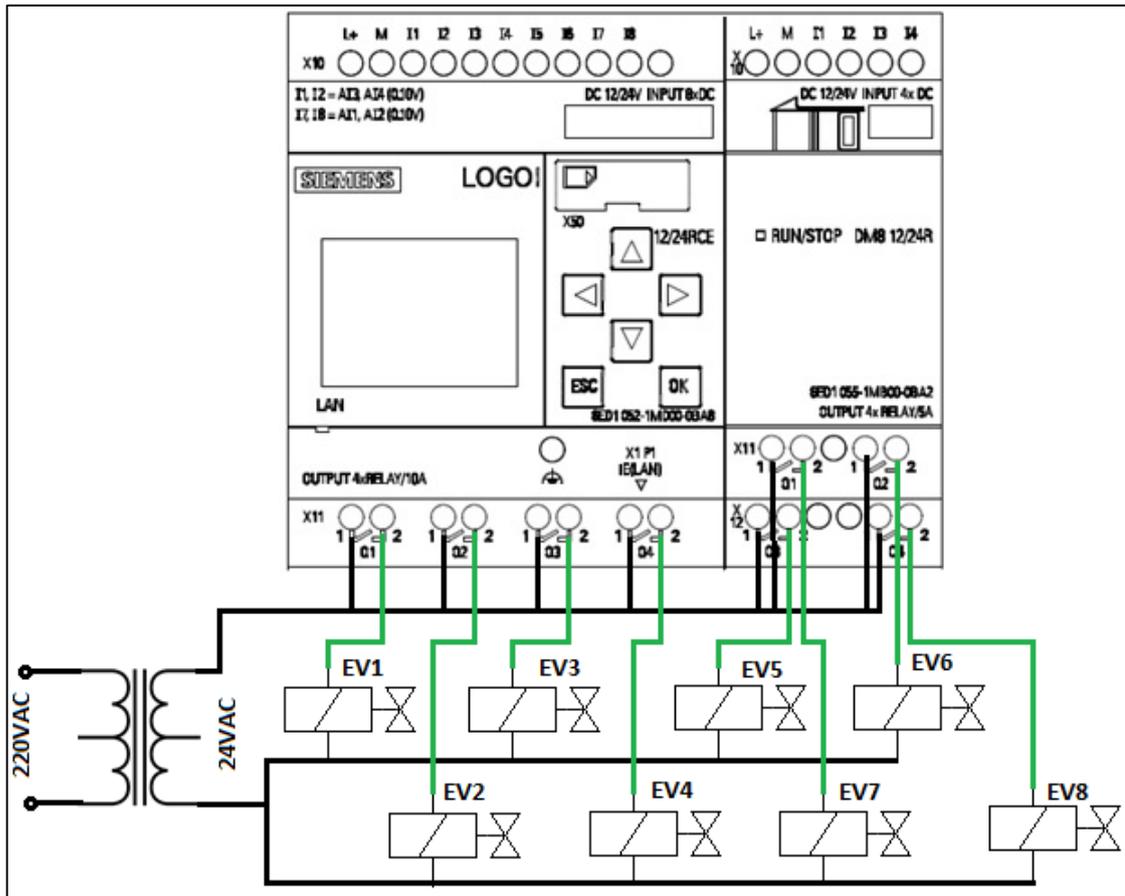


Figura 35-3 Conexión de actuadores al controlador LOGO! V8  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para el módulo de comunicación LOGO! CMR2020 su conexión se muestra en la figura 36-3. Primeramente se conecta la antena GSM/GPRS en el conector sma del módulo para poder establecer comunicación con la red de telefonía móvil.

Como se detalló en el capítulo 2, el módulo de comunicación cuenta con dos entradas y dos salidas digitales integradas. Para este caso se utilizó las dos salidas digitales, una de ellas es utilizada para la activación de un mini relé electromecánico el cuál se encarga de encender la luz piloto color verde. Así mismo la otra salida también activa otro mini relé electromecánico, el mismo que excita la bobina del contactor para encender o apagar la bomba eléctrica del sistema de riego.

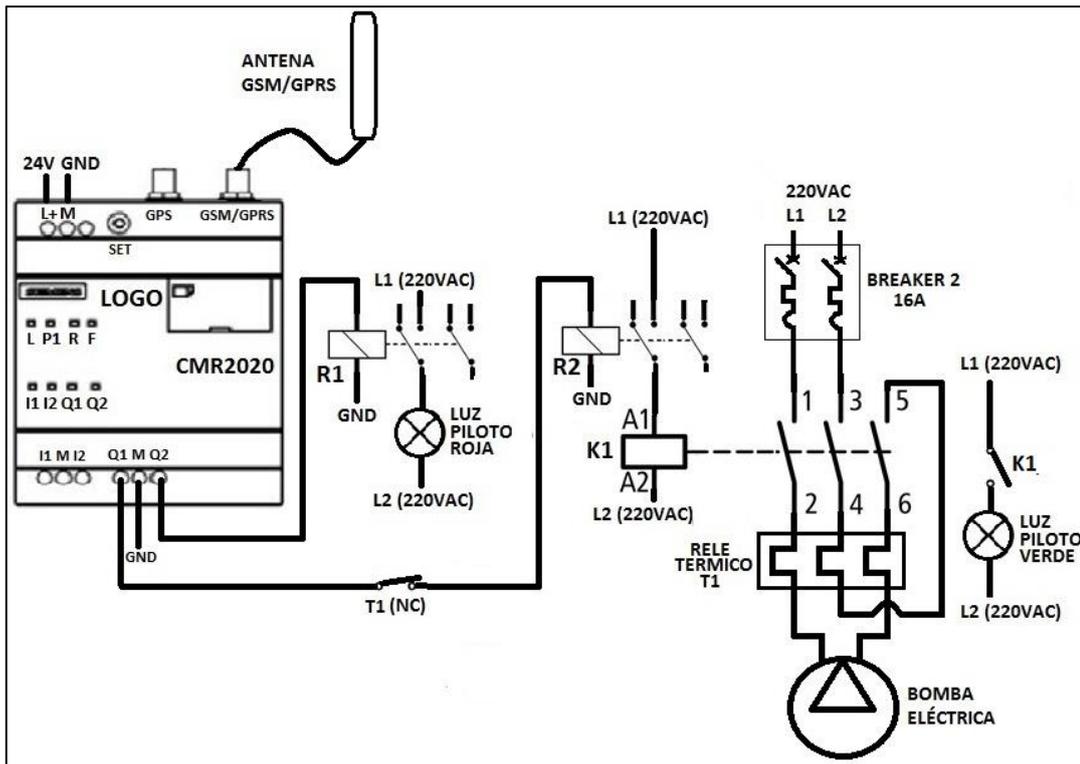


Figura 36-3 Conexión del módulo de comunicación LOGO! CMR 2020

Fuente: ZAVALA, luis 2017

Finalmente, el último diagrama de la figura 36-3 muestra la conexión Ethernet entre el módulo de comunicación, el controlador y el visualizador de textos TDE. Para esta conexión es de gran utilidad los dos puertos Ethernet que incluye el TDE ya que como se indicó en el marco referencial estos puertos pueden trabajar de igual manera que un switch.

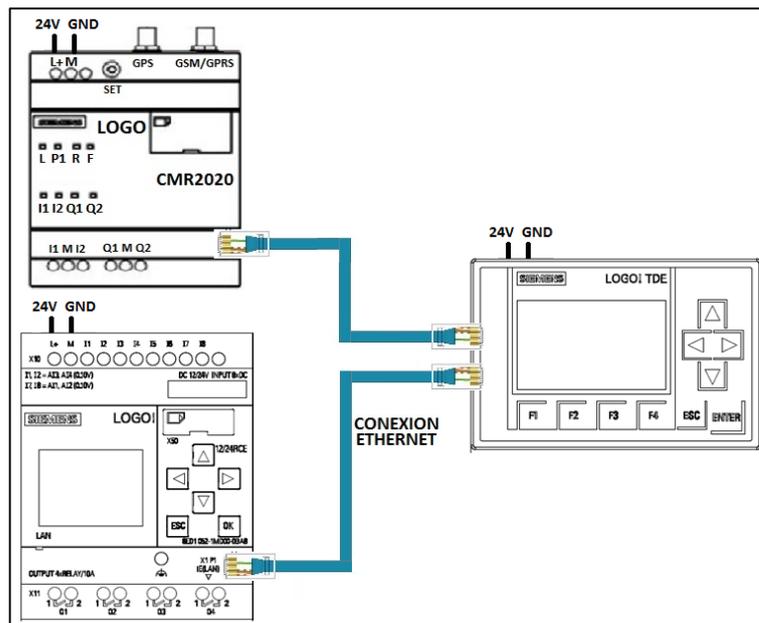


Figura 37-3 Conexión Ethernet entre dispositivos

Fuente: ZAVALA, luis 2017

Una vez conocidos y analizados todos los diagramas eléctricos del sistema se procede al cableado del tablero (figura 37-3), que de acuerdo al consumo de sus elementos para este caso se utiliza cable flexible de calibre 18 AWG para la parte de control y 14 AWG para la parte de fuerza.



Figura 38-3 Tablero de control cableado  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

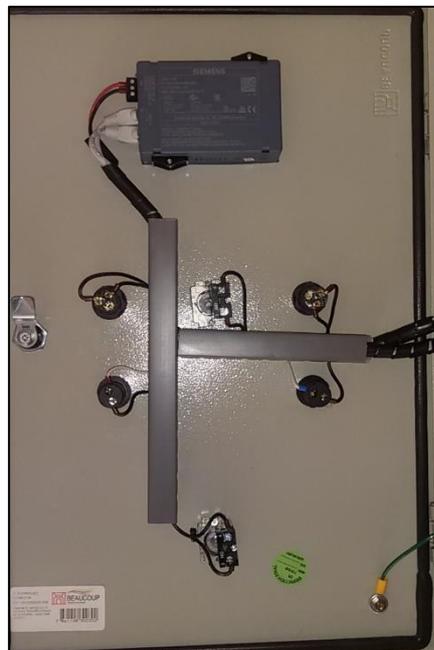


Figura 39-3 Tablero de control cableado  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Finalmente en la imagen 40-3 se aprecia la instalación del tablero de control en la caseta.



Figura 40-3 Instalación del tablero de control  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

### 3.3.3. *Instalación de sensores y actuadores*

Como se mencionó anteriormente el terreno se encuentra dividido en seis sectores y de acuerdo a la figura 13-3 donde se muestra la estructura del sistema de riego automatizado, cada uno de estos sectores cuenta con un sensor de humedad de suelo y de una electroválvula que permite el paso del agua a sus mangueras de riego. Además existen dos electroválvulas adicionales, una para permitir el paso del agua a los sectores 1, 2,3 y otra para los sectores 4, 5, 6.

La instalación de los sensores de humedad mostrada en la figura 41-3 se lo hizo aproximadamente a unos 35 cm de profundidad ya que de acuerdo a información obtenida sobre plantaciones de mora a esta distancia es donde se realiza la mayor absorción de agua por parte de las raíces. (Franco, 2001)

En cuanto a la conexión eléctrica de los sensores se la hace por medio de cable concéntrico 3x18 AWG, dos cables se encargan de llevar la alimentación de 5V desde la fuente de alimentación y el tercer cable lleva la señal de salida (0V o 5V) del sensor de humedad hacia la interfaz, para que luego ésta envíe 0V o 24V a las entradas del controlador LOGO! V8.

Para la calibración de los sensores de humedad se utilizó un higrómetro patrón, con la finalidad de que los sensores instalados en cada uno de los seis sectores cambien de estado correctamente de acuerdo a la humedad deseada en la planta que es del 80%.



Figura 41-3 Instalación de sensores de humedad  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

La instalación del sensor de nivel tipo flotador en el tanque reservorio, se lo puede apreciar en la figura 42-3, la señal de salida de este sensor que simplemente es un contacto normalmente abierto llega a la entrada número ocho del controlador para alertar ante un nivel bajo de agua.



Figura 42-3 Instalación de sensor de nivel  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para la instalación de las 8 electroválvulas, una vez que éstas han sido puestas en la tubería de riego, la señal de alimentación de 24 VAC para el solenoide se lo hace mediante un cable concéntrico 2x18 AWG (figura 43-3). Dicha señal de alimentación proviene de las 8 salidas del controlador con su módulo de expansión y del transformador.



Figura 43-3 Instalación de las electroválvulas  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Finalmente otra instalación realizada es la de la antena GSM/GPRS del módulo de comunicación LOGO! CMR2020 que como se detalló en el capítulo dos, puede ser instalada a la intemperie.



Figura 44-3 Instalación de la antena GSM/GPRS  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

### 3.3.4. Configuración del módulo de comunicación CMR2020

Una vez realizadas las conexiones correspondientes del módulo de comunicación LOGO! CMR2020, se procede a insertar la tarjeta SIM en la ranura respectiva para luego de esto pasar a la configuración del módulo a través de un navegador web y su servidor web integrado.



Figura 45-3 Inserción de la tarjeta SIM  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para ingresar en la configuración del dispositivo, en el URL del navegador se ingresa la dirección IP 192.168.0.3 que es la que viene por defecto en el módulo de comunicación. En la página de login se ingresa el usuario y contraseña de fábrica que es “admin” en ambos casos. En la siguiente pantalla pedirá el cambio de contraseña para seguridad de futuras configuraciones.

Luego de ingresar la contraseña nueva, aparece la pantalla inicial de la configuración del dispositivo, la cual muestra un resumen general de las configuraciones y estado del CMR 2020.

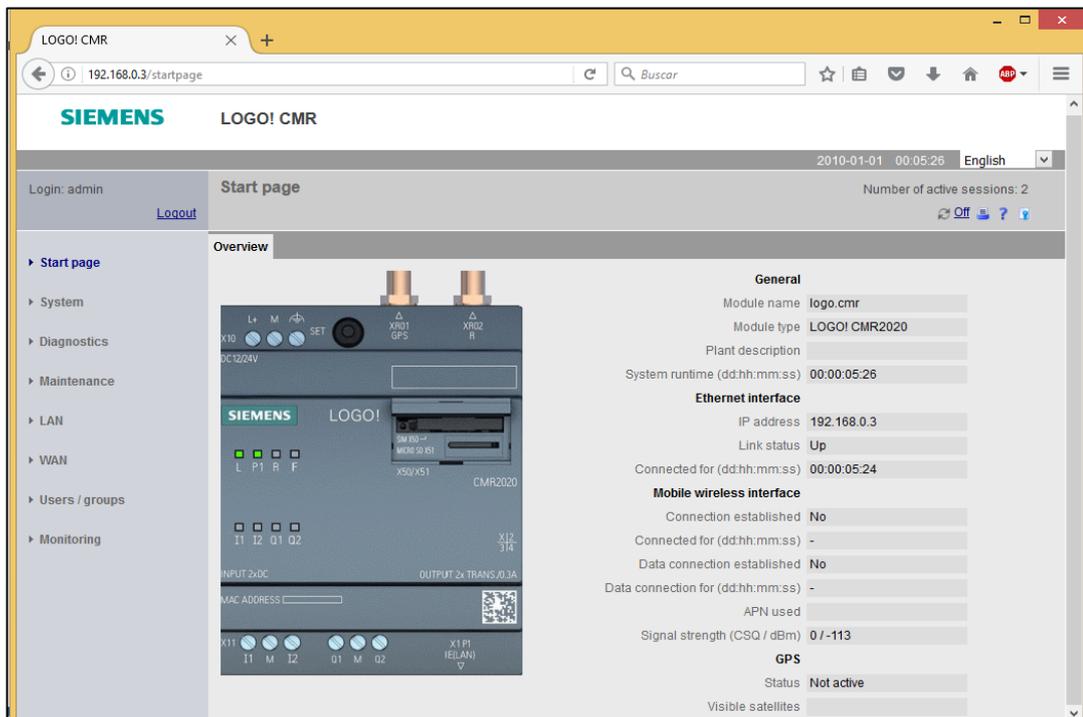


Figura 46-3 Página inicial sin previa configuración del módulo  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

En la página sistema se tiene 3 pestañas en las cuales se permite cambiar el nombre del módulo, tiempo para término de sesión en el caso de que ya no se esté interactuando con el servidor web, información sobre el hardware y herramientas para el ajuste del tiempo del sistema. Vale indicar que para confirmar cualquier cambio realizado en la configuración, se deberá pulsar el botón de aplicar para guardar los cambios.

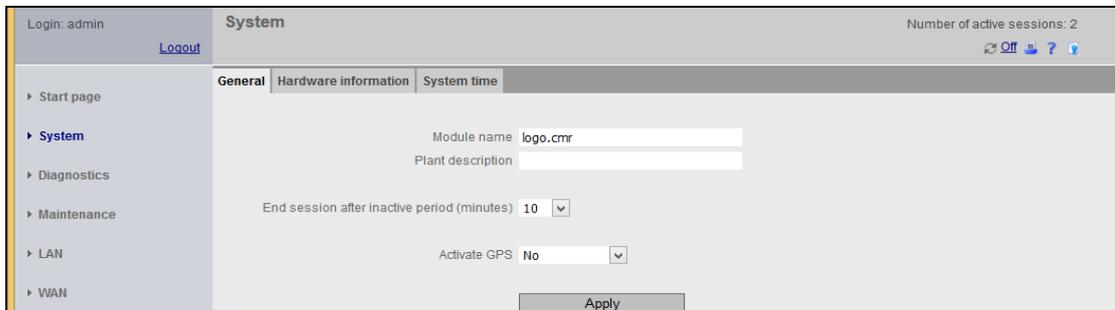


Figura 47-3 Página del Sistema

Fuente: ZAVALA, luis 2017

La información mostrada en la página de diagnóstico es concerniente a un historial de mensajes generados al momento de realizar un cambio en el dispositivo, estado de conexiones, avisos de servicio, errores, etc.

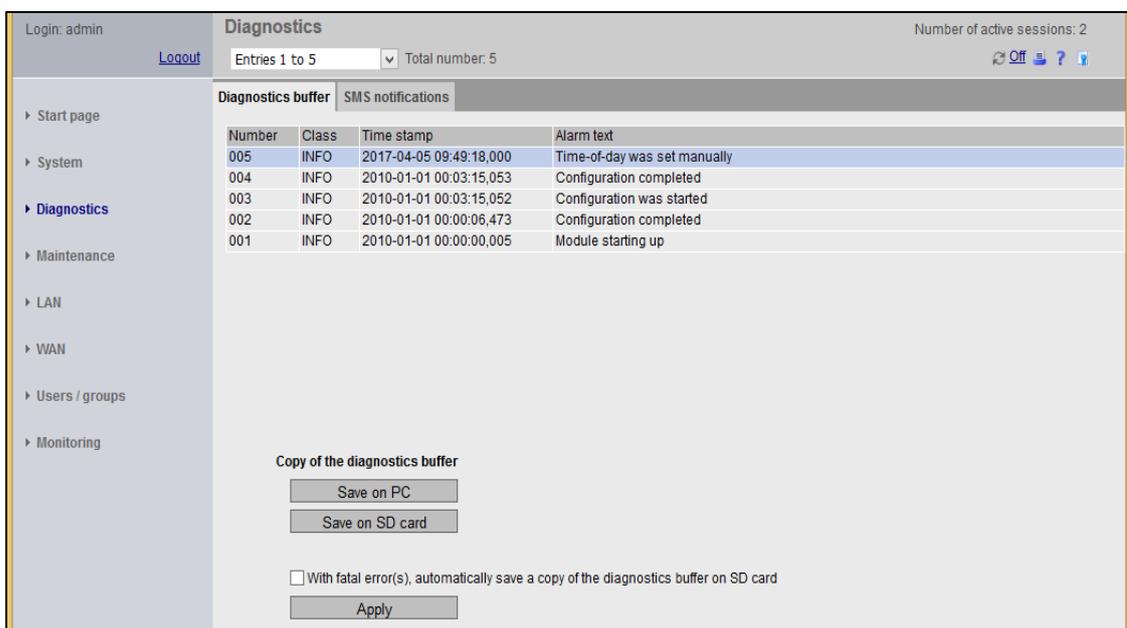


Figura 48-3 Buffer de diagnóstico

Fuente: ZAVALA, luis 2017

En esta ventana también se puede configurar la opción para enviar un mensaje de texto a los usuarios para notificarlos en el caso de que se produzca un error en el módulo de comunicación (figura 49-3)

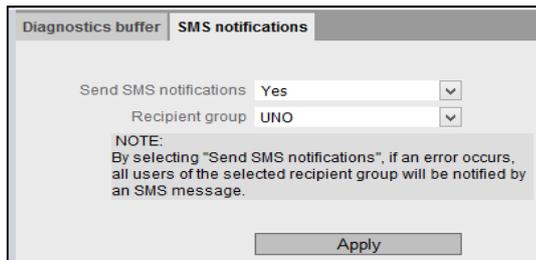


Figura 49-3 Activación SMS de error  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

La siguiente ventaja es la de mantenimiento, la cual brinda herramientas para guardar o cargar la configuración del dispositivo ya sea desde un computador o una tarjeta micro SD instalada previamente (figura 50-3). Así mismo se muestra información del firmware y la opción de poderlo actualizar si existiere una nueva versión del mismo. (figura 51-3)

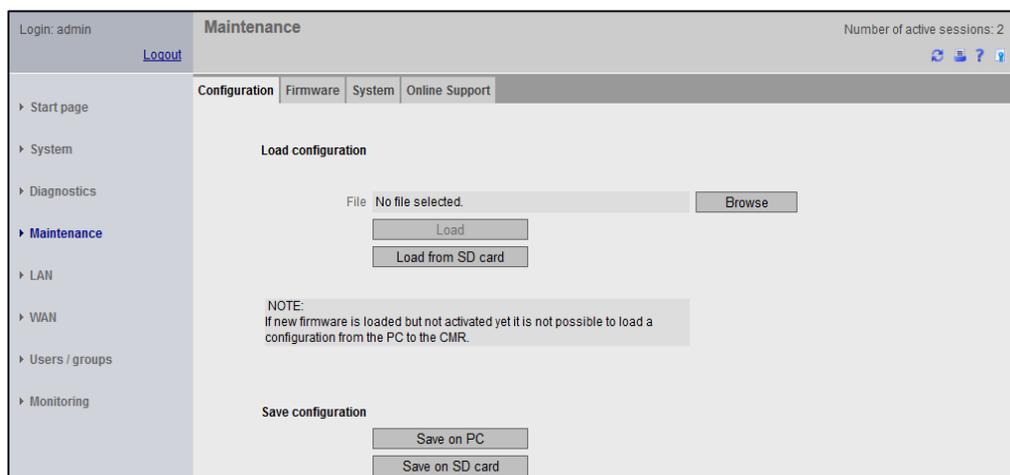


Figura 50-3 Cargar o guardar configuración  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

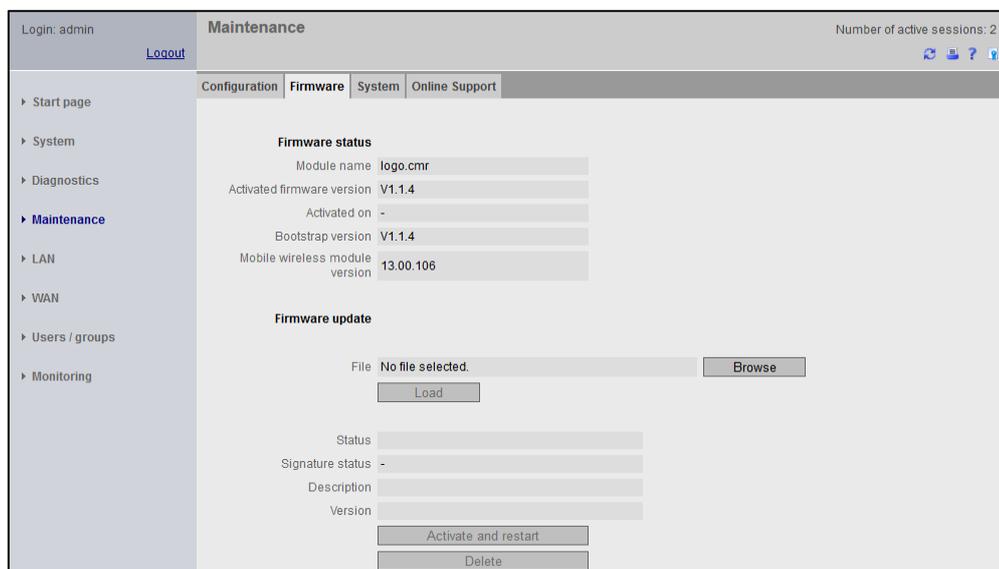


Figura 51-3 Información del firmware  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Finalmente en las herramientas de mantenimiento también se encuentra ayuda para detener, reiniciar o resetear el módulo a valores de fábrica. Así también ayuda para soporte online.

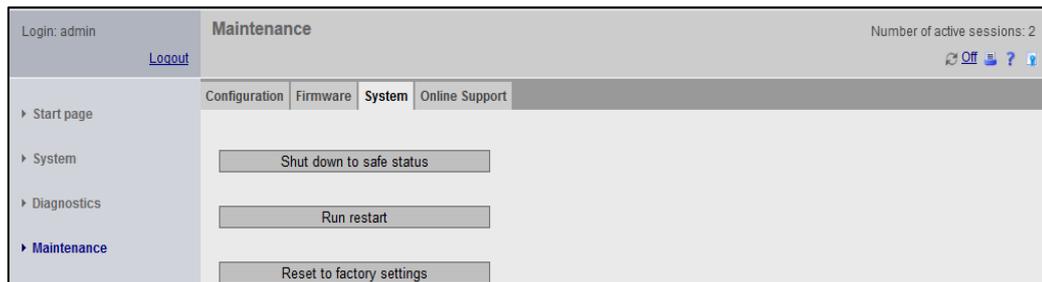


Figura 52-3 Herramientas de mantenimiento  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

En la configuración de la red LAN se ingresa la dirección IP y la máscara de subred del módulo de comunicación, se debe tener en cuenta las direcciones asignadas al controlador LOGO! V8 y el visualizador de texto LOGO! TDE para evitar que se repitan, y puedan provocar conflictos.

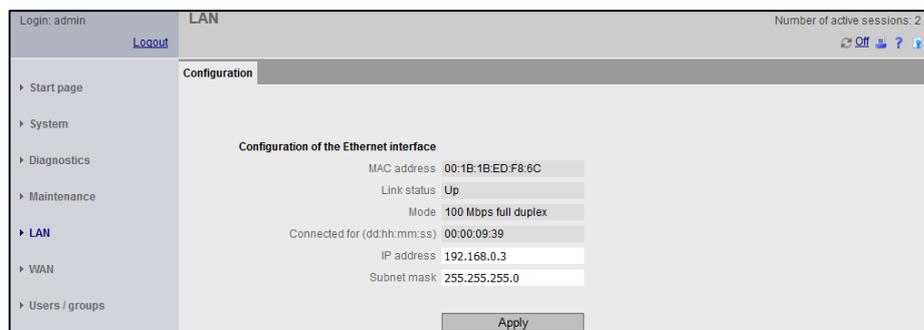


Figura 53-3 Configuración de la red LAN  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

En la configuración de la red WAN se tiene 4 pestañas, la primera muestra un resumen general. Como se puede apreciar en la figura 54-3 debido a que la configuración todavía no ha sido realizada, el módulo no tiene ninguna conexión establecida.



Figura 54-3 Resumen de la red WAN sin configuración previa.  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Para la configuración de la red móvil inalámbrica se tiene que obtener información del número del centro de mensajes, APN, nombre de usuario y contraseñas de la operadora móvil. Dicha información puede ser vista en un teléfono móvil como se muestra en las figuras 55-3 y 56-3.

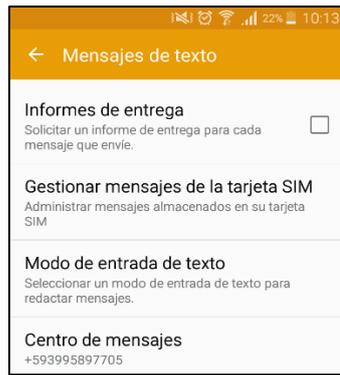


Figura 55-3 Número del centro de mensajes  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

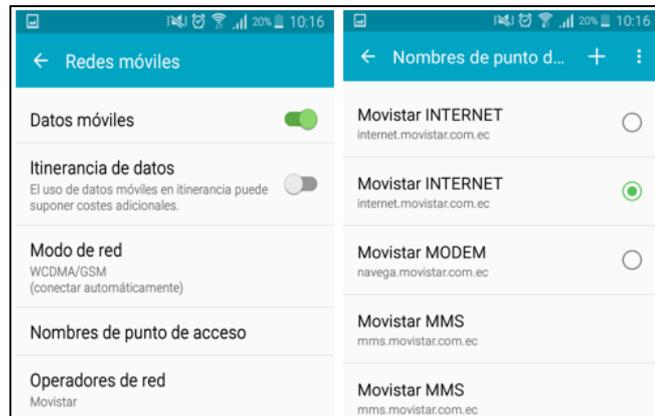


Figura 56-3 APN y nombre de usuario  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

A continuación se muestra la configuración de la red móvil inalámbrica con la información indicada anteriormente.

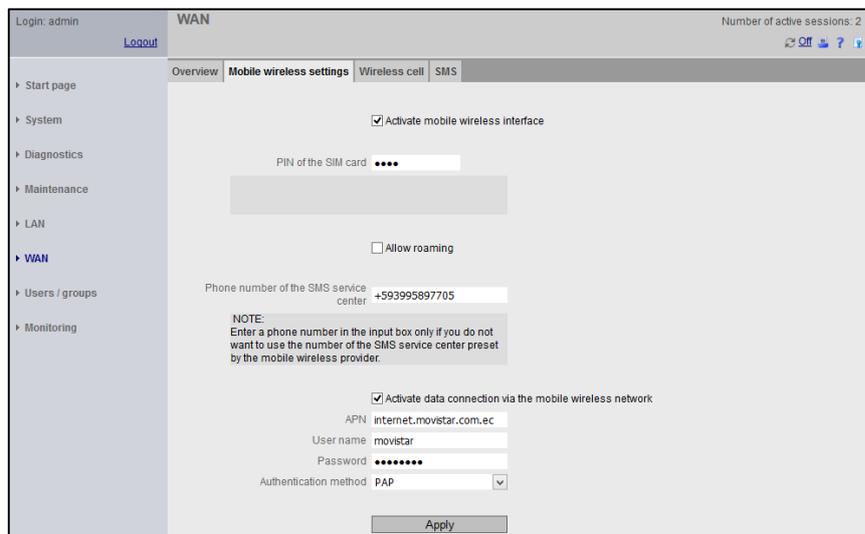


Figura 57-3 Configuración de la red móvil inalámbrica  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

En la pestaña de la celda inalámbrica se puede comprobar la intensidad de la antena GSM/GPRS, y con esto definir una mejor posición para la recepción si el caso lo amerita.

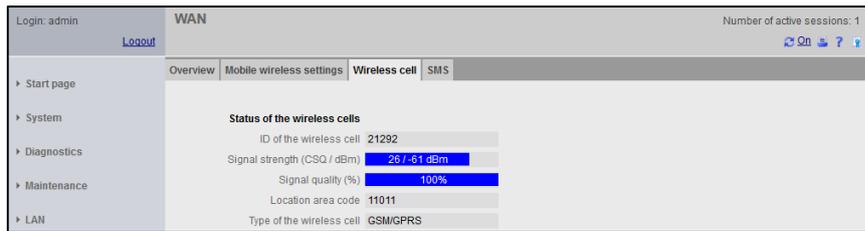


Figura 58-3 Intensidad de la señal de la antena.  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Finalmente se tiene la pestaña SMS (figura 59-3) que es donde se activa la recepción de mensajes de texto para el telecontrol del proceso y la contraseña de seguridad de los mismos.

Como se dijo en el capítulo 2, una de las características del módulo de comunicación CMR 2020 es la seguridad con la que cuenta en la recepción de mensajes, es decir para realizar una acción de control, el mensaje enviado desde el teléfono móvil debe de estar acompañado de una contraseña. Para este caso la contraseña definida es “RIEGO”

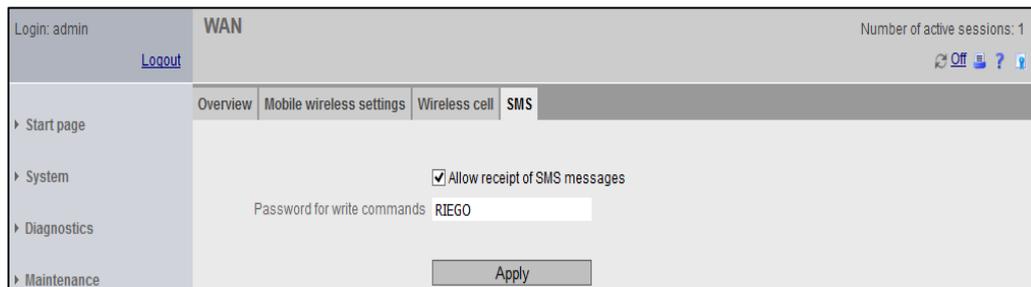


Figura 59-3 Activación de recepción de SMS para el telecontrol.  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

En la figura 60-3 se muestra una vez más el resumen de la configuración de la red WAN, pero en este caso se puede apreciar que ya se encuentran establecidas las conexiones móviles, gracias a las modificaciones realizadas.



Figura 60-3 Resumen de la red WAN configurada  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

La siguiente ventana de configuración del módulo de comunicación es la de usuarios y grupos, en la primera de estas se ingresa los números telefónicos de los usuarios que vayan a tener acceso al telecontrol del proceso de riego. Se puede ingresar como máximo 20 números telefónicos.

Hay que tener en cuenta que al momento de ingresar el número se debe anteponer el código del país para que pueda ser reconocido por el módulo en el caso de Ecuador este código es +593.

Users / groups

NOTE:  
Maximum number of users: 20.

	Name	Description	Login	Phone number	Allow receipt of SMS messages	Phone number of this user can be changed using SMS
1	usuario		usuario	+593984861630	Yes	Yes
2	Administrator		admin		Yes	Yes
3	CMR2020		CMR	+593979392237	Yes	No

Change user

Name: usuario

Description:

Phone number: +593984861630

Allow receipt of SMS messages: Yes

Phone number of this user can be changed using SMS: Yes

Figura 61-3 Ingreso de usuarios

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Cuando ya se ha ingresado a los usuarios del sistema se procede a crear los grupos de destinatarios. La creación de estos grupos es sencilla (figura 62-3), simplemente se ingresa un nombre con su respectiva descripción y se seleccionan los usuarios que vayan a pertenecer al grupo. Se puede ingresar como máximo 5 grupos de usuarios.

Esta herramienta es de gran utilidad ya que con esta se clasifica el envío de mensajes, es decir que algunas notificaciones deben ser enviadas solo a ciertos usuarios y no ser difundidas a todos los números ingresados.

En la figura 63-3 se muestra nuevamente la página inicial de la configuración del módulo de comunicación, pero como se puede notar ya se tiene información resumida de las modificaciones que se han realizado en los pasos anteriores, con el fin de establecer la conexión GSM/GPRS.

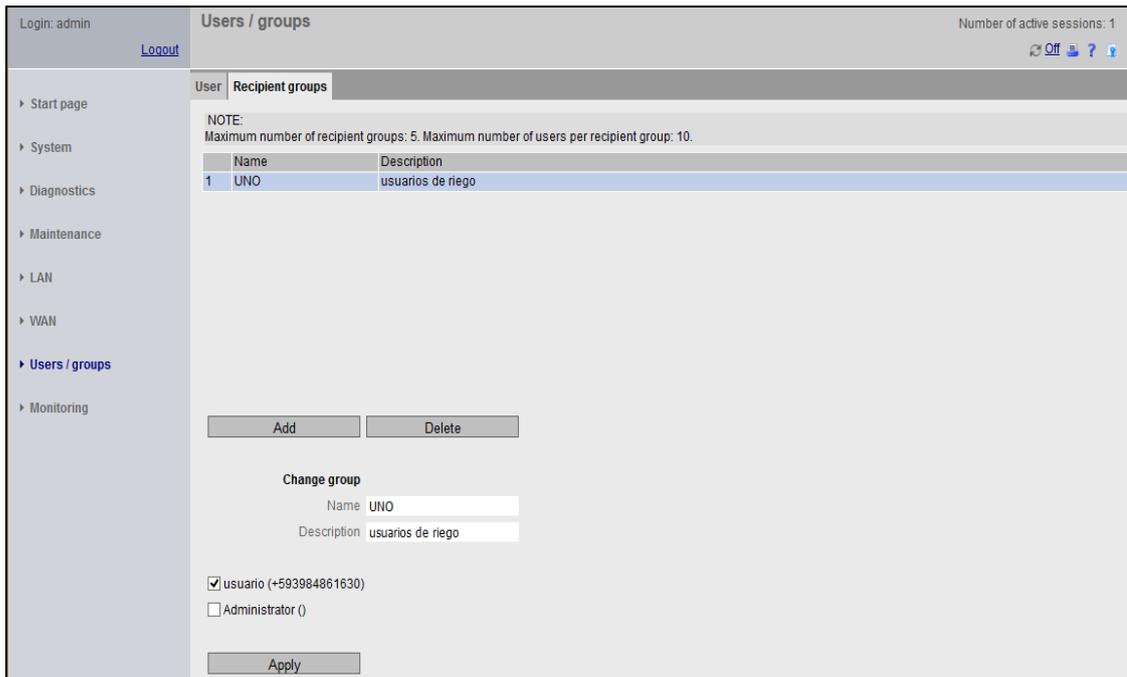


Figura 62-3 Creación de grupos  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

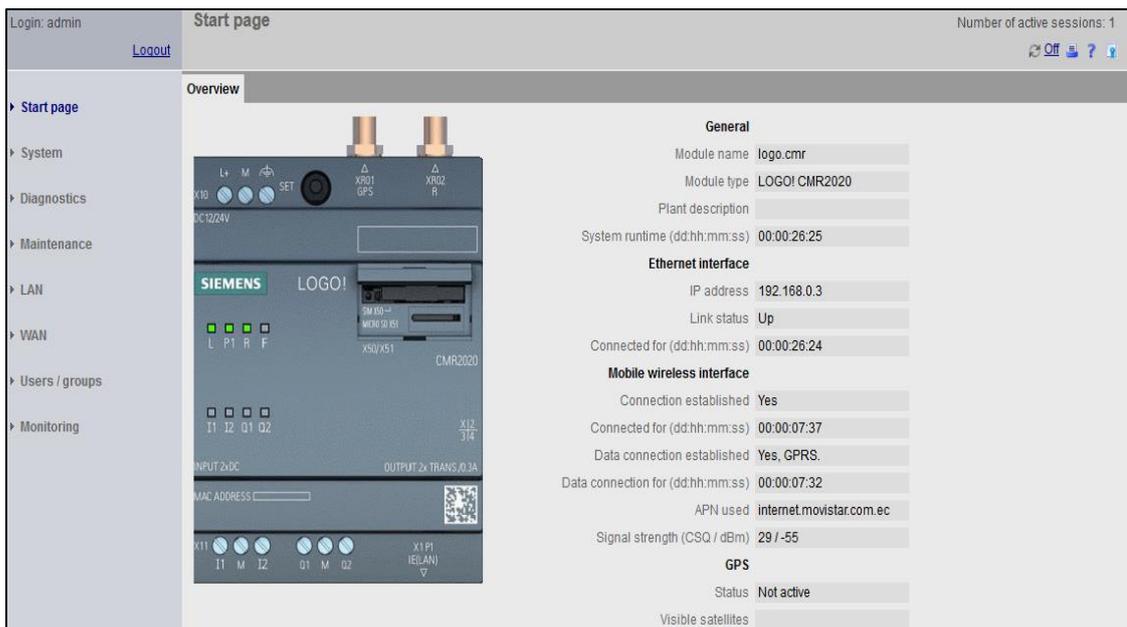


Figura 63-3 Página inicial con un resumen de las configuraciones realizadas  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Finalmente se tiene la ventana de supervisión, aquí es donde se realiza el enlace entre el módulo de comunicación CMR2020 y el controlador LOGO! V8. La configuración de la ventana de supervisión se la verá más adelante ya que primero se tiene que realizar la programación del controlador para ver que variables necesitan ser compartidas.

### **3.3.5. Programación del controlador LOGO! V8**

Para iniciar la programación del dispositivo se necesita en primera instancia los requerimientos demandados por el proceso de riego y sus usuarios. A continuación se los detallan:

- El sistema debe tener 2 tipos de control, manual y automático.
- Los dos tipos de control se los pueden funcionar de forma local o remota a través de la red GSM/GPRS.
- El mando manual permite al usuario encender o apagar los actuadores (electroválvulas y bomba) a su voluntad, en cualquier momento que lo desee.
- El mando automático debe funcionar los días martes y viernes a partir de las 10H00 solo si el cultivo lo requiere, ya que puede darse el caso que éste se encuentre húmedo y no haga falta realizar su riego.
- Los sensores de humedad será quienes determinen si es necesario el proceso de riego en cada uno de los sectores en el modo automático.
- En el riego automático se regará un solo sector a la vez y en orden (del 1 al 6), esto debido a que el caudal bomba es adecuado para el riego de un solo sector.
- Para el control manual-local los accionamientos los hace a través del tablero de control instalado en la caseta contigua al reservorio.
- Para el control manual-remoto los accionamientos los hace mediante SMS.
- Se notificará mediante un mensaje de texto el inicio y finalización del proceso de riego automático.
- Se podrá consultar de forma remota vía SMS el estado de cada uno de los sectores, es decir si está húmedo o seco.
- Se generarán alarmas y notificaciones mediante mensajes de texto en el caso de que haya una sobrecarga en la bomba eléctrica o cuando el reservorio tenga un nivel bajo de agua.
- De igual se debe enviar un mensaje en el caso de que se pierda la conexión entre el módulo de comunicación CMR2020 y el controlador LOGO! V8 o también cuando se reestablezca la conexión.

Adicional a los requerimientos mencionados anteriormente, se ha utilizado el servidor web integrado en el controlador LOGO! V8 para ofrecer al usuario un monitoreo rápido sin necesidad de abrir la caseta de control. Esto lo puede realizar conectándose a una red WIFI “MONITOREO\_RIEGO” e ingresando al servidor web a través de un teléfono celular, tablet o cualquier dispositivo móvil con conexión WIFI y un navegador web.

Conocidos los requerimientos se procede a la programación del controlador LOGO V8 y como se mencionó en el capítulo dos se utiliza el software LOGO!Soft Comfort V8. Como primer paso se crea un nuevo proyecto y se añaden los dispositivos a utilizar (Figura 64-3), hay que tener en cuenta la serie del hardware que se va a utilizar en este caso el LOGO 0BA8.

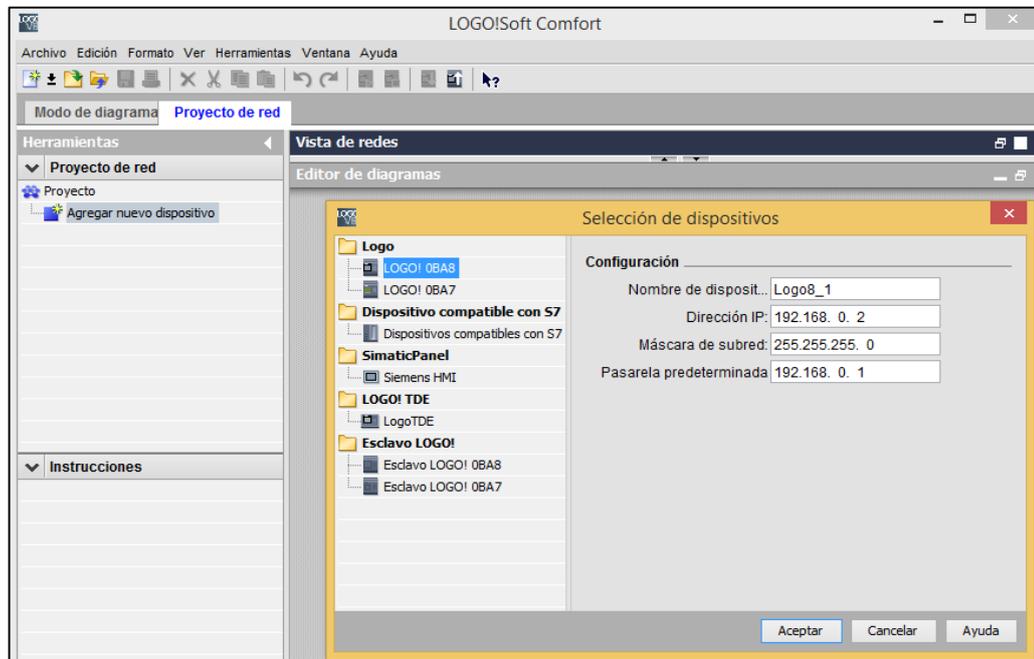


Figura 64-3 Selección de los dispositivos

Fuente: ZAVALA, luis 2017

Una vez añadido el controlador y el visualizador de textos, automáticamente se crea la conexión Ethernet entre estos y el computador desde donde se está realizando la programación.

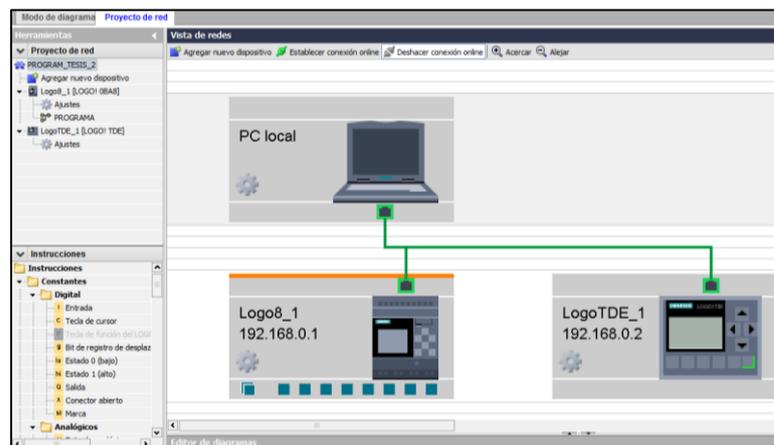


Figura 65-3 Red Ethernet entre Controlador, TDE y PC

Fuente: ZAVALA, luis 2017

Para tener una mejor documentación de proyecto se procede a la asignación de nombres a las entradas y salidas del controlador.

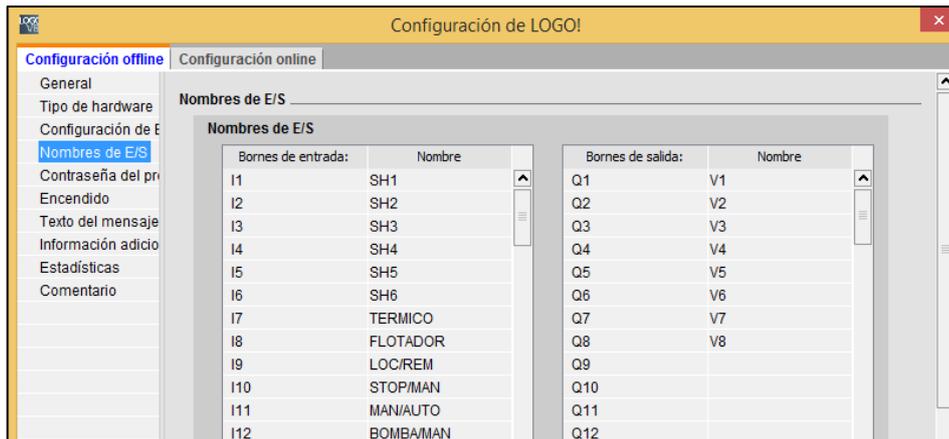


Figura 66-3 Asignación de nombres a entradas y salidas del controlador  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Para seleccionar el tipo de control ya sea este manual o automático y local o remoto se utilizan los dos selectores conectados a las entradas I9 e I11 del controlador LOGO! V8.

A continuación se muestra parte del programa donde se realiza el control manual – local (figura 67-3). Para abrir las electroválvulas de cada uno de los seis sectores se utilizan las 4 teclas de función del visualizador TDE. Para la apertura de las electroválvulas del sector 5 se debe pulsar F1 y F4 simultáneamente, en cambio para el sector 6 se lo hace con F2 y F4. La bomba es encendida por medio del pulsador color verde. Finalmente para detener el proceso de riego de forma manual se lo hace pulsando el botón color rojo.

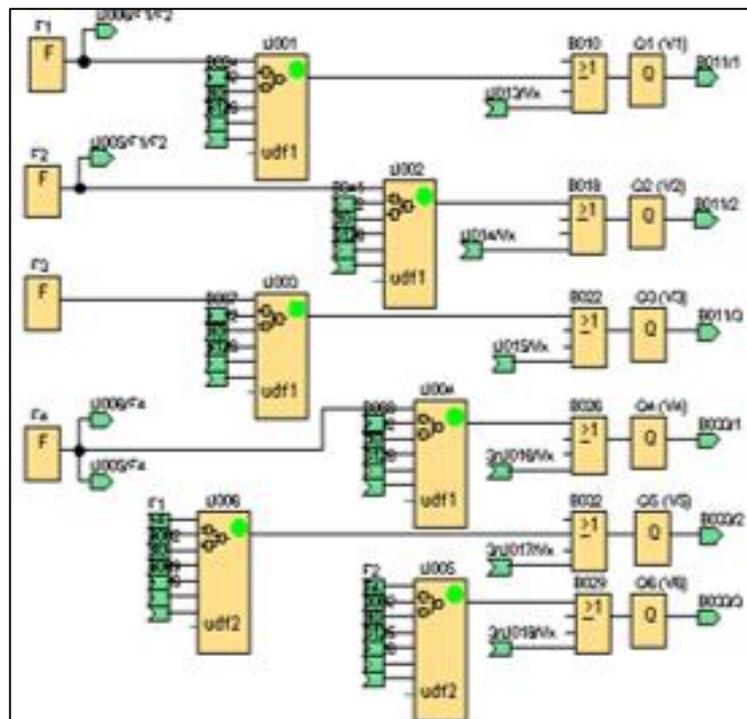


Figura 67-3 Programación del control manual-local  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

El control manual-remoto funciona básicamente igual que el local, a diferencia que la activación de los actuadores se lo hace mediante mensajes de texto. Como se aprecia en la figura 68-3 los bloques de entrada de red NI1 a NI6 reciben las órdenes enviadas desde el LOGO! CMR2020 quien es el que recibe los mensajes de texto.

Para ambos controles manuales, en el caso de que el usuario se olvide de detener el riego de algún sector, se ha implementado un control el cual detendrá el proceso luego de 35 minutos de iniciado, esto por motivos de ahorro del agua de riego.

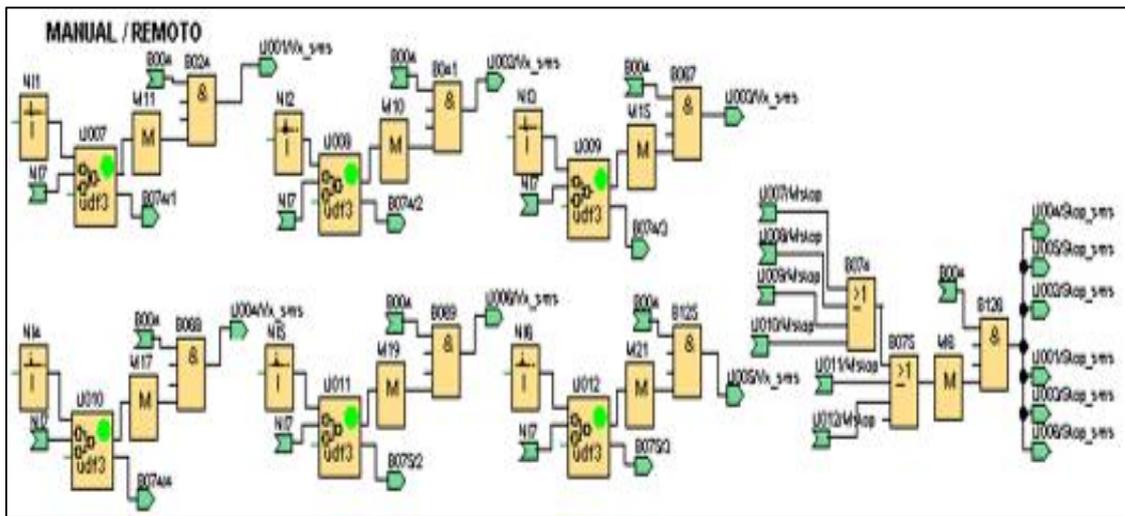


Figura 68-3 Programación del control manual-remoto  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

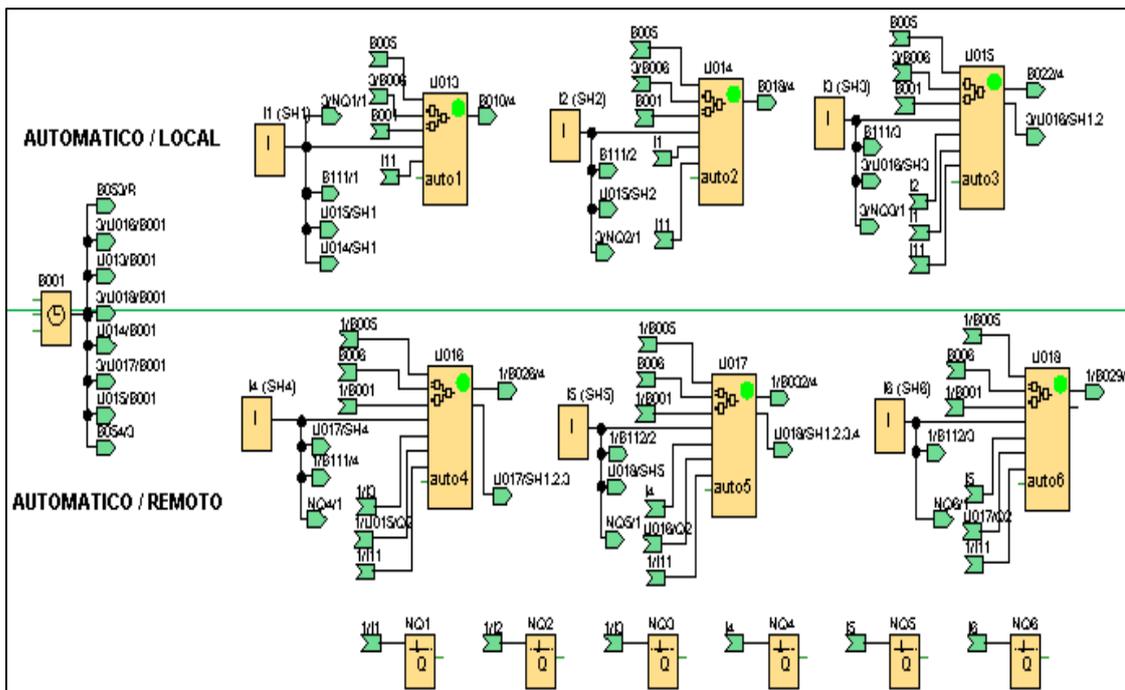


Figura 69-3 Programación del control automático  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

En la figura 69-3 se muestra la programación control automático. Como se puede ver su ejecución depende de los sensores de humedad que se encuentran conectados de I1 a I6 del controlador. Las salidas de red NQ1 a NQ6 comparten el estado de los sensores al módulo de comunicación CMR2020 para que este pueda responder al usuario cuando se consulte el estado de cada sector.

Adicional a los sensores otra condición para que el control automático empiece la da el bloque de reloj semanal (figura 70-3) que como se pidió en los requerimientos este tipo de control solo debe ejecutarse los días martes y viernes, esto por motivos de que la cantidad de agua alojada en el reservorio alcanza para realizar el riego dos veces por semana y este es recargado cada día lunes.

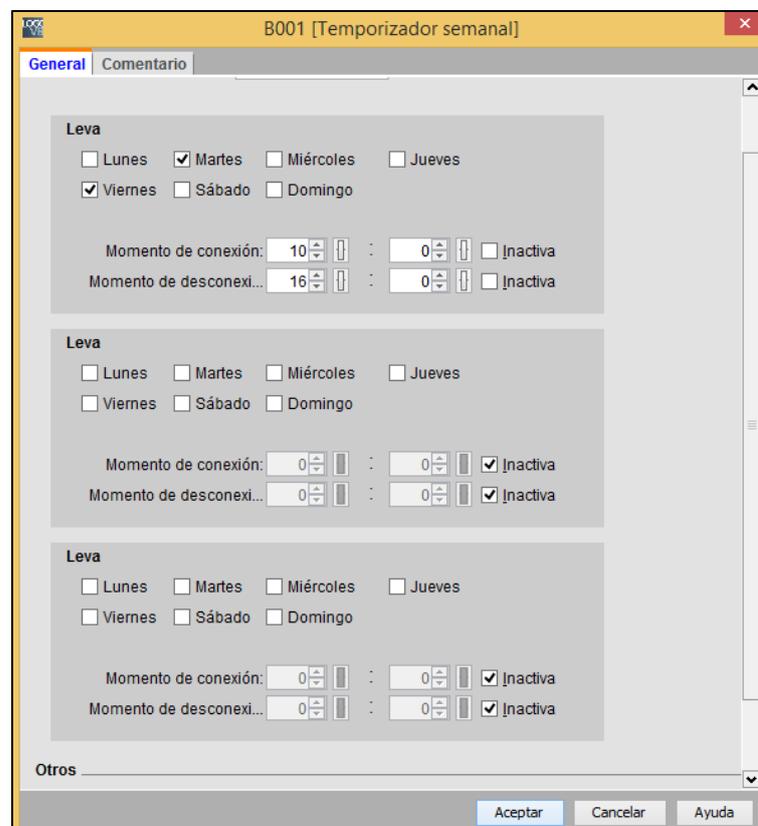


Figura 70-3 Configuración del reloj semanal  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para la programación del visualizador de textos logo TDE se utiliza el bloque llamado texto de aviso (figura 71-3). Para este caso se han configurado 5 pantallas de visualización (figura 72-3). La primera de estas muestra el estado de las 8 electroválvulas del proceso (abierta o cerrada), la segunda el estado de los sensores (húmedo o seco) y bomba, la tercera el estado del sensor de nivel y térmico, la cuarta y quinta solo se muestran como una alerta (pantalla TDE cambia a color rojo) en el caso de que se genere una sobrecarga en la bomba o en el caso de que el reservorio se quede vacío.

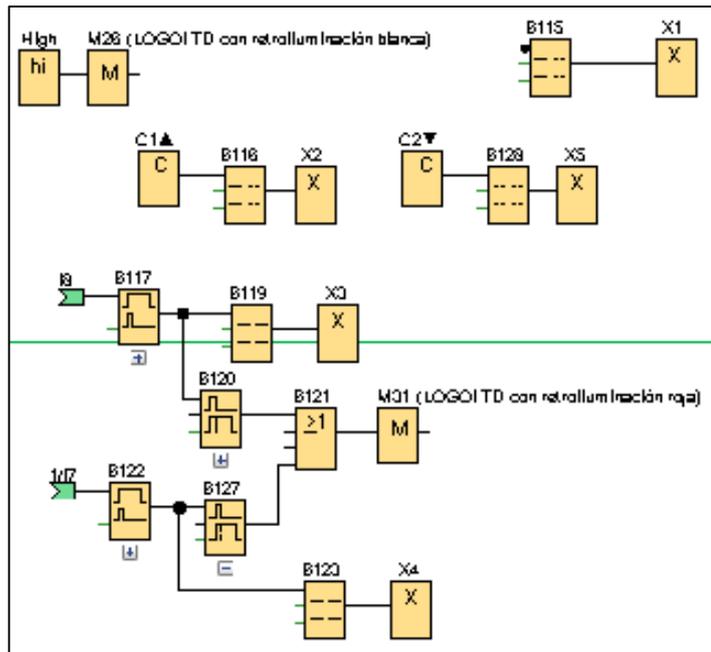


Figura 71-3 Programación del visualizador de texto LOGO! TDE.  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Texto de aviso

°C AI ON/OFF Símbolo 00:00 Editar manualmente

SISTEMA DE RIEGO					
B115 - Fecha actual		B115 - Hora a...			
11 de abril de ...		17:40:43 C...			
V 1	Q1	0:CLOSE 1:OPEN	V 2	Q2	0:CLOSE 1:OPEN
V 3	Q3	0:CLOSE 1:OPEN	V 4	Q4	0:CLOSE 1:OPEN
V 5	Q5	0:CLOSE 1:OPEN	V 6	Q6	0:CLOSE 1:OPEN
V 7	Q7	0:CLOSE 1:OPEN	V 8	Q8	0:CLOSE 1:OPEN

Sobrescribir

Texto de aviso

°C AI ON/OFF Símbolo 00:00 Editar manualmente

ESTADO DE SECTORES					
S 1	I1	0:SECO 1:HUMEDO	S 2	I2	0:SECO 1:HUMEDO
S 3	I3	0:SECO 1:HUMEDO	S 4	I4	0:SECO 1:HUMEDO
S 5	I5	0:SECO 1:HUMEDO	S 6	I6	0:SECO 1:HUMEDO
BOMBA		M1	0:OFF 1:ON		

Sobrescribir

Texto de aviso

°C AI ON/OFF Símbolo 00:00 Editar manualmente

ALARMAS DEL SISTEMA		
SOBRECARGA	I7	0:NO 1:SI
NIVEL BAJO	I8	0:NO 1:SI
BOMBA	M1	0:OFF 1:ON

Sobrescribir

Texto de aviso

°C AI ON/OFF Símbolo 00:00 Editar manualmente

ADVERTENCIA:	
NIVEL DE RESERVORIO BAJO	

Sobrescribir

Texto de aviso

°C AI ON/OFF Símbolo 00:00 Editar manualmente

ADVERTENCIA:	
SOBRECARGA TERMICA EN LA BOMBA	

Sobrescribir

Figura 72-3 Pantallas de visualización para el usuario  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Vale mencionar también que se ha realizado las seguridades respectivas para el accionamiento de la bomba eléctrica (Figura 73-3). Por ejemplo si ninguna electroválvula se encuentra abierta la bomba no se enciende ya que si todas se encuentran cerradas y la bomba está encendida se puede crear una alta presión que puede romper las tuberías. Y también como se mencionó anteriormente la bomba se apagará por sobrecarga o bajo nivel en el reservorio.

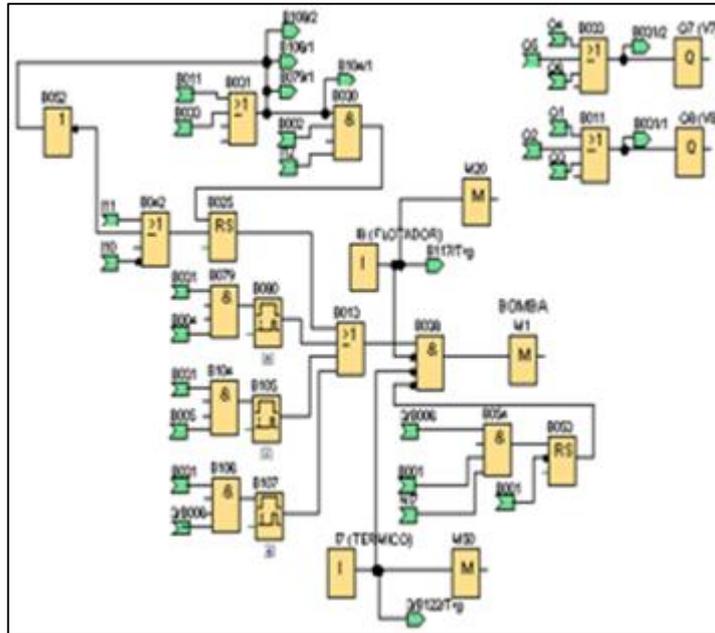


Figura 73-3 Seguridades para el accionamiento de la bomba eléctrica  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Una vez finalizada la programación del controlador y como se mencionó en el capítulo anterior el software permite realizar una simulación del proceso antes de descargar el programa.

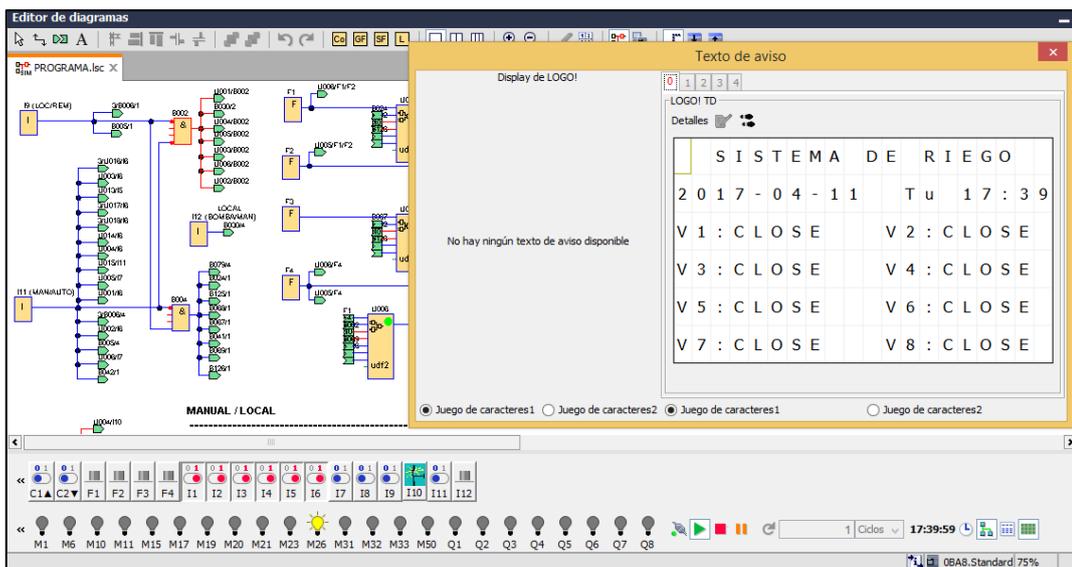


Figura 74-3 Simulación del programa  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Finalmente se procede a la descarga del programa en el controlador. Al pulsar el botón de descarga de PC a LOGO aparece la ventana mostrada en la figura 75-3, primero se ingresa la dirección ip del controlador y si se desea se puede probar la conexión.

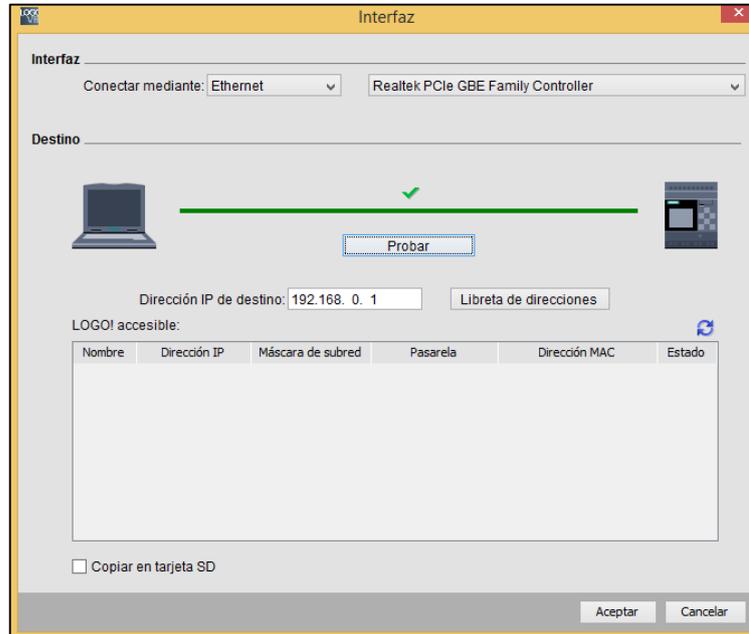


Figura 75-3 Descarga de programa al controlador  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Al pulsar el botón “Aceptar” aparece un mensaje que dice que si se desea detener el controlador mientras se descarga el programa. Luego empezará la descarga y finalmente se regresa al modo de operación al controlador para que éste pueda iniciar el control del proceso.



Figura 76-3 Descarga de programa al controlador  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Para obtener una información más detallada acerca de la programación del controlador se puede dirigir al anexo C donde se encuentra el programa completo.

### 3.3.6. Enlace entre el LOGO! CMR2020 y LOGO! V8

Una vez realizada la configuración inicial del módulo de comunicación CM2020 y la programación del controlador LOGO! V8, se procede al enlace de ambos dispositivos. Para esto se utiliza las herramientas que se encuentran en la ventana de “supervisión” del módulo de comunicación.

En la primera pestaña se muestra un resumen de las variables que se encuentran definidas para la comunicación y su estado (on-off). Por defecto aparecerán inicialmente 4 señales definidas pertenecientes al CMR2020 las cuales son sus dos entradas y sus dos salidas.

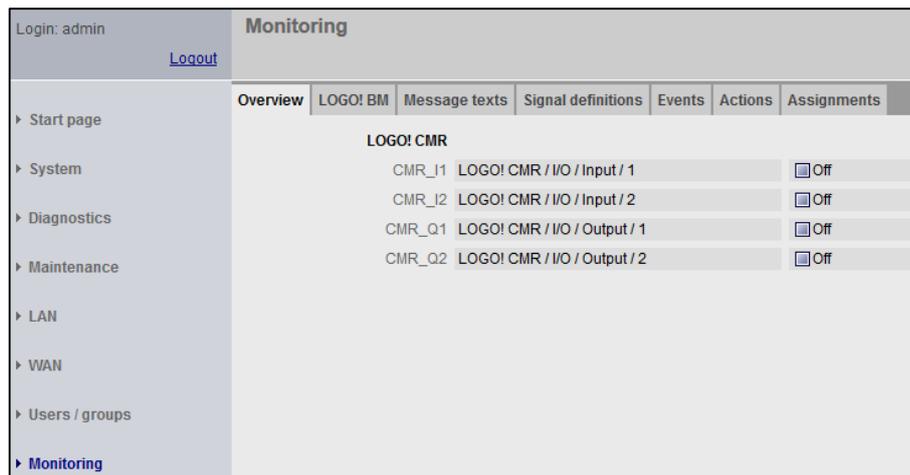


Figura 77-3 Resumen de las variables definidas por defecto y su estado.  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

En la pestaña LOGO! BM se define la dirección ip del controlador al cual se va a enlazar el módulo de comunicación, así mismo se puede verificar la conexión realizando un ping.

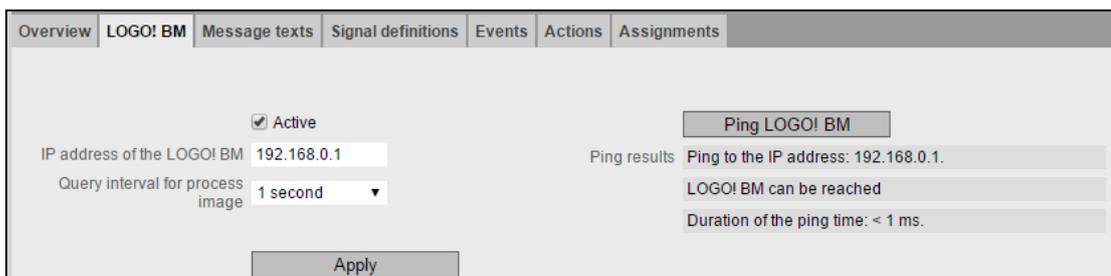


Figura 78-3 Ingreso de la dirección ip del controlador.  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

El siguiente paso es la definición de los mensajes de textos que va a enviar el módulo de comunicación a los usuarios.

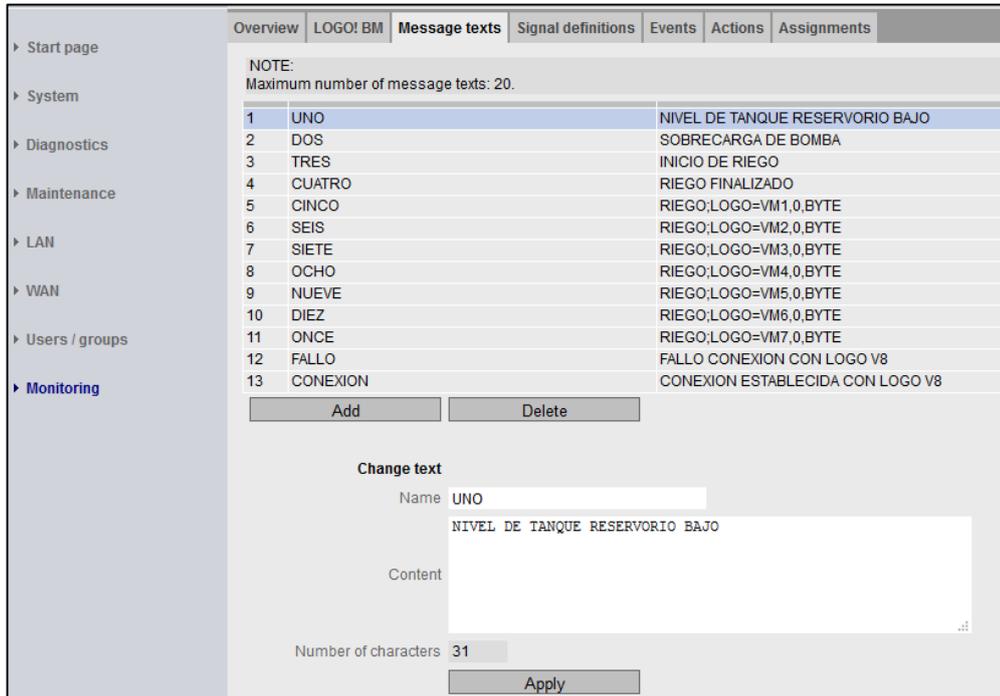


Figura 79-3 Definición de los mensajes de texto a enviar.  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

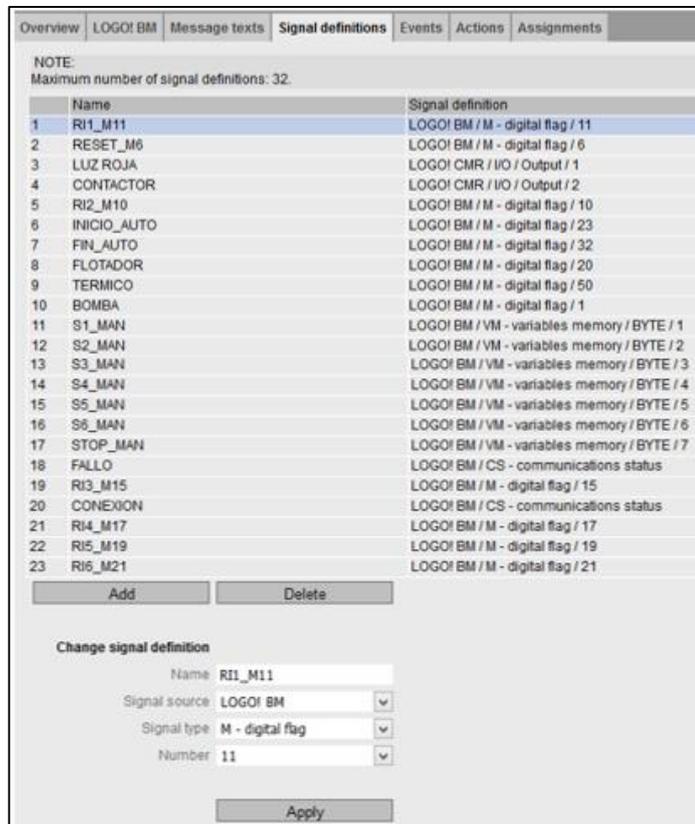


Figura 80-3 Definición de las señales.  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

En la figura 80-3 se muestra la pestaña de definición de las señales. Aquí se ingresan todas las variables que se comparten entre el módulo de comunicación y el controlador. Hay que tener mucho en cuenta que las direcciones seleccionadas sean las mismas que se encuentran definidas en la programación del controlador.

La siguiente pestaña permite configurar los eventos que permiten realizar las acciones de control en el proceso de riego, es decir cuando una de las señales definidas cambia de estado se ejecutará alguna acción que como se verá más adelante puede ser el envío de un mensaje, encendido o apagado de la bomba, entre otras.

NOTE:  
Maximum number of events: 32.

	Name	Event definition
1	SMS_INIC_AUTO	INICIO_AUTO Changes to 0
2	SMS_FIN_AUTO	FIN_AUTO Changes to 1
3	SOBRRECARGA BOMBA	TERMICO Changes to 1
4	RESERVORIO VACIO	FLOTADOR Changes to 1
5	ENCENDER BOMBA	BOMBA Changes to 1
6	T1_CERRADO	TERMICO Changes to 1
7	T1_OPEN	TERMICO Changes to 0
8	APAGAR BOMBA	BOMBA Changes to 0
9	RI1	RI1_M11 Changes to 1
10	RI2	RI2_M10 Changes to 1
11	RI3	RI3_M15 Changes to 1
12	RI4	RI4_M17 Changes to 1
13	RI5	RI5_M19 Changes to 1
14	RI6	RI6_M21 Changes to 1
15	RESET_STOP	RESET_M6 Changes to 1
16	FALLO	FALLO Changes to 0
17	CONEXION	CONEXION Changes to 1

Add Delete

**Change event**

Name: SMS\_INIC\_AUTO

Signal name: INICIO\_AUTO

Event: Changes to 0

Apply

Figura 81-3 Configuración de los eventos

Fuente: ZAVALA, luis 2017

A continuación se muestra la configuración de las acciones que ejecutará el módulo de comunicación (figura 82-3). Las acciones se han definido de acuerdo a los requerimientos del proceso.

Entre las principales acciones que ha de ejecutar el módulo de comunicación CMR 2020 se encuentran:

- Envío de mensajes cuando existe un nivel bajo de agua en el reservorio.
- Envío de mensajes cuando existe una sobrecarga en la bomba eléctrica.
- Envío de mensajes cuando se inicia o termina el riego automático.
- Encendido y apagado de la bomba eléctrica a través de la salida Q2 integrada en el módulo de comunicación
- Encendido y apagado de la luz piloto color rojo para indicar que existe una sobrecarga en la bomba.
- Envío de mensaje cuando se produce un fallo en la conexión del módulo y del controlador. Así mismo cuando la conexión se reestablezca

Overview	LOGO! BM	Message texts	Signal definitions	Events	Actions	Assignments
NOTE: Maximum number of transmission actions: 32.						
	Name	Action definition				
1	ENVIO SMS NIVEL BAJO	Send SMS message / UNO / UNO				
2	ENVIO SMS SOBRECARGA	Send SMS message / UNO / DOS				
3	ENVIO SMS INICIO AUT	Send SMS message / UNO / TRES				
4	ENVIO SMS FIN AUTO	Send SMS message / UNO / CUATRO				
5	ENCENDER BOMBA	LOGO! CMR / Output / 2 / Close				
6	APAGAR BOMBA	LOGO! CMR / Output / 2 / Open				
7	ENCENDER LUZ ROJA	LOGO! CMR / Output / 1 / Close				
8	APAGAR LUZ ROJA	LOGO! CMR / Output / 1 / Open				
9	RI1	Send SMS message / cmr2020 / CINCO				
10	RI2	Send SMS message / cmr2020 / SEIS				
11	RI3	Send SMS message / cmr2020 / SIETE				
12	RI4	Send SMS message / cmr2020 / OCHO				
13	RI5	Send SMS message / cmr2020 / NUEVE				
14	RSTOP	Send SMS message / cmr2020 / ONCE				
15	RI6	Send SMS message / cmr2020 / DIEZ				
16	FALLO	Send SMS message / UNO / FALLO				
17	CONEXION	Send SMS message / UNO / CONEXION				
<input type="button" value="Add"/>		<input type="button" value="Delete"/>				
<b>Change action</b>						
Name		ENVIO SMS NIVEL BAJO				
Destination		Send SMS message <input type="button" value="v"/>				
Recipient group		UNO <input type="button" value="v"/>				
Message text		UNO <input type="button" value="v"/>				
<input type="button" value="Apply"/>						

Figura 82-3 Configuración de las acciones  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Finalmente se realizan las asignaciones de los eventos a su respectiva acción, por ejemplo la figura 83-3 indica que la asignación llamada “CUATRO” relaciona al evento “SOBRECARGA BOMBA” con la acción “ENVIO SMS SOBRECARGA”.

The screenshot shows the 'Assignments' tab in a configuration interface. At the top, there is a 'NOTE: Maximum number of assignments: 32.' Below this is a table with columns: Active, Name, Event, and Action. The table lists 17 assignments, including 'UNO' (SMS\_INIC\_AUTO to ENVIO SMS INICIO AUT), 'DOS' (SMS\_FIN\_AUTO to ENVIO SMS FIN AUTO), 'TRES' (SOBRECARGA BOMBA to ENVIO SMS SOBRECARGA), and 'CUATRO' (RESERVORIO VACIO to ENVIO SMS NIVEL BAJO). Below the table are 'Add' and 'Delete' buttons. A 'Change assignment' form is visible, showing the 'Name' as 'UNO', 'Event' as 'SMS\_INIC\_AUTO', and 'Action' as 'ENVIO SMS INICIO AUT'. The 'Action definition' is 'Send SMS message / UNO / TRES'. An 'Apply' button is at the bottom of the form.

Figura 83-3 Asignaciones de eventos con su respectiva acción  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

Con el enlace de variables finalizado y como respaldo, se procede a guardar toda la configuración realizada en el módulo de comunicación (figura 84-3), para en el caso de que existe en el futuro algún fallo se la pueda volver a cargar sin ningún inconveniente.

The screenshot shows the 'Load configuration' page in a configuration interface. The page has a sidebar with navigation options like 'Start page', 'System', 'Diagnostics', 'Maintenance', 'LAN', 'WAN', 'Users / groups', and 'Monitoring'. The main content area has 'Load configuration' and 'Save configuration' sections. A file browser dialog is open over the 'Save configuration' section, titled 'Abriendo user.cfg'. The dialog shows the file 'user.cfg' selected, with the file type 'archivo CFG' and the path 'http://192.168.0.3'. The dialog asks '¿Qué debería hacer Firefox con este archivo?' and has options: 'Abrir cgn', 'Guardar archivo' (selected), and 'Hacer esto automáticamente para estos archivos a partir de ahora.' There are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons at the bottom of the dialog.

Figura 84-3 Almacenamiento de la configuración realizada  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

En la siguiente figura se muestra nuevamente la pestaña de resumen, pero en este caso ya se puede apreciar todas las variables que se han configurado para el enlace con el controlador LOGO! V8, así como su estado.

Login: admin		Monitoring																																																																																																																																						
<a href="#">Logout</a>		Overview	LOGO! BM	Message texts	Signal definitions	Events	Actions	Assignments																																																																																																																																
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Start page</li> <li>› System</li> <li>› Diagnostics</li> <li>› Maintenance</li> <li>› LAN</li> <li>› WAN</li> <li>› Users / groups</li> <li>› <b>Monitoring</b></li> </ul>									<p><b>LOGO! BM</b></p> <table border="1"> <tr> <td>RI1_M11</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 11</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>RESET_M6</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 6</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>RI2_M10</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 10</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>INICIO_AUTO</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 23</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>FIN_AUTO</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 32</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>FLOTADOR</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 20</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>TERMICO</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 50</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>BOMBA</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 1</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>FALLO</td> <td>LOGO! BM / CS - communications status</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>On</td> </tr> <tr> <td>RI3_M15</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 15</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>CONEXION</td> <td>LOGO! BM / CS - communications status</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>On</td> </tr> <tr> <td>RI4_M17</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 17</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>RI5_M19</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 19</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>RI6_M21</td> <td>LOGO! BM / M - digital flag / 21</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>S1_MAN</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S2_MAN</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 2</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S3_MAN</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 3</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S4_MAN</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 4</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S5_MAN</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 5</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S6_MAN</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 6</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>STOP_MAN</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 7</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SH1</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 11</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SH2</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 12</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SH3</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 13</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SH4</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 14</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SH5</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 15</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SH6</td> <td>LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 16</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>LOGO! CMR</b></td> </tr> <tr> <td>LUZ ROJA</td> <td>LOGO! CMR / I/O / Output / 1</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> <tr> <td>CONTACTOR</td> <td>LOGO! CMR / I/O / Output / 2</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Off</td> </tr> </table>								RI1_M11	LOGO! BM / M - digital flag / 11	<input type="checkbox"/>	Off	RESET_M6	LOGO! BM / M - digital flag / 6	<input type="checkbox"/>	Off	RI2_M10	LOGO! BM / M - digital flag / 10	<input type="checkbox"/>	Off	INICIO_AUTO	LOGO! BM / M - digital flag / 23	<input type="checkbox"/>	Off	FIN_AUTO	LOGO! BM / M - digital flag / 32	<input type="checkbox"/>	Off	FLOTADOR	LOGO! BM / M - digital flag / 20	<input type="checkbox"/>	Off	TERMICO	LOGO! BM / M - digital flag / 50	<input type="checkbox"/>	Off	BOMBA	LOGO! BM / M - digital flag / 1	<input type="checkbox"/>	Off	FALLO	LOGO! BM / CS - communications status	<input checked="" type="checkbox"/>	On	RI3_M15	LOGO! BM / M - digital flag / 15	<input type="checkbox"/>	Off	CONEXION	LOGO! BM / CS - communications status	<input checked="" type="checkbox"/>	On	RI4_M17	LOGO! BM / M - digital flag / 17	<input type="checkbox"/>	Off	RI5_M19	LOGO! BM / M - digital flag / 19	<input type="checkbox"/>	Off	RI6_M21	LOGO! BM / M - digital flag / 21	<input type="checkbox"/>	Off	S1_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 1	0		S2_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 2	0		S3_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 3	0		S4_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 4	0		S5_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 5	0		S6_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 6	0		STOP_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 7	0		SH1	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 11	0		SH2	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 12	1		SH3	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 13	1		SH4	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 14	1		SH5	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 15	1		SH6	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 16	1		<b>LOGO! CMR</b>				LUZ ROJA	LOGO! CMR / I/O / Output / 1	<input type="checkbox"/>	Off	CONTACTOR	LOGO! CMR / I/O / Output / 2	<input type="checkbox"/>	Off
RI1_M11	LOGO! BM / M - digital flag / 11	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
RESET_M6	LOGO! BM / M - digital flag / 6	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
RI2_M10	LOGO! BM / M - digital flag / 10	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
INICIO_AUTO	LOGO! BM / M - digital flag / 23	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
FIN_AUTO	LOGO! BM / M - digital flag / 32	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
FLOTADOR	LOGO! BM / M - digital flag / 20	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
TERMICO	LOGO! BM / M - digital flag / 50	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
BOMBA	LOGO! BM / M - digital flag / 1	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
FALLO	LOGO! BM / CS - communications status	<input checked="" type="checkbox"/>	On																																																																																																																																					
RI3_M15	LOGO! BM / M - digital flag / 15	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
CONEXION	LOGO! BM / CS - communications status	<input checked="" type="checkbox"/>	On																																																																																																																																					
RI4_M17	LOGO! BM / M - digital flag / 17	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
RI5_M19	LOGO! BM / M - digital flag / 19	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
RI6_M21	LOGO! BM / M - digital flag / 21	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
S1_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 1	0																																																																																																																																						
S2_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 2	0																																																																																																																																						
S3_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 3	0																																																																																																																																						
S4_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 4	0																																																																																																																																						
S5_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 5	0																																																																																																																																						
S6_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 6	0																																																																																																																																						
STOP_MAN	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 7	0																																																																																																																																						
SH1	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 11	0																																																																																																																																						
SH2	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 12	1																																																																																																																																						
SH3	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 13	1																																																																																																																																						
SH4	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 14	1																																																																																																																																						
SH5	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 15	1																																																																																																																																						
SH6	LOGO! BM / VM - variables memory / BYTE / 16	1																																																																																																																																						
<b>LOGO! CMR</b>																																																																																																																																								
LUZ ROJA	LOGO! CMR / I/O / Output / 1	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					
CONTACTOR	LOGO! CMR / I/O / Output / 2	<input type="checkbox"/>	Off																																																																																																																																					

Figura 85-3 Resumen de las variables definidas para el proceso de riego.

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

En el anexo D se muestra el contenido del archivo user.cfg el cual se genera al guardar la configuración del módulo de comunicación CMR2020.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez diseñado e implementado el sistema automatizado y de telecontrol se procede a su validación, con la finalidad de comprobar que se cumpla con los requerimientos especificados por los usuarios del sistema.

La determinación de resultados ayuda a tener una valoración de las mejoras, ventajas y prestaciones que ofrece el nuevo sistema de riego automatizado al usuario con respecto al proceso manual que se realizaba anteriormente

#### 4.1. Validación del sistema automatizado

##### 4.1.1. Monitoreo de variables

Como se detalló en el capítulo tres el monitoreo de las variables del proceso se lo puede hacer de forma local a través del visualizador de textos LOGO TDE o de forma remota a través de mensajes de texto. En la figura 1-4 se muestra el monitoreo local de las variables.



Figura 1-4 Monitoreo de variables mediante LOGO TDE

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Como se puede observar en la figura anterior el monitoreo local a través del visualizador de textos funciona correctamente, mostrando el estado (abierta o cerrada) de todas las 8 electroválvulas, el estado de los 6 sensores (húmedo o seco), la bomba (encendida o apagada) y el sistema de alarmas (nivel bajo o sobrecarga).

Para el monitoreo remoto a través de la red de telefonía móvil GSM se utiliza mensajes de texto requiriendo la información o estado de la variable a vigilar. El formato del mensaje del módulo de comunicación CMR2020 para consulta del estado de variables tiene la siguiente estructura LOGO?VM<Dirección>,<Tipo de datos>.

En la tabla 1-4 se muestran los mensajes de texto a enviar para consultar el estado de las variables de interés del sistema así como la respuesta que debe ser recibida.

Tabla 1-4 Mensajes para consulta de variables y su respuesta

VARIABLE	MENSAJE	RESPUESTA
Estado sector uno	LOGO?VM11,BYTE	VM11:0(BYTE) ó VM11:1(BYTE)
Estado sector dos	LOGO?VM12,BYTE	VM12:0(BYTE) ó VM12:1(BYTE)
Estado sector tres	LOGO?VM13,BYTE	VM13:0(BYTE) ó VM13:1(BYTE)
Estado sector cuatro	LOGO?VM14,BYTE	VM14:0(BYTE) ó VM14:1(BYTE)
Estado sector cinco	LOGO?VM15,BYTE	VM15:0(BYTE) ó VM15:1(BYTE)
Estado sector seis	LOGO?VM16,BYTE	VM16:0(BYTE) ó VM16:1(BYTE)
Estado de bomba	LOGO?VM17,BYTE	VM17:0(BYTE) ó VM17:1(BYTE)

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017

Fuente: (SIEMENS, Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020, 2015)

En el caso del estado de los sectores, al recibir el valor de 0 en el mensaje de respuesta significa que el sector se encuentra seco, caso contrario si se recibe el valor de 1 estará húmedo. Para la bomba si se recibe el valor 0 significa que está apagada y el valor 1 cuando esté encendida.

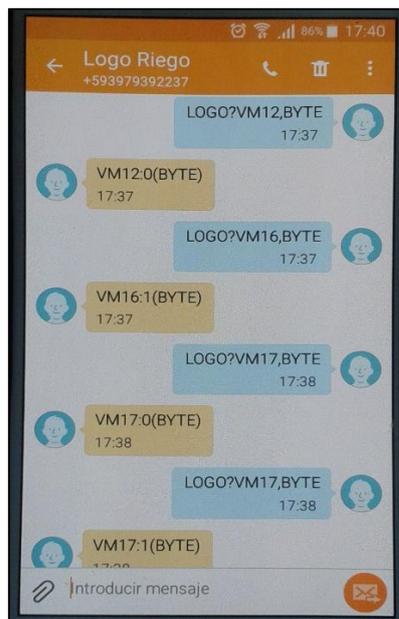


Figura 2-4 Monitoreo remoto de variables

Fuente: ZAVALA, luis 2017

#### 4.1.2. Sistema de control

Para el control de los actuadores como se explicó en el capítulo tres se lo puede controlar manual o automáticamente y de modo local o remoto. La selección del tipo de control lo define los selectores instalados en el tablero.

Seleccionado el control manual-local se verifica que efectivamente las teclas de función de la TDE permiten el riego de cada sector, al igual que el pulsador verde enciende la bomba. Para finalizar alguna acción se pulsa el botón color rojo.



Figura 3-4 Control manual local del proceso

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para la validación del control manual remoto se lo hace a través del envío de mensajes de texto al módulo y ver si se produce la acción respectiva de control. El formato del mensaje del módulo de comunicación CMR2020 para modificar el valor de una variable tiene la siguiente estructura <Contraseña>;LOGO=VM<Dirección>,<Valor>,<Tipo de datos>. En la configuración del módulo de comunicación CMR2020 realizada en el capítulo anterior se fijó como contraseña para los mensajes de control la palabra “RIEGO”.

En la tabla 2-4 se muestran los mensajes de texto a enviar para ejecutar las diferentes acciones de control en el sistema.

Tabla 2-4 Mensajes para ejecutar acciones de control en el sistema.

ACCION	MENSAJE
Regar sector uno	RIEGO;LOGO=VM1,1,BYTE
Regar sector dos	RIEGO;LOGO=VM2,1,BYTE
Regar sector tres	RIEGO;LOGO=VM3,1,BYTE
Regar sector cuatro	RIEGO;LOGO=VM4,1,BYTE
Regar sector cinco	RIEGO;LOGO=VM5,1,BYTE
Regar sector seis	RIEGO;LOGO=VM6,1,BYTE
Detener riego	RIEGO;LOGO=VM7,1,BYTE

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017

Fuente: (SIEMENS, Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020, 2015)

Cada vez que se envíe un mensaje para ejecutar una acción de control, el módulo de comunicación responderá al usuario con la confirmación de la acción solicitada.

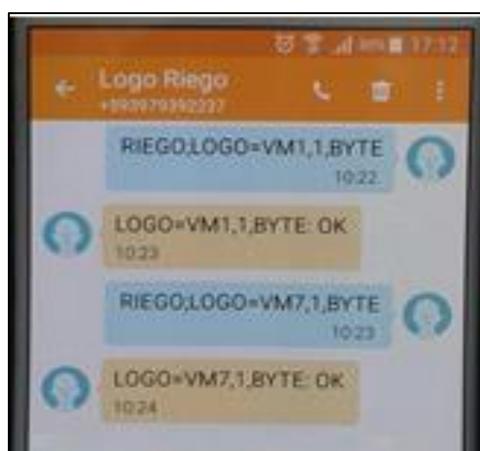


Figura 4-4 Control remoto vía GSM

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Finalmente para validación del control automático se procede a cambiar los selectores y verificar el funcionamiento programado para este modo. En la figura 5-4 se puede observar los mensajes de texto que informan que se ha iniciado y finalizado el proceso de riego automático.



Figura 5-4 Notificación inicio y fin riego automático

Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Vale mencionar que realizadas otras pruebas en el modo automático el proceso total se demora menos tiempo o en otros casos no se realiza el riego debido a que el terreno estuvo húmedo por las lluvias en la zona, esto lo determinó cada sensor de humedad.

#### 4.2. Notificaciones automáticas y alarmas

De igual manera se ha verificado las notificaciones y alertas ante diferentes eventualidades del sistema. En la figura 6-4 se muestra los mensajes recibidos al existir un nivel bajo en el reservorio y sobrecarga en la bomba.



Figura 6-4 Alerta de nivel bajo y sobrecarga  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

También se comprueba la recepción de mensajes producto de un error en la comunicación entre el módulo de comunicación y el controlador LOGO V8. Así mismo se recibe un mensaje cuando la comunicación es reestablecida.

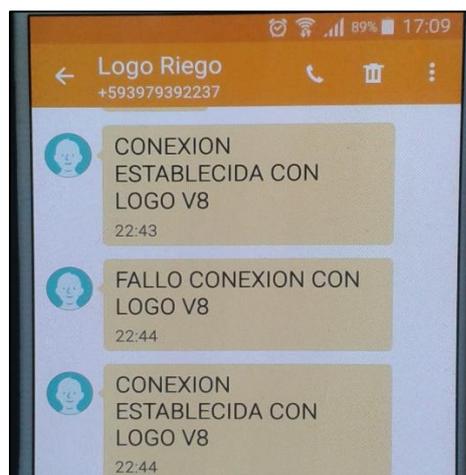


Figura 7-4 Notificación de conexión y desconexión.  
Fuente: ZAVALA, luis 2017

El usuario puede consultar el estado del controlador programable LOGO! V8 es decir si se encuentra en funcionamiento o detenido. De igual manera en la figura 8-4 se muestra el comando que permite la modificación del estado si del controlador si el caso lo amerita.

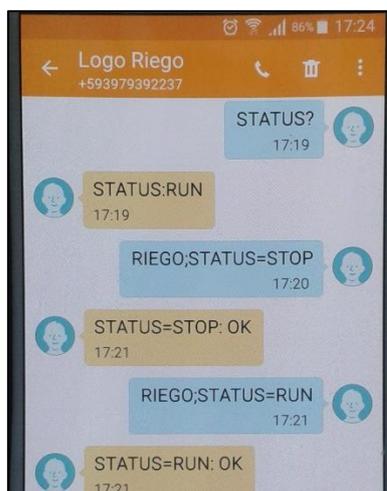


Figura 8-4 Consulta y modificación del estado del LOGO! V8  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

El LOGO CMR 2020 ofrece otros servicios ya sea de consulta o modificación mediante SMS, por ejemplo consulta del buffer de diagnóstico, leer la posición GPS, imagen del proceso, cambiar el número de teléfono de algún usuario, consultar códigos de servicio de la operadora móvil.

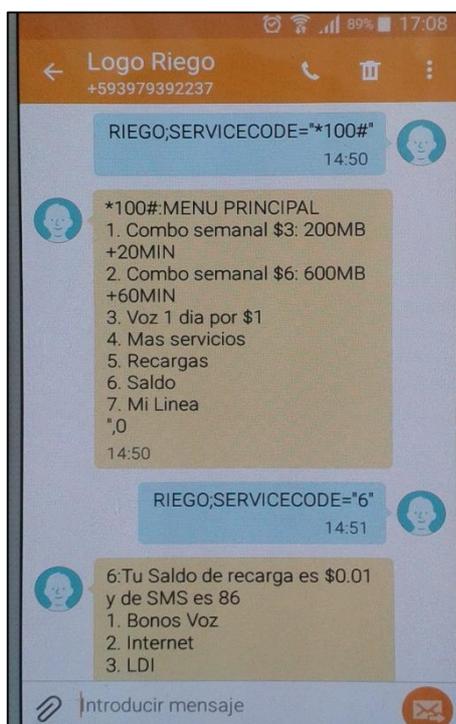


Figura 9-4 Consulta saldo de SIM  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para mayor información de formatos y servicios de SMS se puede dirigir al anexo E.

### 4.3. Monitoreo local vía web server

Como parte final de la validación del sistema se comprueba el monitoreo rápido de las variables del proceso a través del web server integrado en el controlador LOGO! V8. Para ingresar se conecta a la red WIFI local llamada “MONITOREO\_RIEGO”. Como se observa en la figura 10-4 inicialmente se muestra datos informativos del controlador.



Figura 10-4 Información del controlador  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Para pasar al monitoreo de variables se selecciona en la pestaña superior LOGO! TDE en donde se mostrará todas las pantallas programadas en el visualizador de textos.

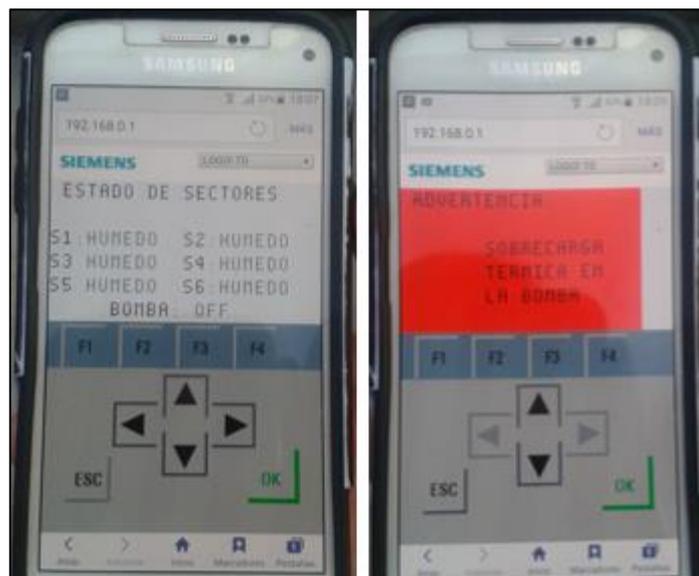


Figura 11-4 Monitoreo local vía web server  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

#### 4.4. Eficiencia del proceso automatizado

Una vez realizadas las pruebas correspondientes del sistema automatizado y de telecontrol se obtuvieron resultados satisfactorios ya que se cumple con los requerimientos solicitados por parte del usuario.

El siguiente paso realizado es el análisis de la eficiencia del proceso automatizado, para esto se seleccionó el modo de funcionamiento automático y se dejó que el sistema funcione durante 6 semanas obteniendo los siguientes resultados en cuanto a la ejecución del proceso y al ahorro respecta.

##### 4.4.1. Ejecución del proceso

El proceso de riego automático se realizó con toda normalidad de acuerdo a la programación realizada. Gracias a las notificaciones recibidas se obtuvo información acerca del inicio y fin del proceso de riego durante las 6 semanas, esta información es detallada en la tabla 3-4.

Tabla 3-4 Ejecución del proceso automático durante 6 semanas

	DIA MARTES		DIA VIERNES	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin
SEMANA 1	10H00	13H40	10H00	13H43
SEMANA 2	10H00	13H38	No regado	No regado
SEMANA 3	10H00	10H40	10H00	13H38
SEMANA 4	No regado	No regado	No regado	No regado
SEMANA 5	10H00	13H40	10H00	11H58
SEMANA 6	10H00	13H42	No regado	No regado

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017

Como se puede observar durante las seis semanas el proceso se desarrolló como se lo esperaba, el inicio se lo da a partir de las diez de la mañana en el caso de que los sensores de humedad indiquen que el sector se encuentra seco, ya que de lo contrario el proceso no se ejecuta debido a que existe humedad provocada por lluvia como fue el caso del día martes de la cuarta semana y los días viernes de la segunda, tercera y sexta semana.

Vale mencionar que para el día martes de la tercera semana se realizó un riego manual para los sectores 1,2,3,4,5 antes de las diez de la mañana y el para el día viernes de la quinta semana se realizó lo mismo con los sectores 1,3,6. Esto con la finalidad de verificar que el sistema riega solo los sectores que lo necesitan y como es evidente se observa que el tiempo total de riego es mucho menor que cuando se realiza el riego de todos los sectores.

Además durante la ejecución del proceso en las 6 semanas de prueba se adquirió los datos del estado de los sensores de humedad y de las electroválvulas, esto con el fin de analizar y verificar su correcto funcionamiento y del sistema de control automático. El controlador LOGO! V8 tiene la facilidad de almacenar datos dentro de su memoria interna o si se desea en una tarjeta micro SD. Esto se logra insertando en la programación el bloque llamado “Registro de datos” y luego seleccionar las variables a almacenar.

En la figura 12-4 se muestra la configuración del bloque para almacenar datos. Se escoge las direcciones de las variables a almacenar que en este caso son las entradas y salidas del controlador.

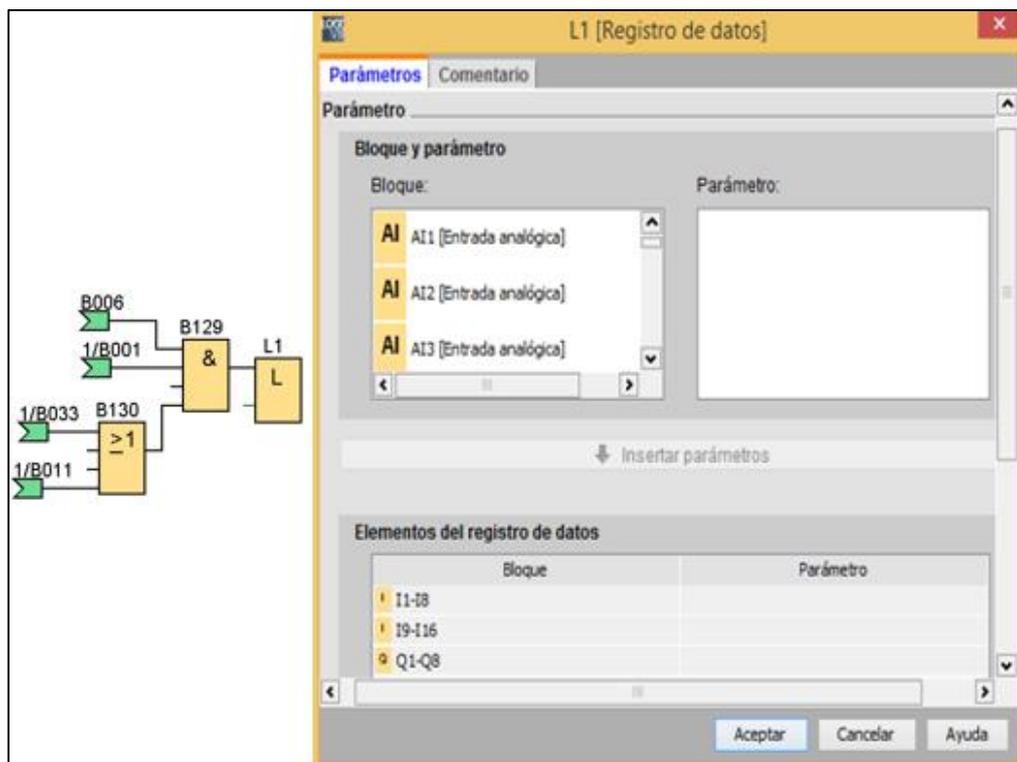


Figura 12-4 Configuración del bloque de registro de datos  
Fuente: ZAVALA, Luis 2017

Los datos se almacenan en un archivo con extensión .csv y a través del software LOGO!Soft Comfort puede ser descargado a un computador para su análisis. El archivo .csv puede ser abierto con Microsoft Excel, así como también ser transformado a una extensión .xlsx para una mejor visualización.

En la figura 13-4 se observa una parte del archivo almacenado. Como se puede apreciar se han almacenado las variables previamente configuradas en el bloque de registro de datos, con sus estados respectivos al igual que la fecha y hora en la cual han sido tomadas. Los datos mostrados pertenecen al día martes de la primera semana de prueba.

Para visualizar el archivo .xlsx completo de las 6 semanas de prueba puede dirigirse al anexo F

Time	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
02/14/2017 10:00:01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
02/14/2017 10:38:27	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
02/14/2017 11:13:34	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
02/14/2017 11:51:38	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
02/14/2017 12:26:43	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
02/14/2017 13:02:44	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Figura 13-4 Datos almacenados por el controlador.

Fuente: ZAVALA, luis 2017

Con los datos almacenados se pudo realizar la figura 14-4 donde se muestra el estado de los sensores de humedad y de las electroválvulas en función del tiempo con lo cual se puede demostrar el correcto funcionamiento del sistema de control automático que establecía que el cultivo debe ser regado martes y viernes a partir de las 10H00 pero solo si es necesario ya que puede estar húmedo, igualmente se riega un solo sector a la vez y en orden del primero al sexto.

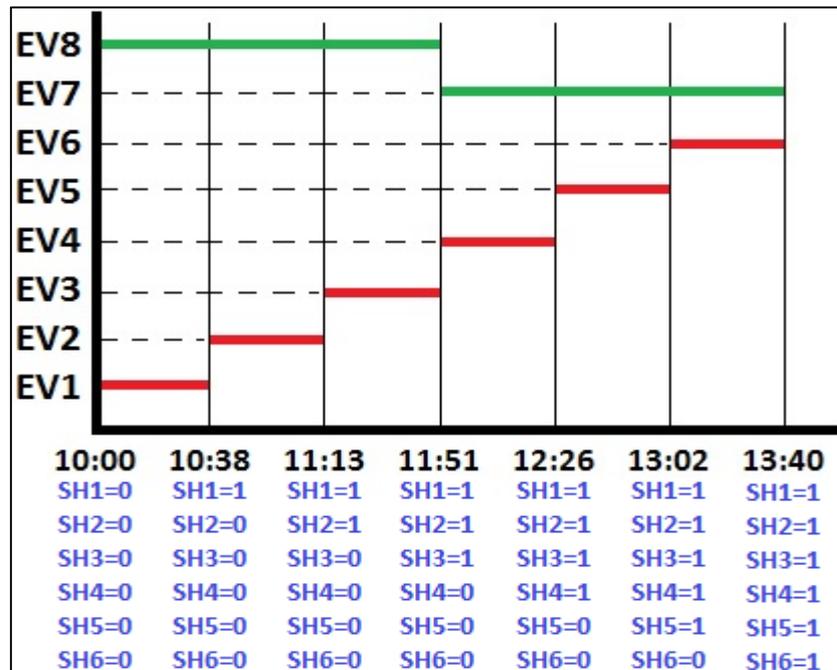


Figura 14-4 Diagrama de estados de sensores de humedad y electroválvulas

Fuente: ZAVALA, luis 2017

#### 4.4.2. Ahorro hídrico

Los datos almacenados (anexo F) también permiten realizar un análisis en cuanto ahorro del recurso hídrico respecta. Realizando el análisis de los tiempos de inicio y finalización del proceso de riego de todos los sectores se puede decir que la automatización del sistema permite tener un ahorro muy significativo para la instalación, ya que se han reducido los tiempos con el nuevo sistema en comparación al accionamiento manual anteriormente realizado.

En la tabla 4-4 se muestra una comparación de los tiempos de riego entre el nuevo sistema y el antiguo sistema manual instalado.

Tabla 4-4 Comparación de tiempos entre el sistema actual y el sistema antiguo

TIEMPO PROMEDIO POR SECTOR		TIEMPO PROMEDIO TOTAL	
Proceso anterior (manual)	Proceso actual (automatizado)	Proceso anterior (manual)	Proceso actual (automatizado)
Aprox. 45 min	Aprox. 37 min	5 horas (incluido aproximadamente 30 min para apertura manual de válvulas y encendido de motobomba)	3 horas con 42 minutos (el tiempo de encendido y apagado de electroválvulas y bomba es inmediato)

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017

La capacidad de reservorio es de aproximadamente 40000 litros y con datos proveídos por el usuario se sabe que con el riego manual anteriormente realizado y dos veces por semana provocaban un consumo en promedio del 85% (34000 litros) del total del agua albergada en el reservorio por semana, en cambio con el nuevo sistema automatizado el consumo promedio al regar dos veces por semana es aproximadamente del 70% (28000 litros)

Con estos porcentajes de consumo se puede concluir que el sistema automatizado ofrece al usuario un ahorro promedio de casi el 15% (aprox. 6000 litros) del total de agua de riego almacenada en el reservorio.

Económicamente hablando y gracias a información proveída por la junta de regantes del sistema de riego Chambo-Guano que es a donde pertenece el cultivo de moras del proyecto, el usuario tiene que pagar 70 dólares al año para regar dos veces por semana el cultivo. Es decir por los 40000 litros de agua del reservorio presente en el terreno el usuario paga aproximadamente 1,50 dólares semanal, por lo que el ahorro de 6000 litros es de aproximadamente de 23 centavos semanales traduciéndose así en 11 dólares anuales, que si a futuro el sistema se implementara en otros cultivos representaría una cantidad muy significativa para la zona.

Además vale la pena mencionar que el ahorro de 6000 litros de agua de riego, es de gran ayuda para el usuario ya que en la misma zona se cuenta con otros pequeños cultivos, mismos que pueden ser regados con mencionada cantidad de agua, ya que anteriormente el usuario tenía que invertir tiempo en la conducción de agua de sectores aledaños.

#### **4.4.3. Ahorro en gastos de movilización, ejecución y supervisión**

Otro ahorro significativo que ofrece el sistema automatizado al usuario, es la reducción de costos en movilización, ya que se evita los gastos de traslado al terreno para realizar el proceso de riego.

Otro gasto al que tenía que recurrir el propietario debido a su falta de tiempo fue pagar a terceras personas para que realicen la ejecución y supervisión del riego manual en el terreno.

En la tabla 5-4 se muestra los gastos mensuales que tenía que costear el usuario para que el proceso de riego pueda llevarse a cabo con el antiguo sistema. Así mismo se detalla los gastos actuales con el sistema automatizado.

Para el cálculo del costo de movilización y tomando en cuenta la distancia desde el centro de la ciudad hasta el terreno que es de aproximadamente 10 km, además de un recorrido promedio de 15Km/lt a un precio de 40 centavos por litro de gasolina, se obtuvo como resultado un gasto promedio de \$2,64 en combustible al realizar 2 riegos por semana.

De igual manera para obtener los gastos que conlleva el sistema automatizado al realizar el envío de 4 mensajes de texto a la semana para la confirmación de inicio y finalización del proceso de riego se ha tomado en cuenta que el costo por mensaje de texto es de \$0,068 incluido impuestos.

Tabla 5-4 Gastos mensuales del proceso manual y del proceso automatizado

<b>GASTOS</b>	<b>PROCESO MANUAL</b>	<b>PROCESO AUTOMATIZADO</b>
Movilización (aprox. 10 Km)	\$10,56	\$0
Ejecución y supervisión	\$100	\$0
Mensajería de texto proceso normal 16 SMS	\$0	\$1,09
Mensajería de texto (alarmas y servicios) 20 SMS	\$0	\$1,36
<b>TOTAL</b>	<b>\$110,56</b>	<b>\$2,45</b>

Elaborado por: ZAVALA, Luis 2017

Como se puede observar la implementación del sistema automatizado brinda un ahorro promedio de 108 dólares mensuales al propietario del terreno, lo cual permitirá recuperar la inversión del sistema cuyo costo de implementación se detalla en el anexo G, en un tiempo aproximado de 28 meses, pero con la ventaja de la continuidad a futuro de sus prestaciones.

Además del ahorro económico, la eliminación de tiempos de ejecución y supervisión es muy importante ya que este puede ser destinado para el desarrollo de mejoras continuas del proceso agrícola, para así obtener un mejor beneficio personal y para la comunidad.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que la utilización del módulo de comunicación CMR2020 es una opción pertinente para el telecontrol de procesos mediante la red de telefonía móvil GSM, ya que presenta varias ventajas como robustez, confiabilidad, fácil configuración, precio accesible entre otras prestaciones para el usuario.
- El enlace entre el módulo de comunicación CMR2020 y el controlador programable LOGO! V8 permitió implementar un sistema de riego automatizado el cual puede ser monitoreado y controlado de manera local (tablero de control) o remota (vía SMS), reemplazando de este modo al sistema manual que se lo realizaba anteriormente.
- El sistema cumplió con los requerimientos dispuestos por el usuario, brindándole de esta manera ahorro en el recurso hídrico, disminución en los tiempos de ejecución del proceso y reducción en costos de movilización.
- La consulta sobre el estado de variables del proceso mediante mensajes de texto permite al usuario estar pendiente del cultivo a cualquier momento del día y actuar sobre éste en el caso de que lo requiera.
- El visualizador de textos LOGO! TDE permitió al usuario tener información detallada acerca del estado de las principales variables del proceso.
- EL servidor web integrado en el controlador LOGO! V8 brindó una forma rápida de acceder al usuario al monitoreo local de variables del proceso, simplemente conectándose a la red WIFI presente en la zona.
- La instalación de sensores y actuadores eléctricos en lugar de los elementos que necesitaban la intervención del usuario permitió dinamizar el proceso de riego.
- Se ha verificado que en el mercado actual existen dispositivos accesibles para la zona agrícola, los cuales presentan importantes características requeridas en un sistema automatizado como son robustez, confiabilidad y escalabilidad, aportando de esta manera al cambio de la matriz productiva.

## RECOMENDACIONES

- A futuro se recomienda automatizar el proceso de fertilización ya que el sistema implementado es escalable para integrar nuevos procesos.
- Realizar un mantenimiento preventivo de cada uno de los elementos del sistema ya sea mecánicos, eléctricos o electrónicos.
- Difundir e informar a otros productores agrícolas las principales ventajas que presenta la tecnología utilizada en el presente proyecto, para que esta innovación se extienda a otras zonas.
- Al momento de la instalación de sensores para la medición de la humedad de suelo es recomendable tener en cuenta la morfología de la planta para que la señal emitida por el sensor ayude a que el proceso de riego se desarrolle de la mejor forma.
- Si el funcionamiento de la tarjeta SIM del módulo de comunicación es mediante prepago se deberá estar pendiente cuando los mensajes texto estén por finalizar, para realizar la recarga respectiva.
- Realizar una limpieza periódica de la tubería de riego para evitar taponamientos de los emisores de riego.
- Implementar un sistema de respaldo de energía eléctrica en el caso de que haya fallo en el suministro de la red.

## BIBLIOGRAFÍA

Bolton, W. (2013). *Mecatrónica. Sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica*. Alfaomega.

Carrodegua, N. (2010). *norfipc.com*. Obtenido de Las redes de transmisión de datos usadas en los teléfonos celulares: <https://norfipc.com/celulares/redes-transmision-datos-usadas-telefonos-celulares.php>

Casaca, Á. (2008). *InfoAgro*. Obtenido de El Cultivo de la Mora:  
[http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_mora\\_\\_parte\\_i\\_.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora__parte_i_.asp)

Celular, U. (2007). *Universo Celular*. Obtenido de GSM y GPRS, Conceptos Generales:  
<http://universocelular.com/2007/12/07/gsm-y-gprs-conceptos-generales/>

Doebelin, E. O. (2004). *Sistemas de medicion e instrumentacion*. Mexico: Mc GrawHill.

Electric, M. (2016). *Mitsubishi Electric Works*. Obtenido de PLC Modulares :  
<http://www.mewdevenezuela.com/productos/plc/PLCModularesQ.htm>

Castañeda, O. (2010). *thelastlabproject*. Obtenido de sensores:  
<http://thelastlabproject.blogspot.com/2010/12/clasificacion-de-los-sensores.html>

Franco, G. (2001). *El cultivo de la mora*. Medellin: Corpoica.

Garcia, E. (2000). *Automatización de Procesos Industriales*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Gestiriego. (2015). *Gestiriego*. Obtenido de COMPONENTES INSTALACIÓN RIEGO POR GOTEO:  
<http://www.gestiriego.com/noticia/38/COMPONENTES%20INSTALACION%20RIEGO%20POR%20GOTEO>

Gonzalez, R. (2010). *Avid Roman-Gonzalez*. Obtenido de SISTEMAS DE AUTOMATIZACION INDUSTRIAL: <http://www.avid-romangonzalez.com/>

GOOGLE. (2017). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com.ec/maps>

MAQUINARIAPRO. (2014). *MAQUINARIApro*. Obtenido de sistema-telecontrol:

<http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-telecontrol.html>

Moreno, M. (2014). *CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)*. Buenos Aires:

Automación Micromecánica s.a.i.c.

Oviedo, A. (2015). *Tecnologías*. Obtenido de Actuadores:

<http://actuadoresuni2.blogspot.com/2015/09/unidad-2-actuadores.html>

Quiroga, J. I. (2008). *Uvigotv*. Obtenido de Instalación de Sistemas de Automatización y Datos -

ISAD : <http://tv.uvigo.es/es/serial/212.html>

Rodríguez, H. (2016). *Ingemecánica*. Obtenido de Cálculo de una Instalación de riego por

goteo: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html#seccion12>

Santos, L. (2010). *El riego y sus tecnologías*. Lisboa: Europa-América.

Ecuador. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Territorio y*

*descentralización: competencia de riego y drenaje*. Recuperado el 03 de Enero de 2015, de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/Territorio-y-Descentralizaci%C3%B3n-Riego-Drenaje.pdf>

Siemens. (2014). *Industry Mall*. Obtenido de Catalog:

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog>

SIEMENS. (2014). *LOGO! Manual del producto*. NÜRNBERG: Siemens AG.

SIEMENS. (2015). *Industry Online Support*. Obtenido de Product Support:

[https://support.industry.siemens.com/cs/document/104507729/liberaci%C3%B3n-para-la-venta-y-el-suministro-restringida-del-logo!-cmr2020-\(6gk7142-7bx00-0ax0\)?dti=0&lc=es-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/document/104507729/liberaci%C3%B3n-para-la-venta-y-el-suministro-restringida-del-logo!-cmr2020-(6gk7142-7bx00-0ax0)?dti=0&lc=es-WW)

SIEMENS. (2015). *Instrucciones de Servicio LOGO! CMR2020*. NÜRNBERG: Siemens.

Siemens. (2015). *Módulo lógico LOGO*. Obtenido de LOGO! CMR Communicatie Module:  
[http://www.industry.siemens.nl/automation/nl/nl/industriële-automatisering/industrial-automation/simatic-controller/logica-module-logo/cmr/pages/default.aspx#Container\\_20tracking](http://www.industry.siemens.nl/automation/nl/nl/industriële-automatisering/industrial-automation/simatic-controller/logica-module-logo/cmr/pages/default.aspx#Container_20tracking)

Ecuador. Subsecretaría de Riego y Drenaje. (13 de Febrero de 2016). *Documento Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026*. Obtenido de  
<http://rrnn.tungurahua.gob.ec/documentos/ver/518d6325bd92eabc15000002>

Velasco, J. (2013). *Blogthinkbig.com*. Obtenido de Los aportes del GSM a las comunicaciones móviles: <http://blogthinkbig.com/aportes-del-gsm/>

## ANEXO A: DATOS TÉCNICOS LOGO! CMR2020.

Datos técnicos	
<b>Referencias</b>	
LOGO! CMR2020	6GK7 142-7BX00-0AX0
LOGO! CMR2040	6GK7 142-7EX00-0AX0
<b>Conexión a Industrial Ethernet</b>	
Interfaz X1P1 para aplicaciones locales	
• Número	1
• Ejecución	Conector hembra RJ45
• Properties	10/100-Base-T, Ethernet IEEE 802, Autocrossover, Autonegotiation
• Velocidad de transferencia	10/100 Mbits/s
<b>Longitudes de línea admisibles (Ethernet)</b>	
(Combinaciones alternativas por rango de longitud) *	
0 ... 55 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máx. 55 m IE TP Torsion Cable con IE FC RJ45 Plug 180</li> <li>• Máx. 45 m IE TP Torsion Cable con IE FC RJ45 + 10 m TP Cord mediante IE FC RJ45 Outlet</li> </ul>
0 ... 85 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máx. 85 m IE FC TP Marine/Trailing/Flexible/FRNC/Festoon/Food Cable con IE FC RJ45 Plug 180</li> <li>• Máx. 75 m IE FC TP Marine/Trailing/Flexible/FRNC/Festoon/Food Cable + 10 m TP Cord mediante IE FC RJ45 Outlet</li> </ul>
0 ... 100 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máx. 100 m IE FC TP Standard Cable con IE FC RJ45 Plug 180</li> <li>• Máx. 90 m IE FC TP Standard Cable + 10 m TP Cord mediante IE FC RJ45 Outlet</li> </ul>
<b>Datos eléctricos</b>	
<b>Alimentación</b>	
• Alimentación	12 ... 24 V DC nominal
• Tolerancia	-15 ... +20 %
• Ejecución	Regleta de bornes de 3 polos, sin aislamiento galvánico
<b>Consumo de corriente</b>	
• A 12 V	Máx. 850 mA (incluidos 2 x 300 mA para salidas digitales)
• A 24 V	Máx. 725 mA (incluidos 2 x 300 mA para salidas digitales)
• I <sub>Burst</sub>	1050 mA (incluidos 2 x 300 mA para salidas digitales)
Potencia activa disipada	Máximo 3 W

<b>Entradas digitales (I1, I2)</b>	
• Número	2
• Tipo	Bloque de bornes de 3 polos, sin aislamiento galvánico
• Rango de tensión admisible	12 ... 24 V (nominal)
• Tensión en estado ON	> 8,5 V
• Tensión en estado OFF	< 5 V
• Consumo de corriente	I = 5,5 mA (máximo)
<b>Salidas digitales (Q1, Q2)</b>	
• Número	2
• Tipo	Bloque de bornes de 3 polos, transistor, sin aislamiento galvánico
• Tensión de salida	Tensión de alimentación
• Capacidad de carga	Máx. 0,3 A
<b>Interfaz inalámbrica (telefonía móvil)</b>	
<b>Conexión de antena</b>	
• Número	1
• Ejecución	Conector SMA
• Impedancia nominal	50 Ω
<b>Bandas de frecuencia</b>	
• LTE (solo LOGO! CMR2040)	Banda III (1800 MHz), banda VII (2600 MHz), banda XX (800 MHz)
• UMTS (solo LOGO! CMR2040)	Banda I (2100 MHz), banda VIII (900 MHz)
• GSM (LOGO! CMR2020 y LOGO! CMR2040)	850 MHz/900 MHz, DCS 1800 MHz, PCS 1900 MHz
<b>HSPA+</b>	
• Velocidades de transferencia (máximas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downlink: 42 Mbits/s</li> <li>• Uplink: 5,76 Mbits/s</li> </ul>
<b>LTE</b>	
• Velocidades de transferencia (máximas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downlink: 100 Mbits/s</li> <li>• Uplink: 50 Mbits/s</li> </ul>
<b>EDGE</b>	
• Properties	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase de multislots 10, clase de terminal B</li> <li>• Esquema de codificación: 1 ... 9</li> </ul>
• Velocidades de transferencia (máximas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Downlink: 236,8 kbits/s</li> <li>• Uplink: 236,8 kbits/s</li> </ul>
<b>GPRS</b>	
• Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase de multislots 10, clase de terminal B</li> <li>• Esquema de codificación 1 ... 4</li> </ul>
• Velocidades de transferencia (máximas)	LOGO! CMR2020: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Downlink: 80 kbits/s</li> <li>• Uplink: 40 kbits/s</li> </ul> LOGO! CMR2040: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Downlink: 85,6 kbits/s</li> <li>• Uplink: 85,6 kbits/s</li> </ul>

<b>Interfaz de telefonía móvil (GPS)</b>	
<b>Conexión de antena GPS</b>	
• Número	1
• Ejecución	Conector SMA
• Impedancia nominal	50 $\Omega$
• Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,8 V (nominal)</li> <li>• A 5 mA: 3,575 V</li> <li>• A 10 mA: 3,35 V</li> <li>• A 15 mA: 3,125 V</li> </ul>
• Consumo de corriente	Máx. 15 mA
Modelo de la interfaz GPS	Estándar GPS de 32 canales
Bandas de frecuencia	L1 (GPS) L1, FDMA (Glonass) E1 (Galileo)
Formato de datos	RTCM / NMEA
<b>Potencia de emisión</b>	
• Adquisición	• - 146 dBm
• Navegación	• - 160 dBm
• Seguimiento	• - 162 dBm
<b>Precisión</b>	
• Posición (CEP50)	• 1,5 m
• Velocidad	• < 0,05 m/s
• Rumbo (heading)	• < 0,01 °
<b>Tiempos de arranque en la primera adquisición (-130 dBm)</b>	
• Arranque en frío	• 1 s
• Readquisición (arranque en caliente)	
<b>Condiciones ambientales admisibles</b>	
<b>Temperatura ambiente</b>	
• Durante el funcionamiento	• -20 °C ... +70 °C
• Durante el almacenamiento	• -40 °C ... +85 °C
Humedad relativa del aire a 25 °C	0 ... 95%, sin condensación
<b>Forma, medidas y peso</b>	
Forma	Diseño compacto, para montaje en perfil DIN simétrico
Grado de protección	IP20
Peso	160 g
Dimensiones (an x al x p)	71,5 x 90 x 58,2 mm (sin conectores hembra de antena)
Material	Plástico

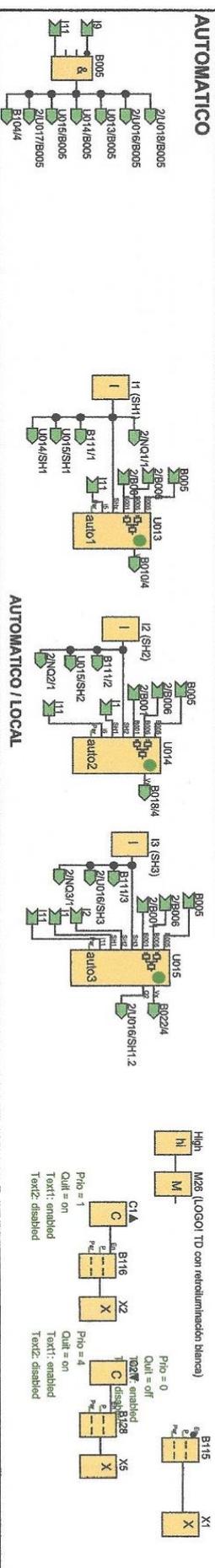
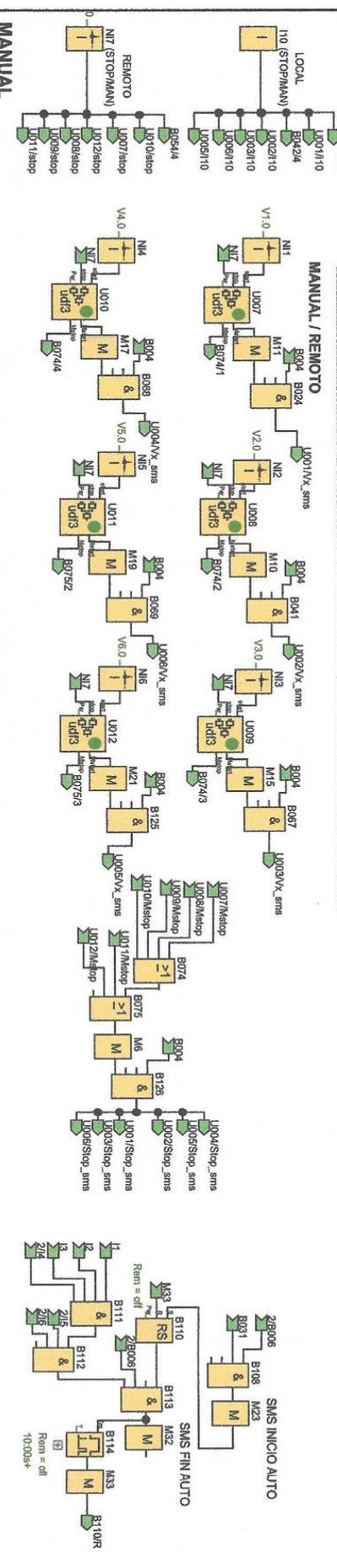
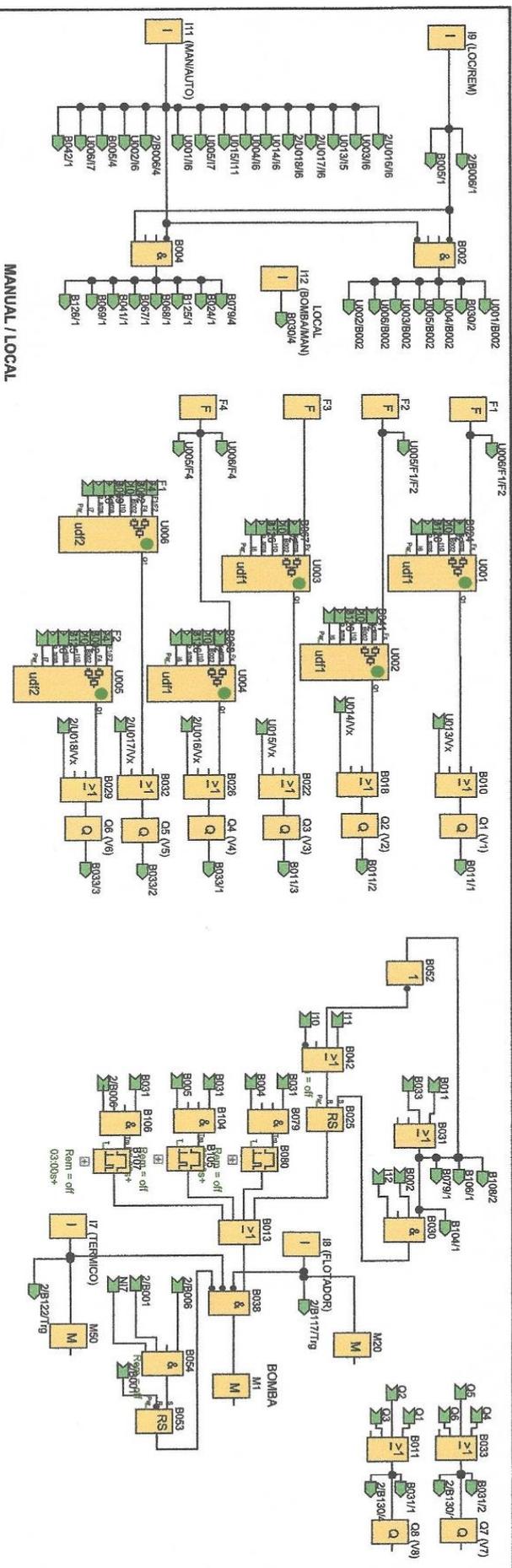
## ANEXO B: DATOS TÉCNICOS LOGO! V8

	LOGO! 12/24RCEo LOGO! 12/24RCE	LOGO! DM8 12/24R
<b>Fuente de alimentación</b>		
Tensión de entrada	12/24 V DC	12/24 V DC
Rango admisible	10,8 V DC a 28,8 V DC	10,8 V DC a 28,8 V DC
Protección contra inversión de polaridad	Sí	Sí
Consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 V DC</li> <li>• 24 V DC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 mA a 80 mA</li> <li>• 10 mA a 40 mA</li> </ul>
Compensación de fallos de tensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 2 ms</li> <li>• Típ. 5 ms</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 2 ms</li> <li>• Típ. 5 ms</li> </ul>
Disipación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 V DC</li> <li>• 24 V DC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,2 W a 1,0 W</li> <li>• 0,3 W a 1,0 W</li> </ul>
Respaldo del reloj en tiempo real a 25 °C	Típ. 20 días	--
Precisión del reloj en tiempo real	Típ. $\pm 2$ s/día	--
Aislamiento galvánico	No	No
<b>Entradas digitales</b>		
Cantidad	8	4
Aislamiento galvánico	No	No
Número de entradas rápidas	4 (I3, I4, I5, I6)	0
Frecuencia de entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada normal</li> <li>• Entrada rápida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máx. 4 Hz</li> <li>• Máx. 5 kHz</li> <li>• --</li> </ul>
Tensión admisible continua máx.	28,8 V DC	28,8 V DC
Tensión de entrada L+	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señal 0</li> <li>• Señal 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 5 V DC</li> <li>• &gt; 8,5 V DC</li> </ul>
Corriente de entrada en	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señal 0</li> <li>• Señal 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,88 mA</li> <li>• &gt; 1,5 mA</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 0,88 mA (I3 a I6)</li> <li>&lt; 0,07 mA (I1, I2, I7, I8)</li> <li>&gt; 1,5 mA (I3 a I6)</li> <li>&gt; 0,12 mA (I1, I2, I7, I8)</li> </ul>	

	LOGO! 12/24RCEo LOGO! 12/24RCE	LOGO! DM8 12/24R
Tiempo de retardo		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 a 1</li> <li>• 1 a 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 1,5 ms &lt;1,0 ms (I3 a I6)</li> <li>• Típ. 1,5 ms &lt;1,0 ms (I3 a I6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Típ. 1,5 ms</li> <li>• Típ. 1,5 ms</li> </ul>
Longitud de cable (sin pantalla)	Máx. 100 m	Máx. 100 m
<b>Entradas analógicas</b>		
Cantidad	4 (I1=AI3, I2=AI4, I7=AI1, I8=AI2)	--
Rango	0 V DC a 10 V DC Impedancia de entrada 72 k $\Omega$	--
Tiempo de ciclo para generar valores analógicos	300 ms	--
Longitud de cable (blindado y trenzado)	Máx. 10 m	--
Límite de error	$\pm$ 1,5% a FS	--
<b>Salidas digitales</b>		
Cantidad	4	4
Tipo de salida	Salidas de relé	Salidas de relé
Aislamiento galvánico	Sí	Sí
En grupos de	1	1
Control de una entrada digital	Sí	Sí
Corriente permanente I <sub>th</sub> (por borne)	Rango de aplicación recomendado $\geq$ 100 mA a 12 V AC/DC Máx. 10 A por relé	Rango de aplicación recomendado $\geq$ 100 mA a 12 V AC/DC Máx. 5 A por relé
Corriente de choque	Máx. 30 A	Máx. 30 A
Carga de lámparas incandescentes (25.000 ciclos de conmutación) a	1000 W	1000 W
Tubos fluorescentes con reductor de tensión (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W	10 x 58 W
Tubos fluorescentes compensados convencionalmente (25.000 ciclos de conmutación)	1 x 58 W	1 x 58 W
Tubos fluorescentes no compensados (25.000 ciclos de conmutación)	10 x 58 W	10 x 58 W
Reducción de potencia	Ninguna; en todo el rango de temperatura	Ninguna; en todo el rango de temperatura
Resistencia a cortocircuitos cos 1	Protector de potencia B16, 600 A	Protector de potencia B16, 600 A
Resistencia a cortocircuitos cos 0,5 a 0,7	Protector de potencia B16, 900 A	Protector de potencia B16, 900 A

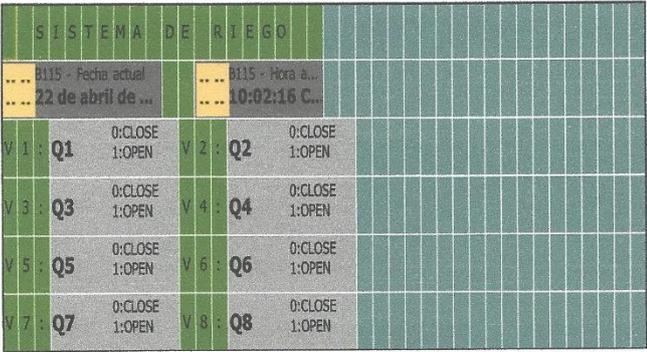
	LOGO! 12/24RCEo LOGO! 12/24RCE	LOGO! DM8 12/24R
Conexión en paralelo de salidas para aumentar la potencia	No admisible	No admisible
Protección de un relé de salida (si se desea)	Máx. 16 A, característica B16	Máx. 16 A, característica B16
<b>Frecuencia de conmutación</b>		
Mecánica	10 Hz	10 Hz
Carga óhmica/carga de lámparas	2 Hz	2 Hz
Carga inductiva	0,5 Hz	0,5 Hz

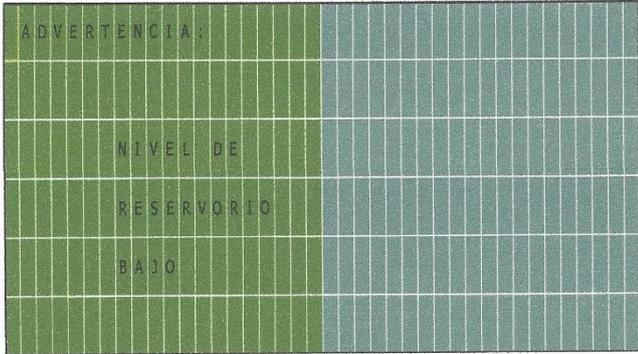


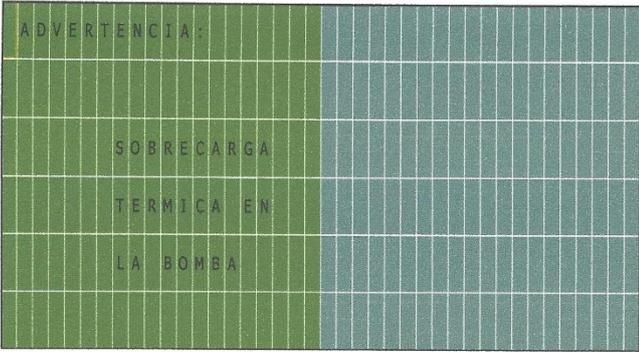
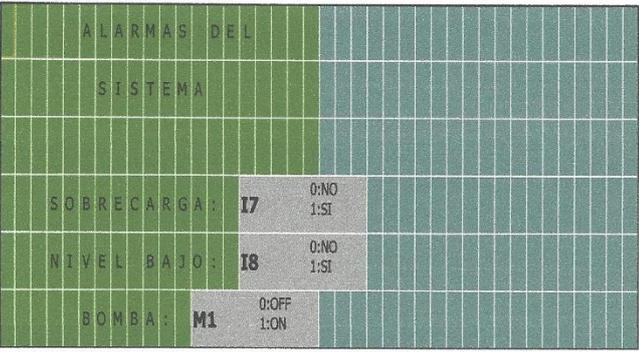


Autor:	Iusizciss	Proyecto:		Cliente:	
Comprobador:	804/17 11:57/22/04/17 10:07	Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	804/17 11:57/22/04/17 10:07	archivo:	PROGRAMA.lsc	Página:	2 / 9



Número de bloque (tipo)	Parámetro																		
B001(Temporizador semanal) :	+ -T--F-- 10:00h 16:00h ----- --:-- --:-- ----- --:-- --:-- ----- Pulse=N																		
B025(Relé autoenclavador) :	Rem = off																		
B053(Relé autoenclavador) :	Rem = off																		
B080(Retardo a la conexión) :	Rem = off 03:00s+																		
B105(Retardo a la conexión) :	Rem = off 03:00s+																		
B107(Retardo a la conexión) :	Rem = off 03:00s+																		
B110(Relé autoenclavador) :	Rem = off																		
B114(Retardo a la conexión) :	Rem = off 10:00s+																		
B115(Texto de aviso) :	Prio = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled																		
																			
<p>Configuración del ticker</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CBC</li> <li>- Line1: N</li> <li>- Line2: N</li> <li>- Line3: N</li> <li>- Line4: N</li> </ul> <p>Destino de aviso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LOGO! TD</li> </ul>																			
<p>Line2.1 B115-Date Line2.13 B115-Time Line3.4 IOStatus: Q1;Off="CLOSE";On="OPEN" Line3.15 IOStatus: Q2;Off="CLOSE";On="OPEN" Line4.4 IOStatus: Q3;Off="CLOSE";On="OPEN" Line4.15 IOStatus: Q4;Off="CLOSE";On="OPEN" Line5.4 IOStatus: Q5;Off="CLOSE";On="OPEN" Line5.15 IOStatus: Q6;Off="CLOSE";On="OPEN" Line6.4 IOStatus: Q7;Off="CLOSE";On="OPEN" Line6.15 IOStatus: Q8;Off="CLOSE";On="OPEN"</p>																			
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>luisld55</td> <td>Proyecto:</td> <td></td> <td>Cliente:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td></td> <td>Instalación:</td> <td></td> <td>Nº diagrama:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/modificación:</td> <td>2011:11:57/22/04/17 10:07</td> <td>archivo:</td> <td>PROGRAMA.lsc</td> <td>Página:</td> <td>4 / 9</td> </tr> </table>		Autor:	luisld55	Proyecto:		Cliente:		Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:		Fecha de creación/modificación:	2011:11:57/22/04/17 10:07	archivo:	PROGRAMA.lsc	Página:	4 / 9
Autor:	luisld55	Proyecto:		Cliente:															
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:															
Fecha de creación/modificación:	2011:11:57/22/04/17 10:07	archivo:	PROGRAMA.lsc	Página:	4 / 9														

Número de bloque (tipo)	Parámetro	
<p>B116(Texto de aviso) :</p>  <p>Line3.4 IOStatus: I1;Off="SECO";On="HUMEDO"  Line3.15 IOStatus: I2;Off="SECO";On="HUMEDO"  Line4.4 IOStatus: I3;Off="SECO";On="HUMEDO"  Line4.15 IOStatus: I4;Off="SECO";On="HUMEDO"  Line5.4 IOStatus: I5;Off="SECO";On="HUMEDO"  Line5.15 IOStatus: I6;Off="SECO";On="HUMEDO"  Line6.13 IOStatus: M1;Off="OFF";On="ON"</p>	<p>Prio = 1  Quit = on  Text1: enabled  Text2: disabled</p> <p>Configuración del ticker  - CBC  - Line1: N  - Line2: N  - Line3: N  - Line4: N</p> <p>Destino de aviso  - LOGO! TD</p>	
<p>B117(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :</p>	<p>Rem = off  05:00s+</p>	
<p>B119(Texto de aviso) :</p> 	<p>Prio = 2  Quit = on  Text1: enabled  Text2: disabled</p> <p>Configuración del ticker  - CBC  - Line1: N  - Line2: N  - Line3: N  - Line4: N</p> <p>Destino de aviso  - LOGO! TD</p>	
<p>B120(Retardo a la desconexión) :</p>	<p>Rem = off  01:00m+</p>	
<p>B122(Relé de barrido (Salida de impulsos)) :</p>	<p>Rem = off  05:00s+</p>	
<p>Autor: luislzd55  Comprobado:  Fecha de creación/modificación: 11:57/22/04/17 10:07</p>	<p>Proyecto:  Instalación:  archivo: PROGRAMA.lsc</p>	<p>Cliente:  Nº diagrama:  Página: 5 / 9</p>

Número de bloque (tipo)	Parámetro																	
<p>B123(Texto de aviso) :</p> 	<p>Prio = 3 Quit = on Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>--&gt; Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - LOGO! TD</p>																	
<p>B127(Retardo a la desconexión) :</p>	<p>Rem = off 01:00m+</p>																	
<p>B128(Texto de aviso) :</p>  <p>Line4.16 IOStatus: I7;Off="NO";On="SI" Line5.16 IOStatus: I8;Off="NO";On="SI" Line6.13 IOStatus: M1;Off="OFF";On="ON"</p>	<p>Prio = 4 Quit = on Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>--&gt; Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - LOGO! TD</p>																	
<p>M1(Marca) : BOMBA</p>																		
<p>M23(Marca) : SMS INICIO AUTO</p>																		
<p>M32(Marca) : SMS FIN AUTO</p>																		
<p>N17(Entrada de red) : REMOTO</p>	<p>V7.0</p>																	
<p>U001(Bloque de función personalizado) :</p>																		
<p>U002(Bloque de función personalizado) :</p>																		
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="272 1973 395 1995">Autor:</td> <td data-bbox="395 1973 655 1995">luiszd55</td> <td data-bbox="807 1973 903 1995">Proyecto:</td> <td data-bbox="903 1973 1094 1995"></td> <td data-bbox="1094 1973 1190 1995">Cliente:</td> <td data-bbox="1190 1973 1383 1995"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="272 1995 395 2018">Comprobado:</td> <td data-bbox="395 1995 655 2018"></td> <td data-bbox="807 1995 903 2018">Instalación:</td> <td data-bbox="903 1995 1094 2018"></td> <td data-bbox="1094 1995 1190 2018">Nº diagrama:</td> <td data-bbox="1190 1995 1383 2018"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="272 2018 395 2036">Fecha de creación/modificación:</td> <td data-bbox="395 2018 655 2036">16/04/07 11:57/22/04/17 10:07</td> <td data-bbox="807 2018 903 2036">archivo:</td> <td data-bbox="903 2018 1094 2036">PROGRAMA.lsc</td> <td data-bbox="1094 2018 1190 2036">Página:</td> <td data-bbox="1190 2018 1383 2036">6 / 9</td> </tr> </table>	Autor:	luiszd55	Proyecto:		Cliente:		Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:		Fecha de creación/modificación:	16/04/07 11:57/22/04/17 10:07	archivo:	PROGRAMA.lsc	Página:	6 / 9
Autor:	luiszd55	Proyecto:		Cliente:														
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:														
Fecha de creación/modificación:	16/04/07 11:57/22/04/17 10:07	archivo:	PROGRAMA.lsc	Página:	6 / 9													

Número de bloque (tipo)	Parámetro					
U003(Bloque de función personalizado) :						
U004(Bloque de función personalizado) :						
U005(Bloque de función personalizado) :						
U006(Bloque de función personalizado) :						
U007(Bloque de función personalizado) :						
U008(Bloque de función personalizado) :						
U009(Bloque de función personalizado) :						
U010(Bloque de función personalizado) :						
U011(Bloque de función personalizado) :						
U012(Bloque de función personalizado) :						
U013(Bloque de función personalizado) :						
U014(Bloque de función personalizado) :						
U015(Bloque de función personalizado) :						
U016(Bloque de función personalizado) :						
U017(Bloque de función personalizado) :						
U018(Bloque de función personalizado) :						
Autor:	luislzd55		Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:			Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	2016/11/57/22/04/17 10:07		archivo:	PROGRAMA.lsc	Página:	7 / 9

Conector	Rotulación	
I1	SH1	
I2	SH2	
I3	SH3	
I4	SH4	
I5	SH5	
I6	SH6	
I7	TERMICO	
I8	FLOTADOR	
I9	LOC/REM	
I10	STOP/MAN	
I11	MAN/AUTO	
I12	BOMBA/MAN	
NI1		
NI2		
NI3		
NI4		
NI5		
NI6		
NI7	STOP/MAN	
C1▲		
C2▼		
F1		
F2		
F3		
F4		
Q1	V1	
Q2	V2	
Q3	V3	
Q4	V4	
Q5	V5	
Q6	V6	
Q7	V7	
Q8	V8	
X1		
X2		
Autor: luislzd55	Proyecto:	Cliente:
Comprobado:	Instalación:	Nº diagrama:
Fecha de creación/modificación: 2016.11.57/22/04/17 10:07	archivo: PROGRAMA.lsc	Página: 8 / 9

Conector	Rotulación					
X3						
X4						
X5						
NQ1						
NQ2						
NQ3						
NQ4						
NQ5						
NQ6						
Autor:	luiszd55		Proyecto:		Cliente:	
Comprobado:			Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	2017/04/22 11:57:22		archivo:	PROGRAMA.lsc	Página:	9 / 9

## ANEXO D: ARCHIVO DE CONFIGURACIÓN DEL CMR 2020 (user.cfg)

```
%YAML 1.1
---
Version: V1.1.4
Description:
  Devicename: logo.cmr
  Stationdescription:
SessionTimeout: 10
GPS:
  Activated: No
Time:
  Reference-ID: 0
  Timezone: + 0:00
  DaylightSaving:
    Activated: No
    Start:
      WeekOfMonth: 1
      Weekday: Mon
      Month: 1
      Hour: 0
      Minute: 0
    End:
      WeekOfMonth: 1
      Weekday: Mon
      Month: 1
      Hour: 0
      Minute: 0
  TimeSync:
    Activated: No
  TimeRelay:
    Activated: No
Diag:
  StoreDiagOnSD: No
Lan:
  IP: 192.168.0.3
  SubnetMask: 255.255.255.0
Mobile:
  Activated: Yes
  PIN: 1234
  Roaming: No
  ServiceCenter: +593995897705
  MobileData: Yes
  APN: internet.movistar.com.ec
  Authentication: CHAP
  User: movistar
  Password: movistar
SMS:
  Activated: Yes
  Password: RIEGO
User:
- Id: &u1
  Name: usuario
  Description:
  Login: usuario
  Password: A68F9B6B17B18BF54FEF198EE6BEDB46AF029A0032D5C04805124834B6FA4CE8
  Number: +593984861630
  Right: RecvSMS,ChangeUser
- Id: &u2
  Name: Administrator
  Description:
  Login: admin
  Password: A68F9B6B17B18BF54FEF198EE6BEDB46AF029A0032D5C04805124834B6FA4CE8
  Number:
  Right: RecvSMS,ChangeUser
- Id: &u3
  Name: CMR2020
  Description:
  Login: CMR
  Password: A68F9B6B17B18BF54FEF198EE6BEDB46AF029A0032D5C04805124834B6FA4CE8
  Number: +593979392237
  Right: RecvSMS
```

<p>Group:  - Id: &amp;g1  Name: UNO  Description: usuarios de riego  Entry: *u1  - Id: &amp;g2  Name: cmr2020  Description:  Entry: *u3  Notification:  Type: SMS  Group: *g1  Logo:  Activated: Yes  IP: 192.168.0.1  PollIntervall: 1  Text:  - Id: &amp;t1  Name: UNO  Text:  -  NIVEL DE TANQUE RESERVORIO BAJO  - Id: &amp;t2  Name: DOS  Text:  -  SOBRECARGA DE BOMBA  - Id: &amp;t3  Name: TRES  Text:  -  INICIO DE RIEGO  - Id: &amp;t4  Name: CUATRO  Text:  -  RIEGO FINALIZADO  - Id: &amp;t5  Name: CINCO  Text:  -  RIEGO;LOGO=VM1,0,BYTE  - Id: &amp;t6  Name: SEIS  Text:  -  RIEGO;LOGO=VM2,0,BYTE  - Id: &amp;t7  Name: SIETE  Text:  -  RIEGO;LOGO=VM3,0,BYTE  - Id: &amp;t8  Name: OCHO  Text:  -  RIEGO;LOGO=VM4,0,BYTE  - Id: &amp;t9  Name: NUEVE  Text:  -  RIEGO;LOGO=VM5,0,BYTE  - Id: &amp;t10  Name: DIEZ  Text:  -  RIEGO;LOGO=VM6,0,BYTE  - Id: &amp;t11  Name: ONCE  Text:  -  RIEGO;LOGO=VM7,0,BYTE  - Id: &amp;t12  Name: FALLO  Text:  -  FALLO CONEXION CON LOGO V8  - Id: &amp;t13  Name: CONEXION  Text:  -  CONEXION ESTABLECIDA CON LOGO V8  Signal:  - Id: &amp;s1  Name: RII_M11  Source: BM  Type: DM  Number: 11  - Id: &amp;s2</p>	<p>Name: RESET_M6  Source: BM  Type: DM  Number: 6  - Id: &amp;s3  Name: LUZ ROJA  Source: CMR  Type: DQ  Number: 1  - Id: &amp;s4  Name: CONTACTOR  Source: CMR  Type: DQ  Number: 2  - Id: &amp;s5  Name: RI2_M10  Source: BM  Type: DM  Number: 10  - Id: &amp;s6  Name: INICIO_AUTO  Source: BM  Type: DM  Number: 23  - Id: &amp;s7  Name: FIN_AUTO  Source: BM  Type: DM  Number: 32  - Id: &amp;s8  Name: FLOTADOR  Source: BM  Type: DM  Number: 20  - Id: &amp;s9  Name: TERMICO  Source: BM  Type: DM  Number: 50  - Id: &amp;s10  Name: BOMBA  Source: BM  Type: DM  Number: 1  - Id: &amp;s11  Name: S1_MAN  Source: BM  Type: VMB  Number: 1  - Id: &amp;s12  Name: S2_MAN  Source: BM  Type: VMB  Number: 2  - Id: &amp;s13  Name: S3_MAN  Source: BM  Type: VMB  Number: 3  - Id: &amp;s14  Name: S4_MAN  Source: BM  Type: VMB  Number: 4  - Id: &amp;s15  Name: S5_MAN  Source: BM  Type: VMB  Number: 5  - Id: &amp;s16  Name: S6_MAN  Source: BM  Type: VMB  Number: 6  - Id: &amp;s17  Name: STOP_MAN</p>
---	---

<p>Source: BM Type: VMB Number: 7 - Id: &amp;s18 Name: FALLO Source: BM Type: CS - Id: &amp;s19 Name: RI3_M15 Source: BM Type: DM Number: 15 - Id: &amp;s20 Name: CONEXION Source: BM Type: CS - Id: &amp;s21 Name: RI4_M17 Source: BM Type: DM Number: 17 - Id: &amp;s22 Name: SH1 Source: BM Type: VMB Number: 11 - Id: &amp;s23 Name: RI5_M19 Source: BM Type: DM Number: 19 - Id: &amp;s24 Name: SH2 Source: BM Type: VMB Number: 12 - Id: &amp;s25 Name: RI6_M21 Source: BM Type: DM Number: 21 - Id: &amp;s26 Name: SH3 Source: BM Type: VMB Number: 13 - Id: &amp;s27 Name: SH4 Source: BM Type: VMB Number: 14 - Id: &amp;s28 Name: SH5 Source: BM Type: VMB Number: 15 - Id: &amp;s29 Name: SH6 Source: BM Type: VMB Number: 16 Event: - Id: &amp;e1 Name: SMS_INIC_AUTO Signal: *s6 Event: ChangeNull - Id: &amp;e2 Name: SMS_FIN_AUTO Signal: *s7 Event: ChangeOne - Id: &amp;e3 Name: SOBRECARGA BOMBA Signal: *s9 Event: ChangeOne - Id: &amp;e4 Name: RESERVORIO VACIO</p>	<p>Signal: *s8 Event: ChangeOne - Id: &amp;e5 Name: ENCENDER BOMBA Signal: *s10 Event: ChangeOne - Id: &amp;e6 Name: FLOT_CERRADO Signal: *s8 Event: ChangeOne - Id: &amp;e7 Name: FLOT_OPEN Signal: *s8 Event: ChangeNull - Id: &amp;e8 Name: APAGAR BOMBA Signal: *s10 Event: ChangeNull - Id: &amp;e9 Name: RI1 Signal: *s1 Event: ChangeOne - Id: &amp;e10 Name: RI2 Signal: *s5 Event: ChangeOne - Id: &amp;e11 Name: RI3 Signal: *s19 Event: ChangeOne - Id: &amp;e12 Name: RI4 Signal: *s21 Event: ChangeOne - Id: &amp;e13 Name: RI5 Signal: *s23 Event: ChangeOne - Id: &amp;e14 Name: RI6 Signal: *s25 Event: ChangeOne - Id: &amp;e15 Name: RESET_STOP Signal: *s2 Event: ChangeOne - Id: &amp;e16 Name: FALLO Signal: *s18 Event: ChangeNull - Id: &amp;e17 Name: CONEXION Signal: *s20 Event: ChangeOne Action: - Id: &amp;a1 Name: ENVIO SMS NIVEL BAJO Target: SMS SMS:   Group: *g1   Text: *t1 - Id: &amp;a2 Name: ENVIO SMS SOBRECARGA Target: SMS SMS:   Group: *g1   Text: *t2 - Id: &amp;a3 Name: ENVIO SMS INICIO AUT Target: SMS SMS:   Group: *g1   Text: *t3 - Id: &amp;a4 Name: ENVIO SMS FIN AUTO Target: SMS</p>
--	--

<p>SMS:  Group: *g1  Text: *t4  - Id: &amp;a5  Name: ENCENDER BOMBA  Target: CMR  Type: Output  Number: 2  Action: Open  - Id: &amp;a6  Name: APAGAR BOMBA  Target: CMR  Type: Output  Number: 2  Action: Close  - Id: &amp;a7  Name: ENCEDER LUZ VERDE  Target: CMR  Type: Output  Number: 1  Action: Open  - Id: &amp;a8  Name: APAGAR LUZ VERDE  Target: CMR  Type: Output  Number: 1  Action: Close  - Id: &amp;a9  Name: RI1  Target: SMS  SMS:  Group: *g2  Text: *t5  - Id: &amp;a10  Name: RI2  Target: SMS  SMS:  Group: *g2  Text: *t6  - Id: &amp;a11  Name: RI3  Target: SMS  SMS:  Group: *g2  Text: *t7  - Id: &amp;a12  Name: RI4  Target: SMS  SMS:  Group: *g2  Text: *t8  - Id: &amp;a13  Name: RI5  Target: SMS  SMS:  Group: *g2  Text: *t9  - Id: &amp;a14  Name: RSTOP  Target: SMS  SMS:  Group: *g2  Text: *t11  - Id: &amp;a15  Name: RI6  Target: SMS  SMS:  Group: *g2  Text: *t10  - Id: &amp;a16  Name: FALLO  Target: SMS  SMS:  Group: *g1  Text: *t12  - Id: &amp;a17</p>	<p>Name: CONEXION  Target: SMS  SMS:  Group: *g1  Text: *t13  Condition:  - Id: &amp;c1  Name: UNO  Activated: Yes  Event: *e1  Action: *a3  - Id: &amp;c2  Name: DOS  Activated: Yes  Event: *e2  Action: *a4  - Id: &amp;c3  Name: TRES  Activated: Yes  Event: *e3  Action: *a2  - Id: &amp;c4  Name: CUATRO  Activated: Yes  Event: *e4  Action: *a1  - Id: &amp;c5  Name: CINCO  Activated: Yes  Event: *e6  Action: *a7  - Id: &amp;c6  Name: SEIS  Activated: Yes  Event: *e7  Action: *a8  - Id: &amp;c7  Name: SIETE  Activated: Yes  Event: *e5  Action: *a5  - Id: &amp;c8  Name: OCHO  Activated: Yes  Event: *e8  Action: *a6  - Id: &amp;c9  Name: NUEVE  Activated: Yes  Event: *e9  Action: *a9  - Id: &amp;c10  Name: DIEZ  Activated: Yes  Event: *e10  Action: *a10  - Id: &amp;c11  Name: ONCE  Activated: Yes  Event: *e11  Action: *a11  - Id: &amp;c12  Name: DOCE  Activated: Yes  Event: *e12  Action: *a12  - Id: &amp;c13  Name: TRECE  Activated: Yes  Event: *e13  Action: *a13  - Id: &amp;c14  Name: CATORCE  Activated: Yes  Event: *e14  Action: *a15</p>
---	--

- Id: &c15  
Name: QUINCE  
Activated: Yes  
Event: \*e15  
Action: \*a14

- Id: &c16  
Name: FALLO  
Activated: Yes  
Event: \*e16  
Action: \*a16

- Id: &c17  
Name: CONEXION  
Activated: Yes  
Event: \*e17  
Action: \*a17

...

## ANEXO E: FORMATO MENSAJES DE TEXTO DEL LOGO! CMR2020.

### 7.5.2 Avisos de error de SMS

Aviso	Causas posibles
OK	<ul style="list-style-type: none"> <li>El comando SMS se ha ejecutado correctamente.</li> </ul>
Invalid Command	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se ha podido reconocer la palabra clave del SMS.</li> <li>Comprobar el uso de mayúsculas y minúsculas y la sintaxis.</li> </ul>
Invalid Parameter	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parámetro de transferencia incorrecto; contraseña incorrecta.</li> </ul>
Not successful	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los valores no han podido ajustarse o leerse.</li> </ul>
Try again	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se está reconfigurando el CMR. No es posible procesar la petición.</li> </ul>
No connection to LOGO! BM	<ul style="list-style-type: none"> <li>El LOGO! BM no está activado o se ha ajustado una dirección IP incorrecta.</li> <li>Se ha retirado el cable entre el LOGO! BM y el LOGO! CMR.</li> </ul>
No GPS signal	<ul style="list-style-type: none"> <li>GPS no configurado.</li> <li>No es posible recibir la señal GPS porque no se ha establecido ninguna conexión visual con el satélite GPS.</li> </ul>

### 7.5.3 Sintaxis de todos los comandos SMS

#### Sintaxis de los comandos SMS y posibles respuestas

¿Qué información se desea obtener?	Ejemplo
Leer datos de diagnóstico del CMR	DIAG?
Leer la posición GPS del CMR	GPSPOSITION?
Leer la imagen de proceso (PI)	MONITOR?
Leer el estado del BM	STATUS?
Leer el valor actual	LOGO?VM125,WORD

¿Qué deseo modificar?	Ejemplo
Ajustar el estado del BM	Contraseña;STATUS=RUN
Escribir el valor actual	Contraseña;LOGO=VM125,1,WORD
Ajustar la salida digital del CMR	Contraseña;OUTPUT=01,1
Modificar el número de teléfono de un usuario	Contraseña;CHANGEUSER="Joe","01721234567"
Configurar la dirección de un servidor NTP	Contraseña;NTPSERVER="217.13.75.19"
Consultar un código de servicio al operador de telefonía móvil	Contraseña;SERVICECODE="*100#"

## 7.5.4 Comandos SMS

En las tablas siguientes se describen todas las estructuras de SMS posibles para los comandos SMS y se ilustran con ejemplos.

---

### Nota

Para cada SMS enviado al CMR solo es posible 1 comando SMS.

---

### Nota

#### Uso de tarjetas SIM de prepago

Si usa una tarjeta SIM de prepago, puede consultar su saldo actual a través del código de servicio correspondiente de su proveedor.

Si su saldo se ha agotado, el CMR no envía ninguna advertencia automática.

---

Leer datos de diagnóstico del CMR	
Función	Petición de datos de diagnóstico del CMR
Acceso	Lectura, no se necesita contraseña
Estructura y palabra clave	DIAG?
Valores de retorno	Datos de diagnóstico o mensaje de error: Avisos de error de SMS (Página 113) Estructura de los datos de diagnóstico:SMS de diagnóstico (Página 122)
Ejemplo	SMS enviado: DIAG? SMS de respuesta: SMS de diagnóstico (Página 122)

Leer la posición GPS del CMR			
Función	Solicitar la posición GPS actual. La posición GPS actual se lee y se devuelve al remitente.		
Acceso	Lectura, no se necesita contraseña		
Estructura y palabra clave	GPSPOSITION?		
Valores de retorno	Coordenadas GPS o mensaje de error: Avisos de error de SMS (Página 113) Estructura del SMS: Posición GPS: ddd:mm:ss.hs N/S ddd:mm:ss.hs W/E Alt mmmm		
Ejemplo	SMS enviado: GPSPOSITION? SMS de respuesta: Posición GPS: 49:0:50.4 N 8:24:15.48 E Alt 0350		
Explicación para leer los datos de transferencia	ddd	degree	Grados
	mm	minutes	Minutos
	ss.hs	seconds	Segundos
	N/S	North/South	Longitud
	W/E	West/East	Latitud
	Alt mmmm	Altitude	Altitud sobre el nivel del mar en metros

Leer la imagen de proceso	
Función	Lectura de la imagen de proceso del BM y del estado de las dos entradas y salidas del CMR.
Acceso	Lectura, no se necesita contraseña
Estructura y palabra clave	MONITOR?
Valores de retorno	Memoria imagen de proceso o mensaje de error: Avisos de error de SMS (Página 113) Estructura de la memoria imagen de proceso: SMS de respuesta del comando "MONITOR?" (Página 118)
Ejemplo	SMS enviado: MONITOR? SMS de respuesta: SMS de respuesta del comando "MONITOR?" (Página 118)

Leer el estado del BM	
Función	Consulta del estado del BM
Acceso	Lectura, no se necesita contraseña
Estructura y palabra clave	STATUS?
Valores de retorno	RUN, STOP o mensaje de error: Avisos de error de SMS (Página 113)
Ejemplo	SMS enviado: STATUS? SMS de respuesta: STATUS:RUN

Ajustar el estado del BM	
Función	Ajustar el estado del BM a RUN o STOP
Acceso	Escritura, se necesita contraseña
Estructura y palabra clave	<Contraseña>;STATUS=<estado de LOGO>
Valores de retorno	OK o mensaje de error: Avisos de error de SMS (Página 113)
Ejemplo	SMS de envío: Contraseña;STATUS=RUN SMS de respuesta: STATUS=RUN:OK

Configurar la dirección de un servidor NTP	
Función	Configurar la dirección de un servidor NTP. Solo si se ha elegido NTP como método de sincronización horaria, puede configurarse la dirección de un servidor NTP. <Dirección> puede ser la dirección IP en formato 123.123.123.123 o el nombre del servidor NTP en formato URL, p. ej., <a href="http://www.ntpservemame.de">http://www.ntpservemame.de</a> .
Acceso	Escritura, se necesita contraseña

Configurar la dirección de un servidor NTP	
Estructura y palabra clave	<Contraseña>;NTPSERVER="<Dirección>"
Valores de retorno	OK o mensaje de error: Avisos de error de SMS (Página 113)
Ejemplo	<p>1. Ejemplo: SMS de envío: Contraseña;NTPSERVER="http://www.ntpservemame.de" SMS de respuesta: NTPSERVER="http://www.ntpservemame.de":OK</p> <p>2. Ejemplo: SMS de envío: Contraseña;NTPSERVER="217.13.75.19" SMS de respuesta: NTPSERVER="217.13.75.19":OK</p>

#### Nota

##### Acceso directo a la memoria de variables del BM

Por razones de seguridad, solo se puede acceder a la dirección de la VM en modo de lectura y escritura mediante SMS si la dirección se ha creado previamente como señal mediante el WBM.

Los dos comandos siguientes acceden directamente a la memoria de variables del BM:

- Ajustar/leer el valor de la memoria de variables del BM.

Cuando utilice estos comandos, tenga en cuenta las indicaciones de la vista general (Página 77).

Leer el valor actual de la memoria de variables del BM: leer "valores actuales"	
Función	<p>Leer el valor actual de la memoria de variables del BM.</p> <p>La dirección se obtiene de la memoria de variables del BM. El valor &lt;Tipo de datos&gt; puede ser BYTE, WORD o DWORD.</p> <p>Solo pueden leerse y escribirse los primeros 128 bytes de la memoria de variables del BM. Direcciones iniciales de los tipos de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BYTE: 0 ... 127</li> <li>• WORD: 0 ... 126</li> <li>• DWORD: 0 ... 124</li> </ul> <p>Puede leerse cualquier valor de la memoria de variables del BM. Si se conoce a fondo el programa de conmutación LOGO!, esto puede ser útil, p. ej., para fines de diagnóstico.</p>
Acceso	Lectura, no se necesita contraseña
Estructura y palabra clave	LOGO?VM<Dirección>,<Tipo de datos>
Valores de retorno	<p>Valor actual o mensaje de error: Avisos de error de SMS (Página 113)</p> <p>Estructura del valor de retorno: VM&lt;dirección&gt;:&lt;valor&gt;(&lt;tipo de datos&gt;)</p> <p>Salida: salida del valor de retorno en formato decimal</p>
Ejemplo	<p>SMS enviado: LOGO?VM125,WORD</p> <p>SMS de respuesta: VM125:1(WORD)</p>

Ajustar el valor en la memoria de variables del BM: escribir "valores actuales"	
Función	Ajustar valores de un componente en la memoria de variables del BM, p. ej., entradas, salidas o marcas. La dirección del componente se obtiene de la memoria de variables del BM. Solo pueden leerse y escribirse los primeros 128 bytes de la memoria de variables del BM. Direcciones iniciales de los tipos de datos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• BYTE: 0 ... 127</li> <li>• WORD: 0 ... 126</li> <li>• DWORD: 0 ... 124</li> </ul> Al ajustar un valor en la memoria de variables del BM, puede modificarse la secuencia de un programa de conmutación LOGO! Utilice este comando solo si conoce a fondo el programa de conmutación. El CMR procesa todos los valores como valores con signo.
Acceso	Escritura, se necesita contraseña
Estructura y palabra clave	<Contraseña>;LOGO=VM<Dirección>,<Valor>,<Tipo de datos>
Valores de retorno	Confirmación o mensaje de error: Avisos de error de SMS (Página 113)
Ejemplo	SMS de envío: Contraseña;LOGO=VM125,1,WORD SMS de respuesta: LOGO=VM125,1,WORD: OK

Ajustar la salida digital del CMR	
Función	Ajuste de la salida digital 1 o 2 del CMR a un valor: 1 o 0.
Acceso	Escritura, se necesita contraseña
Estructura y palabra clave	<Contraseña>;OUTPUT=O<1/2>,<1/0>
Valores de retorno	OK o aviso de error
Ejemplo	SMS de envío: Contraseña;OUTPUT=O1,1 SMS de respuesta: OUTPUT=O1,1:OK

Modificación del número de teléfono de un usuario	
Función	Modificación del número de teléfono de un usuario especificado de forma unívoca mediante su <Nombre de usuario>. Para ello, el usuario seleccionado debe tener registrada (Página 82) la autorización correspondiente en el WBM, en la ficha Users de Users / groups.
Acceso	Escritura, se necesita contraseña; la autorización debe estar configurada en el WBM
Estructura y palabra clave	<Contraseña>;CHANGEUSER="Nombre de usuario","Número de teléfono"
Valores de retorno	OK o aviso de error
Ejemplo	SMS de envío: Contraseña;CHANGEUSER="Joe","01751234567" SMS de respuesta: CHANGEUSER="Joe","01751234567":OK

Consultas al operador de telefonía móvil a través del código de servicio	
Función	Consulta de un código de servicio al operador de telefonía móvil, p. ej., "*100#". El texto transmitido por el operador de telefonía móvil se devuelve sin cambios como respuesta en un SMS. Si utiliza una tarjeta SIM de prepago y desea consultar su saldo actual: El código de servicio puede utilizarse para consultar su saldo. Sin embargo, no pueden usarse todos los códigos de servicio posibles para realizar consultas.
Acceso	Escritura, se necesita contraseña
Estructura y palabra clave	<Contraseña>;SERVICECODE="Código"
Valores de retorno	Respuesta original del operador de telefonía móvil o aviso de error
Ejemplo	SMS de envío: Contraseña;SERVICECODE="*100#" SMS de respuesta: *100#: Texto original del operador de telefonía móvil o mensaje de error

**ANEXO F: DATOS ALMACENADOS DURANTE 6 SEMANES DE PRUEBA EN**

**ARCHIVO CON EXTENSION .xlsx**

datos.xlsx - Excel																											
DATOS		REVISAR	VISTA	COMPLEMENTOS																							
F		G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD		
Time		I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8		
02/14/2017	10:00:01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
02/14/2017	10:38:27	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
02/14/2017	11:13:34	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
02/14/2017	11:51:38	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
02/14/2017	12:26:43	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
02/14/2017	13:02:44	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
02/17/2017	10:00:01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
02/17/2017	10:34:21	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
02/17/2017	11:10:53	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
02/17/2017	11:48:36	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
02/17/2017	12:24:36	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
02/17/2017	13:03:58	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
02/21/2017	10:00:01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
02/21/2017	10:37:29	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
02/21/2017	11:11:43	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
02/21/2017	11:48:16	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
02/21/2017	12:24:23	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
02/21/2017	13:00:18	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
02/28/2017	10:00:01	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
03/03/2017	10:00:01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
03/03/2017	10:34:04	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
03/03/2017	11:09:23	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
03/03/2017	11:45:55	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
03/03/2017	12:22:41	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
03/03/2017	12:58:14	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
03/14/2017	10:00:01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
03/14/2017	10:41:11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
03/14/2017	11:16:36	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
03/14/2017	11:53:12	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
03/14/2017	12:31:21	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
03/14/2017	13:05:10	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
03/17/2017	10:00:01	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
03/17/2017	10:40:17	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
03/17/2017	11:18:52	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
03/21/2017	10:00:01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
03/21/2017	10:36:58	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
03/21/2017	11:16:51	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
03/21/2017	11:52:40	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
03/21/2017	12:29:28	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
03/21/2017	13:06:49	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	

**ANEXO G: COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMATIZADO**

<b>DETALLE</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Controlador Lógico LOGO 0BA8	1	\$180.00
Módulo de comunicación CMR2020	1	\$450.00
Visualizador de textos logo TDE	1	\$190.00
Módulo de expansión DM8 24R	1	\$80.00
Antena GSM Quadband	1	\$75.00
Electroválvulas	8	\$350.00
Sensores de humedad	6	\$60.00
Tablero de control	1	\$35.00
Fuente de alimentación	1	\$40.00
Tarjeta de acondicionamiento sensores	1	\$50.00
Material eléctrico vario	1	\$300.00
Mano de obra	1	\$1200.00
	<b>Total</b>	<b>\$3010.00</b>