

CAPITULO I

FUNDAMENTOS TEORICOS

1.1 INTRODUCCION

El objetivo de esta tesis es implementar un prototipo para captación de agua lluvia y sereno, controlado y monitoreado por un sistema SCADA, mediante la utilización del software LabView.

En la actualidad se desarrollan sistemas para captación de agua lluvia y sereno, tanto para riego como para consumo humano.

La captación de agua para consumo humano es desde los techos de las viviendas hacia los tanques de almacenamiento, que después de un tratamiento es apta para su consumo, mientras que la captación de agua para riego se la hace desde techos y caminos que se dirigen hacia tanques de almacenamiento a través de zanjias.

Otra forma de recolección de agua es mediante la utilización de mallas captadoras, este método consiste en la construcción de paredes de malla que condensan la niebla, enviándola a tanques de almacenamiento.

Cuando la obtención del agua es muy difícil, su consumo se debe hacer con el mayor cuidado posible para no desperdiciarla; en el riego ocurre lo mismo por ello existen diversos tipos de riego para aprovecharla al máximo.

1.2 SISTEMA SCADA

1.2.1 DEFINICIÓN DE SISTEMA SCADA

SCADA viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Adquisition", es decir: adquisición de datos y control de supervisión.¹

Los sistemas SCADA son una aplicación de software, especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora.

Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios.

Un SCADA involucra muchos subsistemas, por ejemplo, la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable), el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo de comunicación.

Las tareas de supervisión y control generalmente están relacionadas con el SCADA, en el cual se puede visualizar en la pantalla del computador cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.²

Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema la posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma.

¹ www.scadas.com; Sistemas SCADA.

² www.scadas.com; Sistemas SCADA

1.2.2 FUNCIONES PRINCIPALES DE UN SISTEMA SCADA

Entre las principales funciones que realiza un sistema SCADA se destacan las siguientes:

- Permite al operador conocer el estado en el que se encuentran las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite realizar una programación de mantenimiento para una fecha establecida.
- Recaudar, almacenar y presentar la información, en forma continua y confiable, correspondiente a las variables de campo, mediciones, alarmas, etc.
- Con este sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (abrir o cerrar válvulas, interruptores, encender motores, etc.), de manera automática y también en forma manual. También es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.
- Este sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso en tiempo real. También se pueden obtener gráficos analizados en función del tiempo.
- Debe tener la opción de almacenar datos adquiridos mediante la realización de un proceso, que puede ser en forma diaria, semanal o mensual.

1.2.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS SISTEMAS SCADA

Las características principales de los sistemas SCADA son:

- Supervisión en tiempo real.
- Adquisición de información local y remota.
- Centralización de la información.
- Facilidad de control.
- Flexibilidad de adaptarse a cambios físicos en el proceso.
- Facilidad de manejo de datos históricos.

1.2.4 REQUISITOS DE UN SISTEMA SCADA

Un SCADA debe cumplir los siguientes requisitos:

- Deben ser capaces de adaptarse a cambios que se presente en una empresa.
- Tienen que ser programas fáciles de instalar y utilizar, y que sean interactivos con los usuarios.

1.2.5 BENEFICIOS DE LOS SISTEMAS SCADA

- Reducir los costos de producción y operación en los equipos.
- Aumento de la producción.
- Reducir los costos de mantenimiento.
- Coordinación de los operadores con el personal de mantenimiento.
- Se dispone de información con datos estadísticos para realizar los análisis respectivos.

1.3 SOFTWARE LabView

LabView es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. LabView permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactiva basada en software. Se puede diseñar especificando su sistema funcional, su diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. Labview es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como por ejemplo Excel.

1.3.1 APLICACIONES DE LabView

Labview tiene su mayor aplicación en sistemas de medición, como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, laboratorios para clases en universidades, procesos de

control industrial. LabView es muy utilizado en procesos en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización.

1.3.2 PROGRAMACION GRAFICA CON LabView

Cuando se diseña programas con LabView se trabaja en formato VI, es decir, un instrumento virtual, se pueden crear VI's, a partir de especificaciones funcionales que se diseñe. Este VI puede utilizarse en cualquier otra aplicación como una subfunción dentro de un programa general.

Los VI's se caracterizan por:

- Ser un símbolo relacionado con su funcionalidad.
- Tener una interfaz con el usuario.
- Tener entradas con su color de identificación de dato.
- Tener una o varias salidas.
- Ser reutilizables.

1.3.3 CARACTERISTICAS

El software LabView presenta facilidades para el manejo de:

- Interfaces de comunicaciones.
- Capacidad de interactuar con otros lenguajes y aplicaciones.

1.3.3.1 INTERFACES DE COMUNICACIONES

Las principales interfaces de comunicaciones son:

- Puerto serie.
- Puerto paralelo.
- Bluetooth.
- USB.

1.3.3.2 CAPACIDAD DE INTERACTUAR CON OTROS LENGUAJES Y APLICACIONES

LabView puede interactuar con varios lenguajes y aplicaciones tales como:

- .NET.
- ActiveX.
- MultiSim.
- Matlab/Simulink.
- AutoCAD, SolidWorks, etc.

1.3.4 INSTRUMENTOS VIRTUALES

Cuando se crea un programa en LabView se lo conoce con el nombre de Instrumento Virtual y consta de dos ventanas que son:

- Panel Frontal.
- Diagrama de bloques.

1.3.4.1 PANEL FRONTAL

En el panel frontal se encuentran ubicados todos los indicadores y controles que el usuario podrá ver cuando el programa este en modo Run (En ejecución). Por ejemplo botones, perillas, gráficas, etc.

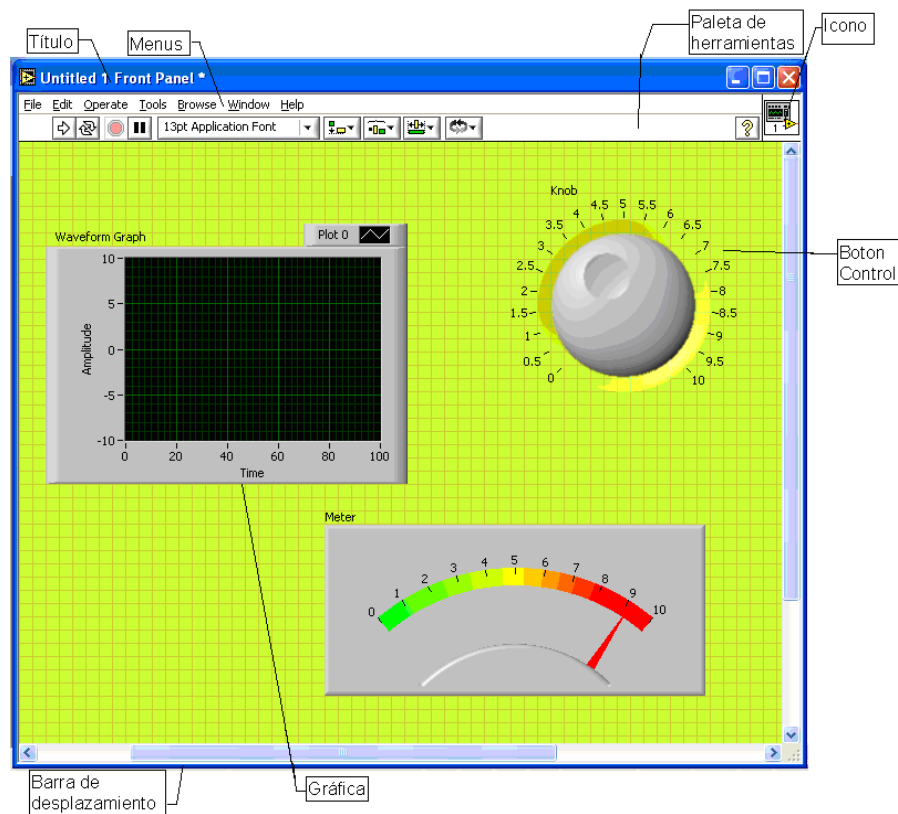


FIGURA 1.1 PANEL FRONTAL
FUENTE: LOS AUTORES

1.3.4.2 DIAGRAMA DE BLOQUES

Muestra el programa en forma gráfica. En este diagrama se usan estructuras de programación, y flujo de datos entre las diferentes entradas y salidas, a través de líneas.

Todos los indicadores y controles ubicados en el panel frontal están respaldados por una terminal de conexión en el diagrama de bloques tal como si se tuviera un tablero de control de una máquina, por un lado se ven los indicadores y por el lado posterior se aprecian los terminales de conexión.

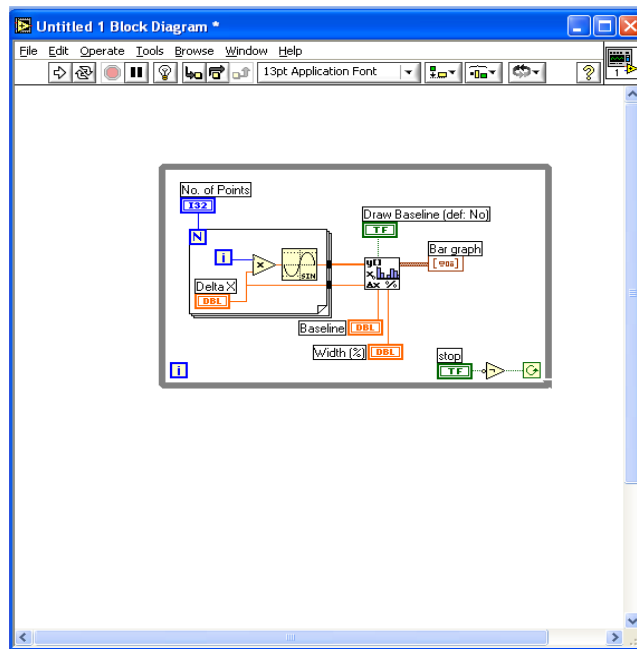


FIGURA 1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES
FUENTE: LOS AUTORES

El programa LabView posee una herramienta de ayuda contextual. Esta ventana muestra información del objeto que esté situado bajo el cursor, ya sea una función, un VI, un control o un indicador. Además puede aparecer un enlace a la página de ayuda relacionada con ese objeto.

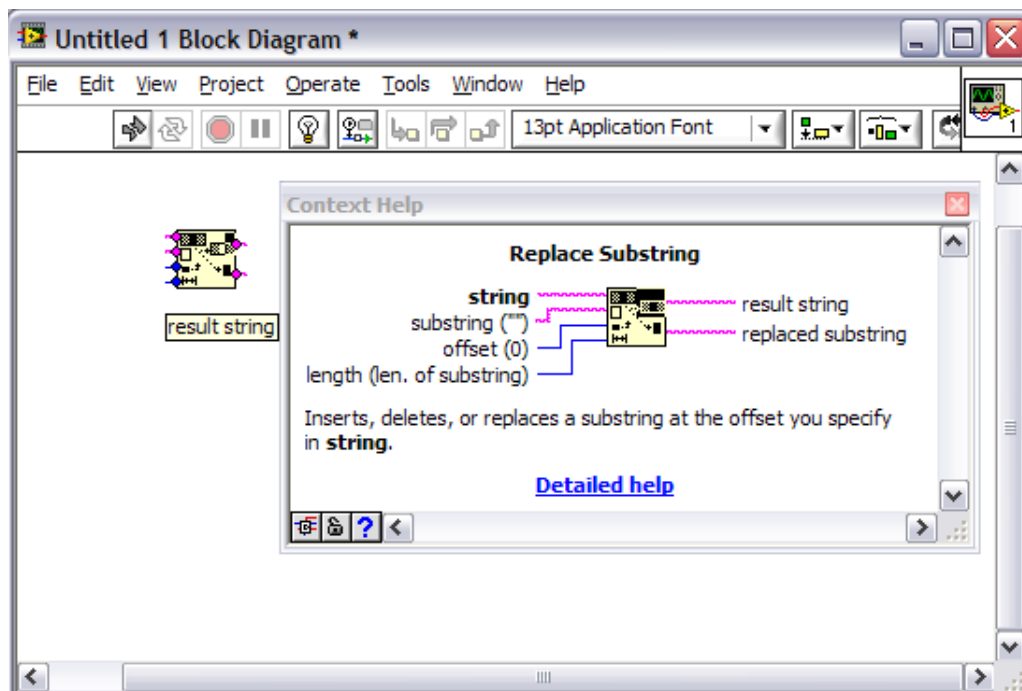


FIGURA 1.3 VENTANA DE AYUDA
FUENTE: LOS AUTORES

1.3.5 MENU DE HERRAMIENTAS

Mediante la paleta de herramientas se puede seleccionar el instrumento que se desea utilizar, esto hace cambiar el tipo de cursor del mouse y su utilización. En la figura 1.4 se muestra la paleta de herramientas que posee 11 botones.

- ***Automatic Tool Selection.***- Este botón está activado, selecciona automáticamente la herramienta que se requiere cuando se sitúa el cursor sobre el elemento.
- ***Operate Value.***- Esta herramienta hace que el cursor este disponible cuando el VI está ejecutándose, principalmente su función es cambiar los valores de los controles del panel frontal.
- ***Position/Size/Select.***- Esta herramienta permite al usuario posicionar, cambiar tamaño y seleccionar los elementos tanto en el diagrama de bloques como en el panel frontal.
- ***Edit Test.***- Esta herramienta sirve para agregar textos en el panel frontal y en el diagrama de bloques.
- ***Connect wire.***- Esta herramienta sirve para cablear. Uniendo elementos con otros a través de cables, si el cable es de color gris y entre cortado quiere decir que el cable esta roto (existe un error).
- ***Objet Shortcut Menu.***- Esta herramienta despliega el menú contextual, es el equivalente a dar un clic derecho en el elemento con el mouse.
- ***Scroll Window.***- Esta herramienta sirve para mover el contenido de las ventanas.
- ***Set/Clear Breakpoint.***- Esta herramienta crea o borra un punto de ruptura en un elemento, cuando la función llega a ese punto se detiene.

- **Probe Data.-** Esta herramienta crea una prueba del estado en un cable, un probe muestra el valor que circula por un cable.
- **Get color.-** Con esta herramienta se obtiene el valor del color de un elemento.
- **Set color.-** Con esta herramienta se puede colorear los elementos y paneles.

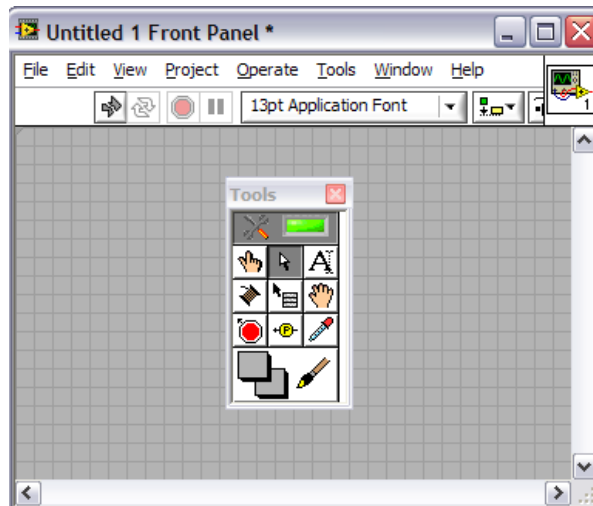


FIGURA 1.4 PALETA DE HERRAMIENTAS
FUENTE: LOS AUTORES

1.3.6 CREACIÓN DE PROGRAMAS EN LabView

La programación en LabView necesariamente se la realiza en el diagrama de bloques. Un programa consta de tres partes fundamentales:

- Controles.
- Funciones, VIs y estructuras.
- Indicadores.

Una vez que se tiene en el diagrama de bloques los elementos a utilizar se los une mediante cables que sirven para acoplarse con otros. El cableado en general se lo debe hacer lo más corto posible manteniendo una claridad suficiente.

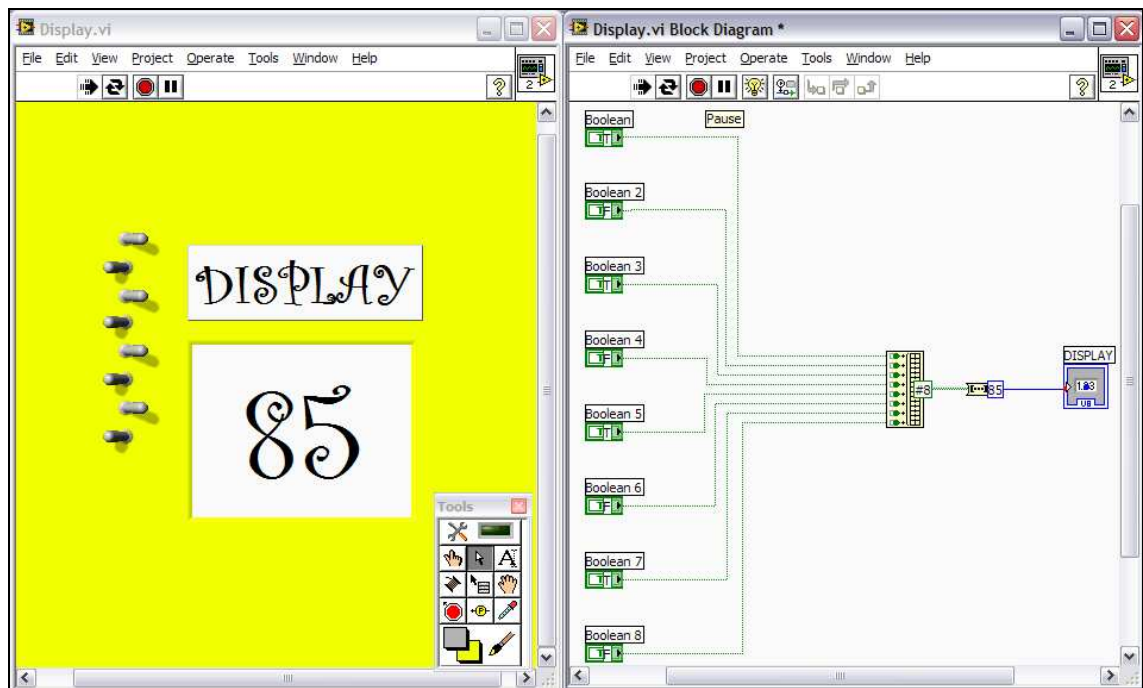


FIGURA 1.5 PROGRAMA DISPLAY EN LABVIEW

FUENTE: LOS AUTORES

1.3.7 COMUNICACION

LabView cuenta además de las funciones normales de programación, con otras en forma de VI's para ser usadas como subrutinas en aplicaciones de grado más complejo, como son las herramientas usadas para comunicaciones.

Estas funciones cuentan con los programas driver, para manejar dispositivos que se conectan al computador, como balanzas, osciloscopios, y muchos más.

1.3.7.1 COMUNICACIÓN CON TARJETAS DAQ

Las tarjetas DAQ son tarjetas insertables que permiten la entrada y salida de datos del computador a otros aparatos, donde se conectan sensores, y actuadores, para ser visualizados en tiempo real. Los datos que entran y salen pueden ser señales digitales o análogas.

Las tarjetas se comportan como si fueran un puerto más en el computador, y poseen todo un protocolo y sistema de manejo.

Las tarjetas como cualquier otro periférico, requieren parámetros de programación, y hasta protocolos de comunicación, por lo que se requiere de un software driver que maneje programación en LabView, y deje en la superficie, la posibilidad de programar aplicaciones con los beneficios de dichas tarjetas, de una forma sencilla.

LabView ofrece acceso a los drivers desde las rutinas de configuración. Los drivers disponibles son para las tarjetas de la NI (National Instruments), pero en el mercado se consiguen drivers para otras marcas.

Las capacidades comunes que suelen tener las DAQ son:

- Adquisición de señales analógicas.
- Generación de señales analógicas.
- Generación y adquisición de señales digitales.
- Contadores y timers.
- Autocalibración, sensores, etc.

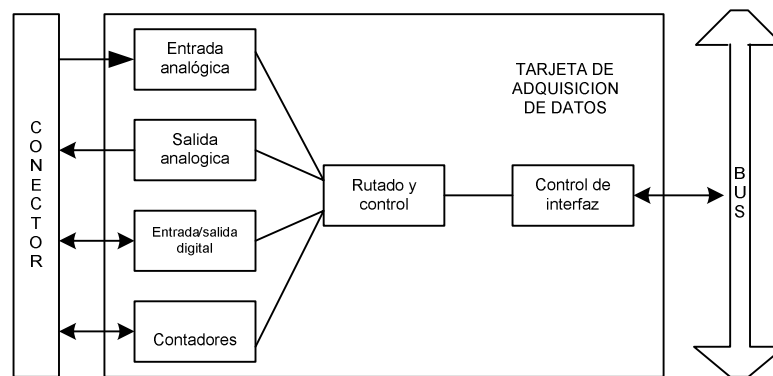


FIGURA 1.6 ESQUEMA DE BLOQUES DE UNA TARJETA DAQ

FUENTE: LOS AUTORES

1.3.7.2 DAQ EN LabView

LabView cuenta con tres tipos de drivers para la adquisición de datos:

- Traditional NI-DAQ.
- VIs Express.
- NI-DAQ mx.

1.3.7.2.1 TRADITIONAL NI-DAQ

Son las de más bajo nivel, usadas en versiones antiguas de LabView, actualmente se conservan por razones de compatibilidad. Se aconseja utilizar en algunos dispositivos antiguos y en situaciones muy concretas.

1.3.7.2.2 VI's EXPRESS

Se encuentran en la versión de LabView 7 y hacen la programación mucho más sencilla con los VIs normales al agrupar a varios VIs en un único nodo muy configurable.

1.3.7.2.3 NI-DAQ mx

También se encuentran en la versión de Labview 7, presentan muchas ventajas respecto a los tradicionales.

1.3.7.3 COMUNICACIÓN A TRAVES DEL PUERTO SERIAL

Se transmite la información por un puerto que puede ser el COM1 o el COM...n, de forma serial, a través de un solo cable, y cada bit pasa uno tras otro a alta velocidad.

Para la comunicación entre computadores se establece un protocolo común para que la información sea entendida por ambos. Se debe definir el tamaño de los BUFFER para almacenar datos mientras se realiza la comunicación.

LabView cuenta con funciones para iniciar, escribir y leer el puerto serial.

En versiones antiguas de LabView se incluían VI's específicos para manejar el puerto serie, pero en las nuevas versiones se han integrado con los demás VI's de la librería VISA. Los antiguos VI's todavía se conservan por razones de compatibilidad, aunque ofrecen menos posibilidades que los nuevos y su uso no es recomendable, estos VI's se muestran en la presente figura.

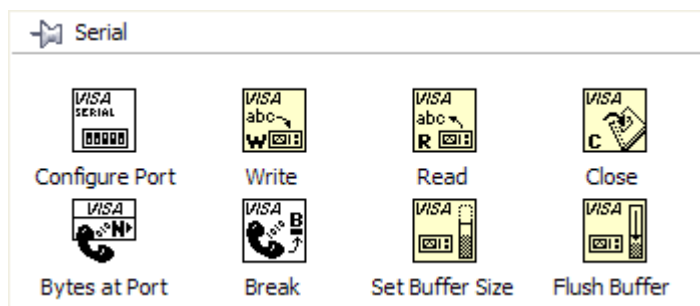


FIGURA 1.7 MENU SERIAL
FUENTE: SOFTWARE LABVIEW

Para la comunicación serial se deben configurar los parámetros de velocidad, protocolo, paridad, entre otros.

1.3.7.4 COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE UN PUERTO GPIB

EL GPIB es un puerto diseñado para establecer comunicación con instrumentos de medición. Muchos de los instrumentos como son: balanzas, osciloscopios, multímetros y equipos de tipo “Stand Alone” (que no requieren de un computador para funcionar, son independientes) cuentan con este tipo de puerto.

El bus de datos GPIB es aceptado por algunos fabricantes de software ya que prefieren utilizarlo porque es específico para instrumentación.

En LabView el menú GPIB se encuentra en Instrument I/O > GPIB. Dentro de ella existe otra subpaleta con VI's específicos, que permiten un control más profundo sobre la comunicación.

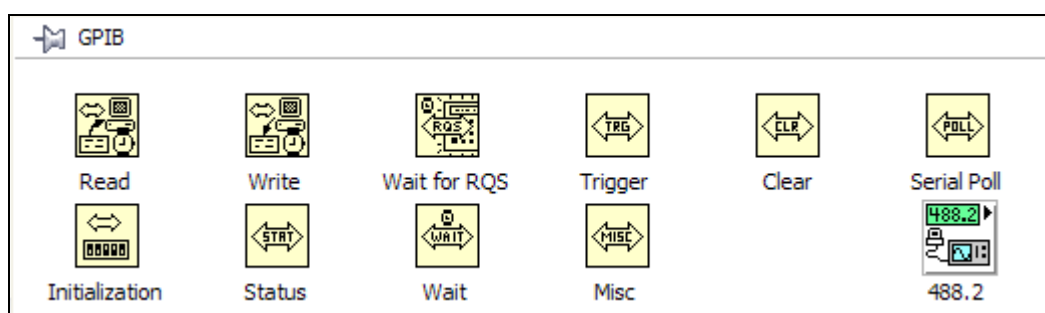


FIGURA 1.8 MENU GPIB
FUENTE: SOFTWARE LABVIEW

1.4 PROGRAMACIÓN DEL PLC

1.4.1 INTRODUCCIÓN

La familia S7-200, de la marca de SIEMENS se caracteriza por tener pequeños sistemas de automatización que se aplica para el control industrial, por ello viene su nombre de Micro-PLCs, los cuales se utilizan para diversas aplicaciones. La siguiente figura muestra un Micro-PLC S7-200

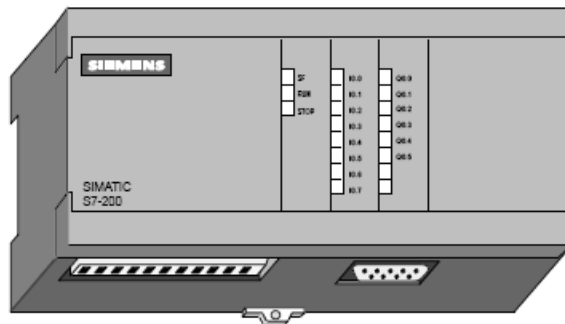


FIGURA 1.9 MICRO-PLC S7-200

FUENTE: LOS AUTORES

En la figura 1.10 se puede observar un Micro-PLC-S7-200, en la cual incluye una CPU 224, un computador y el cable de comunicación CP/PPI, además de 2 módulos de expansión uno de salidas digitales y uno de entradas análogas de izquierda a derecha.

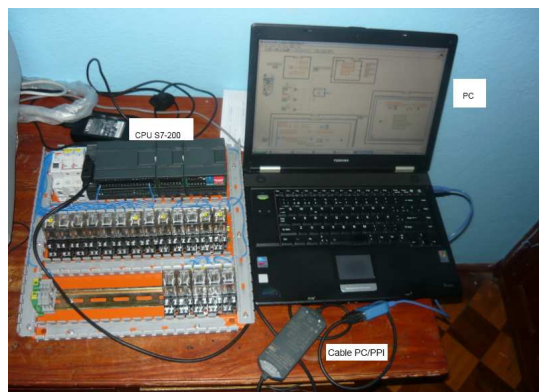


FIGURA 1.10 COMPONENTES DE UN MICRO-PLC S7-200

FUENTE: LOS AUTORES

También hay que tener en cuenta que las CPU's vienen de diversos tamaños para solucionar trabajos de automatización.

Un Micro-PLC S7-200 puede comprender una CPU 224 sola o conectada a diversos módulos de ampliación opcionales.

1.4.1.1 MODULOS DE AMPLIACION

Para la CPU S7-200 existen módulos de ampliación los cuales ofrecen un determinado número de entradas o salidas ya sean analógicas o digitales, que se encuentran integradas en los respectivos módulos de ampliación.

Cuando se conecta un modulo de ampliación se dispondrá de mas entradas o de salidas.

En la figura 1.11 se observa como se conecta un módulo de ampliación que dispone de un conector para la conexión con la CPU.

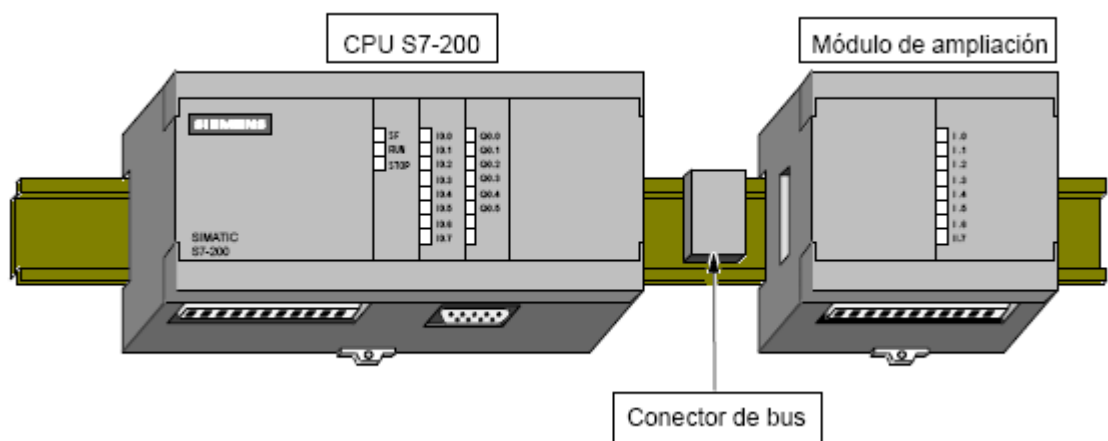


FIGURA 1.11 ACOPLE DE CPU CON MÓDULO DE AMPLIACION

FUENTE: LOS AUTORES

Se puede definir a un PLC como un hardware y software, que tiene la capacidad de ser programado por un usuario, que se puede utilizar para trabajar en procesos industriales controlando máquinas y procesos que tengan una infinidad de secuencias.

1.4.1.2 VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE UN PLC

Las principales ventajas de la utilización de un controlador lógico programable PLC son:

- Reemplazar la parte robusta de relés, contadores, temporizadores, los cuales comandan máquinas que contienen motores, cilindros neumáticos, etc.
- Actúa como interfase entre una PC y la máquina a la que estuviera controlando.
- Ayuda a determinar diagnósticos de fallas y alarmas.
- Permite dar órdenes a los aparatos remotos que se encuentran interconectados a él.

1.4.2 TIPOS DE LENGUAJE A UTILIZAR

El lenguaje utilizado en este caso es:

- Lenguaje de programación Ladder (KOP).

1.4.2.1 LENGUAJE DE PROGRAMACION LADDER

El lenguaje de programación LADDER (escalera) permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso dado mediante el uso simbólico de contactos N.A. y N.C., temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, relés, etc.³

1.4.3 CREANDO UN PROGRAMA EN LENGUAJE LADDER

Antes de programar el PLC con lenguaje LADDER se explicará acerca de los conceptos y simbología que se encuentra conformado.

El programa en lenguaje LADDER, es realizado y almacenado en la memoria del PLC por un usuario (programador). El PLC lee el programa LADDER de forma

³ www.ing.uc.edu.ve/ Lenguajes de Programación

secuencial siguiendo el orden en que los renglones fueron escritos, comenzando por el renglón superior y terminando con el inferior.

En este tipo de programa cada símbolo representa una variable lógica cuyo estado puede ser verdadero o falso. Dispone de dos barras verticales que representan a la alimentación eléctrica del diagrama; la barra vertical izquierda corresponde a un conductor con tensión y la barra vertical derecha corresponde a la tierra.

Se muestra la simbología utilizada en la elaboración de diagramas de escalera, según la normativa IEC-1131”⁴

- **N/A-INPUT**

Este tipo de contacto representa a una entrada normalmente abierta. Este componente representa una entrada, un contacto N/A del PLC o a una entrada asociada a un relé interno (auxiliar) del PLC.



FIGURA. 1.12 CONTACTO NA DEL PLC
FUENTE: LOS AUTORES

- **N/C-INPUT**

Al contrario que el caso anterior representa una entrada normalmente cerrada. Este contacto representa una entrada del PLC o a una entrada N/C de un relé interno (auxiliar) del PLC.



FIGURA. 1.13 CONTACTO NC DEL PLC
FUENTE: LOS AUTORES

⁴ www.ing.uc.edu.ve/ Programación en lenguaje Escalera

- **OUTPUT**

Se lo conoce como un dispositivo de salida que puede estar asociado a una salida física del PLC o a una salida que se encuentra en el diagrama escalera (una bobina de un relé interno del PLC).



FIGURA 1.14 SALIDA DEL PLC
FUENTE: LOS AUTORES

A continuación para el mejor entendimiento de la programación en lenguaje Ladder se ha desarrollado un pequeño esquema.

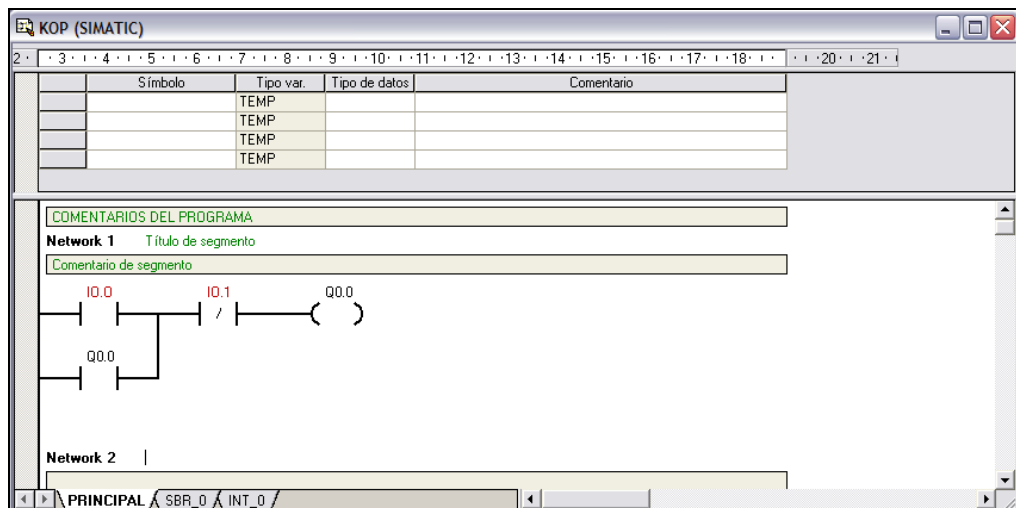


FIGURA 1.15 PROGRAMACION TIPO ESCALERA
FUENTE: LOS AUTORES

Se utiliza el lenguaje ladder para el encendido de un foco en el que se tiene dos contactos un N/A y un N/C, la bobina de salida es el foco, y se tiene un contacto de retención para que se quede realimentado.

Para diseñar esta programación se ha utilizado el software V4.0 STEP 7 Micro/WIN SP1. En la elaboración del programa se va agregando contacto por contacto; por ejemplo para insertar un contacto normalmente abierto se puede ir a la barra de operaciones y pulsar el botón que muestra el contacto abierto.

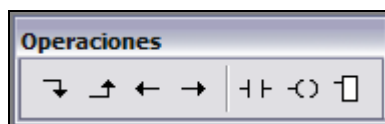


FIGURA 1. 16 BARRA DE OPERACIONES
FUENTE: LOS AUTORES

Cuando se pulsa el botón de contacto se despliega una gama de opciones que el usuario puede escoger, en este caso se escoge el contacto normalmente abierto.

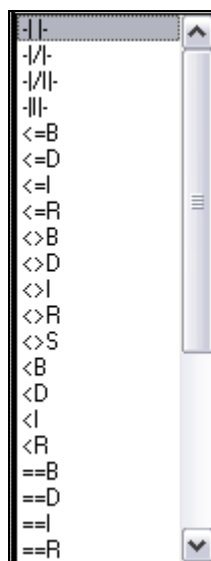


FIGURA 1.17 OPCIONES DE CONTACTOS.
FUENTE: LOS AUTORES

A continuación se emplean las mismas instrucciones para insertar el contacto normalmente cerrado para el apagado y el contacto normalmente abierto para la autoalimentación.

Esto, si se hace en KOP, las operaciones contacto normalmente abierto y contacto normalmente cerrado se representan mediante símbolos.

En cambio si se la hace en FUP, se utilizan símbolos gráficos del álgebra booleana para representar la lógica. Estas operaciones sirven para manipular señales digitales de la misma forma que los contactos KOP.

1.4.3.1 MODOS DE OPERACIÓN RUN Y STOP

Para cambiar el modo de operación de la CPU se la puede hacer de varias maneras, que son:

- Clic en el botón  para modo RUN, o clic en el botón  para modo STOP.
- Clic en el menú CPU y dar clic en RUN o STOP.
- Cambio manual, directamente en la CPU.

Para poder conmutar entre los modos RUN/STOP utilizando el software STEP 7-Micro/WIN debe existir un enlace de comunicación entre STEP 7-Micro/WIN y la CPU, además, el selector de modos de operación de la CPU debe estar en posición TERM o RUN. Si el selector se pone en TERM, no cambiará el modo de operación de la CPU, no obstante, será posible cambiarlo utilizando el software de programación (STEP 7-Micro/WIN). El diodo luminoso (LED) en la parte frontal de la CPU indica el modo de operación actual.⁵

Mientras se están ejecutando las operaciones de estado del programa, o bien de la tabla de estado, en el lado derecho inferior de la pantalla de STEP 7-Micro/WIN se visualizará un indicador RUN / STOP.

1.5 TIPOS DE RIEGO⁶

En la agricultura y la jardinería el riego consiste en proporcionar agua a las plantas, para ayudar en su crecimiento.

Existen tres tipos de riego que son:

- Por goteo.
- Por tuberías emisoras.
- Por microaspersión y microdifusión.

⁵ Ayudas Software V4.0 STEP 7 MicroWIN SP1.

⁶ <http://www.hannabolivia.com>

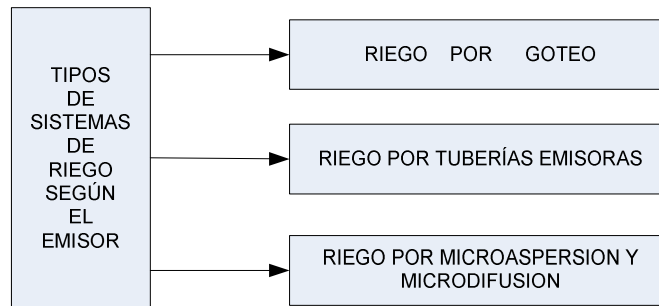


FIGURA 1.18 TIPOS DE SISTEMAS DE RIEGO SEGÚN EL EMISOR.⁷

FUENTE: <http://www.hannabolivia.com>

1.5.1 RIEGO POR GOTEO

1.5.1.1 INTRODUCCION⁸

El riego por goteo ha sido utilizado desde la Antigüedad cuando se enterraban vasijas de arcilla llenas de agua con el fin de que el agua se infiltrara gradualmente en el suelo. El riego por gota a gota moderno se desarrolló en Alemania hacia 1860 cuando los investigadores comenzaron a experimentar la subirrigación con ayuda de tuberías de arcilla para crear una combinación de irrigación y de sistema de drenaje.

A este tipo de riego también se lo conoce como riego gota a gota. Esta forma de riego es la más utilizada entre los agricultores, ya que entrega el agua o nutriente directamente en el tallo o en las raíces de las plantas, minimizando pérdidas por evaporación.



FIGURA 1.19 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO, PROYECTO ECOLOGICO PACAILOMA TUMBACO.

FUENTE: LOS AUTORES

⁷ <http://www.hannabolivia.com>

⁸ <http://es.wikipedia.org/>

La función de este riego es entregar el agua por medio de tuberías que se encuentran a lo largo de toda la parcela, las tuberías poseen orificios que se encuentran ubicados en cada planta, el diámetro de los orificios van de acuerdo a las necesidades de cada planta.

Existen dos formas de instalar la tubería que son:

- En superficie.
- Subterráneas.

1.5.1.2 TUBERIAS EN SUPERFICIE

Cuando la colocación de la tubería es en superficie va sobre la tierra al mismo nivel de los tallos, con esto se logra que el agua se infiltre en la tierra hasta llegar a las raíces.



**FIGURA 1.20 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON TUBERÍA EN SUPERFICIE.
PROYECTO ECOLOGICO PACAILOMA TUMBACO.**

1.5.1.3 TUBERIAS SUBTERRANEAS

Este sistema de colocación requiere mucho más esfuerzo e inversión, ya que las tuberías van enterradas entre 20 y 70 cm según el requerimiento de la planta, con esto se logra que el agua llegue directamente a las raíces.

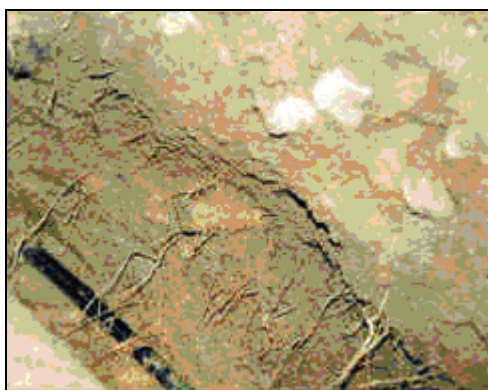


FIGURA 1.21 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO CON TUBERIA SUBTERRANEA.⁹

FUENTE: ¹ <http://www.hannabolivia.com>

1.5.1.4 COMPONENTES EN TUBERIAS

El agua de riego a menudo trae consigo varias impurezas, las cuales pueden ocasionar que las tuberías de distribución se obstruyan. Los grandes sistemas de riego por goteo utilizan filtros de agua para impedir estos inconvenientes, haciendo que las pequeñas o grandes cantidades de objetos o impurezas no lleguen a obstaculizar el paso del agua.

Debido a estos problemas los fabricantes de estos sistemas recomiendan que se emplee filtros ya que el agua no pasa por un sistema de purificación.

En el riego por goteo no es aconsejable trabajar con agua que sea no potable porque puede ocasionar obstrucciones de los goteros, pero en algunos casos el agua de lluvia después de pasar por sistemas de limpieza es apta para el riego.

⁹ <http://www.hannabolivia.com>

Uno de los sistemas de limpieza del agua de lluvia es la implementación de pozos que hacen que el material recogido junto con el agua se acumule en el fondo, permitiendo así que el agua salga con menor cantidad de impurezas.

También se instala filtros para que atrapen las impurezas más pequeñas que el pozo no logra atrapar. Los filtros no son nada más que mallas que se colocan a la entrada y salidas de las tuberías de los tanques de almacenamiento.

1.5.1.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACION DEL RIEGO POR GOTEO

La utilización del sistema de riego por goteo tiene algunas ventajas y desventajas las cuales a continuación se describen.

1.5.1.5.1 VENTAJAS

Las principales ventajas son:

- Reducción al mínimo del consumo de agua, debido a la mejor distribución en la planta, evitando la evaporación.
- La posibilidad de automatizar completamente el sistema de riego, para obtener un ahorro en mano de obra.
- El control de dosificación es más fácil y completo.
- Reducción de la proliferación de mala hierba, debido a que no se riega agua entre plantas.
- Permite el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego.

1.5.1.5.2 DESVENTAJAS

Las principales desventajas son:

- Inversión mayor, debido a la utilización de elementos especiales.

- Peligro del taponamiento de los goteros cuando se mezcla el agua de riego con nutrientes.

1.5.2 RIEGO POR TUBERIAS EMISORAS¹⁰

Este riego se caracteriza por la instalación de tuberías emisoras sobre la superficie del suelo creando una banda continua de suelo humedecido y no en puntos localizados como en el riego por goteo. Su uso más frecuente es en cultivos en línea con muy poca distancia entre plantas.



FIGURA 1.22 RIEGO POR TUBERIAS EMISORAS¹¹

FUENTE: www.hanabolivia.com

1.5.3 RIEGO POR MICROASPERSION Y MICRODIFUSION¹²

En el riego por micro aspersión, el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor.

¹⁰ <http://www.hannabolivia.com>

¹¹ <http://www.hannabolivia.com>

¹² <http://www.hannabolivia.com>

El principio de funcionamiento de este sistema hace que se gaste mucho más agua que en los sistemas de riego anteriores.



FIGURA 1.23 SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSION¹³

FUENTE: www.hanabolivia.com

1.6 CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA

La captación de agua lluvia es muy común en lugares donde no se tiene la presencia de agua potable o de riego, entonces se ve la necesidad de recogerla, tanto para consumo humano como para sembríos, por ello la recolección del agua lluvia es una opción viable para la obtención de tan valioso elemento.

Existen dos métodos de recolectar el agua que son:

- Recolección del agua desde los techos.
- Recolección del agua en caminos.

1.6.1 RECOLECCION DE AGUA DESDE LOS TECHOS¹⁴

Una de las maneras más comunes para recolectar agua de lluvia es la captada por los techos.

¹³ <http://www.hannabolivia.com>

¹⁴ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS)

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento.

El agua de lluvia es interceptada, recolectada y almacenada en depósitos para su posterior uso. En la captación del agua de lluvia con fines domésticos se acostumbra a utilizar la superficie del techo como captación, conociéndose a este modelo como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos). Este modelo tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes para la producción de algunos alimentos que puedan complementar su dieta.

La captación del agua para uso agrícola necesita de mayores superficies de captación por obvias razones, por lo que en estos casos se requiere de extensas superficies impermeables para recolectar la mayor cantidad posible de agua.

1.6.1.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Entre las principales ventajas de la recolección de agua de lluvia están:

- Se la puede realizar sin la necesidad de emplear ningún tipo de energía, por eso se aplica en lugares muy remotos.
- Agua de buena calidad.
- Con el almacenaje del agua se puede poner a producir terrenos donde antes no se podía hacerlo.

Pero también existen desventajas de la implementación de este sistema:

- El sistema esta dirigido para implementarlo en lugares alejados donde no se tiene agua potable, donde viven familias pobres las cuales algunas veces no van a disponer del dinero necesario para la implementación de este sistema

que necesita tuberías para transportar el agua hacia un tanque de almacenamiento limpio.

- La cantidad de agua recolectada depende directamente de la precipitación y del área de recolección.

1.6.1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE RECOLECCION

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

- Captación.
- Recolección y conducción.
- Interceptor.
- Almacenamiento.



FIGURA 1.24 CAPTACION EN TECHO, QUINTA JOHN DANNE. PROYECTO ECOLOGICO PACAILOMA TUMBACO.

FUENTE: LOS AUTORES

1.6.1.2.1 CAPTACIÓN

La captación está conformada por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección.

La plancha metálica es liviana, fácil de instalar y necesita pocos cuidados, pero puede resultar costosa y difícil de encontrar en algunos lugares donde se intente proyectar este sistema.

Las tejas de arcilla tienen buena superficie y suelen ser más baratas, pero son pesadas, y para instalarlas se necesita de una buena estructura, además que para su elaboración se necesita de una buena fuente de arcilla y combustible para su cocción.

La paja, por ser de origen vegetal, tiene la desventaja que libera lignina y tanino, lo que le da un color amarillento al agua, pero que no tiene mayor impacto en la salud de los consumidores siempre que la intensidad sea baja. En todo caso puede ser destinada para otros fines diferentes al de consumo humano, como riego, bebida de ganado, lavado de ropa, higiene personal, limpieza de servicios sanitarios, etc.

1.6.1.2.2 RECOLECCION Y CONDUCCION

Este componente es una parte esencial de los sistemas de captación de agua, ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento.

Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC.

Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesitan, sin embargo son costosas. Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas.

Las canaletas se fijan al techo con, alambre, madera y clavos.

Por otra parte, es muy importante que el material utilizado en la unión de los tramos de la canaleta no contamine el agua con compuestos orgánicos o inorgánicos.

En el caso de que la canaleta llegue a captar materiales indeseables, tales como hojas, excremento de aves, el sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen la tubería montante o el dispositivo de descarga de las primeras aguas.

1.6.1.2.3 INTERCEPTOR

El interceptor es un elemento que recoge las primeras aguas del techo, las que llevan consigo materiales recogidos como hojas, polvo, entre otros.

Consiste simplemente en un by pass conformado por una tubería de PVC, que se llena con el agua que lavo el techo al principio de la lluvia, cuando la tubería se llena el agua ya con menos impurezas se dirige directamente al tanque de almacenamiento.

Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada.

1.6.2 RECOLECCION DEL AGUA EN CAMINOS

La principal diferencia de recolección de agua en techos y caminos es que en techos es mucho más limpia que en caminos.

La recolección en caminos se hace con mayor frecuencia para utilizarla en riego, pero se debe tener en cuenta que hay que diseñar un sistema para separar el agua de los sedimentos (basuras).



FIGURA 1.25 RECOLECCION DE AGUA EN CAMINOS, PROYECTO ECOLOGICO PACAILOMA TUMBACO.
FUENTE: LOS AUTORES

1.6.2.1 SEPARACION DE LOS SEDIMENTOS EN EL AGUA

La separación de los sedimentos del agua se hace muy fácilmente con el diseño de pozos que se instalan a lo largo de la franja de agua que viene de lo recogido en caminos, como se ve en la figura 1.25.

El agua tiene muchas impurezas, por lo cual se debe diseñar pozos que hacen que los sedimentos se dirijan hacia el fondo y con ello el agua quede mucho más limpia.

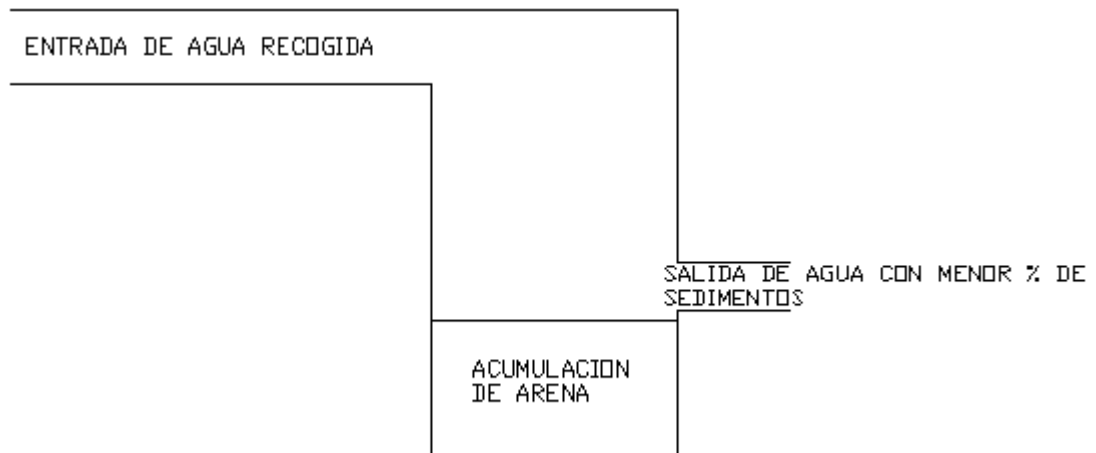


FIGURA 1.26 POZO DE SEPARACION DE SEDIMENTOS DEL AGUA.

FUENTE: LOS AUTORES.

Este sistema es muy utilizado en el valle de Tumbaco, específicamente en la quinta John Danne, que se dedica al cultivo de plantas para Bouquets, en una zona donde se carece de agua de riego.

En las siguientes figuras se puede apreciar mejor el proceso de limpieza de agua por medio de pozos.

A continuación se observa la recolección del agua en el pozo.



FIGURA 1.27 RECOLECCION DE AGUA EN POZO, PROYECTO ECOLOGICO PACAILOMA TUMBACO.

FUENTE: LOS AUTORES

A continuación se muestra el pozo por donde ingresa y sale el agua, además se puede observar que los sedimentos se asientan en el fondo.



FIGURA 1.28 POZO, PROYECTO ECOLOGICO PACAILOMA TUMBACO.
FUENTE: LOS AUTORES

1.7 CAPTACION DE SERENO

1.7.1 TECNICA¹⁵

La captación de agua atmosférica mediante mallas captadoras es una técnica empleada desde hace años en distintos lugares del mundo con excelentes resultados.

El resultado de la captación artificial y forzada es agua de muy alta calidad, sin requerimientos energéticos ni de mantenimiento, de forma limpia y respetuosa con el medio ambiente, aprovechando las brumas, nieblas y rocíos.

De esta forma se recoge el agua que se encuentra presente en la atmósfera pero sin potencial suficiente como para caer por sí sola (agua líquida).

A continuación algunos proyectos realizados:

¹⁵ <http://www.oei.org.co/sii/entrega5/index.html>



FIGURA 1.29 MALLA RECOLECTORA DE NIEBLA, FUENTE PILAR CERECEDA CAPTACIÓN DE NEBLINAS
FUENTE: INVESTIGACION PROYECTO ECOLOGICO PAICALOMA TUMBACO



FIGURA 1.30 MALLA RECOLECTORA DE NIEBLA 2. FUENTE PILAR CERECEDA CAPTACIÓN DE NEBLINAS
FUENTE: INVESTIGACION PROYECTO ECOLOGICO PAICALOMA TUMBACO

Como se puede ver en las dos figuras anteriores este sistema consta de una malla extendida, unida por hilos hacia un recipiente. Mientras la niebla a pasando por la malla se va haciendo liquida y cayendo al tanque de almacenamiento.

CAPITULO II

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO PARA EL ALMACENAMIENTO Y CAPTACION DE AGUA

2.1 INTRODUCCION

Los tanques de almacenamiento para el prototipo están enfocados hacia lugares donde no se tiene una fuente continua de agua, para esto se recolecta el agua lluvia de caminos y techos que luego se almacenará en tanques secundarios.

El agua almacenada en los tanques secundarios es enviada a un tanque principal mediante bombas, para luego ser distribuida en cantidades proporcionales a los sembríos, evitando así pérdidas por riego en exceso y evaporación.

El prototipo posee tres tanques secundarios de 4500 mililitros equivalentes a 4,5 litros de capacidad c/u, además de un tanque principal de 9920 mililitros equivalentes a 9,92 litros, todos ellos para almacenamiento de agua.

La captación del agua se la realiza mediante la recolección en caminos y techos que va directamente a un serpentín que hace disminuir la fuerza con la que baja, para luego entrar a un pozo que hace caer en su fondo los sedimentos para que el agua salga con menor cantidad de impurezas.

Además de la recolección en caminos y techos se implementará un sistema de captación de sereno, el cual ira directamente a los tanques ya que el agua recolectada es de mejor calidad que la recolectada en caminos.

El nivel del tanque principal y tanques secundarios son controlados por medio de sensores de nivel análogos que son controlados y monitoreados por el sistema SCADA.

2.1.1 APLICACIONES

- Son la parte principal en sistemas de tratamiento de agua.
- En los sistemas de riego son la parte fundamental para la disolución de fertilizantes o nutrientes.
- Sirven como contenedor de materias primas tanto para riego como para consumo humano.
- Almacenan el agua y aseguran el suministro en cantidad y calidad del líquido vital, previniendo posibles contaminaciones.

2.2 DISEÑO DE TANQUES

Una parte muy importante en la construcción del prototipo son los tanques de almacenamiento de agua, ya que estos van a dotar del líquido vital a las plantas.

El prototipo está conformado por tres tanques secundarios, un tanque principal para recolección del agua, dos tanques secundarios para los nutrientes y un tanque de mezcla para la dosificación.

Los tanques de almacenamiento secundarios para el agua, están contruidos de tol de acero.

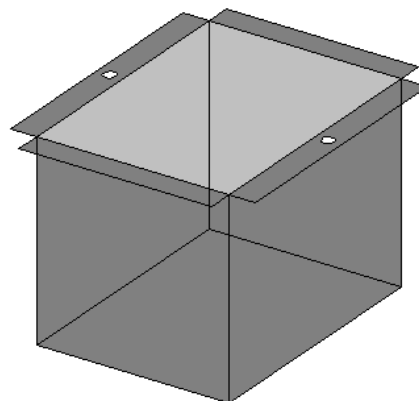


FIGURA 2.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA RECOGIDA
FUENTE: LOS AUTORES

Los tanques secundarios para el almacenamiento de los nutrientes son de vidrio

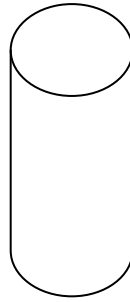


FIGURA 2.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NUTRIENTES

FUENTE: LOS AUTORES

El tanque de mezcla para la dosificación está elaborado en fibra de vidrio.

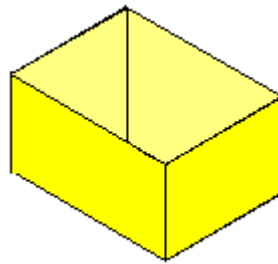


FIGURA 2.3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DOSIFICACION

FUENTE: LOS AUTORES

2.2.1 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Se va a diseñar tres tanques de almacenamiento secundarios y un tanque de almacenamiento principal.

2.2.1.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO SECUNDARIO DE AGUA

Este tanque esta diseñado para almacenar 4500 mililitros de agua, equivalentes a 4,5litros, de medidas 15cm x 20cm de base y 15cm de altura, su forma es un cubo.

El volumen de un cubo es igual a:

$$V = b \times h$$

$$V = A \times P \times H$$

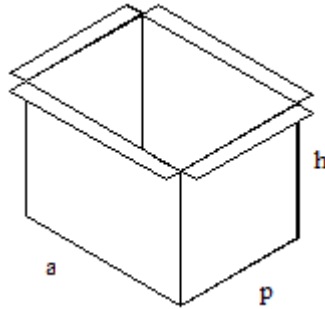


FIGURA 2.4 LADOS DEL TANQUE DE FORMA EN CUBO

FUENTE: LOS AUTORES

$$V = 20 \times 15 \times 15$$

$$V = 4500 \text{ ml}$$

$$V = 4500 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ lt}}{1000 \text{ ml}} = 4,5 \text{ litros}$$

$$V = 4,5 \text{ litros}$$

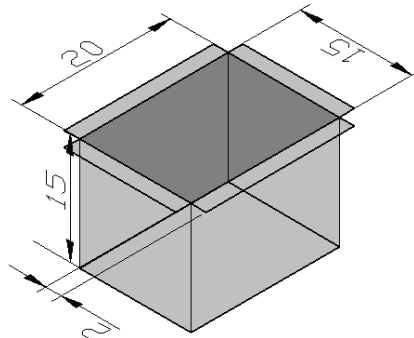


FIGURA 2.5 MEDIDAS DEL TANQUE SECUNDARIO

FUENTE: LOS AUTORES

El material para la construcción del tanque es tol de acero de 3mm de espesor cortado doblado y unido para dar su forma.

Para construir el tanque se debe trazar por pedazos el tol, este tanque esta conformado por 3 cuerpos; el primero de 49cm x 20cm que debe ser trazado como muestra la figura 2.6.

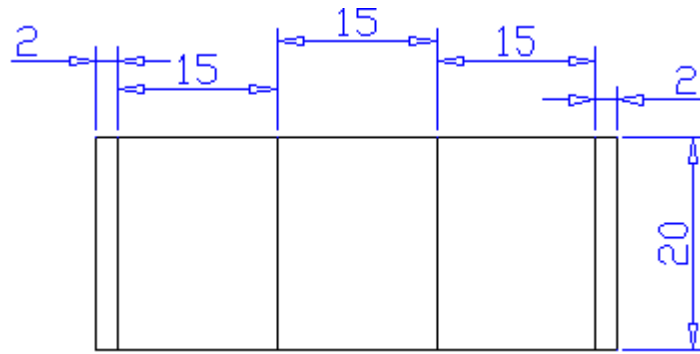


FIGURA 2.6 MEDIDAS PRIMER CUERPO DE TANQUE PARA SER DOBLADO
FUENTE: LOS AUTORES

El segundo cuerpo y el tercer cuerpo son iguales en medidas:

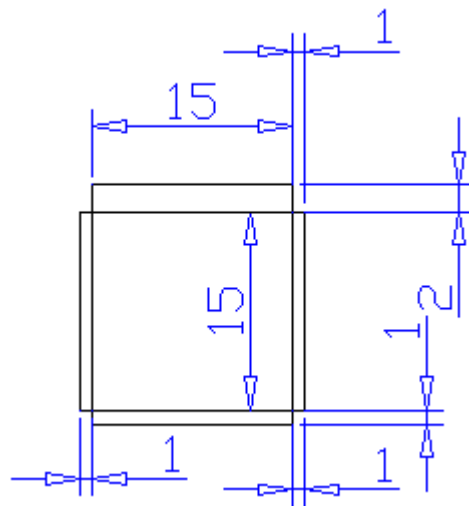


FIGURA 2.7 MEDIDAS SEGUNDO CUERPO DE TANQUE A SER DOBLADO
FUENTE: LOS AUTORES

Una vez doblados los cuerpos para el tanque de almacenamiento secundario se obtiene el siguiente resultado:

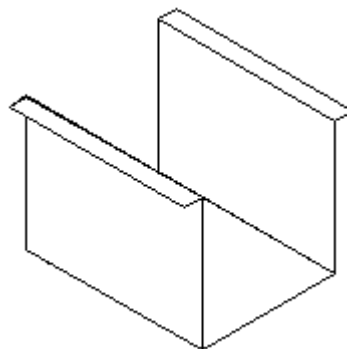


FIGURA 2.8 PRIMER CUERPO PARA TANQUE YA DOBLADO
FUENTE: LOS AUTORES

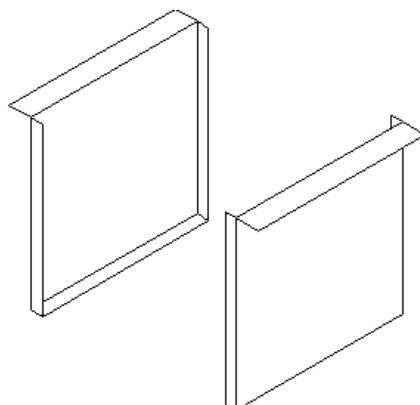


FIGURA 2.9 SEGUNDO Y TERCER CUERPO PARA TANQUE YA DOBLADO
FUENTE: LOS AUTORES

A continuación se presenta la forma que se debe unir las piezas para formar el tanque.

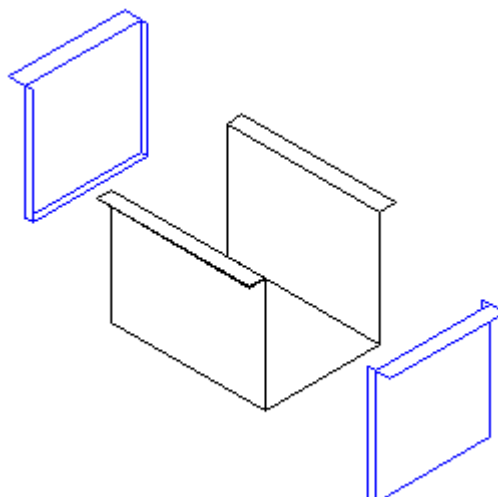


FIGURA 2.10 UNION DE PARTES PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SECUNDARIO
FUENTE: LOS AUTORES

Los pedazos se unen con puntos de suelda para fijar y sellados con silicón para evitar fugas de agua.

Para este prototipo se utiliza tres tanques de igual dimensión.

2.2.1.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO PRINCIPAL

Este tanque esta diseñado para almacenar 9920 mililitros de agua, equivalentes a 9,92 litros, de medidas 30cm x 20cm de base y 16cm de altura, su forma es un cubo.

El volumen de un cubo es igual a:

$$V = b \times h$$

$$V = A \times P \times H$$

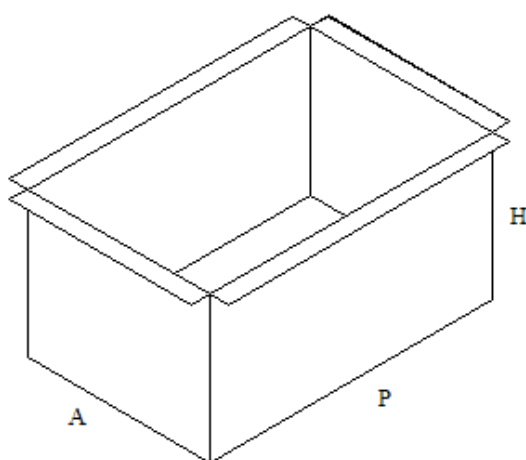


FIGURA 2.11 FORMA DE TANQUE PRINCIPAL
FUENTE: LOS AUTORES

$$V = 20 \times 31 \times 16$$

$$V = 9920ml$$

$$V = 9920ml \times \frac{1lt}{1000ml} = 9,92litros$$

$$V = 9,92litros$$

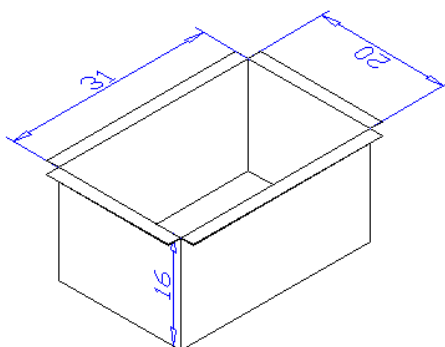


FIGURA 2.12 MEDIDAS TANQUE PRINCIPAL
FUENTE: LOS AUTORES

El material para la construcción del tanque es tol de acero de 3mm de espesor cortado doblado y unido para dar su forma.

Para construir el tanque se debe trazar por partes el tol, este tanque esta conformado por 3 cuerpos; el primero de 67cm x 20cm que debe ser trazado como muestra la figura 2,13.

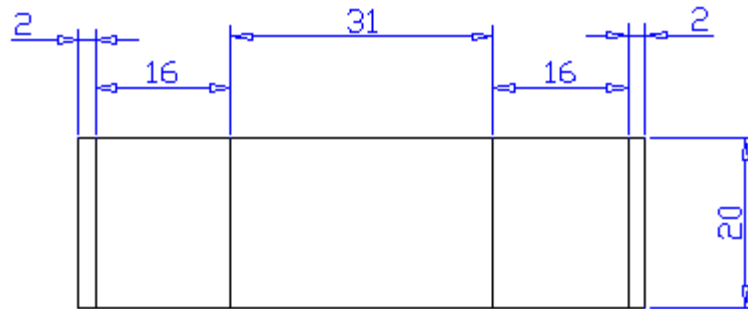


FIGURA 2.13 MEDIDAS PRIMER CUERPO PARA TANQUE PRINCIPAL A SER DOBLADO
FUENTE: LOS AUTORES

El segundo cuerpo y el tercer cuerpo son iguales en medidas:

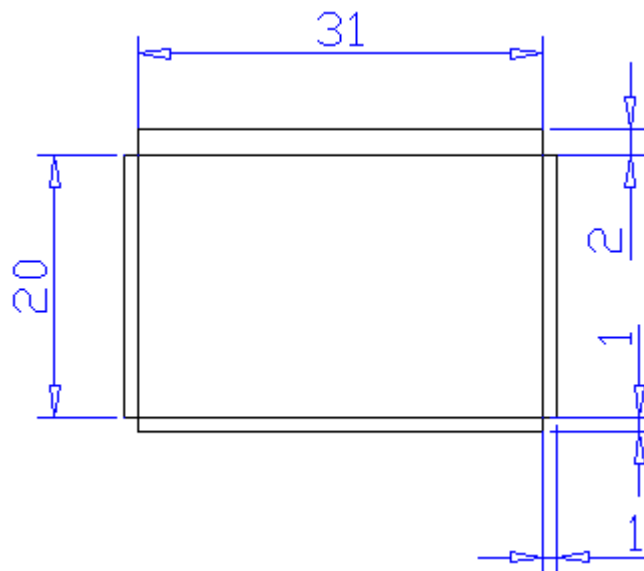


FIGURA 2.14 MEDIDAS DE LA SEGUNDA Y TERCERA PARTE DEL CUERPO DEL TANQUE PRINCIPAL
FUENTE: LOS AUTORES

Una vez trazados y cortados los cuerpos son para el tanque principal se procede a doblarlos como indican las siguientes figuras:

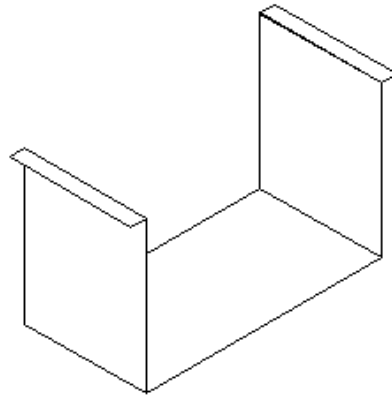


FIGURA 2.15 PRIMER CUERPO DE TANQUE PRINCIPAL YA DOBLADO.
FUENTE: LOS AUTORES

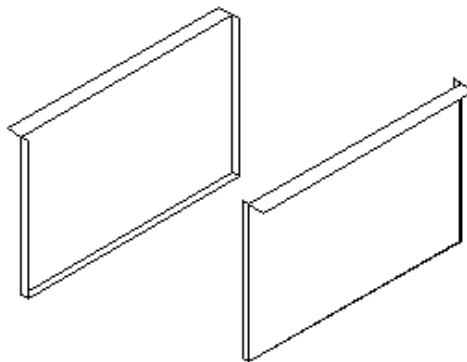


FIGURA 2.16 SEGUNDO Y TERCER CUERPO DE TANQUE PRINCIPAL YA DOBLADOS
FUENTE: LOS AUTORES

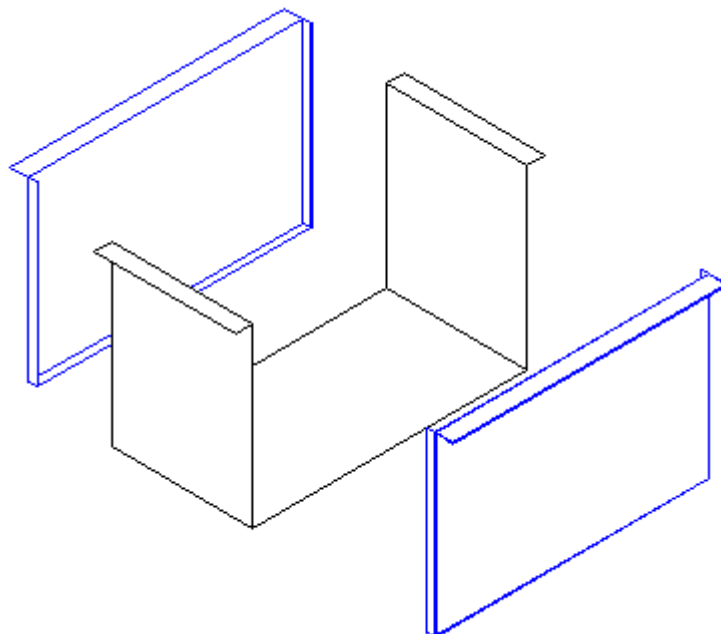


FIGURA 2.17 UNION DE PARTES PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO PRINCIPAL
FUENTE: LOS AUTORES

Los cuerpos se unen con puntos de suelda para fijar y sellados con silicón para evitar fugas de agua.

2.2.1.3 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE POZO.

El agua que se recolecta siempre trae consigo impurezas tales como arena, hojas, hierbas, y pequeñas basuras que se deben separar del agua para su almacenamiento, es por esta razón que se ve la necesidad de implementar elementos para la separación de dichas impurezas.

Se ha diseñado un pozo que no es más que un pequeño tanque al que ingresa el agua, las impurezas como arena, tierra que trae consigo, se acumulan en la parte inferior haciendo que el líquido salga con menos impurezas como se muestra en la siguiente figura.

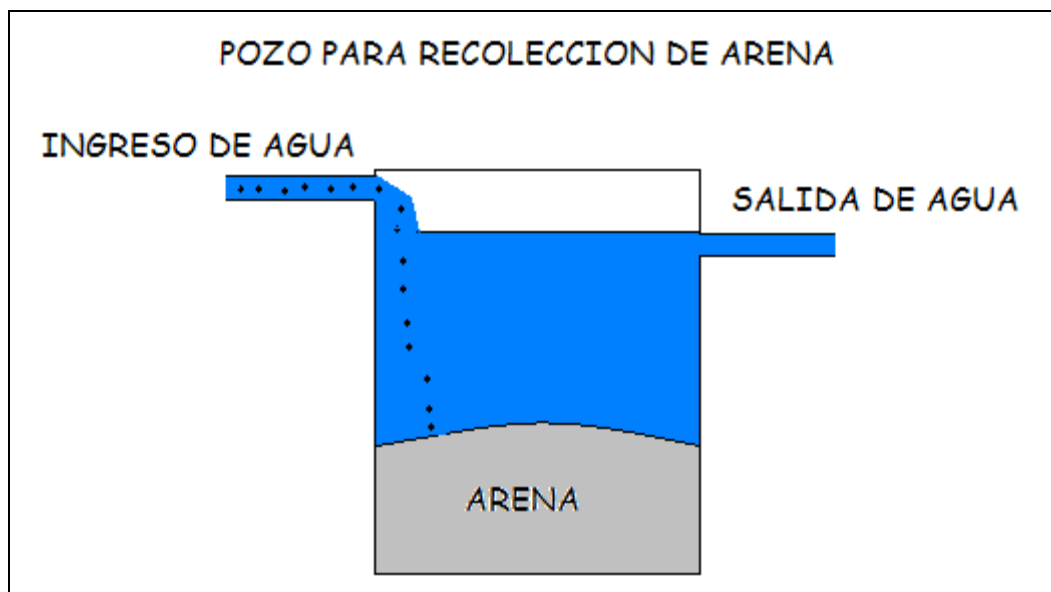


FIGURA 2.18 POZO DE RECOLECCION DE ARENA

FUENTE: LOS AUTORES

2.3 CONTROL DE NIVEL PARA TANQUES

El control de nivel para los tanques se ha realizado mediante un sensor, construido por medio de un potenciómetro, tal como se muestra en la figura 2.19.



FIGURA 2.19 POTENCIOMETRO
FUENTE: LOS AUTORES

Estos componentes son resistencias variables, como tales tienen el mismo sistema de medida que es en Ohmios.

Este sensor es monitoreado mediante una entrada análoga del PLC que controla el prototipo.

2.3.1 DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL SENSOR (POTENCIOMETRO)

El sensor utilizado para la medición de nivel de los tanques trabaja a un voltaje de 5 VDC, y esta diseñado de tal manera que a medida que sube o baja el nivel de agua el valor de la resistencia aumenta o disminuye respectivamente

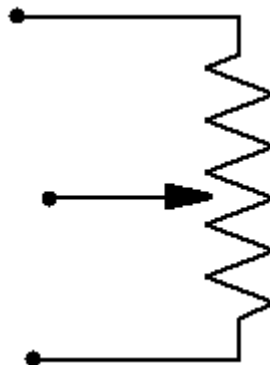


FIGURA 2.20 CONEXIONES DEL POTENCIOMETRO
FUENTE: LOS AUTORES

En el prototipo se utiliza cinco sensores (potenciómetros), tres para los tanques secundarios de almacenamiento de agua, uno para el tanque principal de agua y uno para el tanque principal de dosificación de nutrientes.

Para realizar el control de nivel de los tanques se utiliza un sensor que para este caso es un potenciómetro, el cual da una señal de voltaje hacia el módulo de entradas analógicas que está conectado al PLC. El sensor da señales proporcionales de voltaje de un valor máximo a un valor mínimo. Esta señal es llevada al PLC la cual por medio de una operación aritmética es transformada a un valor real de porcentaje, este valor es mostrado en el programa del PLC y en la pantalla del SCADA.

En la figura 2.21 se muestra como está ubicado el sensor en los tanques secundarios de almacenamiento de agua, que es manipulado por medio de una barra delgada sujeta a una esfera de espuma flex que funciona como flotador.

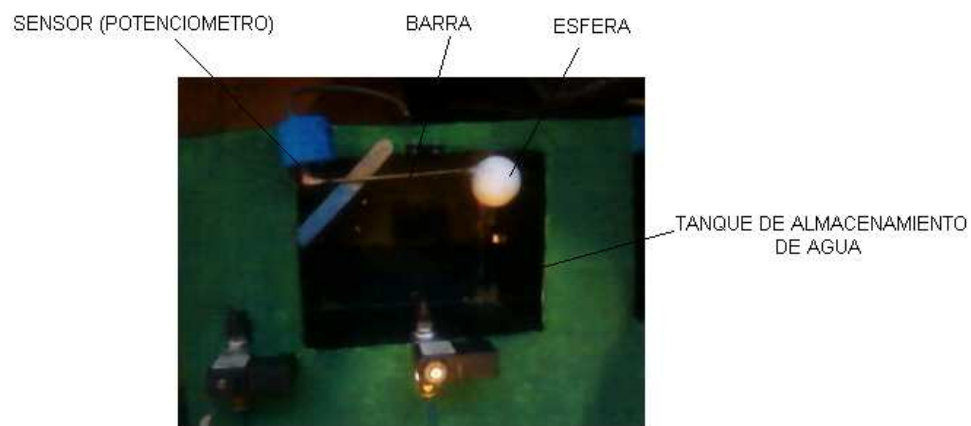


FIGURA 2.21 TANQUE SECUNDARIO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

Este proceso también se lo realiza en el tanque principal de dosificación, esto se lo aprecia en la figura 2.22

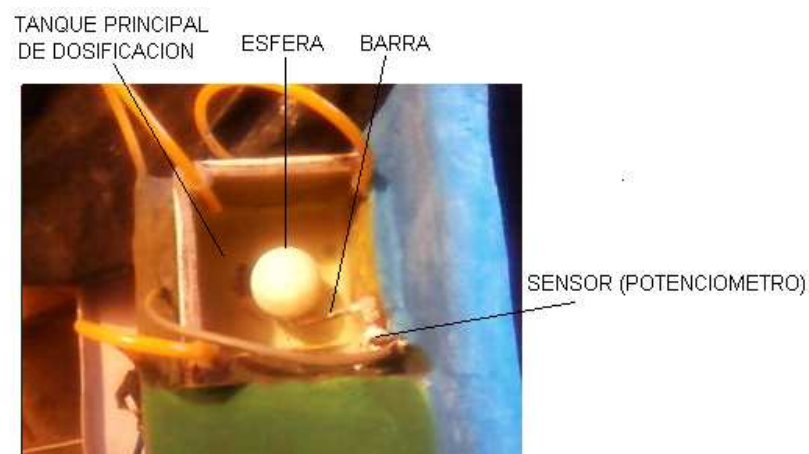


FIGURA 2.22 TANQUE PRINCIPAL DE DOSIFICACION
FUENTE: LOS AUTORES

También este sistema funciona para el tanque principal de agua, este tiene los mismos componentes antes mencionados que es la esfera de espuma flex, la barra de metal y el elemento principal que es el potenciómetro.

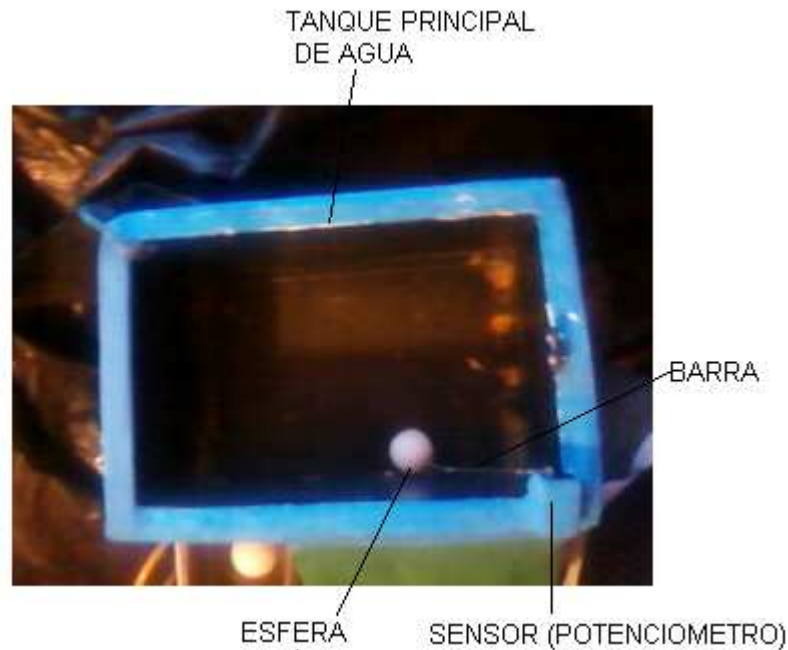


FIGURA 2.23 TANQUE PRINCIPAL DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

La programación del PLC y la configuración en LabView del control de nivel de los tanques se explicará en el siguiente capítulo.

2.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

La etapa de dosificación está constituida por dos tanques cilíndricos de almacenamiento de nutrientes, conectados a un tanque principal de dosificación en el que se encuentra la mezcla de nutrientes con el agua., cabe mencionar que el almacenamiento de los nutrientes se hace en tanques de vidrio para evitar que dicho nutriente oxide el tanque y se pierda propiedades de los elementos a dosificar. El tanque principal de dosificación posee un sensor que mide su nivel. A la salida del tanque se encuentra una válvula que da paso a la mezcla de nutrientes para que llegue a las respectivas parcelas, a continuación se detalla en la figura 2.24 los tanques secundarios de almacenamiento para los nutrientes ya instalados en la parte superior del prototipo.

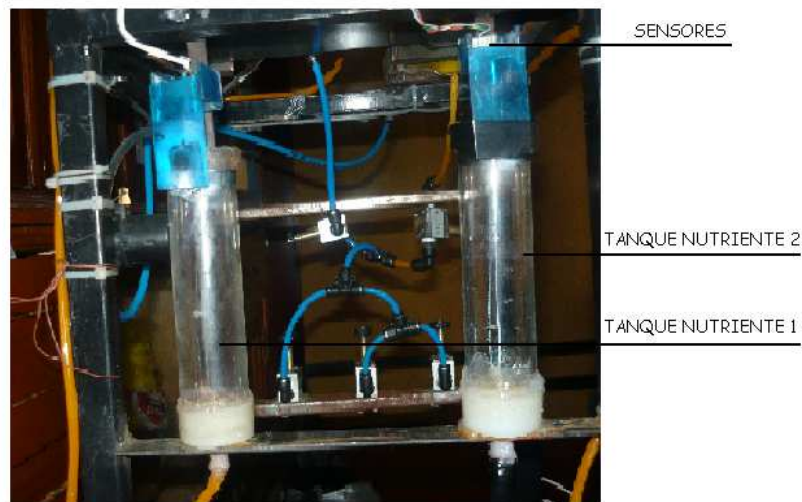


FIGURA 2.24 UBICACIÓN DE LO SENSORES EN TANQUES DE NUTRIENTES
FUENTE: LOS AUTORES

Como se aprecio anteriormente en la etapa de dosificación se tiene dos tanques secundarios de almacenamiento de nutrientes, estos se conectan al tanque principal de dosificación a través de mangueras mediante una bomba para cada tanque. En la figura 2.25 se muestra la pantalla del sistema SCADA en la que se puede ver la etapa de dosificación de los tanques de nutrientes, tanque principal de dosificación, y válvula de salida a las respectivas parcelas.

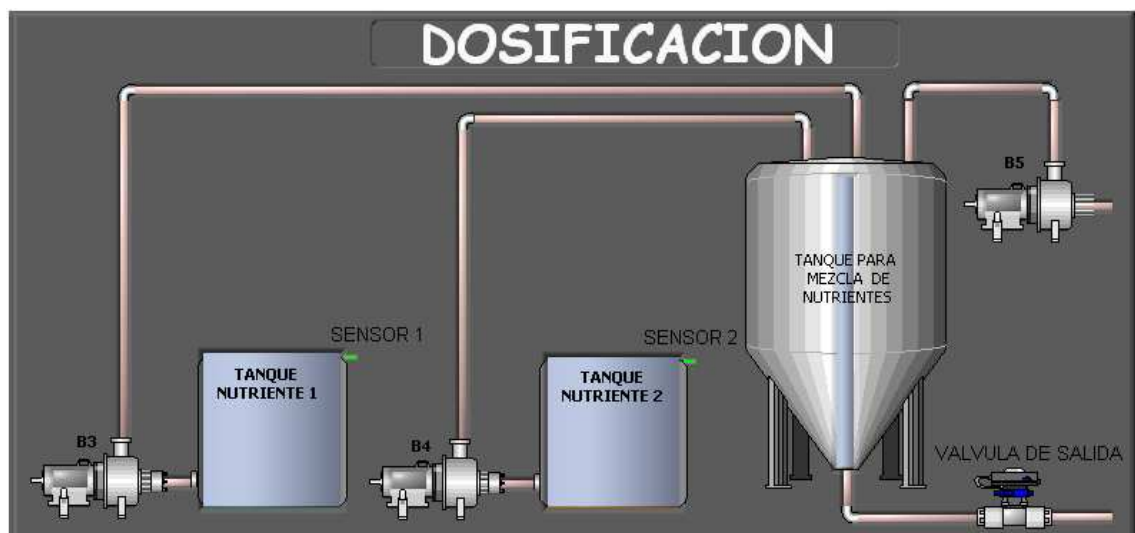


FIGURA 2.25 UBICACIÓN DE LOS SENSORES EN TANQUES DE NUTRIENTES
FUENTE: LOS AUTORES

El porcentaje que se necesita de cada nutriente así como el porcentaje de agua para la mezcla esta dado mediante software y medido con el sensor de nivel, para este caso se utiliza un potenciómetro, de esta manera se optimiza la medición en el tanque principal de dosificación, además se observa que existen tres paneles de porcentaje de nutrientes, esto se puede apreciar en la figura 2.26.

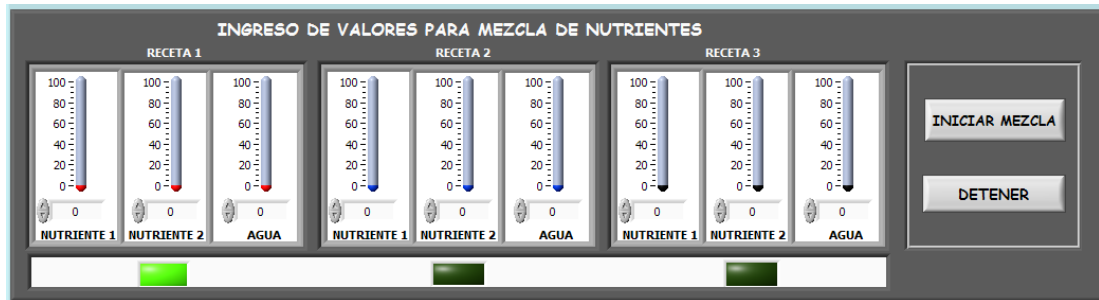


FIGURA 2.26 INGRESO DE VALORES DE PORCENTAJE DE NUTRIENTES

FUENTE: LOS AUTORES

2.5 DISEÑO DEL PROTOTIPO

Se construyo un prototipo en el que están ubicados los tanques de almacenamiento de agua principal y secundarios, tanques de almacenamiento de nutrientes y tanque principal de dosificación, tablero de control, parcelas, pozo de retención de arena, válvulas, bombas, mangueras para riego de agua, mangueras para riego de nutrientes, y todas las conexiones eléctricas necesarias.

Para el diseño del prototipo primero se debe realizar una estructura en la que se van a colocar las partes antes mencionadas, esta estructura es la que sirve como soporte para todos los elementos mencionados y ya en el prototipo no se la puede apreciar como se muestra a continuación.

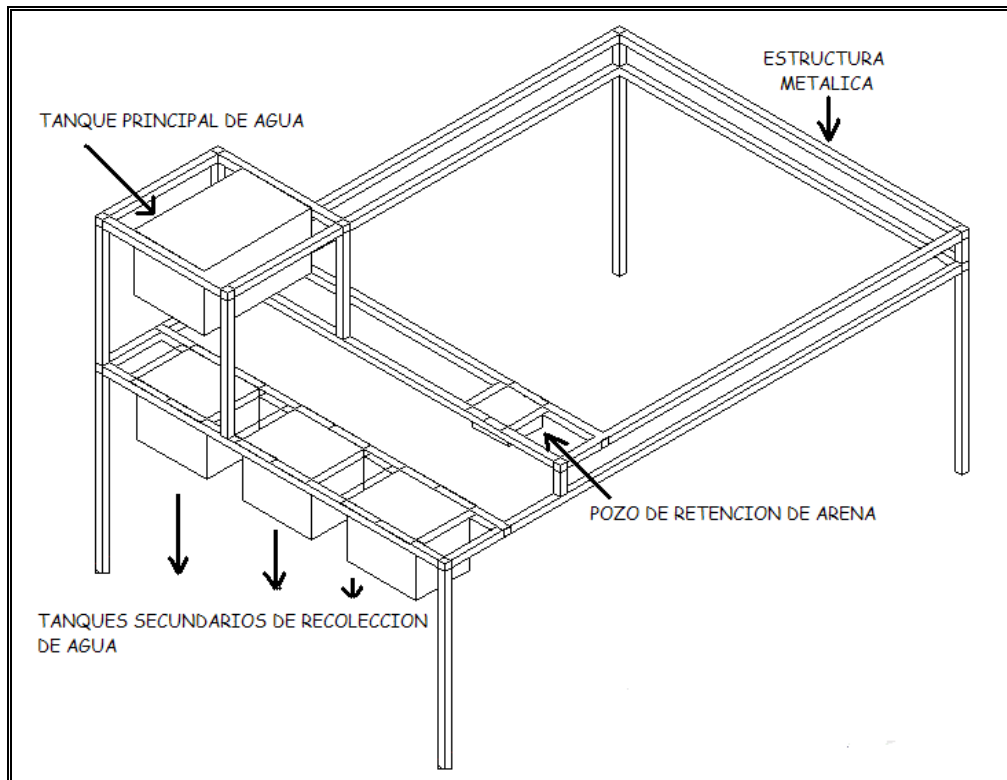


FIGURA 2.27 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO
FUENTE: LOS AUTORES

En la figura 2.27 se aprecia el prototipo con los tres tanques secundarios de almacenamiento de agua, teniendo en cuenta que se encuentra en proceso de construcción.

En las siguientes figuras se puede apreciar el proceso de construcción del prototipo, esto se ha realizado por etapas.

2.5.1 PRIMERA ETAPA DE CONSTRUCCION DE PROTOTIPO

Esta etapa consiste en realizar la construcción y ubicación de los respectivos tanques de almacenamiento de agua, principal y secundarios, además se realizó las pertinentes conexiones eléctricas para las válvulas, y conexiones de las mangueras desde las válvulas hacia los distintos tanques esto se puede apreciar en la figura 2.28, 2.29, 2.30.

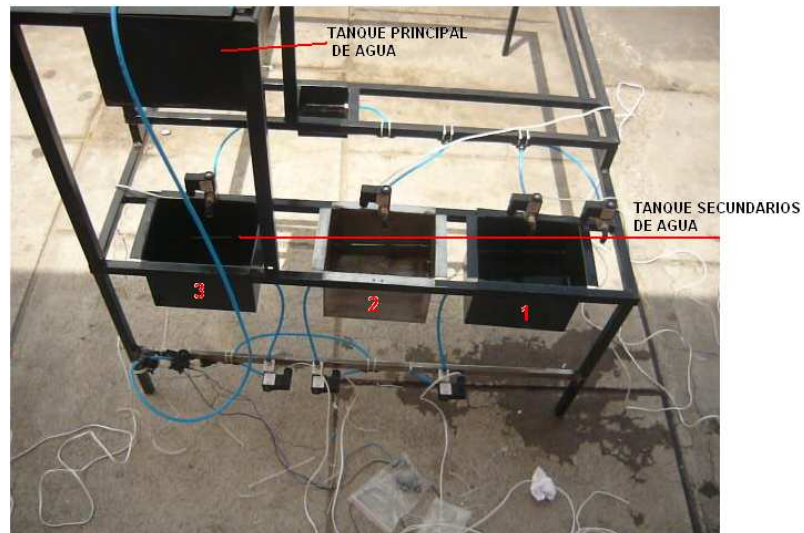


FIGURA 2.28 ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO 1
FUENTE: LOS AUTORES

La estructura del prototipo esta construida de tubo cuadrado de metal, los tanques de almacenamiento de agua en metal tool, el tanque principal de dosificación en fibra de vidrio y los tanques de almacenamiento de nutrientes en vidrio.

En las siguientes figuras se aprecia como se sujetan las válvulas a la estructura y también las respectivas conexiones hacia el tablero de control principal, además la instalación de los tanques secundarios de agua.

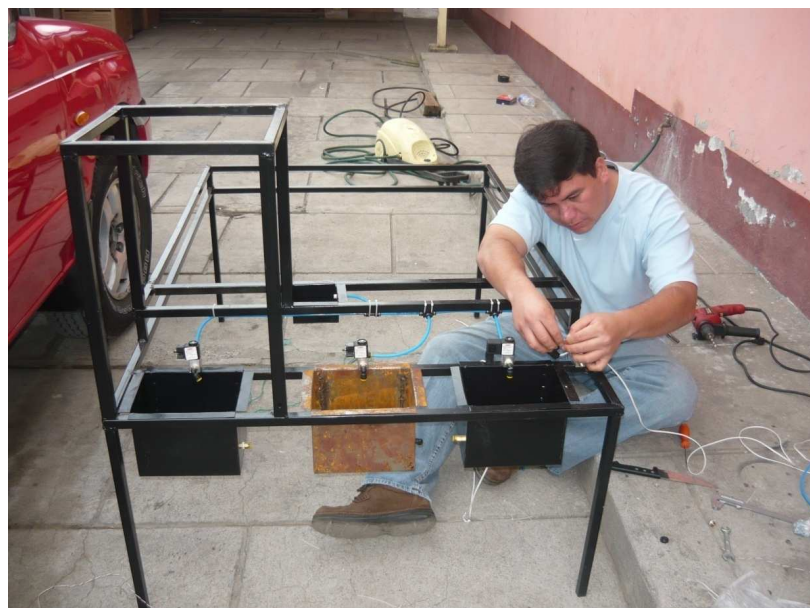


FIGURA 2.29 ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO 2
FUENTE: LOS AUTORES



FIGURA 2.30 ESTRUCTURA DEL PROTOTIPO 3
FUENTE: LOS AUTORES

2.5.2 SEGUNDA ETAPA DE CONSTRUCCION DE PROTOTIPO

Después de culminar la primera etapa se procedió a realizar la parte de los acabados exteriores en base a un procedimiento real del prototipo.

En la figura 2.31 se realiza la distribución de las parcelas en forma uniforme, teniendo una división para realizar la etapa de recolección de agua por medio de techos y caminos.



FIGURA 2.31 CONSTRUCCION Y DISTRIBUCION DE PARCELAS
FUENTE: LOS AUTORES

En la figura 2.32 y 2.33 se puede apreciar la etapa de construcción de las parcelas que en este caso son tres, respectivamente.

Las parcelas se han construido sobre una base de metal tool, se la ha dividido en 4 partes; 3 iguales para las parcelas y 1 mucho más grande para construcción de caminos y casas, la parte de las parcelas está construida en su base de espuma flex y la parte superior de una mezcla de goma agua y papel.



FIGURA 2.32 CONSTRUCCION DE PARCELAS 1

FUENTE: LOS AUTORES



FIGURA 2.33 CONSTRUCCION DE PARCELAS 2

FUENTE: LOS AUTORES

Como se puede apreciar en la figura 2.34 las parcelas se encuentran terminadas con sus respectivos sembríos.

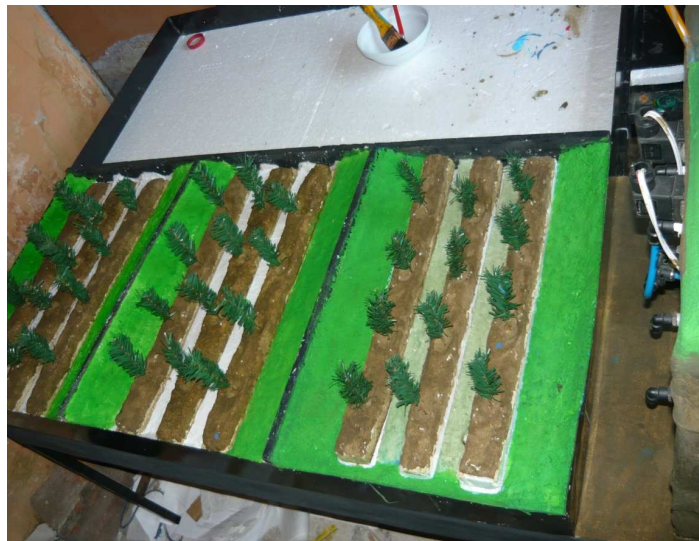


FIGURA 2.34 CULMINACION DE PARCELAS

FUENTE: LOS AUTORES

2.5.3 TERCERA ETAPA DE CONSTRUCCION DE PROTOTIPO

A continuación se indica la etapa de recolección por medio de techos y caminos, esto se observa en la figura 2.35.

A un lado de las parcelas se ha construido la casa y los ductos para recolección que viene desde las mismas parcelas, de los caminos y de los techos.



FIGURA 2.35 RECOLECCION POR TECHOS Y CAMINOS

FUENTE: LOS AUTORES

A continuación se observa la etapa de perfección del prototipo que consiste en mejorar el aspecto robusto.



FIGURA 2.36 PERFECCION DEL PROTOTIPO 1
FUENTE: LOS AUTORES



FIGURA 2.37 PERFECCION DEL PROTOTIPO 2
FUENTE: LOS AUTORES

En la figura 2.38, 2.39 y 2.40 se observa el prototipo con sus parcelas debidamente ubicadas.



FIGURA 2.38 UBICACIÓN DE PARCELAS EN EL PROTOTIPO (VISTA SUPERIOR)
FUENTE: LOS AUTORES



FIGURA 2.39 UBICACION DE PARCELAS EN EL PROTOTIPO (VISTA POSTERIOR)
FUENTE: LOS AUTORES



FIGURA 2.40 UBICACIÓN DE PARCELAS EN EL PROTOTIPO (VISTA FRONTAL)
FUENTE: LOS AUTORES

En la figura 2.41 se puede observar las parcelas con sus tuberías, distribuidas para regar en cada una de las plantas, la tubería posee pequeños orificios a la altura de los tallos, así se obtiene el riego por goteo.

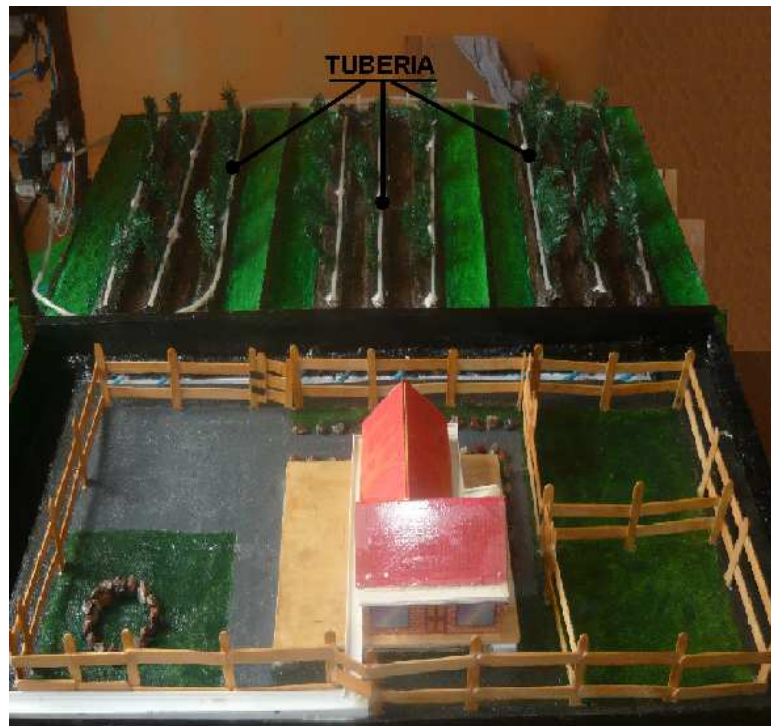


FIGURA 2.41 TUBERIAS DE PARCELAS EN EL PROTOTIPO
FUENTE: LOS AUTORES

El agua que sale por las tuberías se filtra por el suelo regando directamente la zona donde se encuentran las raíces.

Para no desperdiciar el líquido se aplica el método de recolección de agua por medio de caminos que consiste en recolectar el agua que cae sobre las parcelas, por efecto de que existe una pendiente, el líquido circula por el camino hacia tuberías que ayudan a que el agua se dirija a un solo destino, para luego reunirse con el agua recolectada por los techos de las viviendas, esto se puede apreciar en la figura 2.42.

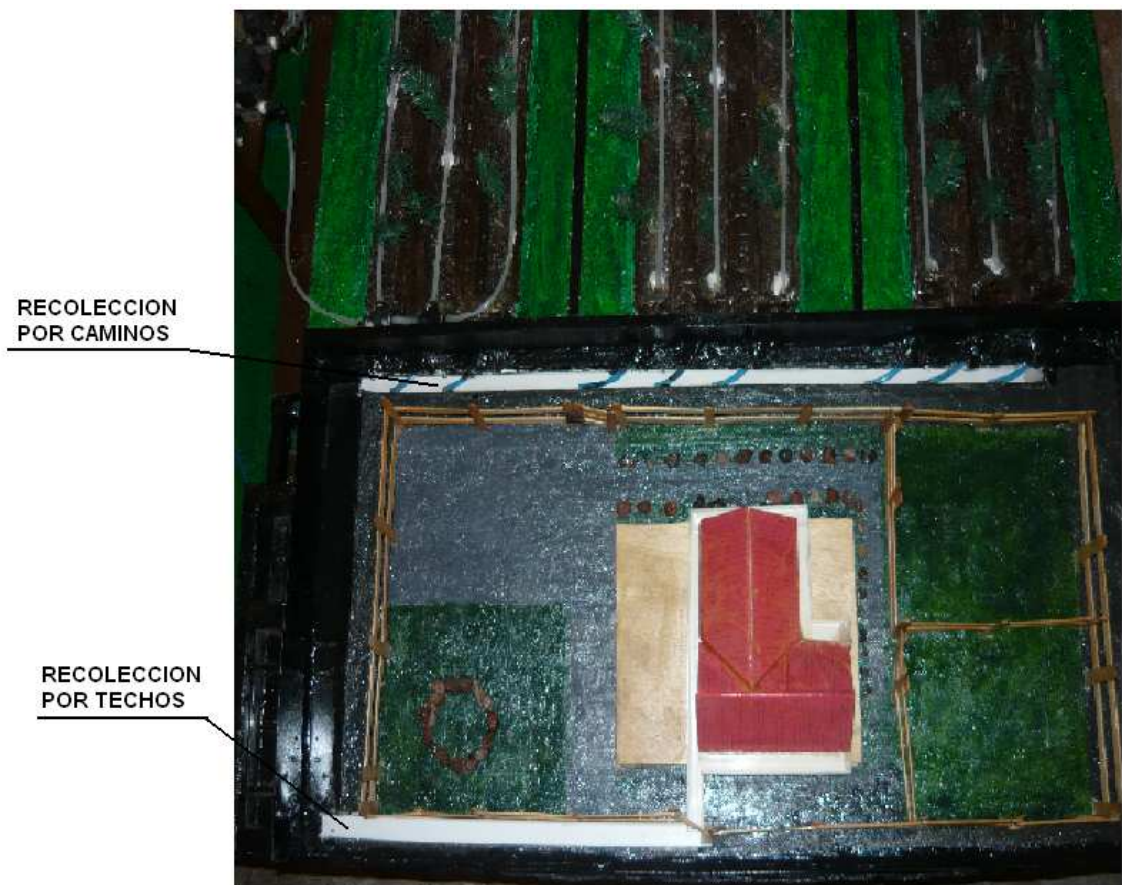


FIGURA 2.42 RECOLECCION DE AGUA POR CAMINOS Y TECHOS
FUENTE: LOS AUTORES

En la parte del prototipo donde se encuentran los tanques secundarios de recolección de agua. Cada uno de ellos está diseñado para almacenar 4500 mililitros de agua que es equivalente a 4.5 litros.

La función de los tanques secundarios de agua es la de almacenar el líquido en épocas de invierno, esto se logra llevando lo recolectado por medio de caminos hacia

los respectivos tanques, mientras por las noches se aprovecha el sereno para recolectar y almacenar agua en pequeñas cantidades, que vienen desde la malla de captación de sereno que condensan la neblina convirtiéndola en agua.

Las figuras 2.43 y 2.44, muestran como está constituida la distribución de los tanques secundarios de almacenamiento en el prototipo, estos tanques están colocados en la parte inferior ya que es el mejor sitio para captar el agua que se recoge desde techos y caminos.

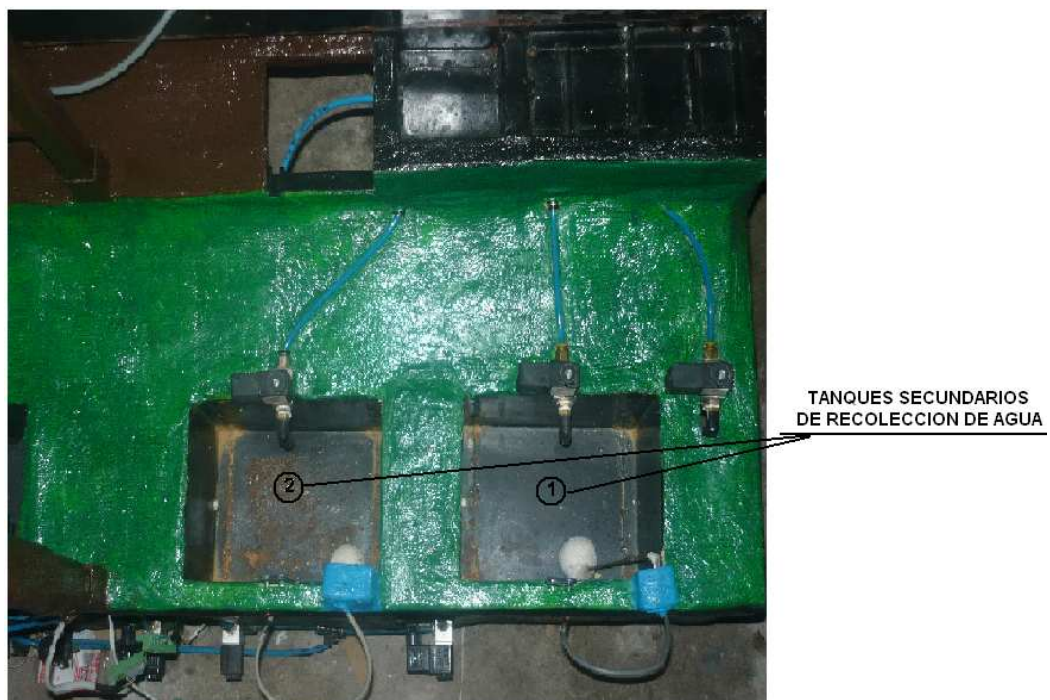


FIGURA 2.43 TANQUES 1-2 DE RECOLECCION DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES



FIGURA 2.44 TANQUE 3 DE RECOLECCION DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

En el instante en que los tanques secundarios de almacenamiento contienen agua se procede a enviar el liquido al tanque principal de almacenamiento para luego desde el tanque principal ser distribuida hacia la dosificación y hacia el riego directamente a las parcelas, esto se lo hace por medio de dos bombas que trabajan en forma simultánea, esto se puede apreciar en la figura 2.45.



FIGURA 2.45 TANQUE PRINCIPAL DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

Al momento de tener una reserva de agua en el tanque principal se procede a realizar la dosificación, por eso se utiliza el tanque principal de dosificación que es el que contiene la mezcla de los nutrientes que viene de los tanques secundarios de dosificación, para tener un nutriente apropiado para el riego a las parcelas.

La dosificación se realiza por gravedad, es decir el líquido cae en forma paulatina al momento que se abre la válvula de salida del tanque de dosificación.

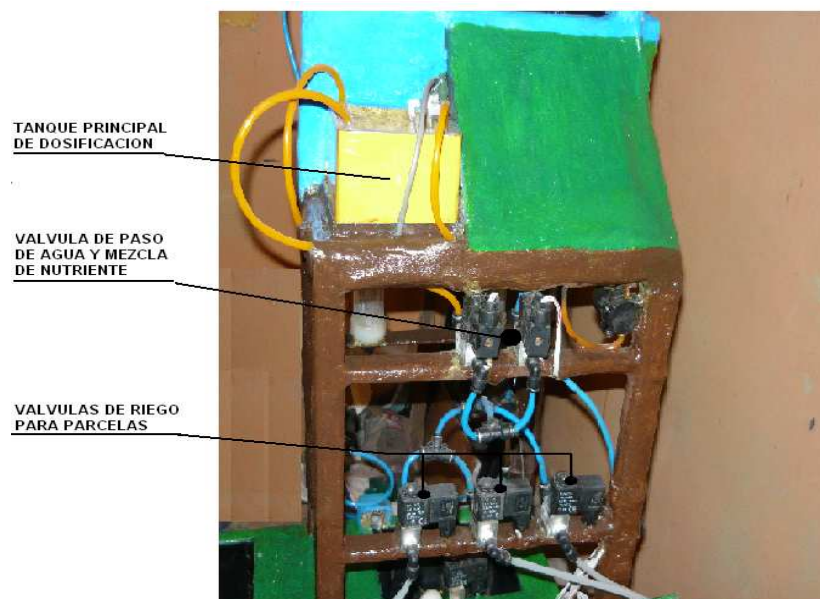


FIGURA 2.46 TANQUE PRINCIPAL DE DOSIFICACION DE NUTRIENTES
FUENTE: LOS AUTORES

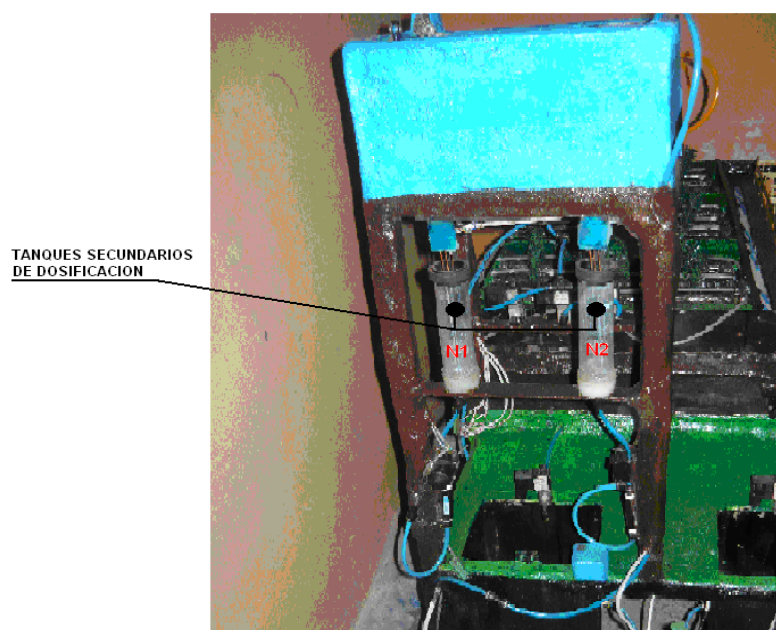


FIGURA 2.47 TANQUES SECUNDARIOS DE DOSIFICACION DE NUTRIENTES
FUENTE: LOS AUTORES

La figura 2.48 muestra el tablero de control al momento del montaje, de izquierda a derecha tenemos: breaker, protección para corriente alterna, protección para corriente continua, PLC S7-200 CPU 224, módulo de expansión de salidas digitales, y módulo de expansión de entradas análogas; en la segunda fila se tiene relés y en la tercera fila borneras y relés, el PLC y sus módulos son los encargados de controlar todos los relés y el monitoreo de todas las señales de los sensores por medio de la programación en el SCADA, a continuación se observa todos los elementos mencionados.

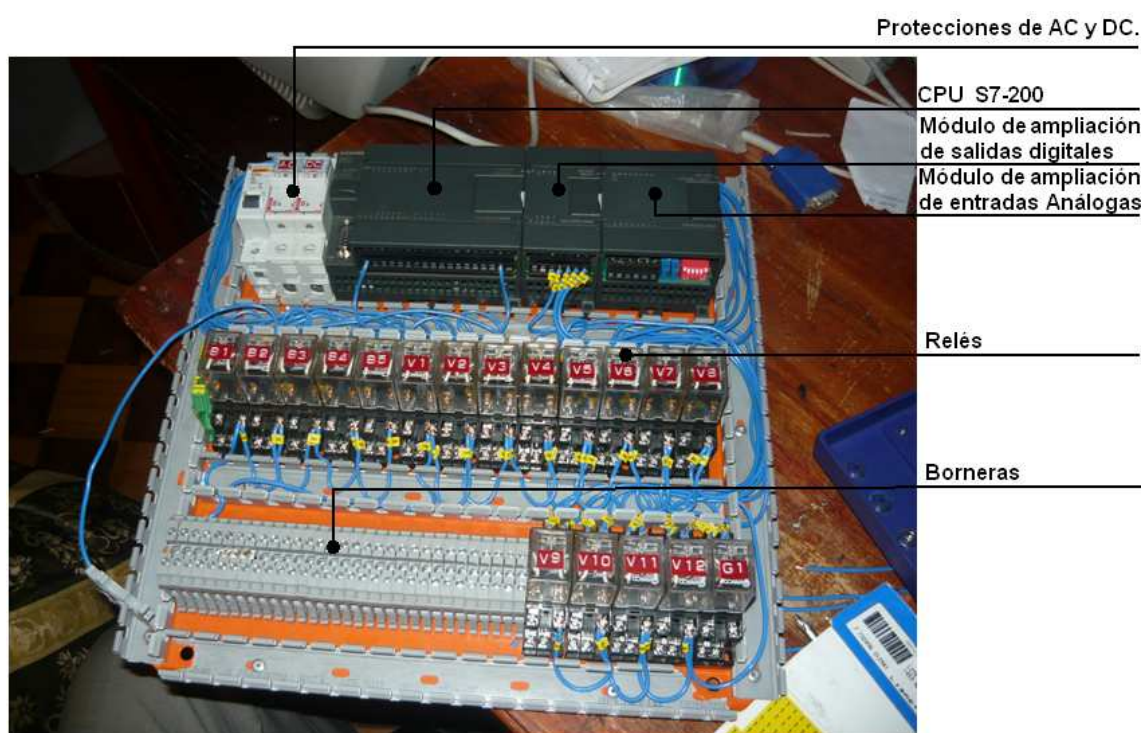


FIGURA 2.48 TABLERO DE CONTROL
FUENTE: LOS AUTORES

En el transcurso de la construcción del prototipo se vio la necesidad de incrementar un módulo de entradas análogas adicional ya que las señales que emiten los sensores de nivel son netamente análogas.

La figura 2.49 muestra el tablero de control en un periodo de pruebas a lo largo de la instalación de todos los elementos en el prototipo, además se aprecia el módulo de expansión de entradas análogas adicional, el tablero todavía no se encuentra acoplado directamente en el prototipo, por ello se observan cables fuera de las canaletas.

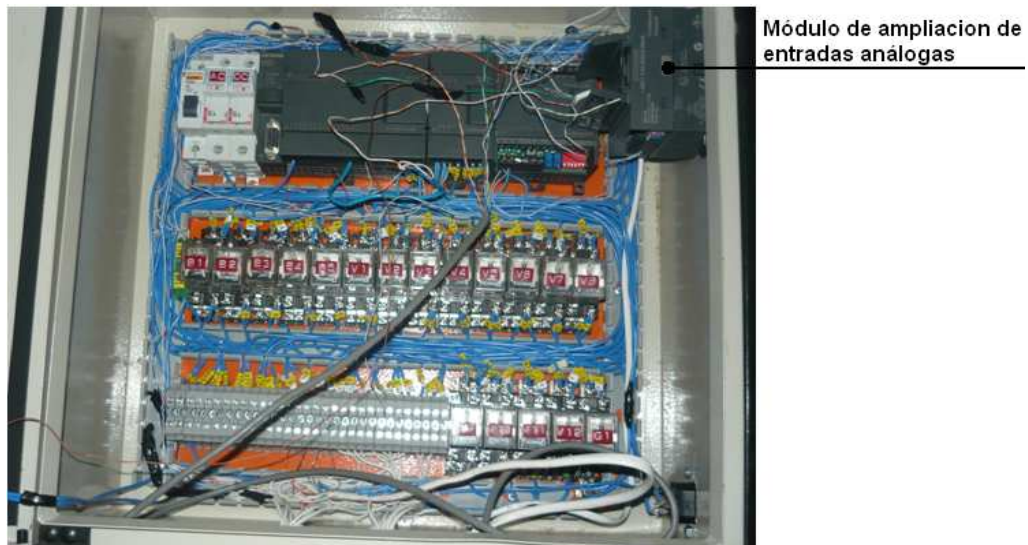


FIGURA 2.49 TABLERO DE CONTROL EN PROCESO DE PRUEBA
FUENTE: LOS AUTORES

Una vez terminado el prototipo se ve de esta manera.



FIGURA 2.50 PROTOTIPO TERMINADO
FUENTE: LOS AUTORES

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA SCADA

3.1 INTRODUCCION

En este capítulo se ha desarrollado un sistema SCADA, que permite controlar y monitorear el nivel del tanque principal, tanques secundarios de agua, tanques de dosificación, riego de agua como de nutrientes.

Se controla la apertura y cierre de válvulas, accionamiento de bombas y permite monitorear todos los niveles de tanques.

Para esto se utiliza un computador con el software LabView 2009, con su programación desarrollada, la interfaz entre el PC y el PLC S7-200, se ha realizado utilizando el software MicroWin, y el cable PC/PPI. Además se utiliza tres módulos de expansión; uno de salidas digitales y dos de entradas análogas, que controlan las válvulas, bombas, dosificación, aviso de alarmas, visualización de variables para obtención de históricos, y se desarrollará un software para simulación de todo el proceso.

3.2 DESARROLLO DEL SOFTWARE DEL SCADA Y PROGRAMACIÓN DEL PLC

3.2.1 SISTEMA SCADA

La programación se desarrolló con el software LabView 2009, donde se crea el HMI (Interface Humano Máquina), en el que se realizan funciones importantes tales como:

- Visualización en tiempo real de todo el proceso.
- Recolección y almacenamiento de agua en tanques principales y secundarios.
- Dosificación (Mezcla) del producto.

- Control de sistema de riego hacia parcelas.
- Sistema de alarmas.
- Reportes de históricos de tanques.

El sistema se inicia con una pantalla principal, que muestra todos los datos informativos que corresponden al proyecto, como: el tema de Tesis, los autores y el nombre de la Universidad para la que se esta desarrollando, esta pantalla tiene el nombre de “CARÁTULA”.

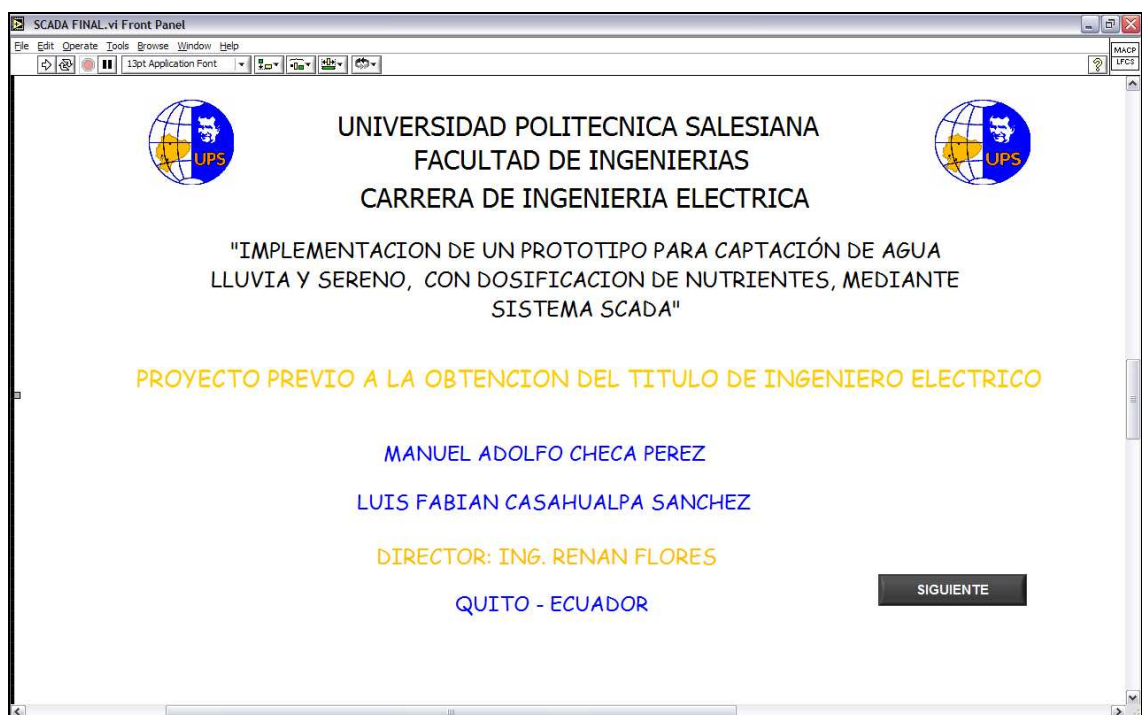


FIGURA 3.1 CARATULA
FUENTE: LOS AUTORES

Al presionar el botón *SIGUIENTE* de la pantalla “carátula” se muestra otra pantalla que indica el número de usuarios que tienen acceso al programa, se ha ingresado tres usuarios cada uno con su respectiva contraseña, esta pantalla tiene el nombre de “IDENTIFICACIÓN DE USUARIO”.

Es importante mencionar que si la contraseña ingresada no es la correcta el programa no permite ingresar al control del sistema.

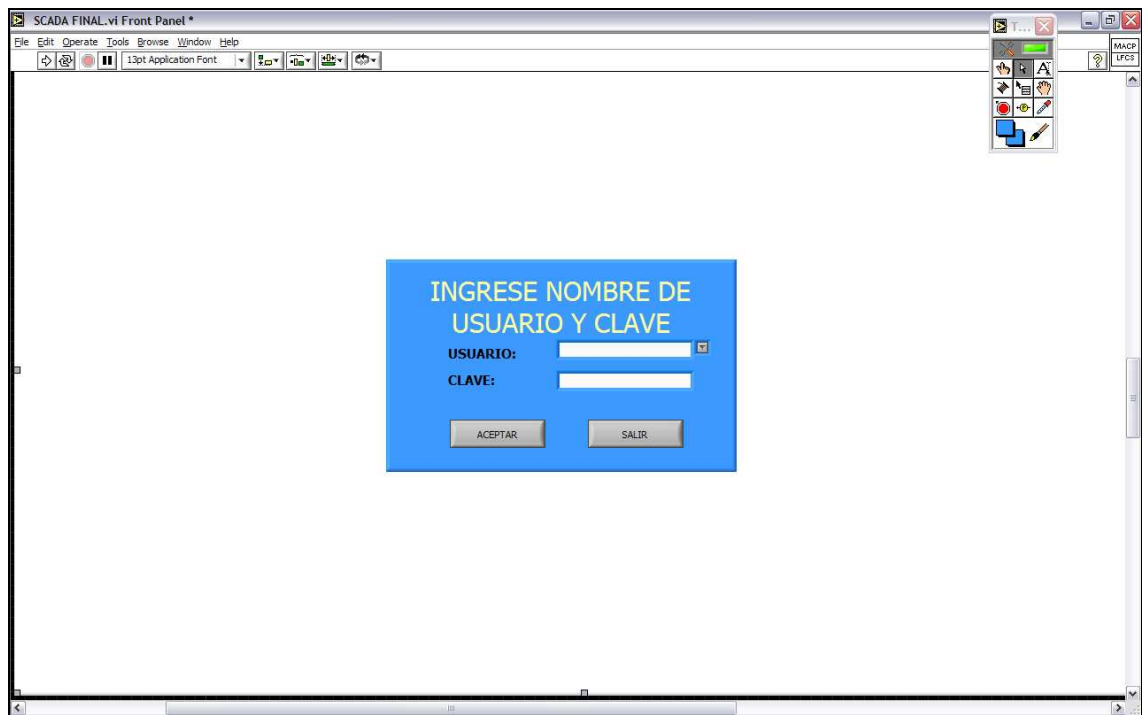


FIGURA 3.2 PANTALLA DE IDENTIFICACION DE USUARIO
FUENTE: LOS AUTORES

Luego de ingresar correctamente el nombre de usuario con su contraseña el programa permite ingresar al sistema.

A continuación se tiene un menú donde se mostrarán todas las pantallas del SCADA, llamando a cada una de ellas por medio de botones, dichos botones se encuentran en la parte izquierda de la pantalla en el panel principal.

Como se puede observar en la siguiente figura se tiene un área (zona celeste), en la que se muestra las diferentes etapas del sistema, esto permite al usuario navegar por todas las pantallas existentes según sus requerimientos en cualquier momento y realizando cualquier operación.

La navegación entre pantallas mediante el panel principal, hace al sistema más versátil y dinámico, ya que el usuario puede ir verificando varias pantallas de una forma sencilla con solo presionar un botón.

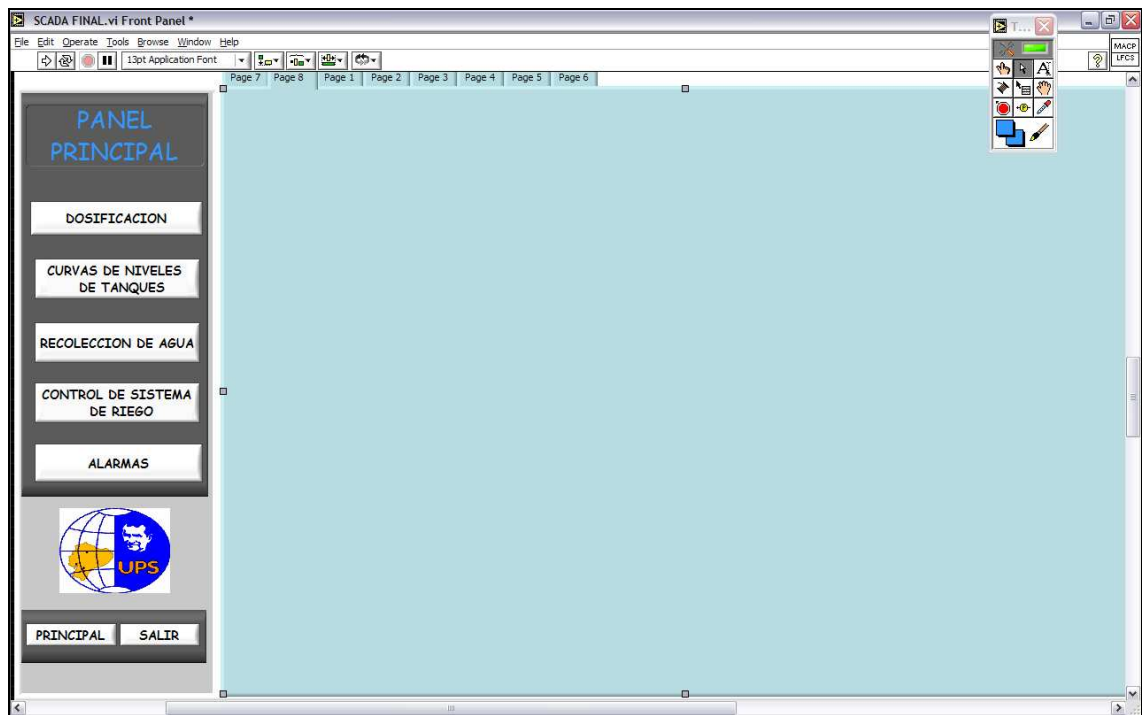


FIGURA 3.3 ZONA DE VISUALIZACION DE PANTALLAS
FUENTE: LOS AUTORES

En el panel principal se tiene los siguientes botones:

- Dosificación.
- Curvas de niveles de tanques.
- Recolección de agua.
- Control de sistema de riego.
- Alarmas.
- Principal.
- Salir.

Todos los botones mencionados permiten al usuario navegar entre las pantallas, a continuación se explicará cada una de ellas que aparecen en el menú del panel principal.



FIGURA 3.4 BOTONERA PARA SELECCIÓN DE PANTALLA
FUENTE: LOS AUTORES

3.2.2 BOTÓN DOSIFICACIÓN

Al pulsar el botón DOSIFICACION en el panel principal se despliega la siguiente pantalla:

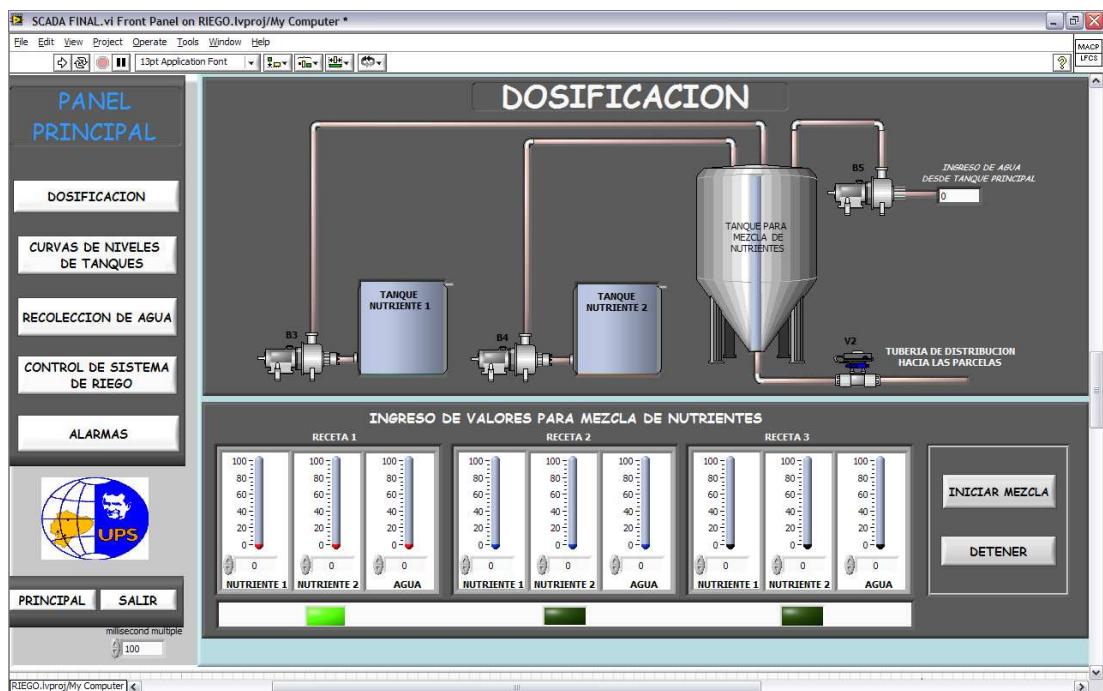


FIGURA 3.5 PANTALLA DE DOSIFICACION
FUENTE: LOS AUTORES

Su principal función es la de mezclar dos tipos de nutrientes y agua, para ello se dispone de dos tanques que almacenan los nutrientes y una bomba que proporciona agua para la mezcla, en la figura 3.6 se aprecian los 3 elementos a mezclarse en un tanque (tanque principal de dosificación) mediante bombas.

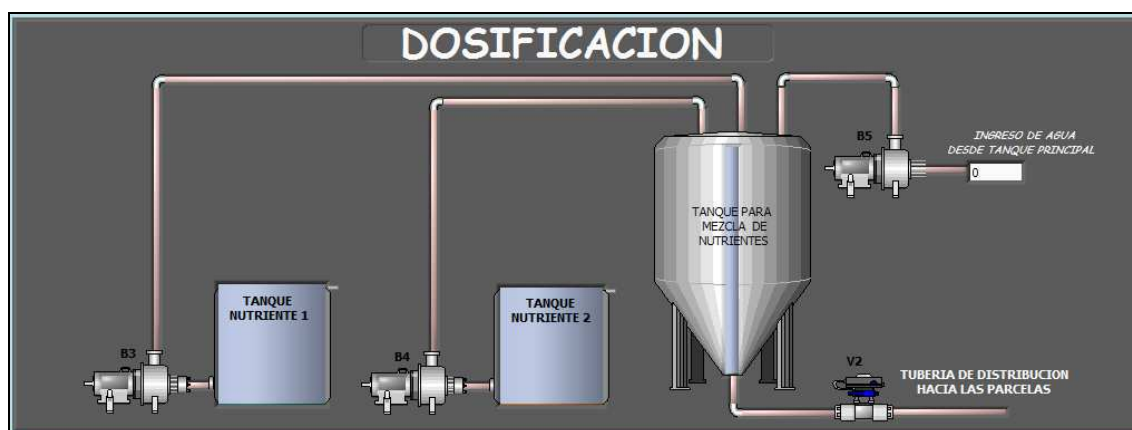


FIGURA 3.6 TANQUES DE NUTRIENTE 1 Y 2 Y TANQUE PRINCIPAL DE MEZCLA EN DOSIFICACION

FUENTE: LOS AUTORES

El porcentaje que se quiere enviar de cada elemento se maneja a través de un slider's, en estos se puede manejar el nivel necesario simplemente arrastrando con el mouse el valor que se desee o directamente en la caja de texto que se encuentra en la parte inferior de la figura 3.7.

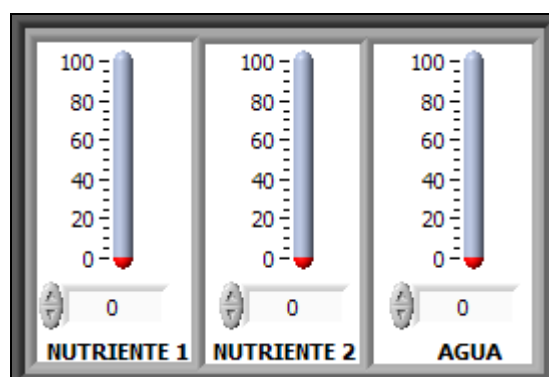


FIGURA 3.7 CONTROL DE PORCENTAJE DE NUTRIENTES Y AGUA DE UNA PARCELA

FUENTE: LOS AUTORES

En este caso el programa esta diseñado para riego en tres parcelas, por ello se ha diseñado un cuadro que consta de tres controles exactamente iguales, uno para cada parcela, esto quiere decir que en cada parcela se puede elegir la receta adecuada que

necesite la planta a cultivar, y no necesariamente se debe tener el mismo tipo de cultivo en las otras parcelas.

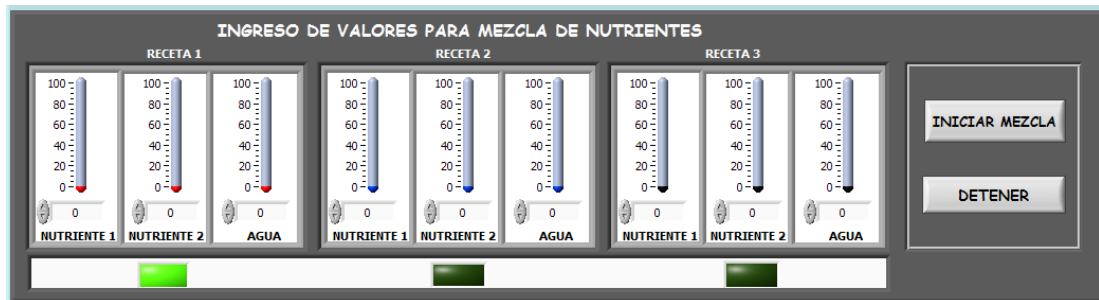


FIGURA 3.8 CONTROL DE PORCENTAJE DE NUTRIENTES Y AGUA PARA TRES PARCELAS
FUENTE: LOS AUTORES

En la figura anterior se aprecia el cuadro de control de porcentaje de nutrientes y agua, para tres tipos de recetas, es decir se tiene la posibilidad de realizar tres tipos de recetas, además se tiene dos botones llamados INICIAR MEZCLA que sirve para comenzar la mezcla después de haber elegido la receta a utilizar, también tenemos un botón DETENER que como su nombre lo indica es para detener la mezcla en cualquier momento.

Cabe mencionar que si en los tanques de nutrientes como en el de agua no existiera producto se dispara una alarma que se visualiza con un mensaje de alerta que indica que uno de los tanques de nutrientes se ha quedado sin líquido, la pantalla alarmas se explicará posteriormente en este mismo capítulo.

En la parte inferior de la figura 3.8 se observa 3 indicadores rectangulares, mediante ellos se escoge que receta se quiere utilizar.

3.2.3 BOTÓN CURVAS DE NIVELES DE TANQUES

A continuación se tiene la pantalla CURVAS DE NIVELES DE TANQUES, aquí se puede visualizar los históricos de niveles de los tanques de: dosificación, agua, principal de mezcla de nutrientes y principal de agua mediante curvas, además de poseer un botón REPORTES, el cual despliega otra pantalla que sirve para generar reportes de fechas anteriores.

Para poder diferenciar mejor las curvas, se dividió las pantallas de visualización, una para curvas de nivel de agua y otra para curvas de nivel de nutrientes.



FIGURA 3.9 PANTALLA DE CURVAS DE NIVELES DE TANQUES

FUENTE: LOS AUTORES

Para poder apreciar las curvas de niveles de los tanques no es necesario pulsar ningún tipo de botón, ya que aparecen en tiempo real y en cualquier momento, esto quiere decir que los tanques están siendo monitoreados constantemente.

En la parte inferior existe un botón que tiene el nombre de REPORTES, el cual despliega una pantalla con su mismo nombre.



FIGURA 3.10 BOTON REPORTES

FUENTE: LOS AUTORES

En la pantalla reportes se tiene la posibilidad de obtener datos como: fecha, hora, nivel de tanque principal de agua, nivel de tanque de dosificación, nivel de tanque secundario 1 de agua, nivel de tanque secundario de agua 2, nivel de tanque secundario de agua 3 y tiempo de riego.

Estos valores son obtenidos por medio de la base de datos, que constantemente son almacenados dependiendo de los niveles de cada uno de los tanques según la necesidad.



FIGURA 3. 11 PANTALLA DE REPORTES
FUENTE: LOS AUTORES

Para la consulta se debe ingresar el dato de FECHA DESDE, que es el día desde donde se quiere realizar la consulta, y el dato de FECHA HASTA, que es hasta cuando se desea realizar la consulta, después de ingresar estos datos se pulsa el botón GENERAR CONSULTA, y automáticamente aparecerán los datos correspondientes.

3.2.4 BOTÓN RECOLECCIÓN DE AGUA

En la pantalla de recolección de agua se tiene básicamente tres tanques secundarios, que almacenan el agua lluvia que se capta desde techos, caminos, malla de recolección de sereno y agua que se recolecta de las mismas parcelas.

El control de llenado de estos tanques se hace mediante el manejo de válvulas, cada tanque posee una válvula que permite el ingreso de agua, y según se vayan llenando se van activando las válvulas, hasta que todos los tanques se encuentren llenos; en el

momento en que pase esto se abre una válvula llamada; válvula de desfogue que hace que el agua siga su camino y no ingrese más agua hacia los tanques.

Las válvulas son normalmente cerradas y permiten el paso cuando el sensor de presencia de agua se active, una a una según el requerimiento del sistema o del usuario en modo manual.

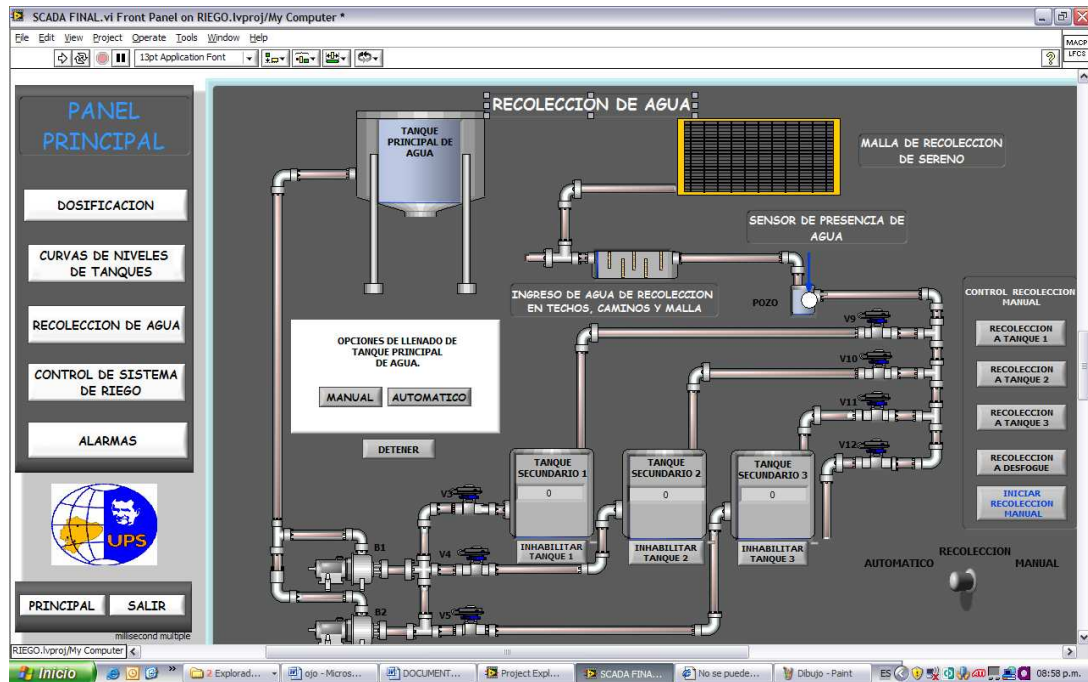


FIGURA 3.12 PANTALLA DE RECOLECCION DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

Como se explicó anteriormente se capta agua desde techos, caminos, malla de recolección de sereno y parcelas, y el ingreso a cada tanque lo permiten las válvulas.

Los ductos de recolección que vienen desde techos, caminos, parcelas y malla de recolección de sereno que van directamente a una zanja conectada a un serpentín por razones de cantidad y velocidad que frena la fuerza del agua. Este serpentín está conectado a un pozo en el cual esta instalado un sensor de presencia de agua, este sensor envía una señal digital hacia el PLC que informa al programa que existe agua, dando una orden a que válvula tiene que ser abierta para llenar un tanque.

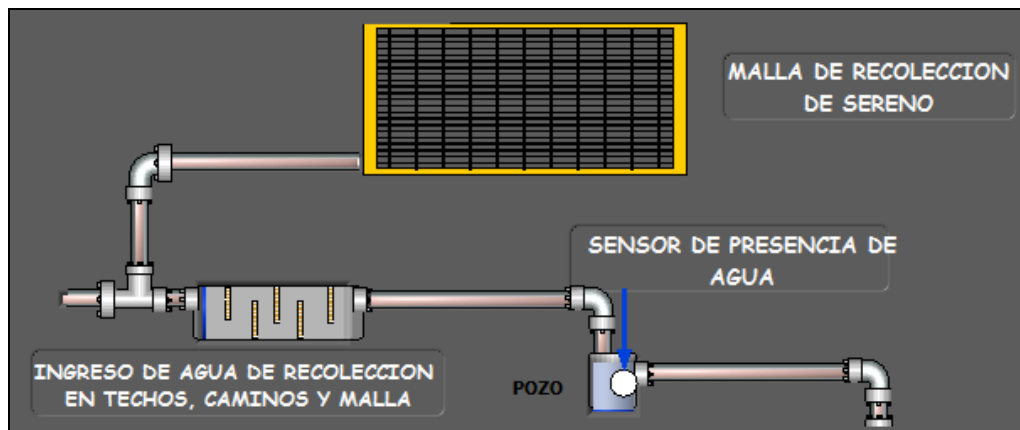


FIGURA 3.13 ETAPA DE RECOLECCION DE AGUA DESDE MALLA, TECHOS, CAMINOS Y PARCELAS.

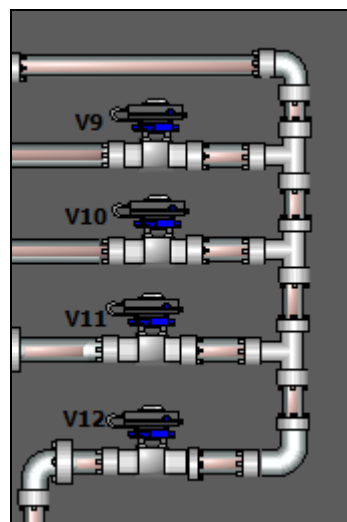


FIGURA 3.14 VALVULAS DE CONTROL DE FLUJO DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

El funcionamiento del sistema empieza cuando el sensor de presencia de agua cierra su contacto y permite que el software abra la válvula que corresponda para que el tanque empiece a llenarse.

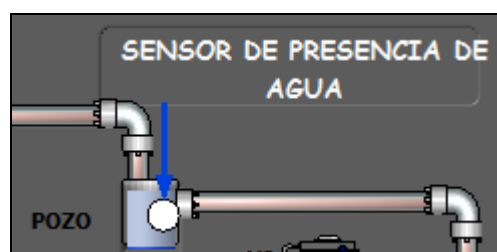


FIGURA 3.15 SENSOR DE PRESENCIA DE AGUA EN POZO
FUENTE: LOS AUTORES

El sensor de presencia de agua se encuentra en el pozo, dicho sensor no es más que un contacto abierto de dos cables, el cual se cierra cuando el agua sube hasta el nivel que se encuentran los cables, activando una entrada del PLC, la cual actúa como interruptor general del sistema.

La canalización de todo va directamente hacia el serpentín, su principal función es frenar la velocidad con la que viene el agua que entra al pozo, hay que recordar que toda la etapa de recolección es por gravedad y no hay la existencia de bombas de ningún tipo, y si ingresa con demasiada velocidad los sedimentos que se encuentra en el fondo del pozo se levantarían.

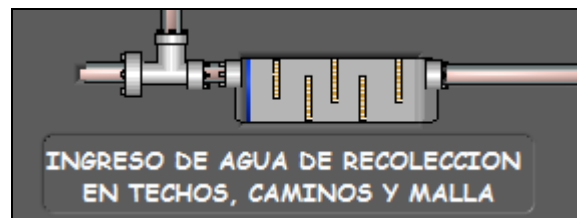


FIGURA 3.16 SERPENTIN PARA FRENADO DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

Para la recolección de agua se dispone de tres tanques de almacenamiento, que están en la parte más baja del prototipo, ya que así se aprovecha la gravedad y se logra acaparar mucho más terreno para captar el agua.

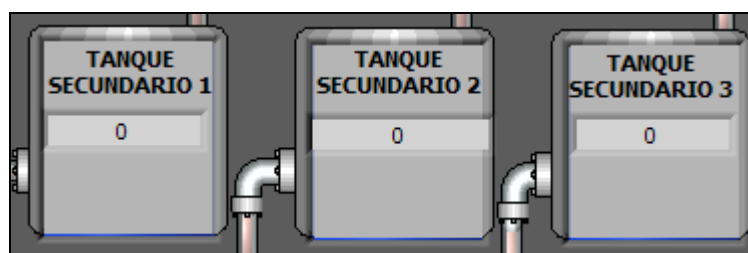


FIGURA 3.17 TANQUES SECUNDARIO DE RECOLECCIÓN DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

Una vez que los tanques de recolección de agua secundarios presentan un nivel aceptable se procede a bombear el líquido hacia el tanque principal que se encuentra en la parte más alta del prototipo, esta acción se hace mediante un conjunto de tres válvulas y dos bombas, las cuales escogen de que bomba y de que tanque se enviará el agua.

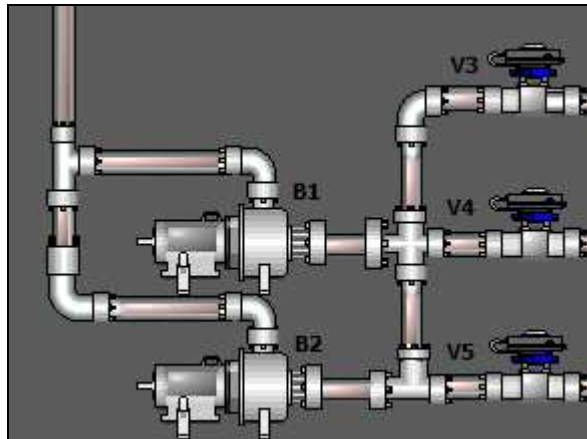


FIGURA 3.18 VALVULAS Y BOMBAS PARA ENVIO DE AGUA HACIA TANQUE PRINCIPAL DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

El bombeo se lo realiza mediante dos bombas, que funcionan en forma alternada, esto logra alargar la vida útil de las mismas evitando su calentamiento por funcionar mucho tiempo.

Como se dijo anteriormente el agua recolectada se envía a un tanque que se encuentra en la parte superior del prototipo, esto se lo hace debido a que el riego es por goteo y se necesita que el liquido caiga por gravedad, esto quiere decir que no se emplea ningún tipo de bombeo para el riego hacia las parcelas, a continuación se muestra en la figura el tanque principal con la tubería de ingreso de agua.

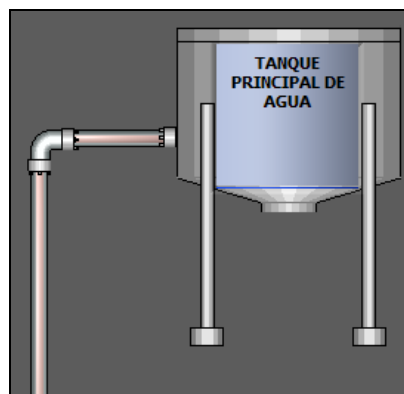


FIGURA 3.19 TANQUE PRINCIPAL DE AGUA Y TUBERIA DE INGRESO
FUENTE: LOS AUTORES

En la parte anteriormente descrita se explica la recolección y el bombeo del agua recolectada hacia el tanque principal, pero de una manera automática; el prototipo también posee un sistema manual para estas funciones, tanto para la recolección como para el bombeo hacia el tanque principal.

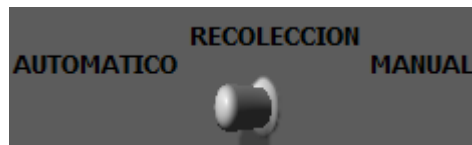


FIGURA 3.20 BOTON PARA ESCOGER RECOLECCION MANUAL O AUTOMATICA

FUENTE: LOS AUTORES

La figura 3.20 muestra el botón que sirve para escoger que tipo de recolección se desea utilizar, se puede escoger recolección manual o recolección automática, cabe mencionar que el sistema siempre tomará la opción automática, y para ponerla en manual el usuario deberá cambiarlo.

Cuando se escoge la opción manual se puede escoger a que tanque se desea hacer la recolección solamente pulsando la opción que se desee en la botonera.



FIGURA 3.21 BOTONERA PARA ESCOGER A QUE TANQUE SE DESEA REALIZAR LA RECOLECCION

FUENTE: LOS AUTORES

Esta botonera abre directamente la válvula correspondiente a cada tanque para la recolección.

De igual manera que en la recolección, se tiene un sistema manual para el bombeo del agua recolectada hacia el tanque principal, para ello se tiene la siguiente botonera:

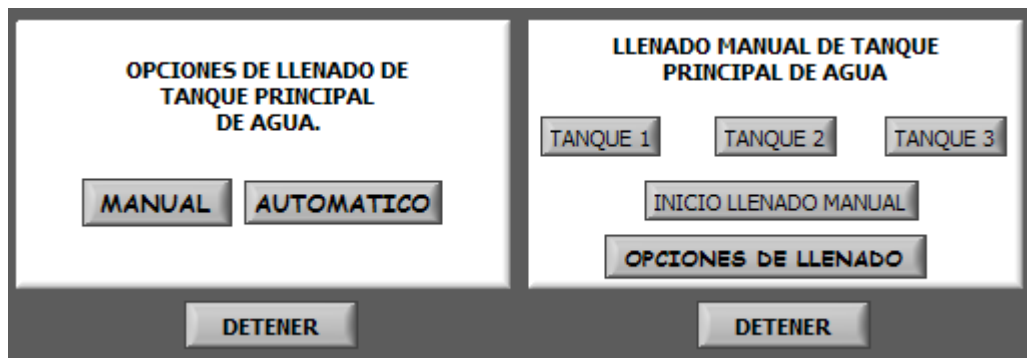


FIGURA 3.22 BOTONERA PARA EL BOMBEO DE AGUA RECOLECTADA HACIA TANQUE PRINCIPAL
FUENTE: LOS AUTORES

Mediante la botonera de la figura anterior (parte izquierda) se puede controlar el llenado tanto manual como automático, si se escoge el llenado automático se despliega la pantalla que se visualiza en la parte derecha de la figura anterior y se puede escoger de que tanque se desea bombear el agua hacia el tanque principal.

La primordial necesidad que se descubrió es que a menudo se necesita deshabilitar los tanques por varios motivos, por esa razón se implementaron tres botones que deshabilitan cada uno de los tanques de almacenamiento secundarios de agua.

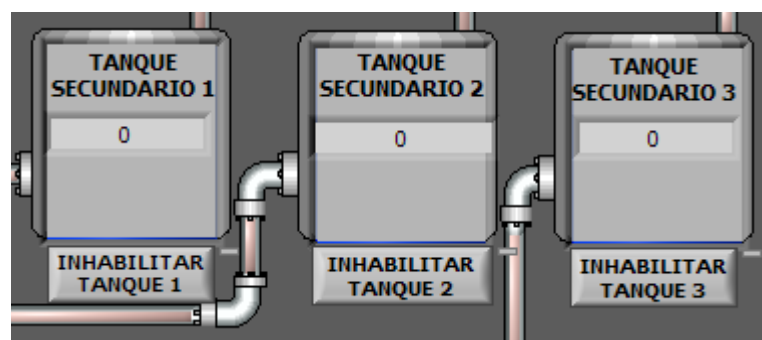


FIGURA 3.23 BOTONES PARA DESHABILITAR CADA UNO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO SECUNDARIOS DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

Cuando se deshabilita un tanque se bloquea tanto para recolección de agua como para bombeo hacia el tanque principal.

3.2.5 BOTÓN CONTROL DE SISTEMA DE RIEGO

Al pulsar el botón Control de Sistema de Riego se despliega una pantalla que visualiza el tanque principal de agua, el tanque de mezcla de nutrientes, las tres parcelas, botón de carga de recetas de riego, área deshabilitar parcelas, área de control de riego a parcelas y válvulas de apertura y cierre desde tanques y hacia parcelas.

Esta pantalla básicamente maneja el riego tanto de agua como de nutriente hacia las parcelas. Como se indico anteriormente el tanque principal de agua y el tanque de mezcla de nutriente se encuentran en la parte superior del prototipo para que el riego por goteo sea por gravedad, esto se lo hace para que no exista riego excesivo y aprovechar al máximo el agua recolectada.

A continuación se muestra la pantalla de control de sistema de riego:

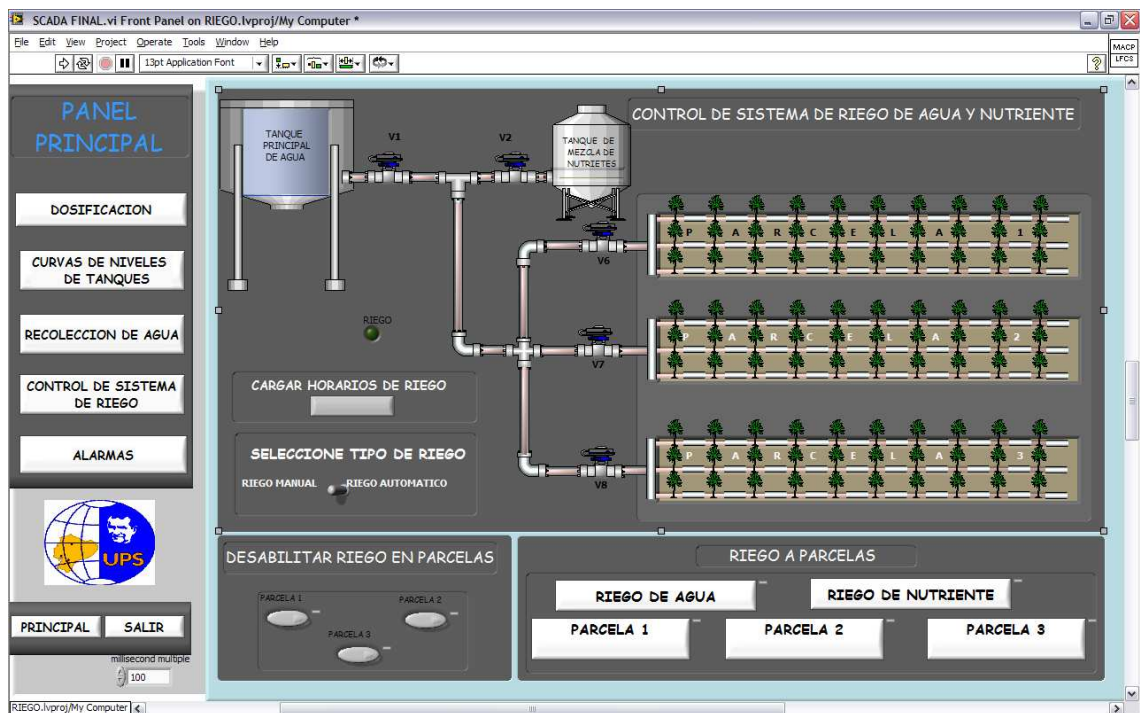


FIGURA 3.24 PANTALLA DE CONTROL DE SISTEMA DE RIEGO DE AGUA Y NUTRIENTE

FUENTE: LOS AUTORES

En esta pantalla también existe un menú horizontal en la parte inferior. Este menú se divide en dos partes que son:

- Deshabilitar riego en parcelas.
- Riego a parcelas.

Además posee un menú en el que se puede seleccionar el tipo de riego que se desea realizar, en forma manual o automático.

Si se escoge el riego manual se abre una pantalla en Excel la cual se muestra a continuación:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	FECHA	HORA DESDE	HORA HASTA	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	AGUA	NUTRIENTE							
2	05/08/2009	08:32 p.m.	08:33 p.m.	1	1	1	1	0							
3	05/08/2009	08:11 p.m.	08:12 p.m.	0	1	0	0	1							
4	05/08/2009	08:13 p.m.	08:14 p.m.	0	1	1	0	1							
5	05/08/2009	08:15 p.m.	08:16 p.m.	1	0	0	0	1							
6	24/08/2009	07:37 p.m.	07:39 p.m.	1	0	0	0	0							
7	24/08/2009	07:40 p.m.	07:41 p.m.	0	1	1	1	0							
8	24/08/2009	08:00 p.m.	08:02 p.m.	0	1	1	1	0							
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															

FIGURA 3.25 PANTALLA DE INGRESO DE RECETAS
FUENTE: LOS AUTORES

Esta pantalla es una de las más importantes del sistema porque permite al usuario dejar ingresando datos para riego automático, esto quiere decir que el programa controlará el riego tanto de nutriente como de agua en forma automática sin la necesidad de la presencia del usuario.

Básicamente la pantalla consta de una tabla en la que se ingresan los datos de:

Fecha.- Ingreso de fecha en la que se quiere efectuar el riego.

Hora desde.- Ingreso de hora que se desea empezar el riego.

Hora hasta.- Ingreso de hora que se desee terminar el riego.

Parcela 1, parcela 2, parcela 3, riego, nutriente.- Aquí se tiene un conjunto de cinco columnas, el habilitar una parcela para riego de agua o nutriente se lo realiza simplemente con un cero o uno, 1 para habilitar riego y 0 para deshabilitar riego.

FECHA	HORA DESDE	HORA HASTA	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	AGUA	NUTRIENTE
05/08/2009	08:32 p.m.	08:33 p.m.	1	1	1	1	0

TABLA 3.1 TABLA DE HABILITACION DE RIEGO DE AGUA, NUTRIENTE Y PARCELAS

FUENTE: LOS AUTORES

Por ejemplo en la pantalla anterior se esta pidiendo al programa que riegue agua el 5 de agosto del 2009 durante 1 minuto desde las 08:32 p.m. en las parcelas 1, 2 y 3.

3.2.5.1 DESHABILITAR RIEGO EN PARCELAS

La principal función de esta botonera como su nombre lo indica es deshabilitar el riego hacia alguna parcela, esto se lo hace debido a que el programa por una mala operación del usuario o una mala programación en el riego se mande a regar en una parcela cuando esta no lo necesite o no este sembrada.



FIGURA 3.26 BOTONERA PARA DESHABILITAR RIEGO A PARCELAS.

FUENTE: LOS AUTORES

3.2.5.2 RIEGO A PARCELAS

Se ha diseñado en esta área una botonera que dispone de cinco botones que son:

- Riego de agua.

- Riego de nutriente.
- Parcela 1.
- Parcela 2.
- Parcela 3.

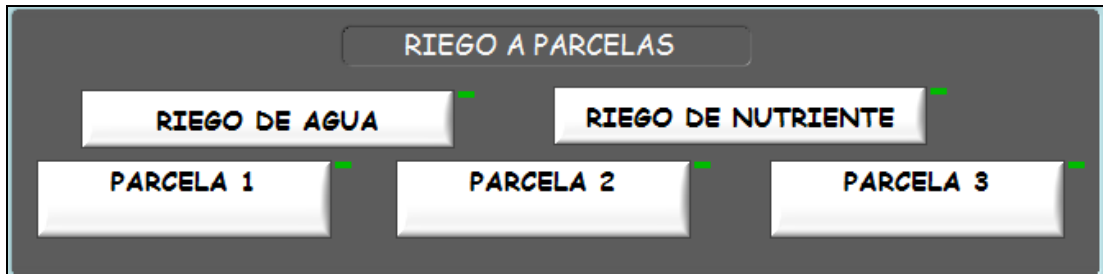


FIGURA 3.27 BOTONERA PARA RIEGO

FUENTE: LOS AUTORES

La función de esta botonera es escoger lo que se desea regar, que puede ser agua o nutriente, y hacia que parcela se quiere regar ya sea la parcela 1, parcela 2 o parcela 3, o las tres a la vez.



FIGURA 3.28 PARCELAS A REGAR

FUENTE: LOS AUTORES

Cabe mencionar que se puede regar una parcela, dos parcelas o tres parcelas a la vez sin ningún problema, pero solo se puede regar agua o nutriente, no las dos al mismo instante.

En esta pantalla también se encuentra un botón llamado **Cargar recetas**, este botón carga los datos ingresados en la pantalla **recetas** de Excel que fue explicada anteriormente.



FIGURA 3.29 BOTON CARGAR RECETAS DE RIEGO
FUENTE: LOS AUTORES

3.2.6 BOTON ALARMAS

El botón **ALARMAS** muestra si el nivel de los tanques es alto o bajo, que puede ser de agua o del producto de la dosificación, esta pantalla se muestra a continuación.

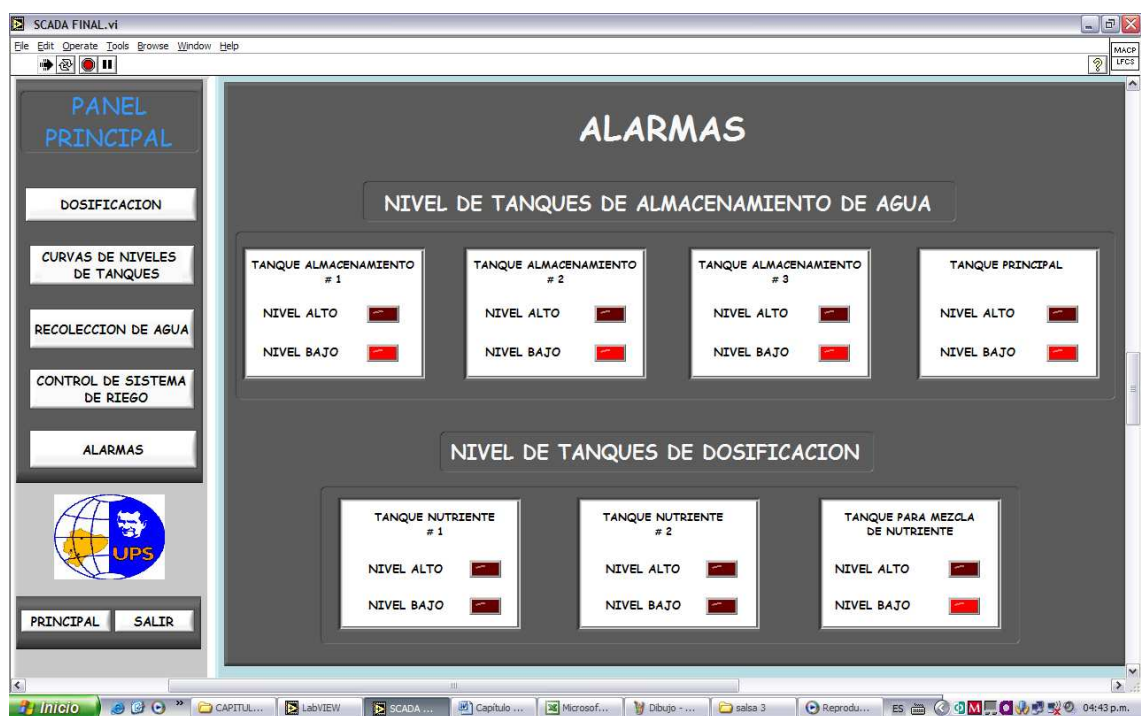


FIGURA 3.30 PANTALLA DE VISUALIZACION DE ALARMAS
FUENTE: LOS AUTORES

Es necesario saber cuando un tanque esta en nivel alto o bajo, por eso es necesario el monitoreo del sistema.

3.2.7 BOTÓN PRINCIPAL

El botón principal despliega una pantalla en la que se puede ver un resumen de todo el sistema. Esta pantalla posee visualizadores de todos los niveles de los tanques, además de la posición de las bombas y válvulas.

En esta pantalla se puede tener una idea de el trazado de las tuberías, como se reparte la recolección, hacia donde va y en el caso del bombeo del agua recolectada, que bombas envían el líquido hacia el tanque principal de agua.

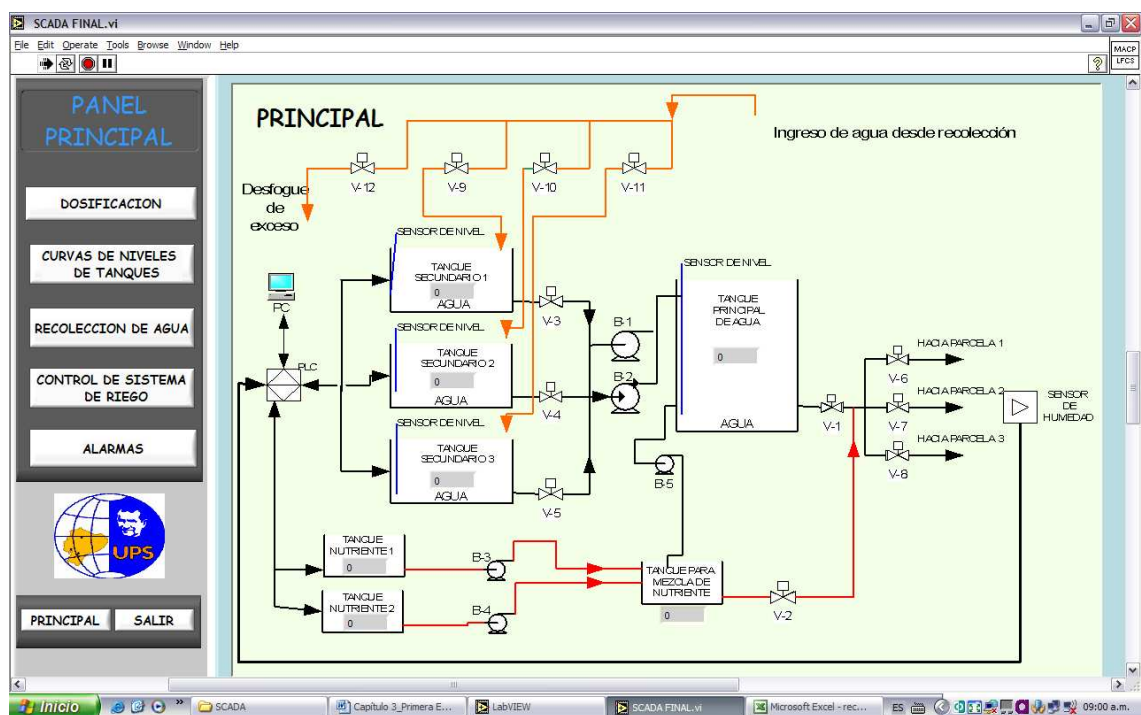


FIGURA 3.31 PANTALLA PRICIPAL

FUENTE: LOS AUTORES

3.3 PROGRAMACIÓN DEL PLC

En la actualidad existen una amplia gama de PLC's debido a las diferentes necesidades de los usuarios, la elección de este elemento principalmente se realiza según el número de entradas análogas y salidas digitales que se necesita para su funcionamiento.

Para este caso es la **“IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO PARA CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA Y SERENO, CON DOSIFICACION DE NUTRIENTES, MEDIANTE SISTEMA SCADA”**.

Para el control y monitoreo del prototipo, la dosificación del producto almacenado en los tanques, la recolección y bombeo de agua, se utiliza un PLC S7-200, con tres módulos de ampliación dos de entradas análogas y otro de salidas digitales.

Las principales variables que se manejan en este caso son para apertura y cierre de válvulas, encendido y apagado de bombas, y lectura de sensores análogos.

Para la explicación de la programación del PLC se la detalla por partes, ya que el programa se lo realizo mediante una pantalla principal y varias subrutinas, esto implica que la pantalla principal de programación llama a las subrutinas para realizar distintas operaciones.



FIGURA 3.32 VISTA INFERIOR DE LA PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL PLC.

FUENTE: LOS AUTORES

Como se puede ver en la figura anterior se tiene una paleta en la parte inferior de la pantalla de programación del PLC, dicha paleta posee las siguientes opciones:

- Principal. (PRINCIPAL)
- Tanques de almacenamiento secundarios de agua. (TAQ_ALM_SEC_AGUA)
- Llenado del tanque principal de agua. (TAQ_PRIN_AGUA_LLEN)
- Dosificación. (DOSIFICACION)
- Sistema de riego a parcelas. (RIEGO_DE_AGUA)

Cabe mencionar que toda la programación del PLC (controlador lógico programable) esta diseñada en el programa STEP 7 / MicroWIN de siemens.

3.3.1 PANTALLA PRINCIPAL

A continuación para la explicación de la pantalla principal se realizó un flujo grama que muestra todos los pasos principales que realiza el PLC, se empieza por la transformación de todas las señales de entrada análogas (las que son enviadas por los sensores de nivel) a señales de entradas reales, en la pantalla principal del PLC, se encuentra toda la programación de las entradas análogas.

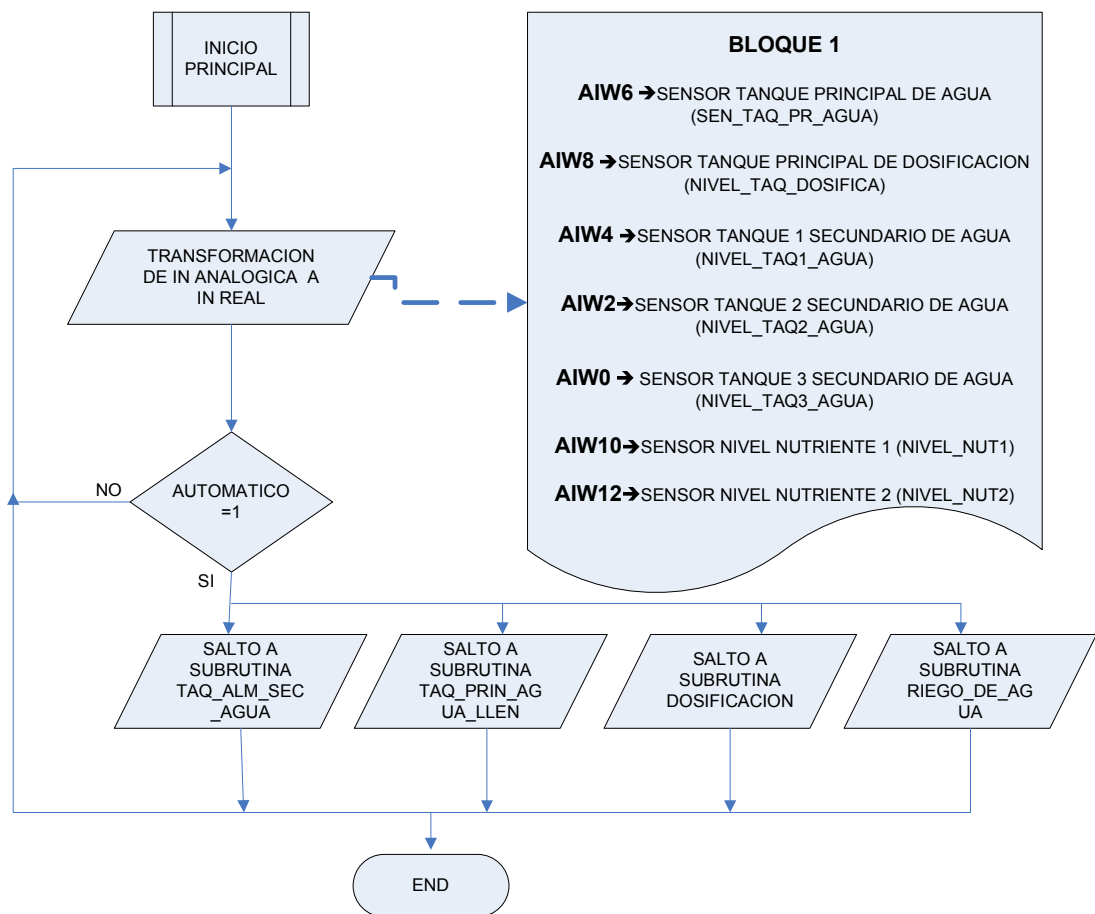


FIGURA 3.33 FLUJO GRAMA PANTALLA PRINCIPAL DE PROGRAMACION EN EL PLC
FUENTE: LOS AUTORES

El flujo grama de la figura anterior muestra el desarrollo de la programación de la pantalla principal del PLC, primero se transforman y se almacenan en el bloque 1 todas las señales de los sensores de nivel, luego si se da la orden de 1 en automático se llama a las siguientes subrutinas según se requieran.

Las señales de los sensores se han direccionado a las entradas análogas del PLC de la siguiente manera:

- **AIW0** ➔ Sensor tanque 3 secundario de agua. (NIVEL_TAQ3_AGUA)
- **AIW2** ➔ Sensor tanque 2 secundario de agua. (NIVEL_TAQ2_AGUA)
- **AIW4** ➔ Sensor tanque 1 secundario de agua. (NIVEL_TAQ1_AGUA)
- **AIW6** ➔ Sensor tanque principal de agua. (SEN_TAQ_PR_AGUA)
- **AIW8** ➔ Sensor tanque principal de dosificación. (NIVEL_TAQ_DOS)
- **AIW10** ➔ Sensor nutriente 1. (NIVEL_NUT1)
- **AIW12** ➔ Sensor nutriente 2 (NIVEL_NUT2)

Las subrutinas serán llamadas según el valor de los datos de las entradas análogas que están ingresando en el PLC. Cada pantalla de subrutina posee su programación para ser llamada.

3.3.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO SECUNDARIOS DE AGUA. (TAQ_ALM_SEC_AGUA)

La primera subrutina que sigue en la programación del PLC es la que contiene la programación para la secuencia de almacenamiento de agua en los tanques secundarios.

Cuando se simula lluvia en el prototipo primero se activa el sensor de presencia de agua (SEN_PR_AGUA), para que este sensor se active el pozo de recepción de agua debe contener un determinado nivel para lograr que los sedimentos o impurezas se hundan en el inferior del mismo, en ese momento empieza la secuencia de almacenamiento que se a dado mediante programación en el PLC.

Como ya se explico en capítulos anteriores el prototipo posee tres tanques de almacenamiento de agua secundarios, cada uno de ellos posee una válvula y un sensor análogo, para controlar el ingreso y nivel del agua respectivamente.

La secuencia de llenado de los tanques se visualiza mejor en el siguiente flujo grama de la figura que se muestra a continuación:

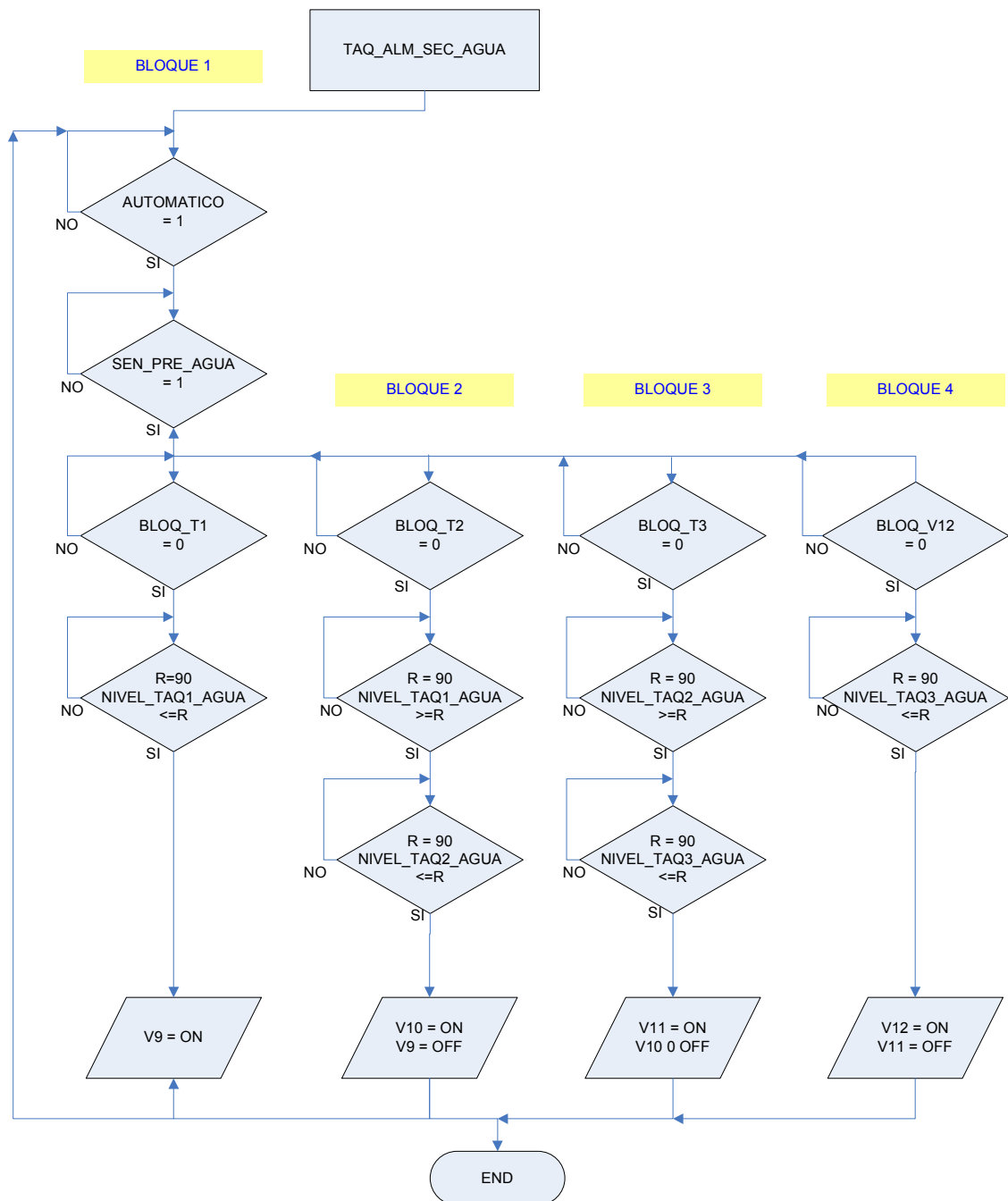


FIGURA 3.34 FLUJO GRAMA SUBROUTINA PARA EL CONTROL DE ALMACENAMIENTO DE AGUA EN TANQUES SECUNDARIOS (TAQ_ALM_SEC_AGUA,)

FUENTE: LOS AUTORES

El flujo grama de la figura anterior muestra cuatro bloques en donde se explica la secuencia de llenado de los tanques secundarios de agua.

El control se lo hace básicamente con válvulas y sensores, a continuación la descripción del accionamiento de la válvula para cada tanque:

- Tanque secundario 1 ➔ Válvula V9.
- Tanque secundario 2 ➔ Válvula V10.
- Tanque secundario 3 ➔ Válvula V11.
- Desfogue de exceso de agua ➔ Válvula V12.

El bloque 1 de la figura 3.34 muestra que si los contactos de automático y sensor de presencia de agua están en ON entonces empieza la secuencia de las válvulas, los sensores de nivel de los tanques secundarios de agua actúan todo el tiempo y si el nivel de agua del tanque 1 (NIVEL_TAQ1_AGUA) es menor a 90 entonces la válvula 1 se abre, por ende cuando el valor del nivel sea mayor o igual a 90 entonces la válvula se cerrará.

El bloque 2 de la figura 3.34 muestra que si el valor del nivel del tanque secundario 1 de agua (NIVEL_TAQ1_AGUA) es igual o mayor a 90% y el valor del nivel del tanque secundario 2 de agua (NIVEL_TAQ2_AGUA) es menor que 90% entonces la válvula 10 se abrirá para permitir que el tanque secundario 2 de agua se llene, cuando el valor del tanque secundario 2 de agua sea igual o mayor a 90% entonces la válvula 10 se cerrará.

El bloque 3 de la figura 3.34 muestra que si el valor del tanque secundario de agua 2 (NIVEL_TAQ2_AGUA) es igual o mayor a 90% y el valor del nivel del tanque secundario 3 de agua (NIVEL_TAQ3_AGUA) es menor que 90% entonces la válvula 11 se abrirá para permitir que el tanque secundario 3 de agua se llene, cuando el valor del tanque secundario 3 de agua sea igual o mayor a 90% entonces la válvula 11 se cerrará y se abrirá la válvula 12 que dirige el agua hacia otro lado.

Cabe destacar que cada bloque posee un bloqueo, con esto se logra que los tanques se llenen en un orden determinado.

3.3.3 LLENADO DEL TANQUE PRINCIPAL DE AGUA. (TAQ_PRIN_AGUA_LLEN)

Como se explicó anteriormente el riego a las parcelas es por goteo y se necesita que el agua este en un nivel más alto que las parcelas ya que por gravedad se realice el riego, debido a ello todo lo recolectado tiene que ser bombeado hacia un tanque principal que esta a mayor altura y es de mayor capacidad que los tanques secundarios.

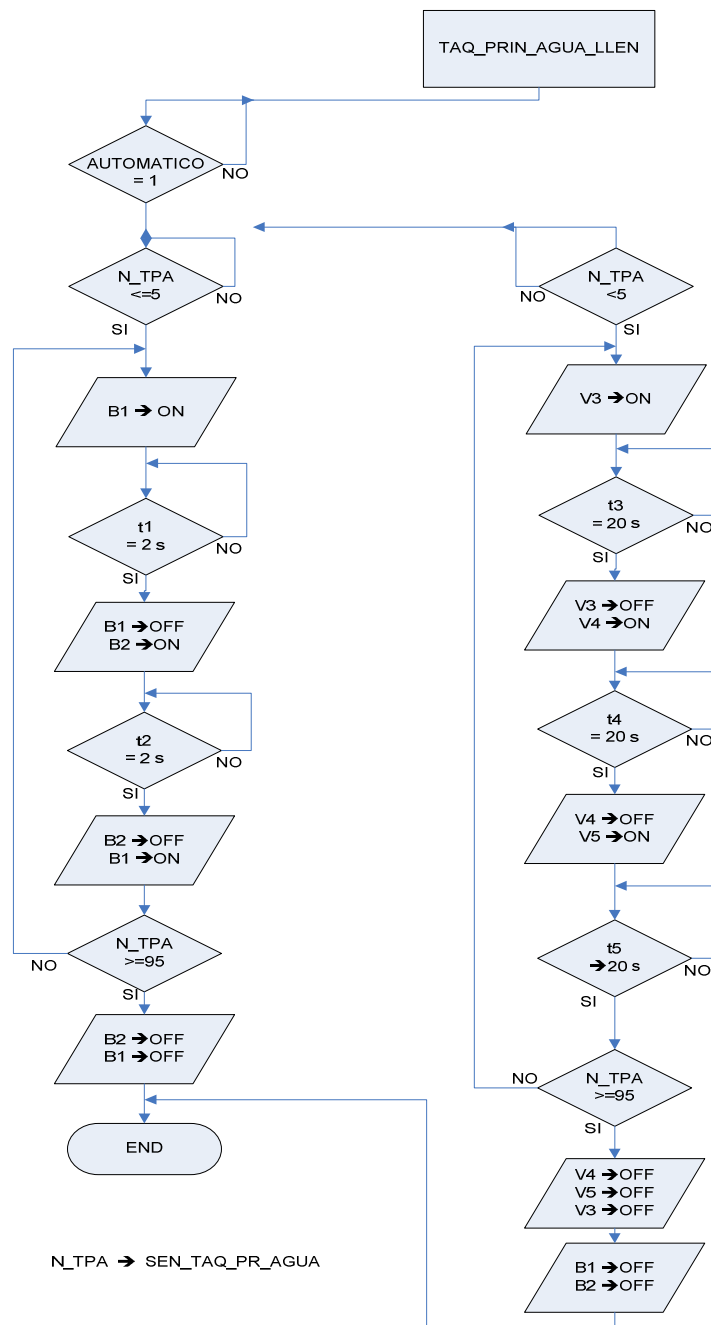


FIGURA 3.35 FLUJO GRAMA PROGRAMACION DE PLC LLENADO DE TANQUE PRINCIPAL DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

Esta parte de la programación es muy sencilla ya que solo se tiene que controlar el funcionamiento de dos bombas y tres válvulas; las bombas funcionan en forma alternada para evitar su calentamiento y alargar su vida útil, de igual manera se tiene en esta sección tres válvulas cada una de ellas controla la salida de agua de cada tanque secundario, su distribución es de la siguiente manera:

- V3 ➔ Salida tanque secundario 1.
- V4 ➔ Salida tanque secundario 2.
- V5 ➔ Salida tanque secundario 3.

Básicamente el desarrollo de esta pantalla empieza monitoreando el valor del nivel del tanque principal de agua (SEN_TAQ_PR_AGUA), si este valor es igual o mayor a 5% del valor del tanque entonces se activa la bomba 1 al igual que la válvula 3 que corresponde al tanque secundario de agua 1, también se activan dos temporizadores uno que cuenta dos segundos y otro que cuenta veinte segundos, al transcurrir el tiempo de dos segundos es decir del temporizador t1 la bomba 1 se apaga y se enciende la bomba 2 al mismo tiempo, simultáneamente al transcurrir el tiempo t1 empieza la cuenta de t2 que es de dos segundos, transcurridos los cuales la bomba b1 se enciende y la bomba b2 se apaga, este procedimiento se repite varias veces hasta que el tanque principal de agua llegue a tener un valor de 95%.

De igual manera cuando el sensor de nivel del tanque principal de agua tiene un valor mayor o igual al 5% de su capacidad se activa la válvula V3, también se activa el temporizador t3 de veinte segundos, transcurridos los cuales se cierra la válvula V3 y se activa la válvula V4 correspondiente al tanque secundario 2, al mismo tiempo se activa el temporizador t4 también de veinte segundos transcurridos los cuales se cierra la válvula V4 y se activa la válvula V5 correspondiente al tanque secundario 3, esta operación se repite hasta que el valor del nivel del tanque principal de agua sea mayor o igual a 95% de su valor.

Cabe recalcar que los temporizadores utilizados para el control de bombas es independiente de los temporizadores que controlan las válvulas.

3.3.4 SUBROUTINA DE PROGRAMACION DE DOSIFICACION. (DOSIFICACION)

La subrutina de programación en el PLC para la dosificación de nutrientes consta de tres opciones para mezcla las cuales se aprecian en la figura 3.8 de este capítulo, a continuación se puede apreciar en la figura 3.36 el flujo grama que muestra el proceso de la programación para la dosificación.

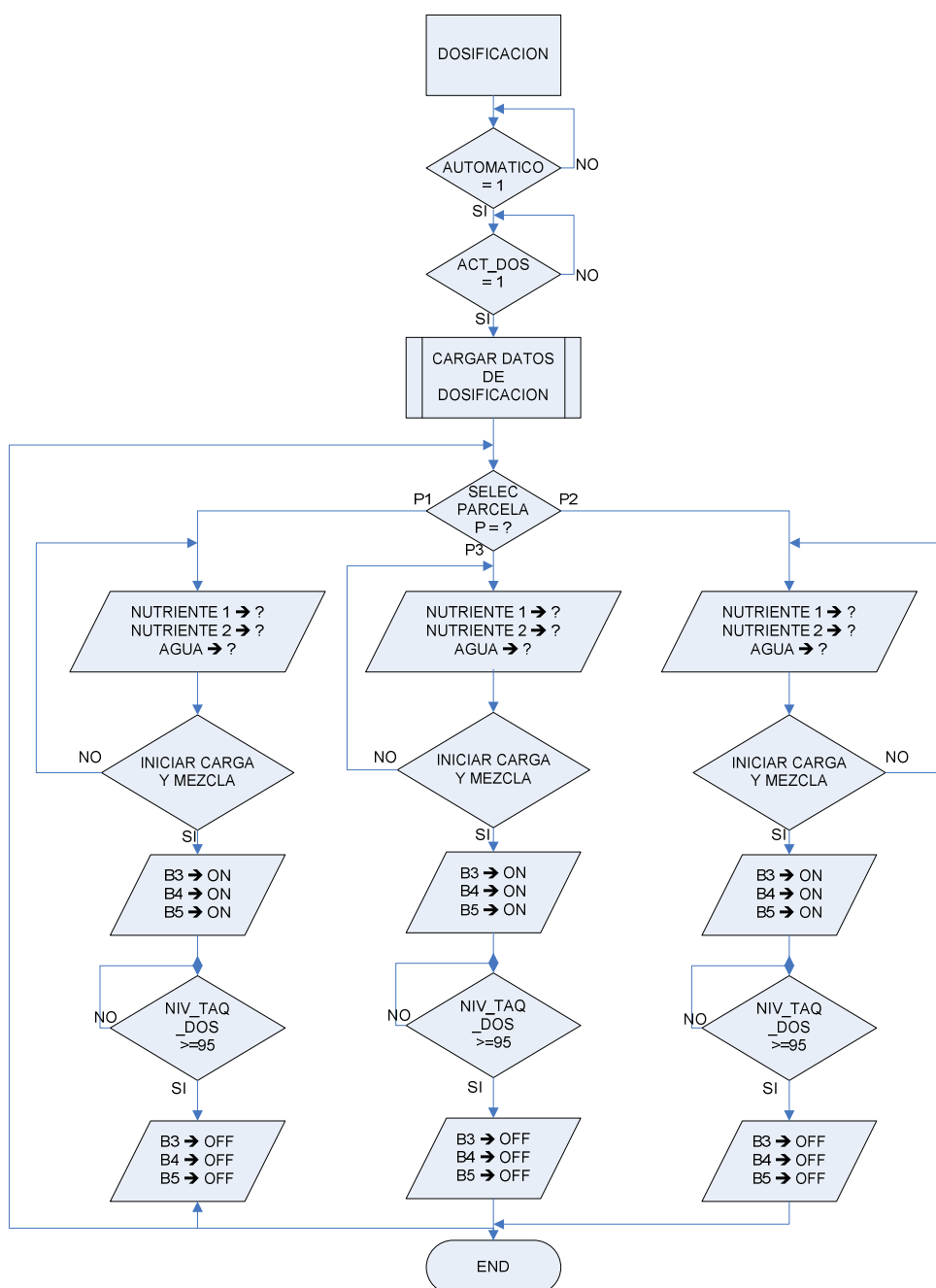


FIGURA 3.36 FLUJO GRAMA DE LA PROGRAMACION DE LA SUBROUTINA DOSIFICACION EN EL PLC

FUENTE: LOS AUTORES

En la programación de esta pantalla, se tiene la parte de dosificación de nutrientes, para la explicación se debe enfocar en la programación en LabView ya que el PLC solo enciende válvulas y bombas, lee datos de nivel y desde la pantalla de LabView se ingresan los porcentajes de todos los datos y se los direcciona hacia las parcelas, a continuación se menciona algunos puntos de la programación de la pantalla en LabView pero no a profundidad ya que esto se lo hará posteriormente en la explicación de la programación en LabView.

La pantalla de programación de dosificación de nutrientes (DOSIFICACION) controla tres bombas y una válvula, las bombas son las que envían el nutriente y el agua hacia el tanque para mezcla de nutrientes y la válvula que permite que el nutriente ya mezclado vaya hacia las parcelas, a continuación se describe los elementos a utilizar.

- B3 ➔ Nutriente 1.
- B4 ➔ Nutriente 2.
- B5 ➔ Agua.
- V2 ➔ Salida de mezcla de nutriente.

Cuando el contacto de automático esta en la posición ON, se verifica que opción se ha elegido en la pantalla de programación de dosificación en LabView, tenemos tres; uno para cada parcela, la figura 3.8 nos muestra que receta se desea aplicar.

Una vez escogida la receta el programa espera la orden de iniciar la mezcla o detenerse, como se muestra a continuación.



FIGURA 3.37 BOTONES PARA INICIO Y PARO DE MEZCLA DE NUTRIENTES

FUENTE: LOS AUTORES

Cuando se da la orden de iniciar la mezcla, el programa del PLC enciende las bombas 3, 4 y 5 las cuales envían los componentes para la mezcla según el valor que se ingreso desde LabView, al mismo tiempo se monitorea el valor del nivel del tanque para mezcla de nutrientes.

Tomando en cuenta que el valor bombeado hacia el tanque no debe exceder de 100% del nivel del tanque para mezcla de nutrientes, si este valor fuere mayor, el programa emite un mensaje de error.

En el momento en que se haya terminado la mezcla se puede abrir la válvula V2 para permitir el riego de nutriente hacia la parcela que se escoja.

3.3.5 SUBROUTINA DE RIEGO. (RIEGO_DE_AGUA)

La subrutina de riego controla cinco válvulas una para control de riego de agua, una para control de riego de nutriente y tres que controlan el riego a cada parcela, el programa posee un bloqueo que no deja regar agua y nutriente al mismo tiempo, pero dicho bloqueo esta en la parte de LabView, la distribución de válvulas esta realizada de la siguiente manera:

- V1 ➔ Válvula para riego de agua.
- V2 ➔ Válvula para riego de nutriente.
- V6 ➔ Válvula para riego a parcela 1.
- V7 ➔ Válvula para riego a parcela 2.
- V8 ➔ Válvula para riego a parcela 3.

Como muestra el flujo grama de la figura 3.38 se verifica que contacto esta activado, si el riego de agua o el riego de mezcla de nutriente, si el contacto riego de agua esta en 0 entonces la válvula 1 está cerrada, pero si es igual a 1 entonces la válvula 1 se abrirá permitiendo el paso para regar agua.

Si el contacto de riego de nutriente es igual a 0 entonces la válvula 2 está cerrada, pero si el contacto es igual a 1 entonces la válvula 2 se abrirá permitiendo así el riego de nutriente.

Una vez escogido el elemento se procede a escoger que parcela se desea regar, tomando en cuenta que se puede regar las tres parcelas al mismo tiempo, dependiendo de la necesidad de las plantas, a continuación se muestra el flujo grama de la programación de esta pantalla.

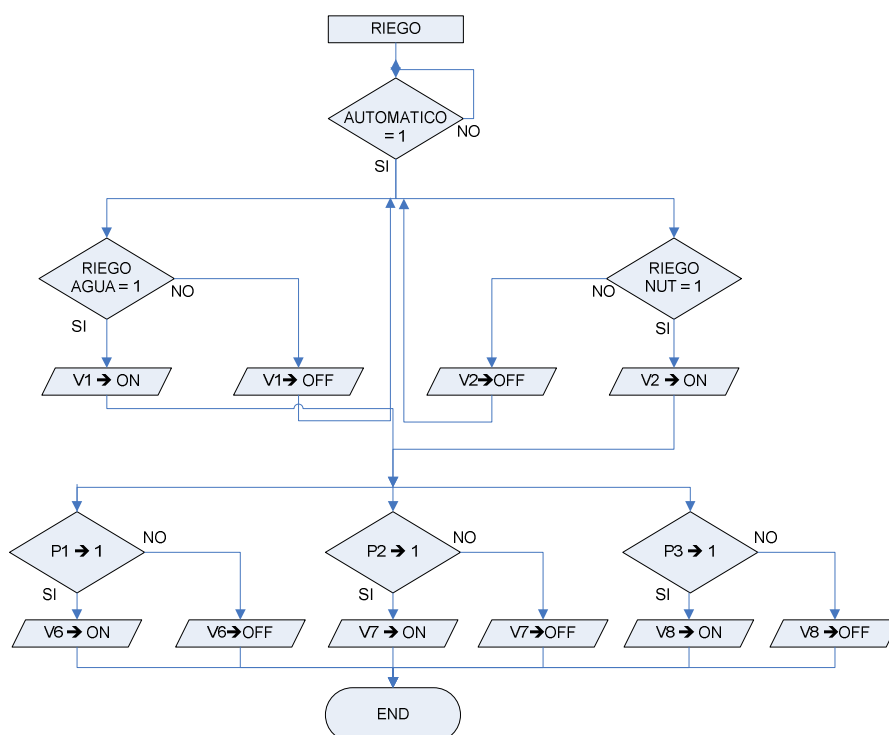


FIGURA 3.38 FLUJO GRAMA DE LA PROGRAMACION DE LA SUBROUTINA RIEGO EN EL PLC

FUENTE: LOS AUTORES

A continuación se describe que válvula permite el riego a cada parcela.

		V6	V7	V8
CONTROL PARCELA 1	1	ON	ON	ON
	0	OFF	OFF	OFF
CONTROL PARCELA 2	1	ON	ON	ON
	0	OFF	OFF	OFF
CONTROL PARCELA 3	1	ON	ON	ON
	0	OFF	OFF	OFF

TABLA 3.2 TABLA DE DESCRIPCION DE CONTROL DE VALVULAS A PARCELAS

FUENTE: LOS AUTORES

3.4 PROGRAMACIÓN EN LabView

Además de toda la programación en el PLC S7-200 se ha realizado la programación en LabView en un entorno gráfico, se ha intentado que el SCADA que puede ver el usuario sea lo más entendible posible.

La programación se la explicará por pantallas, tomando en cuenta que en su mayoría están relacionadas y varias toman información de otras para su ejecución.

3.4.1 PANTALLA CARATULA

La primera pantalla que aparece en el SCADA es la llamada “CARATULA” que únicamente posee textos de edición y un solo botón de programación, los textos en este caso nada más son información de la tesis realizada.

La figura 3.1 muestra la pantalla “CARATULA” en la cual se encuentra el botón de programación llamado “SIGUIENTE”, su programación se muestra a continuación.

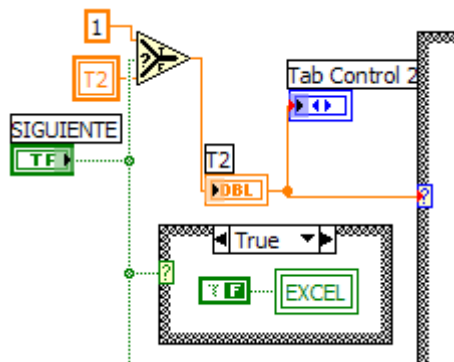


FIGURA 3.39 PROGRAMACIÓN BOTON SIGUIENTE DE PANTALLA CARATULA EN LABVIEW

FUENTE: LOS AUTORES

Todo el SCADA programado se ha diseñado en un solo VI, el que contiene todas las pantallas, esto se lo ha logrado con la utilización de Tabs Control, uno que contiene: carátula, pantalla de selección de usuario y contraseña y una página que contiene un panel principal y otro Tab control que a su vez contiene todas las demás pantallas que son:

- Pantalla REPORTES.
- Pantalla CONTROL DE SISTEMA DE RIEGO.
- Pantalla DOSIFICACIÓN.
- Pantalla RECOLECCIÓN DE AGUA.
- Pantalla PRINCIPAL.
- Pantalla ALARMAS.
- Pantalla CURVAS DE NIVEL DE LOS TANQUES.

Con la utilización de los Tabs control se tiene toda la programación del SCADA en un solo VI y básicamente lo que realiza la programación de la figura 3.41 es cambiar la página que se visualiza del tab control 2.

Una vez ingresado al programa se tiene la siguiente figura:

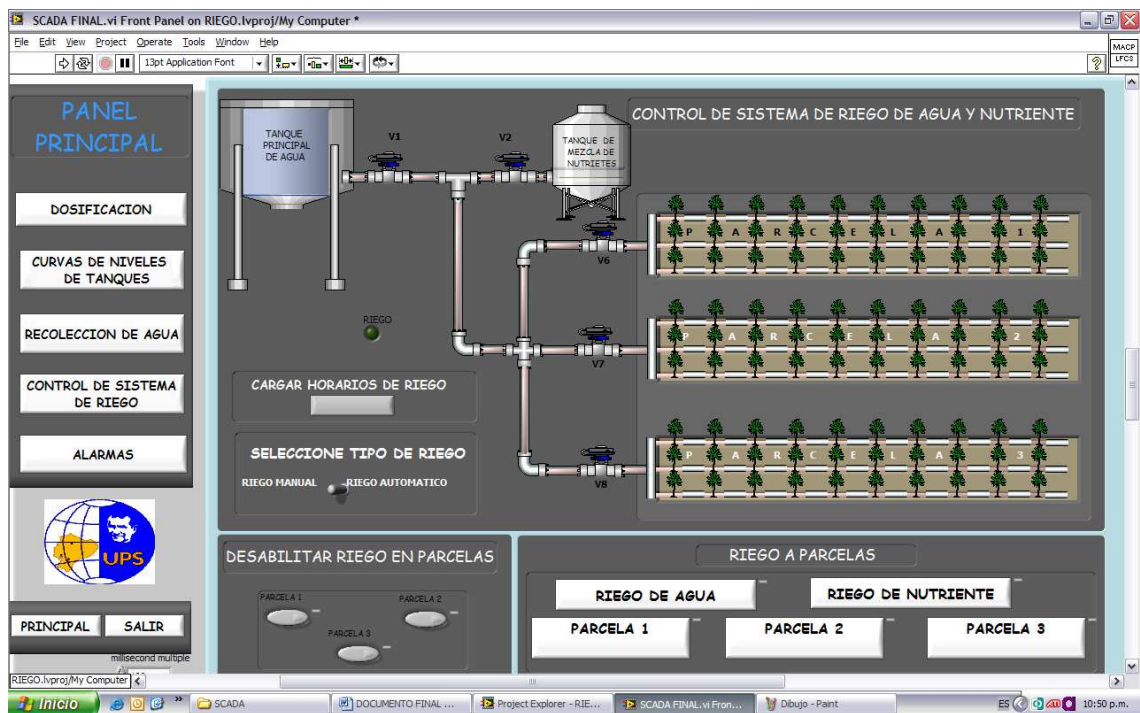


FIGURA 3.40 PANTALLA CONTROL DE SISTEMA DE RIEGO DE AGUA Y NUTRIENTE
FUENTE: LOS AUTORES

En la figura anterior se observa en la parte izquierda de la pantalla un panel principal que contiene los siguientes botones:

- Dosificación.
- Curvas de niveles de tanques.
- Recolección de agua.
- Control de sistema de riego.
- Alarmas.
- Principal.
- Salir.

Todos estos botones al ser pulsados hacen aparecer las distintas pantallas que contienen sus mismos nombres, así logramos que en un mismo Tab control y por ende en un mismo VI contener toda la programación del SCADA.

3.4.2 PROGRAMACION DEL PANEL PRINCIPAL

La figura 3.41 contiene toda la programación del panel principal que no es más que varios elementos selectores que según se requiere llamarán a las diferentes páginas del Tab control que a su vez están contenidas en un *Case structure*.

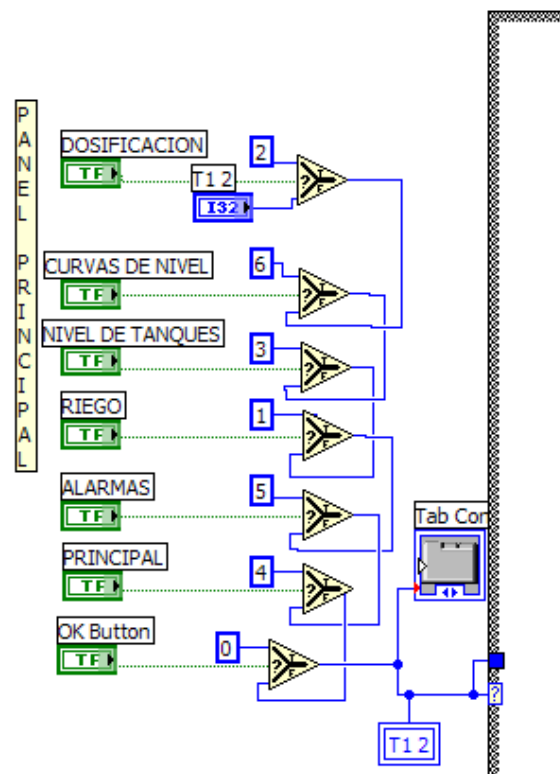


FIGURA 3.41 PROGRAMACIÓN EN LABVIEW DE PANEL PRINCIPAL

FUENTE: LOS AUTORES

3.4.3 PROGRAMACION PANTALLA CONTROL DE SISTEMA DE RIEGO DE AGUA Y NUTRIENTE

En esta pantalla se realiza el control de riego de agua y nutrientes a las tres parcelas existentes, se puede escoger riego de agua o riego de nutriente pero no los dos riegos a la ves porque se perdería la mezcla realizada en la dosificación.

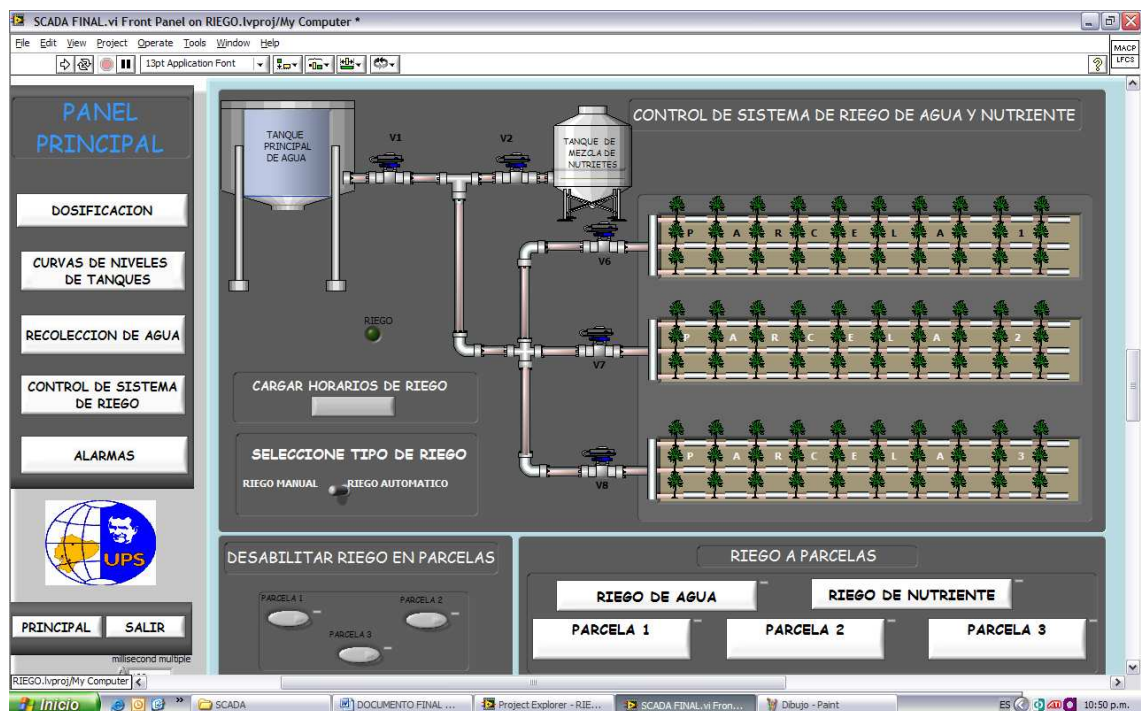


FIGURA 3.42 PANTALLA CONTROL DE SISTEMA DE RIEGO DE AGUA Y NUTRIENTE

FUENTE: LOS AUTORES

Como se observa en la figura anterior, en la parte superior tenemos los tanques de agua y mezcla de nutriente, y su flujo hacia las parcelas esta controlado por la válvula 1 (V1) y la válvula 2 (V2) respectivamente.

Una vez escogido el tipo de líquido a regar se debe escoger hacia que parcela regar; se puede escoger una parcela, dos parcelas o tres parcelas según se desee, a continuación se describen como esta distribuido el control de flujo hacia las parcelas.

- V6 → Parcela 1.
- V7 → Parcela 2.
- V8 → Parcela 3.

En la pantalla se tiene el botón CARGAR RECETAS DE RIEGO, y como su nombre lo indica sirve para ingresar datos para futuros riegos en caso de que el operador del sistema tenga que dejar programando riegos a las parcelas en momentos que el no se encuentre y sean en forma automático, este botón se lo puede utilizar siempre y cuando el botón de selección de riego este en la posición automática.

3.4.4 PROGRAMACION BOTON CARGAR RECETAS DE RIEGO



FIGURA 3.43 BOTON CARGAR RECETAS DE RIEGO

FUENTE: LOS AUTORES

Como se indicó anteriormente cuando se coloca el selector de tipo de riego en automático se abre un archivo en formato Excel en donde se puede cargar: fecha, hora desde, hora hasta, parcela 1, parcela 2, parcela 3, agua, nutriente, y todos los datos ingresados en este archivo al pulsar el botón CARGAR RECETAS DE RIEGO se guardan para ser ejecutados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	FECHA	HORA DESDE	HORA HASTA	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	AGUA	NUTRIENTE							
1															
2	05/08/2009	08:32 p.m.	08:33 p.m.	1	1	1	1	0							
3	05/08/2009	08:11 p.m.	08:12 p.m.	0	1	0	0	1							
4	05/08/2009	08:13 p.m.	08:14 p.m.	0	1	1	0	1							
5	05/08/2009	08:15 p.m.	08:16 p.m.	1	0	0	1	1							
6	24/08/2009	07:37 p.m.	07:39 p.m.	1	0	0	0	1							
7	24/08/2009	07:40 p.m.	07:41 p.m.	0	1	1	1	0							
8	24/08/2009	08:00 p.m.	08:02 p.m.	0	1	1	1	0							
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
32															
33															
34															
35															
36															
37															

FIGURA 3.44 ARCHIVO RECETAS PARA CARGAR DATOS DE RIEGO

FUENTE: LOS AUTORES

La siguiente figura muestra la programación en LabView realizada tanto para el ingreso de datos del archivo RECETAS como para el ingreso de datos en el programa.

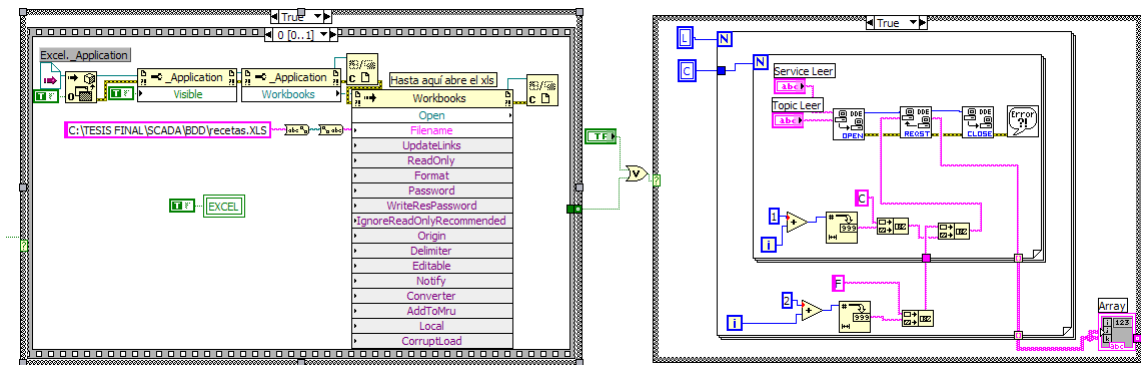


FIGURA 3.45 PROGRAMACION BOTON CARGAR RECETAS DE RIEGO.

FUENTE: LOS AUTORES

Para establecer una comunicación entre el archivo RECETAS que esta en formato Excel y el SCADA realizado en LabView se utiliza un DDE, en el cual se esta direccionando el archivo hacia LabView y cargando todos los datos ingresados en el mismo.

El archivo Recetas posee una tabla en la que se carga los datos de:

- Fecha ➔ Fecha en la cual se va a realizar el riego.
- Hora desde ➔ Hora que empieza el riego.
- Hora hasta ➔ Hora que termina el riego.
- Parcela 1 ➔ Se la puede activar o desactivar según se requiera.
- Parcela 2 ➔ Se la puede activar o desactivar según se requiera.
- Parcela 3 ➔ Se la puede activar o desactivar según se requiera.
- Agua ➔ Se lo puede activar si esta desactivado Nutriente.
- Nutriente ➔ Se lo puede activar si esta desactivado Riego.

FECHA	HORA DESDE	HORA HASTA	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	AGUA	NUTRIENTE
05/08/2009	08:32 p.m.	08:33 p.m.	1	1	1	1	0
05/08/2009	08:11 p.m.	08:12 p.m.	0	1	0	0	1
05/08/2009	08:13 p.m.	08:14 p.m.	0	1	1	0	1
05/08/2009	08:15 p.m.	08:16 p.m.	1	0	0	1	0
24/08/2009	07:37 p.m.	07:39 p.m.	1	0	0	0	1
24/08/2009	07:40 p.m.	07:41 p.m.	0	1	1	1	0
24/08/2009	08:00 p.m.	08:02 p.m.	0	1	1	1	0

TABLA 3.3 TABLA PARA INGRESO DE DATOS DE RIEGO
FUENTE: LOS AUTORES

En la tabla anterior se ingresa la fecha, hora desde y hora hasta en la que se desea realizar el riego, en la parte de las parcelas se puede ingresar 0 para no regar y 1 para regar, y en este caso se puede activar las 3 parcelas a la vez; y para la parte de riego de agua o nutriente 0 para desactivar riego y 1 para activar riego, tomando en cuenta que en este caso solo se puede escoger agua o nutriente pero no los dos a la vez.

3.4.5 PROGRAMACION AREA DESHABILITAR RIEGO EN PARCELAS

En la parte inferior de la pantalla tenemos un área destinada a deshabilitar riego en parcelas que sirve exclusivamente para suspender el riego en una de las parcelas o todas a la vez según los requerimientos.

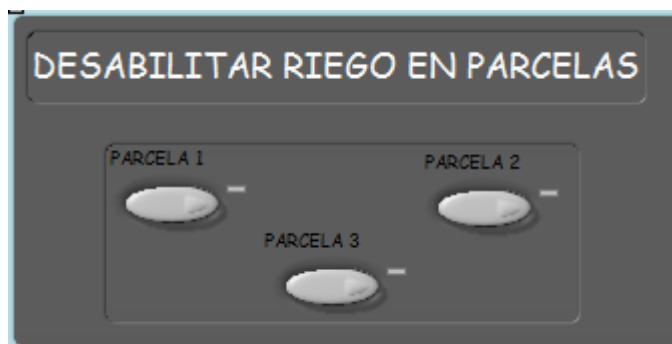


FIGURA 3.46 AREA DESHABILITAR RIEGO EN PARCELAS
FUENTE: LOS AUTORES

La deshabilitación de una parcela simplemente se realiza con un switch que permite ser utilizada o se la bloquea.

3.4.6 PROGRAMACION AREA RIEGO A PARCELAS

Esta etapa es en la que se escoge que se desea regar y a que parcelas, tomando en cuenta una ves mas que se pueden regar las tres parcelas al mismo tiempo pero nunca agua y nutriente a la vez.

En la siguiente figura se muestra la programación de toda la pantalla CONTROL DE RIEGO DE AGUA O NUTRIENTE, en la parte superior se tiene toda lo que es tuberías para que cambien de color cuando se activa o desactiva una válvula para crear así un efecto de agua circulando por las mismas, además de varios switchs que controlan tanto la apertura de las válvulas como el bloqueo de las mismas, tenemos también la recepción de datos de Excel como la hora, tiempo de riego y fecha del riego.

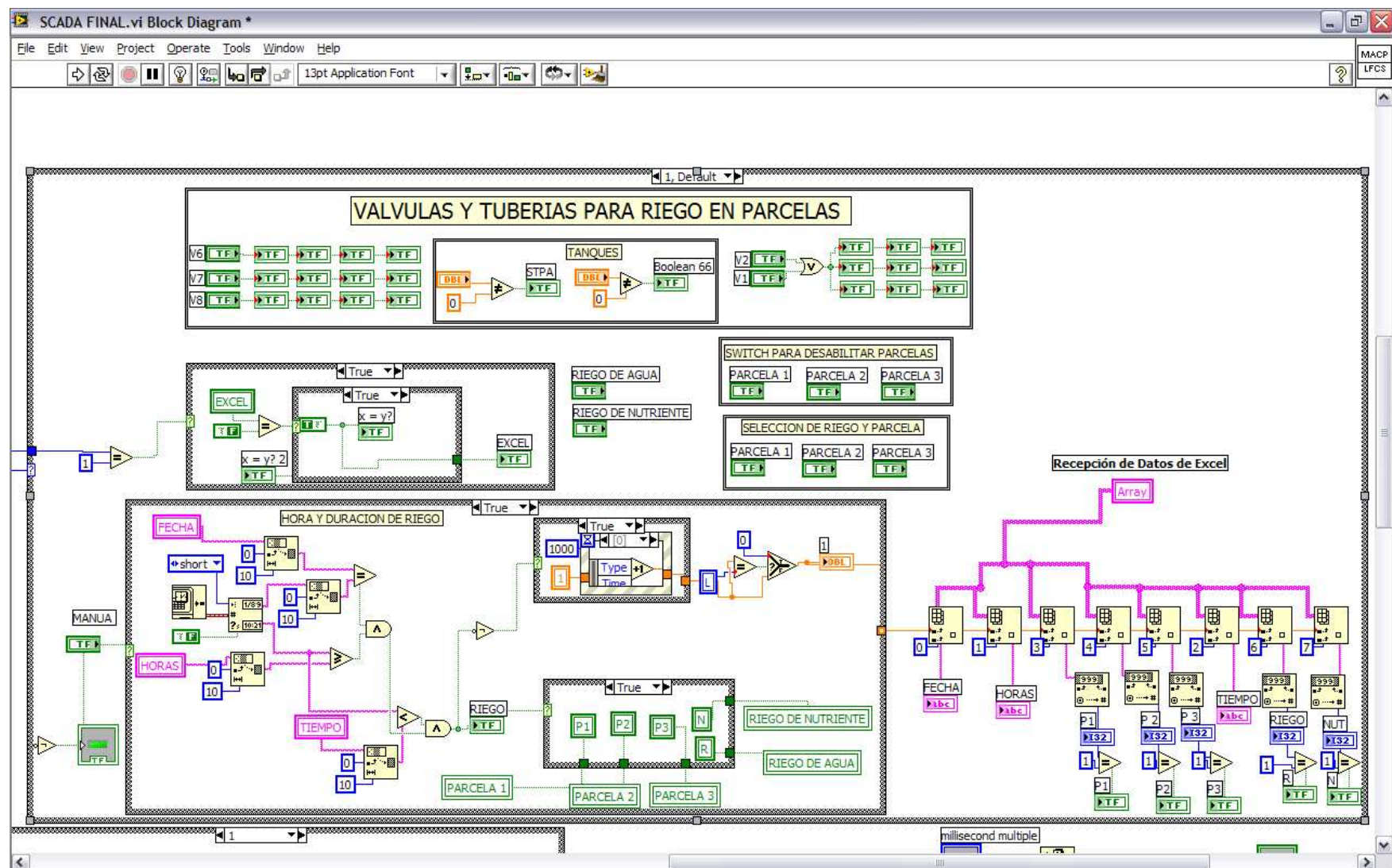


FIGURA 3.47 PROGRAMACIÓN PAGINA CONTROL DE RIEGO DE AGUA O NUTRIENTE 1

FUENTE: LOS AUTORES

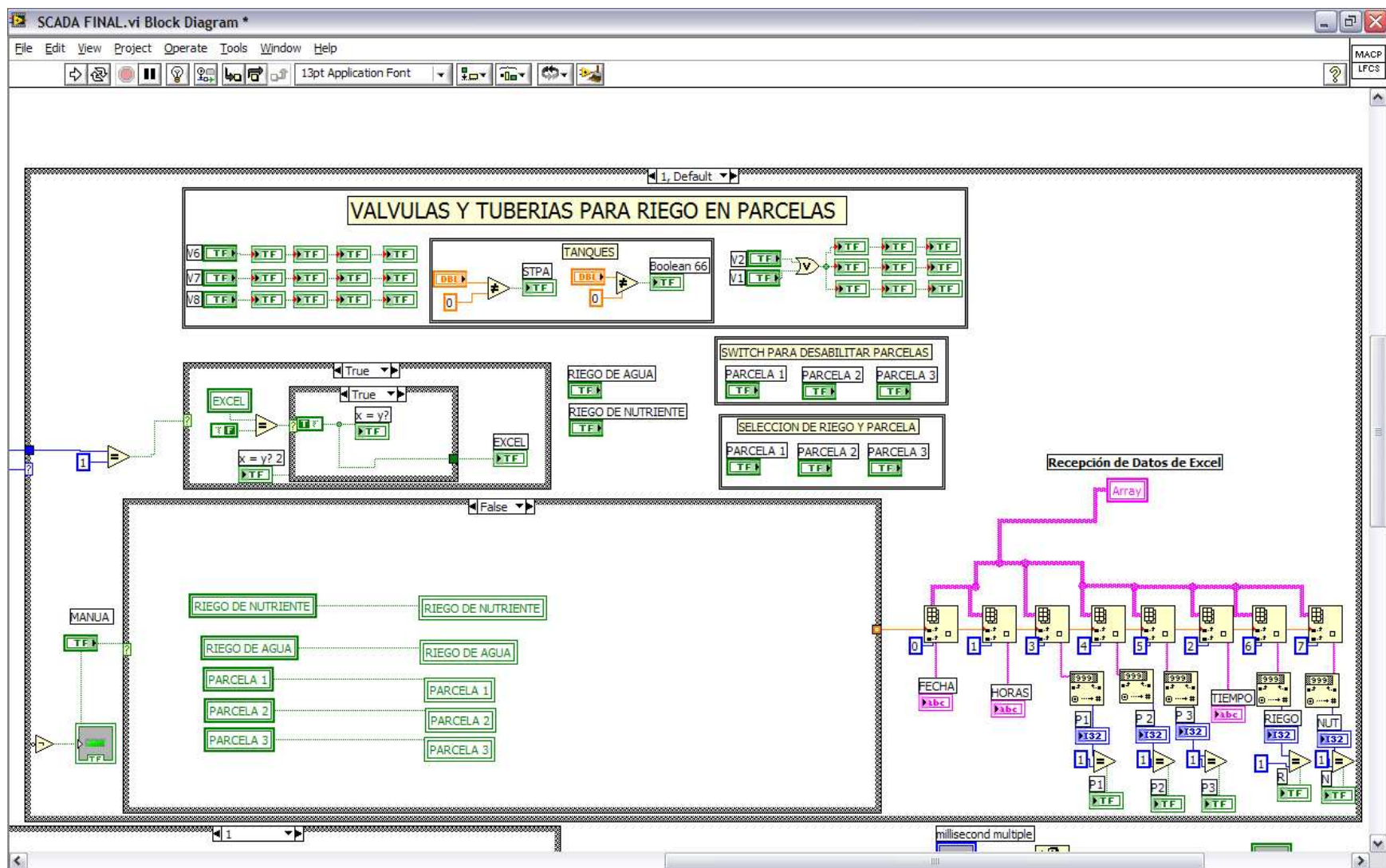


FIGURA 3.48 PROGRAMACION PAGINA CONTROL DE RIEGO DE AGUA O NUTRIENTE 2

FUENTE: LOS AUTORES

3.4.7 PROGRAMACION PANTALLA DOSIFICACION

La pantalla dosificación realiza la mezcla de nutrientes y agua para regar en las parcelas según los requerimientos de las plantas, cabe mencionar que los diferentes tipos de plantas necesitan dosis distintas de sustancias de fumigación por ello el software del prototipo da la opción de cargar distintos porcentajes de líquidos para la mezcla.

A continuación se observa la pantalla DOSIFICACION.

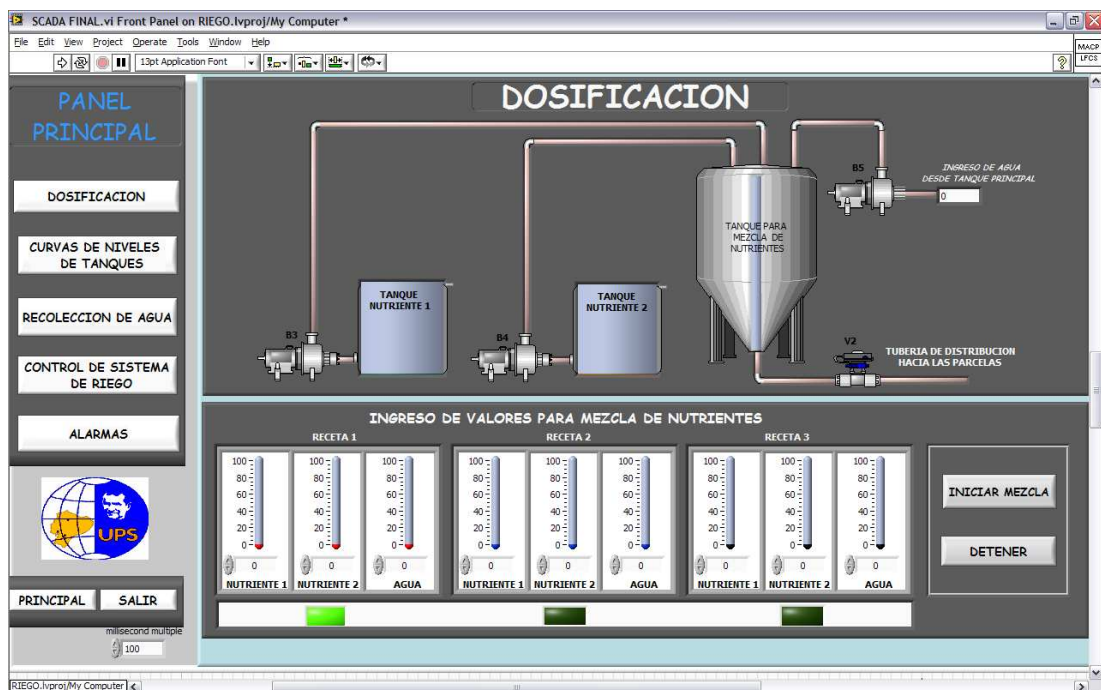


FIGURA 3.49 PANTALLA DOSIFICACION

FUENTE: LOS AUTORES

Como se puede observar la pantalla se divide en dos partes; la parte superior en donde se ubican los tanques secundarios de nutrientes, el tanque para mezcla de nutrientes, las bombas para envío de nutrientes mas el agua y una válvula de desfogue del nutriente ya mezclado, y la parte inferior donde se tiene tres opciones, una para cada parcela.

En la parte inferior se tiene 3 indicadores rectangulares de color verde de los cuales uno esta encendido o de color verde claro, y los restantes están apagados o de color

verde oscuro, esto quiere decir que el indicador que se encuentra seleccionado o de color verde claro es de la receta que se va a utilizar para la mezcla.

Dentro de cada receta tenemos tres slides que cargan el valor de un nutriente según la siguiente descripción:

- Slide 1 ➔ Nutriente 1 ➔ Carga el valor en porcentaje del tanque para mezcla de nutriente 1.
- Slide 2 ➔ Nutriente 2 ➔ Carga el valor en porcentaje del tanque para mezcla de nutriente 2.
- Slide 3 ➔ Agua ➔ Carga el valor en porcentaje del tanque para mezcla de nutriente con agua.

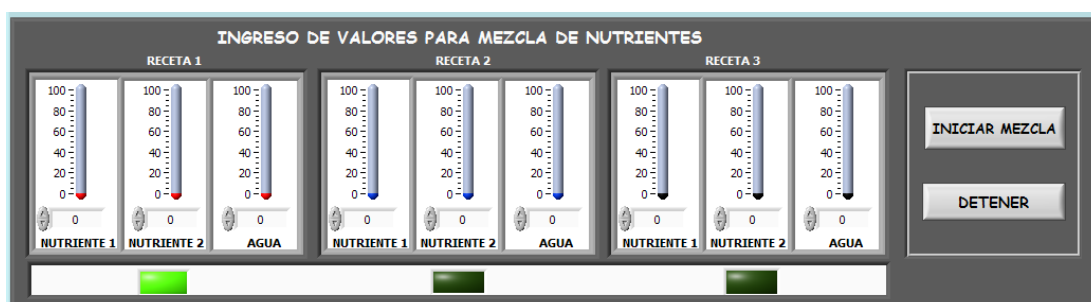


FIGURA 3.50 SELECCIÓN DE PORCENTAJES DE MEZCLA DE NUTRIENTES

FUENTE: LOS AUTORES

Una vez ingresados los porcentajes de mezcla de nutrientes y seleccionada la receta a utilizar se dirige a:



FIGURA 3.51 BOTONERA PARA INICIAR Y DETENER MEZCLA DE NUTRIENTES

FUENTE: LOS AUTORES

Los botones de la figura anterior permiten controlar iniciar y detener la mezcla de los nutrientes con el agua en el tanque para la mezcla de nutrientes.

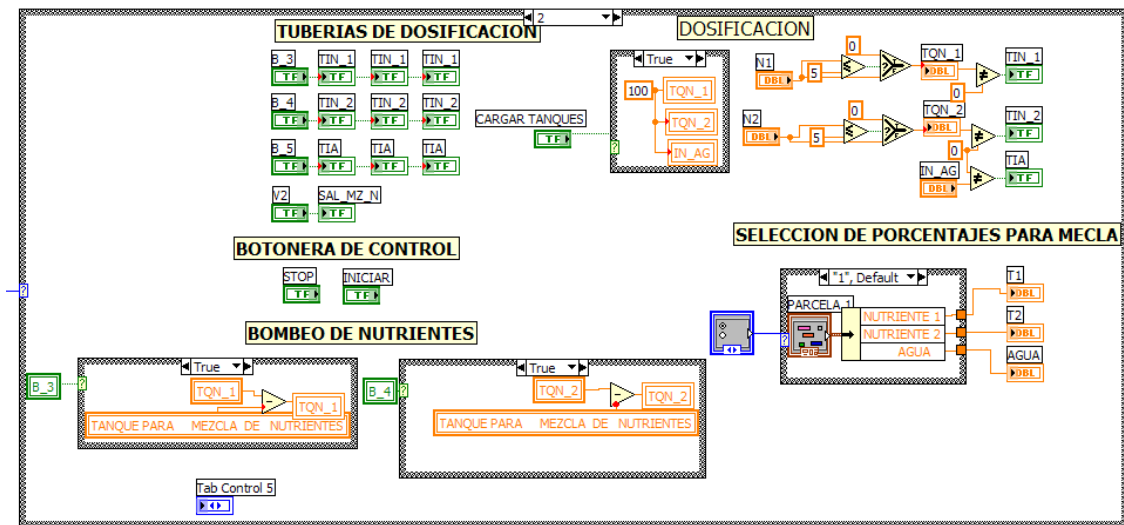


FIGURA 3.52 PROGRAMACION PANTALLA DOSIFICACION

FUENTE: LOS AUTORES

La programación realiza el cambio de color en tuberías para lograr un efecto de líquido circulando por ellas, además de la selección de que receta utilizar para el riego y sus porcentajes, y la activación del bombeo del nutriente hacia el tanque para mezcla de nutriente.

3.4.8 PROGRAMACION PANTALLA RECOLECCION DE AGUA

La recolección del agua viene de: techos, caminos, y de una malla colocada en el prototipo, esta malla capta el sereno de la noche convirtiéndole en agua y captándola de gota en gota.

Básicamente el funcionamiento de la recolección del agua comienza cuando se llena el pozo, en el cual está colocado un sensor de presencia de agua que envía una señal al programa para iniciar el ciclo de llenado de los tanques secundarios de recolección.

Se tiene tres tanques de almacenamiento de agua secundarios de 4,5 litros de capacidad y un tanque principal de 9.92 litros de capacidad; el ciclo empieza cuando

se activa el sensor de presencia de agua, y va llenando en orden los tanques hasta que se encuentren llenos. Una vez llenos se activa la válvula de desfogue.

Los elementos que se controlan en esta pantalla son:

- V9 → Válvula de llenado tanque secundario 1.
- V10 → Válvula de llenado tanque secundario 2.
- V11 → Válvula de llenado tanque secundario 3.
- V12 → Válvula de desfogue.
- V3 → Válvula de vaciado de tanque 1.
- V4 → Válvula de vaciado de tanque 2.
- V5 → Válvula de vaciado de tanque 3.
- B1 → Bomba 1.
- B2 → Bomba 2.
- Sensor de presencia de agua.

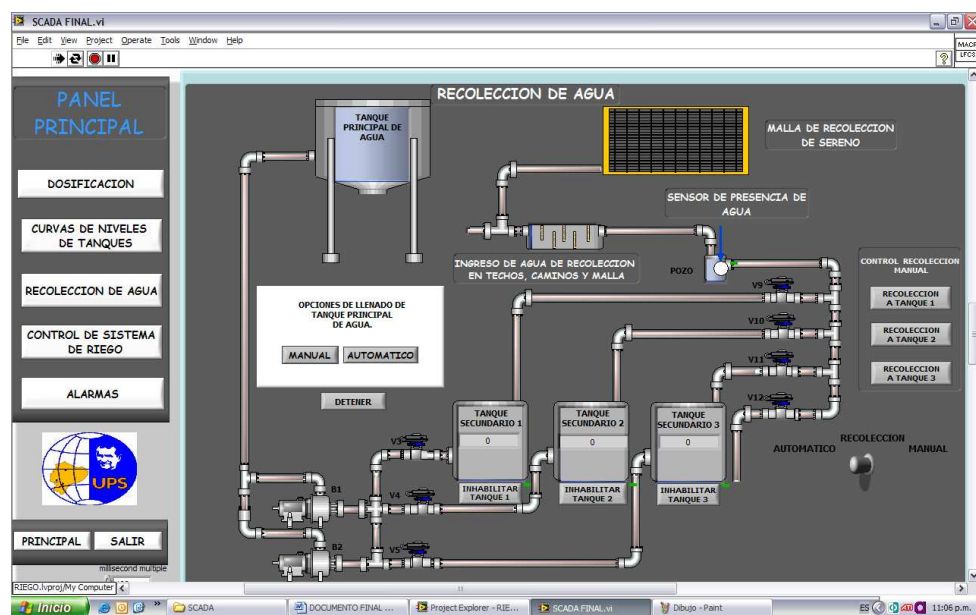


FIGURA 3.53 PANTALLA DE RECOLECCION DE AGUA.

FUENTE: LOS AUTORES

En la parte inferior derecha de la pantalla se tiene unos botones que habilitan o inhabilitan la recolección en un tanque seleccionado o el desfogue, además de botones que inician y detienen el llenado de agua de los tanques secundarios hacia el tanque principal de agua.

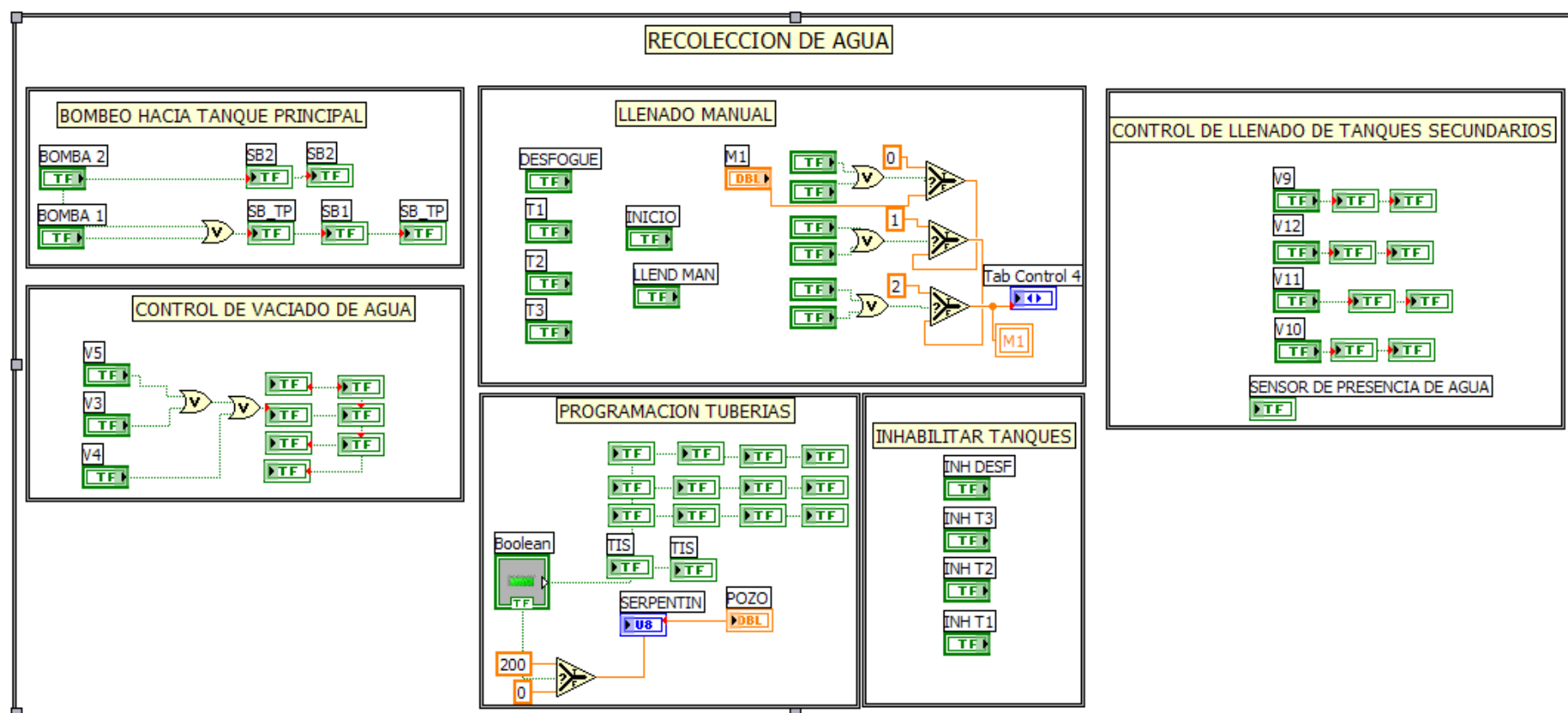


FIGURA 3.54 PROGRAMACIÓN PATALLA RECOLECCION DE AGUA

FUENTE: LOS AUTORES

3.4.9 PROGRAMACION PANTALLA PRINCIPAL

En esta sección se tiene un resumen de todos los elementos que posee el prototipo, el cual consiste de un PC, PLC con dos módulos de expansión de entradas análogas y un módulo de expansión de salidas digitales, válvulas, bombas, tanques de almacenamiento de agua, tanques de almacenamiento de nutrientes, sensor de presencia de agua y todos los indicadores de nivel de los tanques.

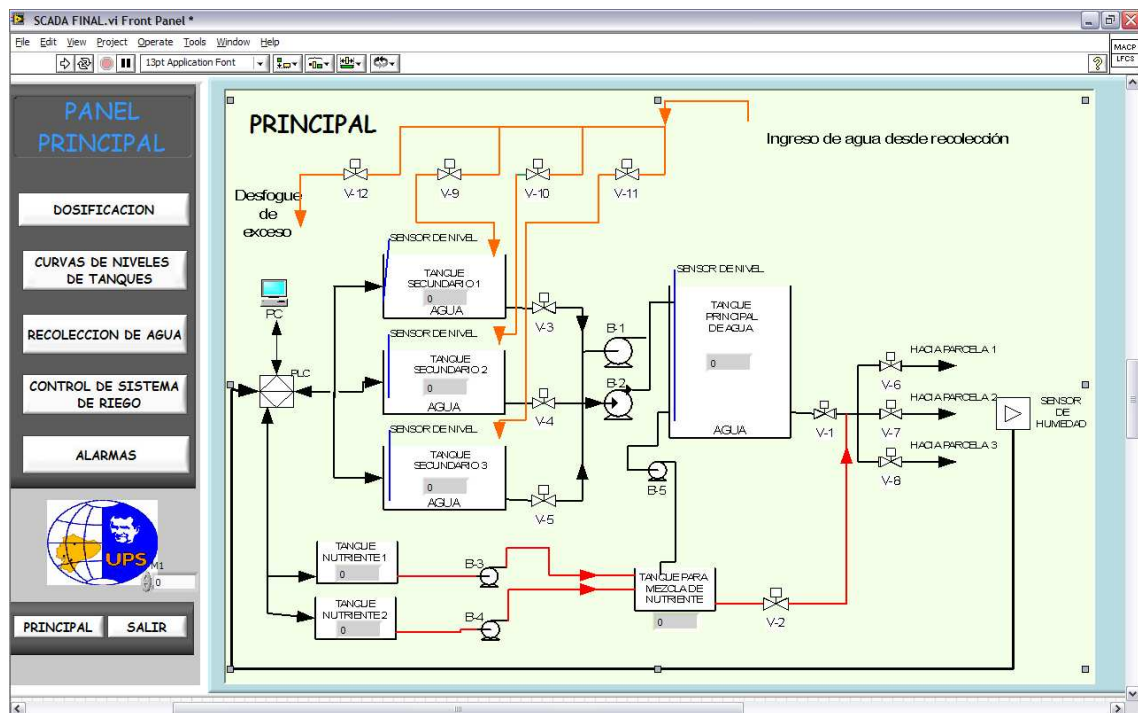


FIGURA 3.55 PANTALLA PRINCIPAL.

FUENTE: LOS AUTORES

3.4.10 PROGRAMACION PANTALLA ALARMAS

En esta pantalla la programación no es más que la colocación de indicadores para los niveles de los tanques; para niveles altos y niveles bajos en todos los respectivos tanques del sistema.

La siguiente pantalla muestra todas las alarmas que posee el prototipo.

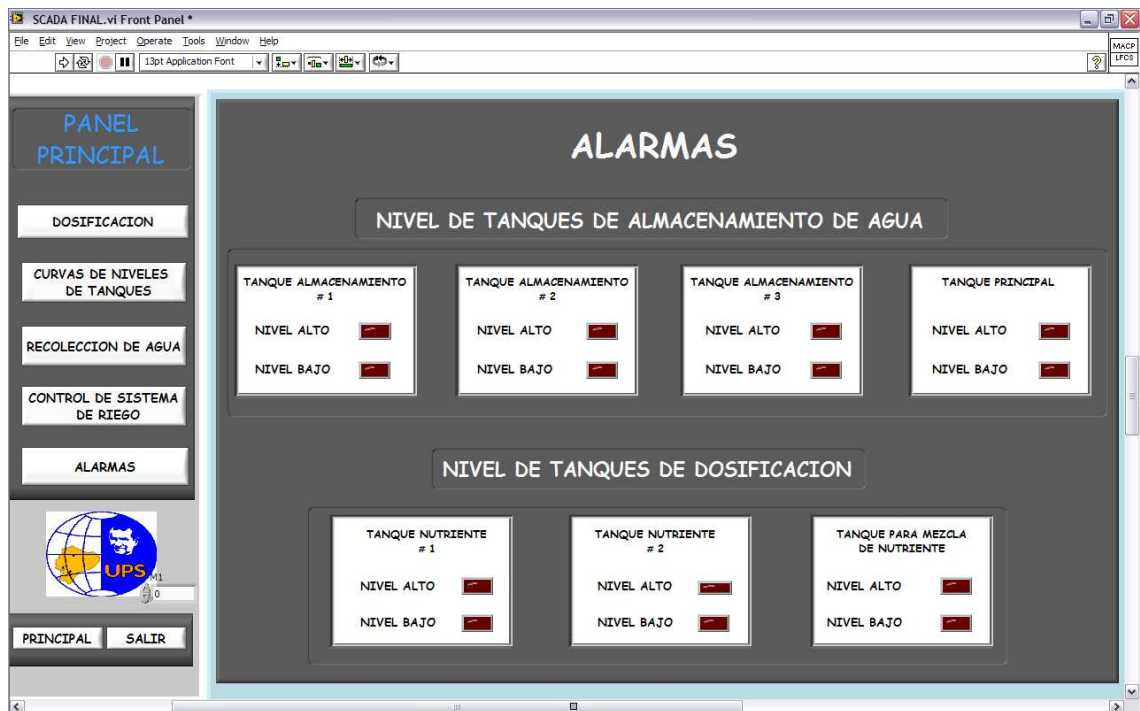


FIGURA 3.56 PANTALLA ALARMAS
FUENTE: LOS AUTORES

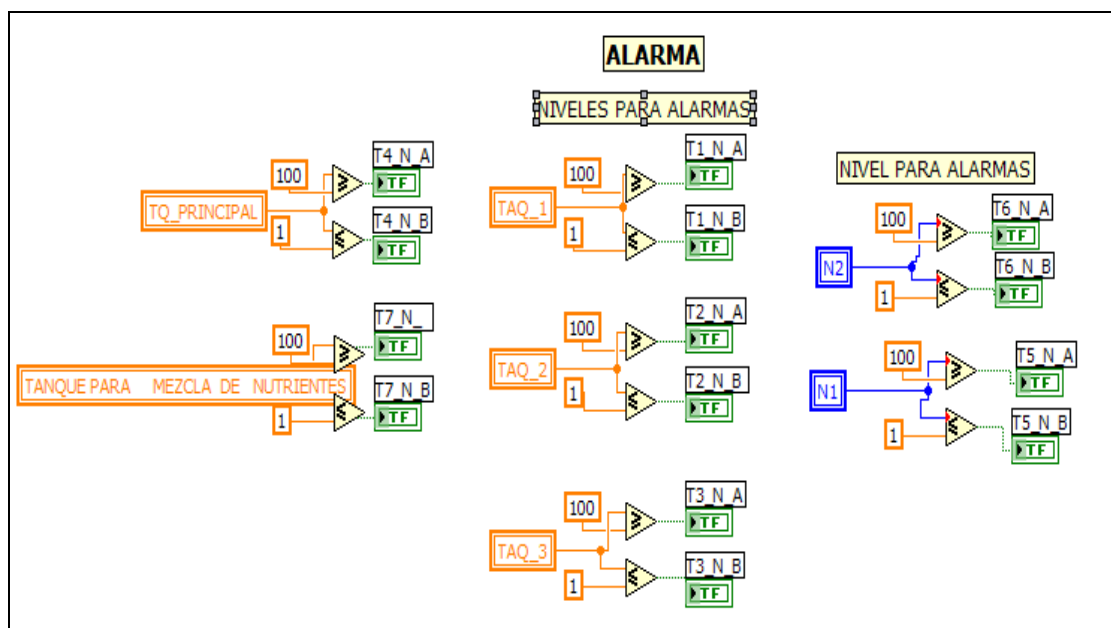


FIGURA 3.57 PROGRAMACIÓN PANTALLA ALARMAS
FUENTE: LOS AUTORES

3.4.11 PROGRAMACION PANTALLA CURVAS DE NIVELES DE TANQUES

En la pantalla CURVAS DE NIVELES DE TANQUES se direccionan los niveles de todos los tanques de agua al primer Waveform Charts y los niveles de los tanques de dosificación hacia el segundo Waveform Charts. De esta manera se logra obtener todos los históricos en una sola pantalla.

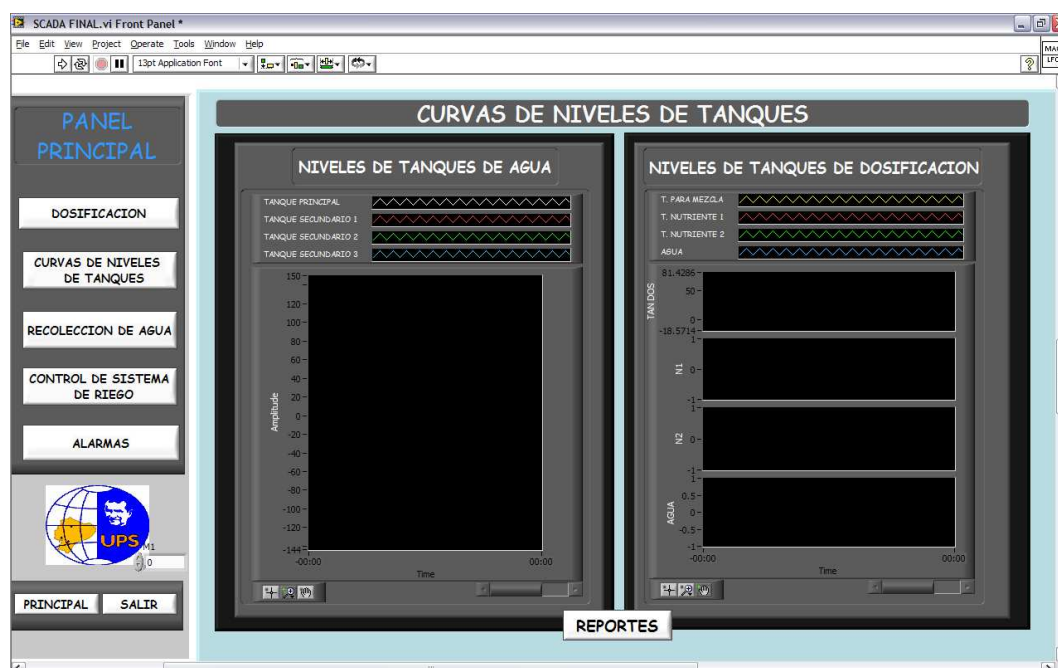


FIGURA 3.58 PANTALLA CURVAS DE NIVELES DE TANQUES

FUENTE: LOS AUTORES

A continuación la programación de la pantalla curva de niveles de tanques en LabView.

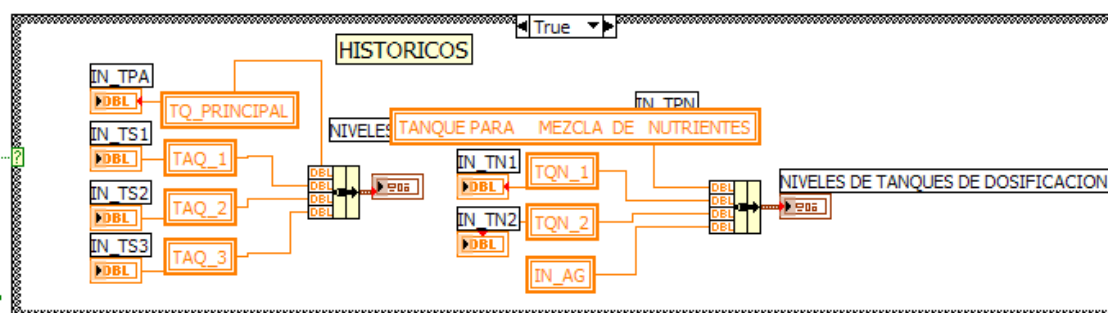


FIGURA 3.59 PROGRAMACIÓN EN LABVIEW DE LA PANTALLA CURVAS DE NIVELES DE TANQUES.

FUENTE: LOS AUTORES

Además en esta pantalla se tiene un botón llamado reportes el cual al presionarlo aparecerá la pantalla Reportes.



FIGURA 3.60 BOTÓN REPORTES EN PANTALLA CURVAS DE NIVELES DE TANQUES.

FUENTE: LOS AUTORES

Este botón despliega la pantalla reportes que se encuentra en la página 7 del Tab Control.

3.4.11.1 PROGRAMACION PANTALLA REPORTES



FIGURA 3.61 PANTALLA REPORTES

FUENTE: LOS AUTORES

El prototipo posee una base de datos que está recolectando información constantemente, esta base de datos ha sido realizada en Microsoft Access y su principal función es obtener la información de cuanta cantidad de agua se recolecto tanto de techos y caminos como desde la malla captadora de sereno.

A continuación en la siguiente figura se muestra la pantalla que aparece en Microsoft Access, que indica la tabla de datos que posee.

- Direccionalarla.

Y finalmente la programación realizada en LabView es la siguiente:

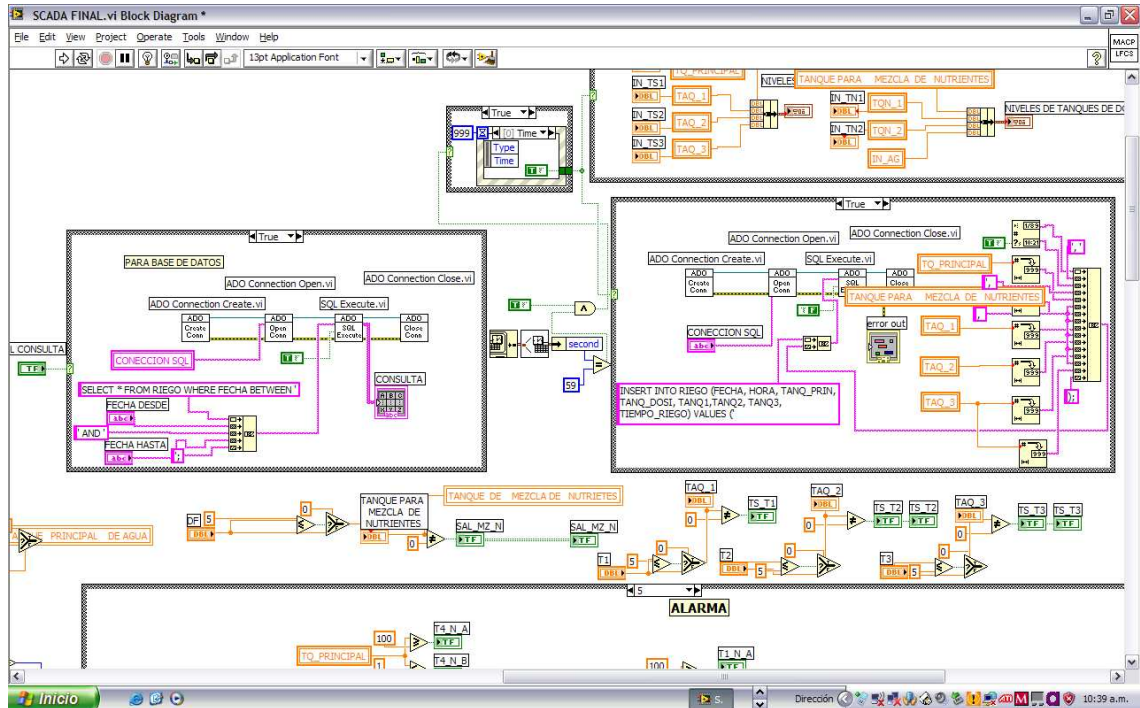


FIGURA 3.63 PROGRAMACIÓN BASE DE DATOS

FUENTE: LOS AUTORES

Básicamente a la izquierda de la figura 3.62 se abre la conexión con la base de datos para realizar la consulta, ingresando:

- Fecha desde ➔ Fecha desde cuando se desea realizar la consulta.
- Fecha Hasta ➔ Fecha hasta cuando se desea realizar la consulta.

Esto se ha logrado pidiendo al programa que seleccione los datos obtenidos desde la base de datos llamada RIEGO.

En la parte izquierda de la figura 3.63 se ha programado la apertura para la conexión entre el software y la base de datos en la cual se graban todos los datos de: fecha, hora y tanques.

3.5 COMUNICACIÓN PC-PLC

3.5.1 INTERFAZ HOMBRE MAQUINA

El interfaz hombre maquina se realiza con el software LabView 9.0, teniendo en cuenta una conexión de OPC el S7-200 PC Access.

3.5.2 S7-200 PC ACCESS

PC Access es un servidor para CPUs S7-200, quien interactúa con cualquier cliente OPC estándar. Permite optimizar el rendimiento, mejorar el funcionamiento, mantener aplicaciones de maquinas e instalaciones.

El **OPC**, es una interfaz abierta que permite intercambiar datos de forma estandarizada entre aplicaciones de automatización con PLCs, aparatos de campo y aplicaciones basadas en PCs, tales como HMI, debido al acceso, control y observación de datos.

3.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL PC ACCESS S7-200

- Cliente OPC (Aplicación que accede a los datos de proceso, avisos y ficheros de un servidor OPC) integrado.
- Complemento de Excel para visualizar en hojas de cálculo.
- Interfaz estándar con un cliente OPC cualquiera.
- Marca la hora cada vez que se actualizan las variable (si se utiliza cliente de prueba)
- Permite importar símbolos de proyectos de STEP 7-Micro/WIN (de las versiones 3.x a V 4.x).
- Soporta todos los tipos de datos del PLC S7-200, incluyendo temporizadores, contadores y cadenas.

3.5.4 ESTRUCTURA DE LOS PROYECTOS DE S7-200 PC ACCESS

S7-200 PC Access comprende elementos tanto de servidor como de cliente OPC.

En la siguiente figura se observa la estructura del interfaz de usuario del PC Access.

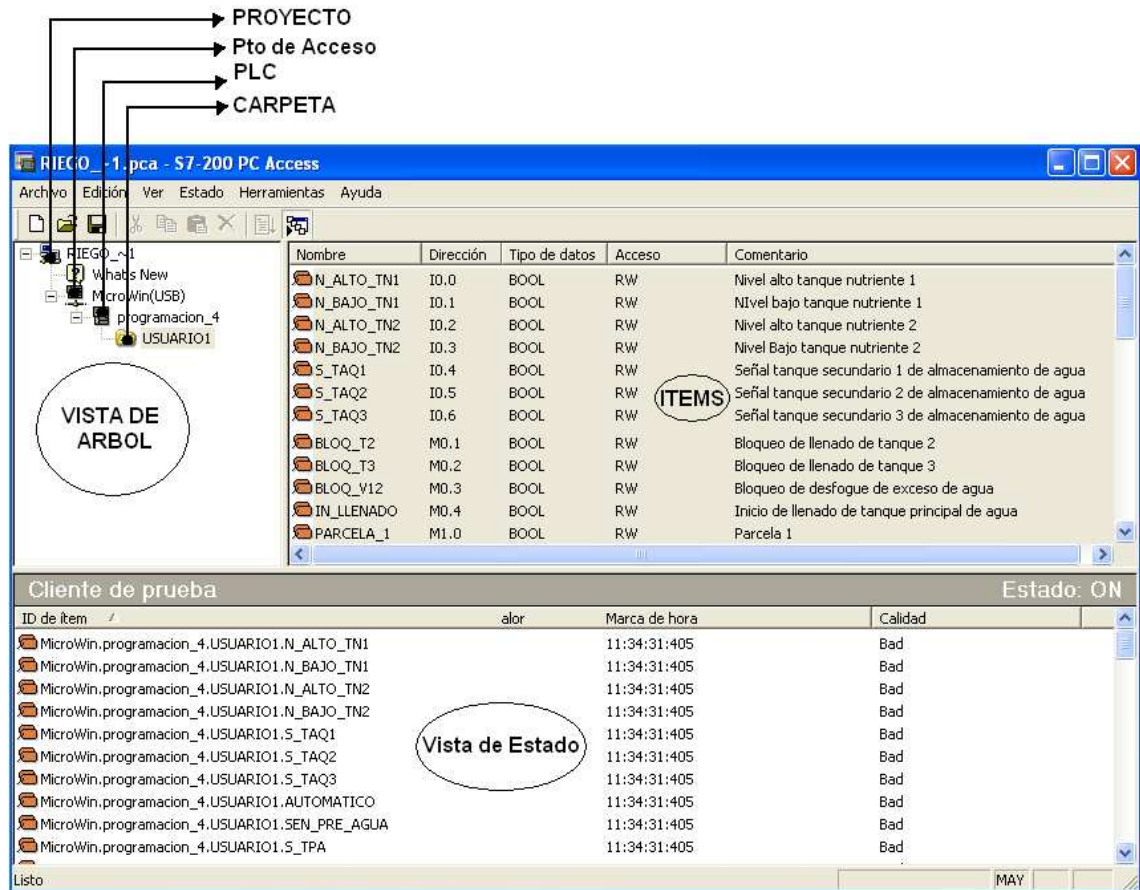


FIGURA 3. 64 COMPONENTES DE LA VENTANA DEL PC ACCESS

FUENTE: LOS AUTORES

Los objetos contenidos en el área del servidor OPC del proyecto aparecen organizados en forma de árbol jerárquico. Este árbol es similar al Explorador de Windows, siendo diferentes sólo los iconos de los objetos.

Los objetos contenidos en el área del cliente OPC (cliente de prueba) se visualizan en forma de lista. La extensión de los archivos del proyecto de S7-200 PC Access es .pca.

La vista de árbol, ubicada en el lado izquierdo superior de la ventana, incorpora un árbol jerárquico de los PLCs y las carpetas disponibles en el proyecto actual. Esta

vista contiene todos los ítems (puntos de datos) a los que puede acceder un cliente OPC en una red S7-200.

3.5.5 VISUALIZACION DE ITEMS

Los ítems se introducen y se enlistan en la parte superior derecha de la ventana, estos deben estar configurados para el PLC en el que se visualizan, estos se puede apreciar en la figura anterior. En los ítems se visualiza el nombre, dirección, tipo de datos, comentarios.

Nombre	Dirección	Tipo de datos	Acceso	Comentario
N_ALTO_TN1	I0.0	BOOL	RW	Nivel alto tanque nutriente 1
N_BAJO_TN1	I0.1	BOOL	RW	Nivel bajo tanque nutriente 1
N_ALTO_TN2	I0.2	BOOL	RW	Nivel alto tanque nutriente 2
N_BAJO_TN2	I0.3	BOOL	RW	Nivel Bajo tanque nutriente 2
S_TAQ1	I0.4	BOOL	RW	Señal tanque secundario 1 de almacenamiento de agua
S_TAQ2	I0.5	BOOL	RW	Señal tanque secundario 2 de almacenamiento de agua
S_TAQ3	I0.6	BOOL	RW	Señal tanque secundario 3 de almacenamiento de agua
AUTOMATICO	I0.7	BOOL	RW	Cambio de manual a automatico
SEN_PRE_AGUA	I1.0	BOOL	RW	Sensor de presencia de agua en tuberia de recolección
S_TPA	I1.1	BOOL	RW	Sensor tanque principal de agua
BLOQ_T1	M0.0	BOOL	RW	Bloqueo de llenado de tanque 1
BLOQ_T2	M0.1	BOOL	RW	Bloqueo de llenado de tanque 2
BLOQ_T3	M0.2	BOOL	RW	Bloqueo de llenado de tanque 3
BLOQ_V12	M0.3	BOOL	RW	Bloqueo de desfogue de exceso de agua
IN_LLENADO	M0.4	BOOL	RW	Inicio de llenado de tanque principal de agua
PARCELA_1	M1.0	BOOL	RW	Parcela 1

FIGURA 3. 65 VISUALIZACION DE LOS ITEMS

FUENTE: LOS AUTORES

En la parte inferior hay otra ventana que muestra el estado de los ítems los cuales se configuran en forma automática, esto se lo hace seleccionando uno por uno o por completo presionando las teclas **ctrl+A**, y luego simplemente arrastrando hacia la parte inferior.

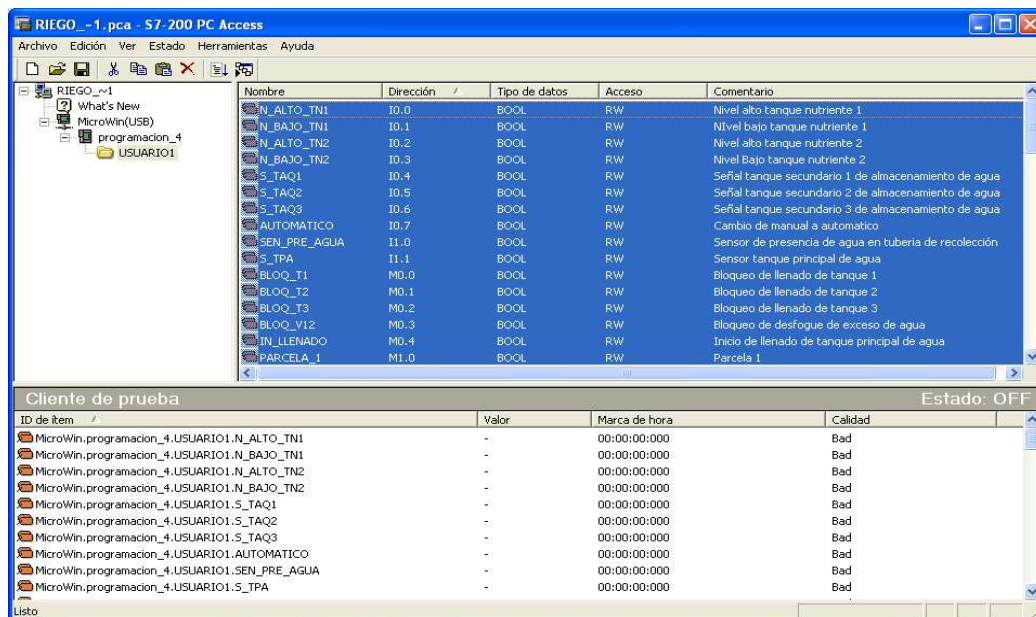


FIGURA 3. 66 VISUALIZACION DEL ESTADO DE LOS ITEMS

FUENTE: LOS AUTORES

3.5.6 CREACION DEL ENLACE CON EL PLC

El servidor OPC- PC Access comprende tres tipos de objetos:

- PLC.
- Carpeta.
- Items.

Al crear un nuevo proyecto es preciso establecer un enlace con el PLC. El enlace con el PLC se crea en dos pasos, a saber:

1. Configurar el protocolo de comunicación
2. Configurar un nuevo PLC

3.5.6.1 CONFIGURACION DEL PROTOCOLO DE COMUNICACION

Se crea un nuevo proyecto, con el botón derecho del mouse en la parte de MicroWin se escoge la opción interface PG/PC como se indica en la siguiente figura.

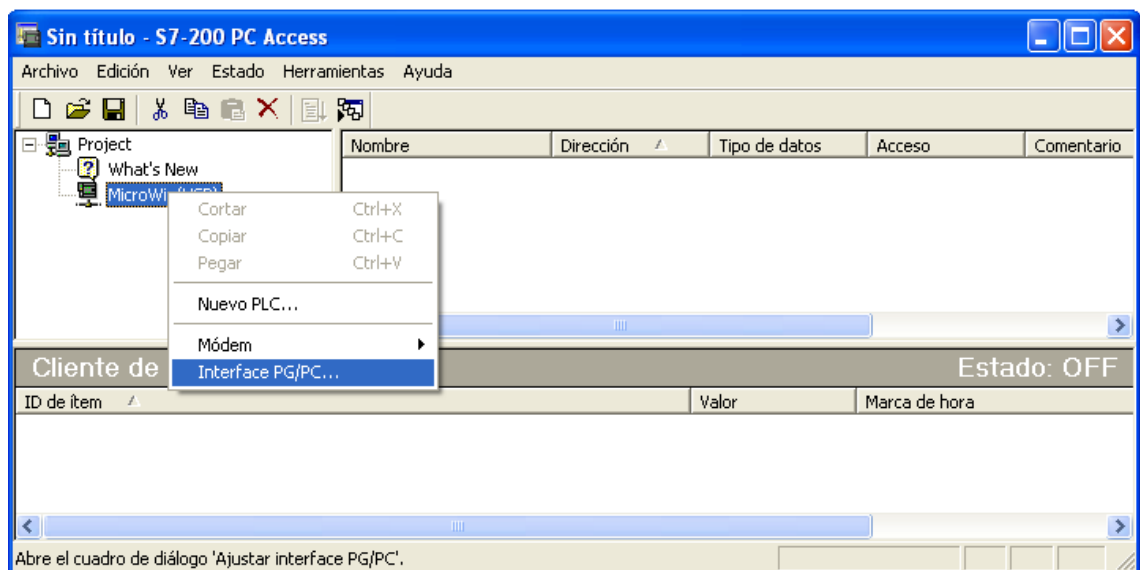


FIGURA 3. 67 CONFIGURACIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

FUENTE: LOS AUTORES

Para configurar la comunicación PPI se selecciona PC/ PPI cable (PPI) y después hacer click en el botón propiedades, como se indica en la figura.

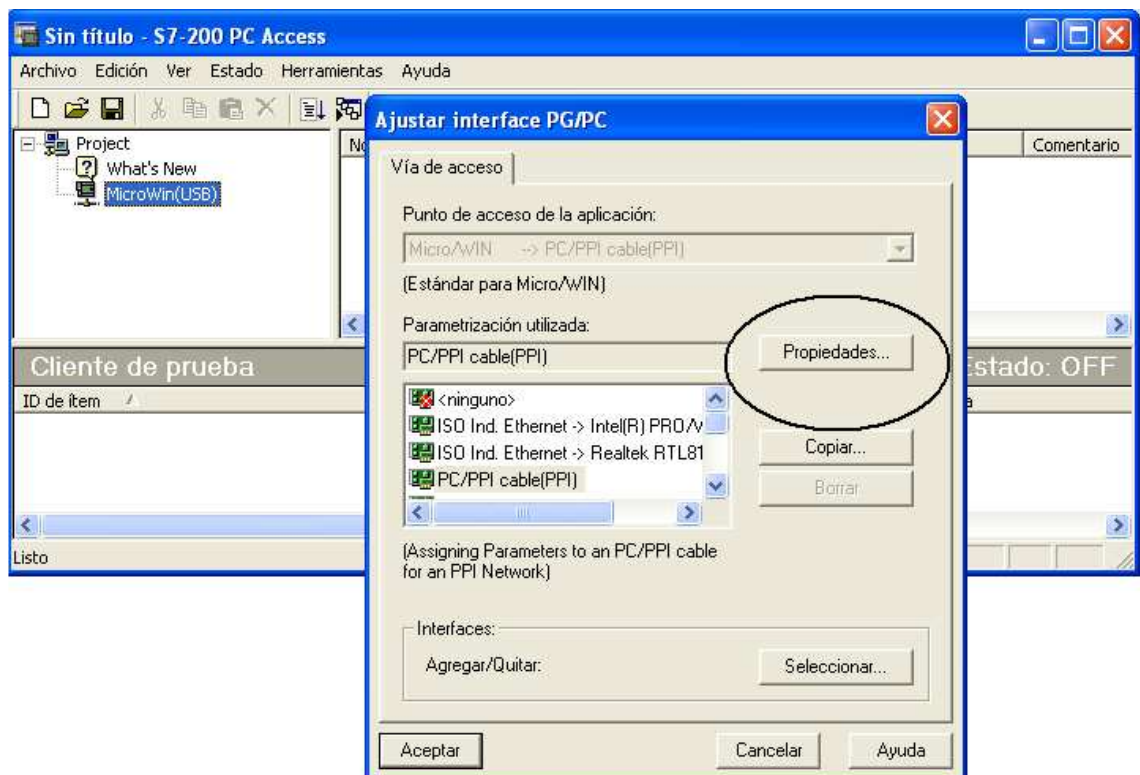


FIGURA 3. 68 CONFIGURACIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN PC/PPI

FUENTE: LOS AUTORES

En ese instante se despliega una pantalla de propiedades que indica a qué velocidad va a trabajar el equipo y el tipo de conexión si es por USB o seleccionando el puerto del PC.

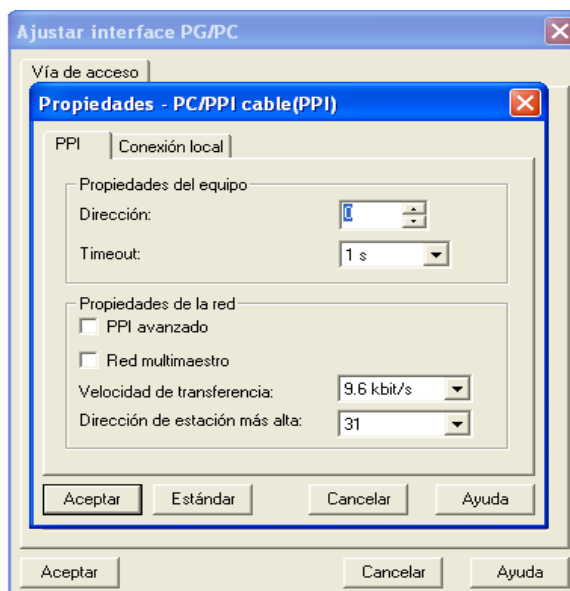


FIGURA 3. 69 VENTANA DE PROPIEDADES PROTOCOLO DE COMUNICACION PC/PPI

FUENTE: LOS AUTORES

Después de configurar las propiedades, se da click en el menú archivo de la barra de herramientas y se selecciona importar símbolos y se busca el programa realizado en MicroWin, esto se aprecia en la figura siguiente.

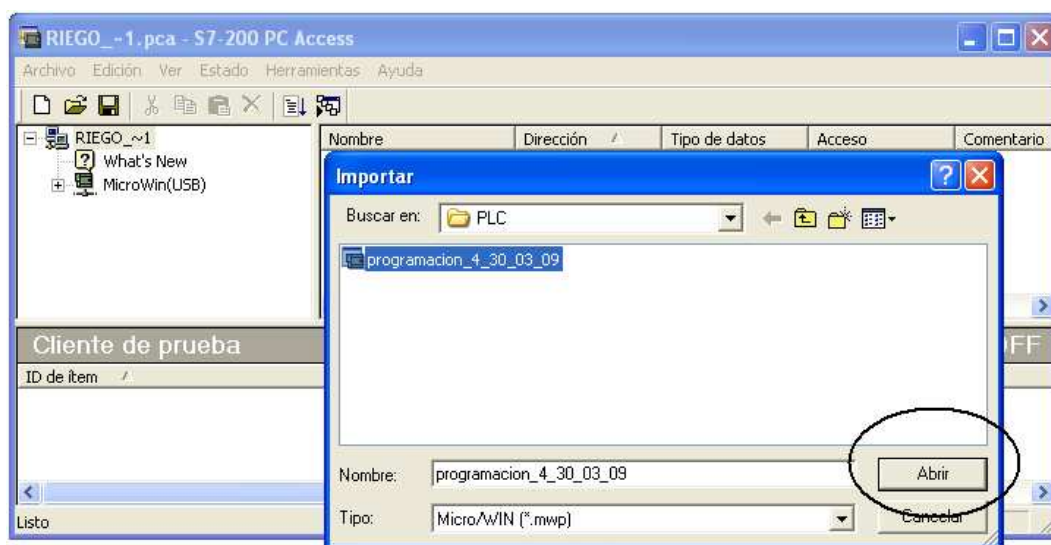


FIGURA 3. 70 VENTANA DE IMPORTACION DEL PROGRAMA REALIZADO

FUENTE: LOS AUTORES

Al abrir el documento se despliega la pantalla con los ítems del programa, que ejecuta el PLC.

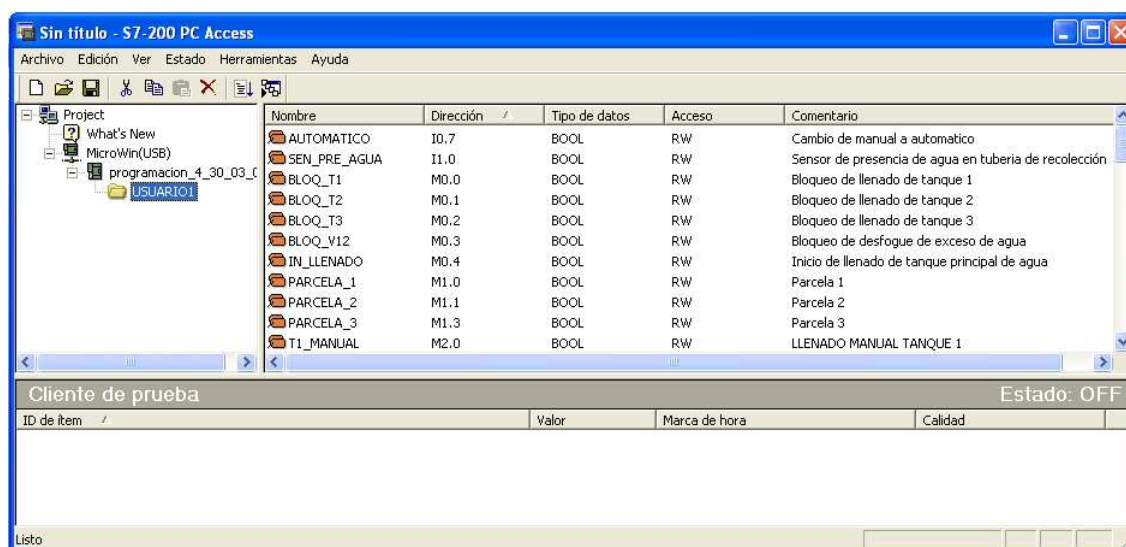


FIGURA 3. 71 VENTANA DE ITEMS EN EL OPC

FUENTE: LOS AUTORES

3.6 SIMULACION DEL PROCESO

La finalidad de la construcción del prototipo de la presente tesis es mostrar a empresas interesadas en la adquisición del mismo, por ello se realizó una simulación exactamente igual a la del SCADA.

La simulación del proceso es exactamente igual al software SCADA programado para el prototipo, la única diferencia es que en la simulación se generan mediante programación las señales de los sensores de nivel de todos los tanques y se simula la presencia de agua pulsando la tecla F4.

El software de simulación al igual que el software SCADA empiezan en la pantalla carátula y se realiza el mismo procedimiento para su manejo, en resumen el programa de simulación es una herramienta que servirá para mostrar todo el trabajo realizado y todas las características del sistema SCADA sin la necesidad de conectar el prototipo.

En la siguiente figura podemos apreciar la programación en LabView que se realizó para simular la presencia de agua en el sistema, así logramos apreciar como el pozo y las tuberías empiezan a llenarse.

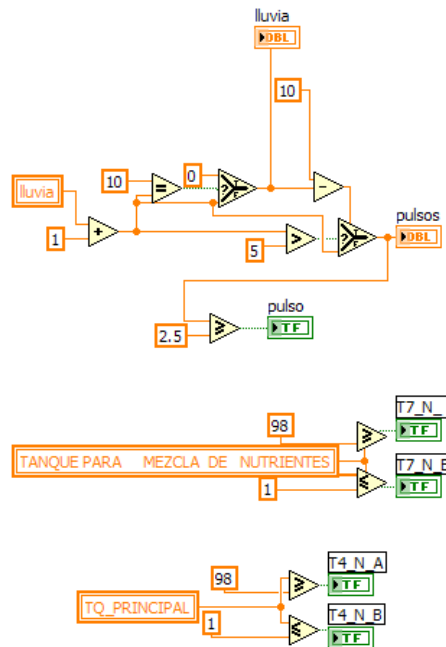


FIGURA 3.72 PROGRAMACION EN LABVIEW PARA SIMULAR PRESENCIA DE AGUA
FUENTE: LOS AUTORES

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 INTRODUCCIÓN

La captación de agua lluvia es muy común en lugares donde no se tiene la presencia de agua, por esa razón existe la necesidad de captarla aprovechando las nieblas y rocíos en las noches.

La recolección del agua lluvia es otra opción viable para la obtención del líquido en lugares donde es difícil obtenerla, por ello se ha implementado este prototipo, que es capaz de almacenar el agua lluvia y sereno para posteriormente utilizarla en los sembríos cuando llega la etapa de sequía.

Básicamente el prototipo es capaz de almacenar agua en tanques en época de lluvias y utilizarla en épocas de sequía, mediante un método de riego óptimo.

En este capítulo se presentarán los resultados en base a la forma de captar agua a través de sereno, y la forma de recolectar el agua lluvia en techos y caminos, además la forma de optimizar la utilización del agua.

4.2 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.1 HIPOTESIS

La implementación de un prototipo para captación de agua lluvia y sereno, con dosificación de nutrientes, mediante sistema SCADA, permitirá obtener mayores beneficios en la producción agrícola.

4.2.2 COMPROBACION DE HIPOTESIS

La automatización realizada en el prototipo permite almacenar agua lluvia y sereno, desde techos y caminos, así como la captación del sereno utilizando mallas

captadoras. La utilización del sistema SCADA, admite un valor de nutriente en función de la receta que el usuario ingrese, esto ayuda a que se provea a la planta la cantidad necesaria para desarrollarse adecuadamente.

Actualmente la mayor parte de los grandes y pequeños productores agrícolas poseen métodos de riego por aspersión, en el cual se desperdicia una gran cantidad de agua, ya que hay muchas pérdidas por evaporación y por filtración, por esa razón se vio la necesidad de crear este sistema con el prototipo para dar a conocer e ilustrar a los posibles inversionistas la utilización del método de captación de agua lluvia y sereno con dosificación de nutrientes mediante un sistema SCADA, con esto se logra promocionar el sistema.

Según estudios realizados por los autores con algunos de los posibles interesados en este sistema se pudo ver que existe un gran beneficio en la agricultura al implementarlo, ya que la primera etapa para empezar un proyecto agrícola es tener la tierra o adquirirla. En la actualidad un espacio físico de tierra que cuente con una fuente continua de agua (potable o de riego) cuesta cantidades exorbitantes, mientras que existen tierras que no poseen estos beneficios por lo tanto son mucho más económicas, en muchos casos existen tierras que por no tener agua no están siendo aprovechadas pero con la implementación del método de captación de agua lluvia y sereno mediante sistema SCADA realizado en esta tesis se podrá poner a producir estas tierras.

Los empresarios buscan tener grandes beneficios al momento de producir, y el sistema permite obtener recursos de la naturaleza, libres de contaminación que son aprovechados al momento de utilizarlos, razón más para implementar el sistema.

Para mostrar el proyecto a posibles interesados basta con presentar el funcionamiento del prototipo dando sus debidas explicaciones y respondiendo a sus inquietudes, las cuales tienen su fundamento del por qué y para qué.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- La utilización del riego por goteo es una eficiente alternativa, tanto al campo de la agricultura como en la educación para cuidar nuestros recursos naturales, debido a que la mayoría de las personas malgasta el líquido vital sin darse cuenta que en un futuro no muy lejano empezará a escasear, y gracias a este método se logra una optimización del consumo de agua para riego, ya que se evitan pérdidas por evaporación y aspersión.
- Al empezar un proyecto agrícola primero se debe adquirir un terreno, para adquirir el terreno se debe invertir una gran cantidad de dinero, al utilizar este sistema de recolección de agua lluvia y sereno se puede adquirir un terreno que no tenga servicio de agua potable o de riego, y un espacio de tierra sin agua de riego es mucho más económico, por ello la implementación de este sistema ahorrará en primera instancia una fuerte suma de dinero, sin contar los beneficios ecológicos que se producirán.
- Al desarrollar un sistema SCADA para controlar y monitorear el prototipo principalmente se ha logrado una recolección mucho más rápida de agua, ya que el prototipo posee varios sensores que manejan la apertura y cierre de las válvulas de los tanques de almacenamiento secundarios de agua, además de un sistema automático que permite dirigir el agua hacia otro tanque cuando el anterior se llena, con esto logramos una recolección más rápida y efectiva.
- Gracias a la etapa de dosificación de nutrientes se ha logrado obtener un producto final homogéneo, ya que se está mezclando los productos al mismo tiempo, por ejemplo si se produce un paró del sistema por alguna razón, el usuario sabrá que la mezcla tienen los porcentajes que se desea en cualquier momento, ésta es una ventaja muy importante frente a otros sistemas de dosificación ya que permite tener siempre una mezcla de nutriente según las necesidades del usuario.

- Al diseñar la malla de captación de sereno se ha logrado obtener en las noches una cantidad considerable de agua, la cual es limpia y libre de impurezas, la cantidad de agua recolectada con la malla es directamente proporcional al tamaño de la malla.
- Al diseñar el sistema de simulación de este proyecto se logra capacitar a las personas que lo manejen, ya que posee todas las características del prototipo pero simuladas en el software LabView, y también sirve para dar a conocer el funcionamiento de este método.
- Al implementar la base de datos en este sistema se tiene un manejo de los históricos de los niveles de los tanques de almacenamiento de agua, con el manejo de estos datos y realizando una tabulación conjuntamente con expertos agricultores, se puede aumentar la producción ya que se puede saber cuanta agua sobró durante los meses de verano con un determinado número de plantas.

RECOMENDACIONES:

- Al implementar este sistema se debe tener mucho cuidado en las vías de acceso del agua que se recolecta para que no existan obstrucciones del ingreso, además de mantener lo más limpio los techos y caminos que son los principales recolectores.
- El mantenimiento o limpieza de algún tanque se debe tener en cuenta con antelación, para que con la utilización del sistema se lo vacíe y se lo bloquee mientras está en mantenimiento para evitar pérdidas del agua recolectada.
- Las fuentes de suministro de energía de bombas y sensores se la debe dividir, esto quiere decir que se utiliza fuentes independientes de voltaje, debido a que en el momento de encender una bomba la lectura de los niveles de los tanques mediante los sensores se distorsiona, debido a ruidos.

- La Universidad debería fomentar este tipo de proyectos ya que esta tesis es en gran parte un proyecto ecológico, y con su implementación en el campo ayudaría a muchas personas que no tienen agua en sus terrenos.
- La principal recomendación que se pueda dar de este proyecto es la continuación del mismo. Con el trabajo en equipo de ingenieros eléctricos y agrónomos se podría medir la cantidad exacta de agua y nutrientes que necesita una o varias plantas, con esto se lograría una mayor optimización de la utilización del agua en riego.

BIBLIOGRAFIA

1. LAJARA VIZCAINO, José / PELEGRI José, *LabView entorno gráfico de programación*- 1 da. Edición, Editorial Marcombo 2007.
2. REYES A., Carlos, *Aprenda rápidamente a programar Microcontroladores PIC*, Editorial Graficas Ayerve C.A, Ecuador 2004.
3. MALVINO, Albert Paul, *Principios de Electrónica*, Editorial Esmeralda Mora, España 2000.
4. LAZARO, Antoni Manuel / DEL RIO FERNANDEZ, Joaquín, *LabView 7.1. Programación grafica para el control de Instrumentación*, Editorial Paraninfo, España.
5. ROLDAN VILORIA, José, *Motores Eléctricos-Automatismos de Control*, 3 ra Edición, Editorial Paraninfo, España 1994.
6. QUEZADA CERNA, Wilson, *Autocad 2007*, 1ra Edición, Editorial Grupo Megabyte, Perú 2006.
7. TOCCI Ronald / WIDMER Neal, *Sistemas Digitales-Principios y Aplicaciones*, 8va Edición, México 2003
8. SIEMENS, *Manejo y Aplicaciones con S7-200*.

WEB SITES

9. RIEGO POR GOTEO,
http://eurorecidentes.com/jardinaria/sistemas_de_riego/riego/riego_po_goteo.htm.

10. CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE,
http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
11. RIEGO POR GOTEIO, *http://es.wikipedia.org/wiki/Riego_por_goteo*.
12. SISTEMAS SCADA, *www.scadas.com*.
13. CEPIS, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, *<http://www.cepis.ops-oms.org>*.
14. HANNA instruments, *instrumentos de medición y control*
<http://www.hannachile.com/noticias-articulos-y-consejos/articulos/193-tipos-de-riego>.

ANEXOS