

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
(UNAN-MANAGUA)
RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO
(RURD)
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**



MONOGRAFÍA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RIEGO CONTROLADO POR PIC'S
ALIMENTADO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LOS JARDINES DE
LOS PABELLONES PARES DE LA UNAN-MANAGUA.**

AUTORES:

Br. Kenia Margarita Martínez Rivera.

Br. Carlos Javier Mendoza.

Br. Milton Santiago Velásquez Velásquez.

TUTOR:

Msc: Reynaldo Espino.

ASESOR:

Msc: Alfredo Sevilla

Junio 2016

INDICE

RESUMEN	1
I-INTRODUCCIÓN	3
II- ANTECEDENTES	5
III- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
IV- JUSTIFICACION.....	7
V-OBJETIVOS.....	8
VI- MARCO TEÓRICO	9
6.1 CONTROL AUTOMATICO	9
6.1.1 Conceptos básicos:.....	9
6.1.2 Sistemas de control.....	12
6.1.3 Comparación de control en lazo cerrado con control en lazo abierto	12
6.2 AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO.	13
6.2.1 Ventajas y desventajas del sistema de riego	14
6.2.2 Sistema de automatización por tiempo.	15
6.2.3 Sistema de automatización por volumen.....	16
6.2.4 Válvulas.....	16
6.2.5 Electroválvulas	17
6.2.6 Controladores.....	19
6.2.7 Cálculo de la selección del cable de conexión.	21
6.2.8 Manómetro	23
6.3 PANELES FOTOVOLTAICOS	23
6.3.1 Composición y funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos	25
6.3.2 Tipos de tecnología de celdas solares	26
6.3.3 Adecuación del sistema fotovoltaico	28

6.3.4 Regulador de carga.....	32
6.3.5 Sistema de almacenamiento de energía.....	34
6.4 TECNOLOGÍAS DE RIEGO ADECUADAS PARA EL AHORRO	41
VII- HIPOTESIS.....	42
VIII- DISEÑO METODOLÓGICO	42
8.1 Tipo de estudio:	42
8.2 Población y muestra:	43
8.3 Variables:.....	43
8.4 Método de investigación:	44
8.5 Procedimiento de medición de variables:	45
8.6 Técnicas de análisis de datos.....	46
IX DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO	47
9.1 Diagrama funcional del sistema de riego.....	53
9.2 Instalación del sistema de riego automático	54
9.3 Descripción del controlador	62
9.4 Partes fundamentales del controlador	62
X RESULTADOS Y ANÁLISIS	75
10.1 Consumo de agua potable en el RURD.....	75
10.2 Sistema de riego actual en el Recinto.....	79
10.2.1 Sistema de riego actual en el sector de edificios pares del Recinto	80
10.2.2 Descripción del Sistema de Riego en los Pabellones Pares de la UNAN-Managua.....	81
10.3 Sistema De Riego Automático Controlado Por PIC's Y Alimentado Con Energía Solar.....	81
10.3.1 Diseño de Sistema de riego	82
10.3.2 Diseño de paneles fotovoltaicos.....	151
10.3.3 Recuperación de inversión.....	158

XI- CONCLUSIÓN.....	159
XII- RECOMENDACIONES.....	161
XII- BIBLIOGRAFIA.....	162
ANEXOS	163

ÍNDICE DE FIGURAS

0-1 Elementos característicos del sistema de control.....	10
0-2 Diagrama de un sistema automático.....	10
0-3 Diagrama de bloques de un sistema de control.....	11
0-4 Controlador	15
0-5 Imagen de Electroválvula.....	18
0-6 Imagen de Controlador	19
0-7 Manómetro	23
0-8 Ubicación de aspersores.....	¡Error! Marcador no definido.
0-9 Diseño del sistema de riego.....	53
0-10 Monitoreo de radiación solar.....	152
0-11 PIC 18F4550.....	63
0-12 DS1307	66
0-13 Display alfanumérico.....	68
0-14 Circuito del Controlador 1	74
0-15 Circuito del Controlador 2	75
0-16 Medidor de agua.....	80
0-17 Formas de riego actualmente	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

La elaboración del diseño de un sistema de riego controlado por PIC's y alimentado con energía solar para el sector de edificios pares de la UNAN-Managua RURD, pretende solucionar la problemática del alto consumo en agua potable, este consumo es debido que la universidad actualmente cuenta con un sistema de riego obsoleto y presenta componentes de riego como aspersores en mal estado y con fugas; además del mal uso de las mangueras. El consumo del sistema de riego que emplea hoy en día el Recinto es de aproximadamente C\$2, 987,829.00 anuales.

Para el diseño de sistemas de riego, se tomó en cuenta las características de cada uno de los jardines del sector de edificios pares del Recinto y las características técnicas de los componentes de riego a utilizar.

Para la automatización del sistema se tomó en cuenta tanto la cantidad de jardines como la cantidad de presión que posee la universidad, con estos dos datos se decidió realizar un riego secuencial y de esta forma se programó el funcionamiento del controlador. Otro dato a tomar en cuenta para la elaboración del controlador compuesto por PIC'S es el tiempo necesario para el riego, este nos permite regular y controlar la cantidad de agua que utilizará el sistema, evitando así el desperdicio de agua potable.

Cada controlador tiene una capacidad de accionar hasta 20 zonas, por lo que este sistema necesita cuatro controladores para manejar todos los jardines del pabellón par de la universidad. El controlador consta principalmente de dos PIC'S que son los componentes que poseen toda la programación y de los circuitos integrados con protocolo I2C que permite mantener al controlador con fechas y horas sin que se desconfigure al momento de que el equipo se apague.

El uso de paneles fotovoltaicos se incluye en este sistema debido que uno de los propósitos es bajar los costos en consumo de agua potable, por lo que no es conveniente incrementar el consumo de energía eléctrica. Por cada controlador se necesita un panel de 100 watts, con un inversor de 55 VAh de 24 voltios, una batería de 3.05 Ah a 73.37 watts; estos valores fueron tomados de cálculos realizados por el consumo que tiene el sistema, tanto del controlador, como bombas de agua y electroválvulas.

El costo total del sistema de riego automático es de US\$ 18,468.36, tomando en cuenta los materiales y la mano de obra para la instalación. Al consumir un 76% menos de agua potable que el sistema de riego que se emplea hoy en día en el Recinto, se genera un ahorro de US\$ 63,122.851/año, por lo tanto es viable y factible por lo que la inversión se recuperará en 3 meses.

I-INTRODUCCIÓN

El riego es una actividad que se ha realizado desde mucho tiempo atrás, esto con el objetivo de mejorar la agricultura y el consumo de agua potable. A medida que ha avanzado el tiempo el riego ya no solo se ha utilizado para la agricultura si no para la preservación y cuidado del resto de vegetación, así como plantas.

Para mejorar este tipo de actividad se ha venido desarrollando un sistema controlado por PIC'S, el cual hace esta técnica más eficiente debido a que el riego se realiza de forma instantánea en todas las áreas en las que se hayan instalado y a la hora deseada.

Este sistema es muy eficiente en cuanto a la utilidad dada, ya que no necesita de un personal que esté al tanto del riego o de la operación del equipo a utilizarse, pero este no garantiza el ahorro en el consumo de agua potable y de energía eléctrica. Es por eso que en este documento se planteará la idea para un mejor uso del agua potable, dependiendo de la cantidad de plantas y del área en que se implementará en este sistema esa misma cantidad de agua demandará para su uso, además que contribuirá en el ahorro del consumo energético, debido que se abastecerá de energía renovable.

A medida que se han utilizado los combustibles fósiles como suministro de energía y el impacto que tiene esta en la contaminación global se hace imperante además el elevado costo de combustible. En búsqueda a la solución de este problema se han desarrollado otros recursos energéticos, uno de los más utilizados es el obtenido a través de energía fotovoltaica.

En Nicaragua hay un creciente desarrollo con este tipo de tecnología y es por esto que esta propuesta se implementará el sistema fotovoltaico como fuente de energía alternativa limpia.

Para alcanzar todas estas metas será necesario diagnosticar la red de riego actual en los jardines de la UNAN-Managua, analizar el consumo de agua potable actual que se utiliza en el riego de los jardines pares, realizar cálculos de consumo de la energía eléctrica en el sistema de control de riego, para el diseño de arreglo de paneles fotovoltaicos que sirva como fuente de energía y por último presentar el diseño de un nuevo sistema tecnológico que mejore significativamente el consumo de agua potable.

II- ANTECEDENTES

El riego por aspersión ha mostrado su utilidad, tras 20 años de uso a escala comercial, en diversas zonas de todo el mundo, permitiendo obtener un importante incremento en la eficiencia del riego.

En el país se produjo una fuerte instalación de equipos de riego en los años ochenta llegando a tener hasta 93.000 hectáreas bajo riego. Sin embargo los problemas de origen político asociados a la baja eficiencia en la planificación, control y manejo en los diferentes sistemas han generado que actualmente cuenta con menos de 30.000 hectáreas bajo riego.

En el año 2010 los estudiantes de ingeniería en electrónica Napoleón, William y Pavel, diseñaron un sistema de riego automático controlado por PLC y alimentado con energía solar para los jardines de los pabellones impares de la UNAN-Managua RURD, con el propósito de disminuir el consumo de agua potable, aunque este proyecto no llegó a implementarse en la universidad, ha servido de guía para estudiantes que desean realizar estudios en los diferentes sistemas de riego, y que de esta forma aporten una mejora en la eficiencia y diseño con tecnología más actualizada para este tipo de sistemas.

III- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) del Recinto Universitario Rubén Darío (RURD), cuenta con numerosos jardines, que se riegan mediante sistemas tradicionales por superficie o a pie, simplemente utilizando una manguera, donde se aplica una cantidad de agua superior a la que realmente necesitan las plantas para cubrir sus necesidades, esto produce un derroche de agua.

Si al empleo de sistemas de riego utilizados actualmente en la universidad, se le une la utilización de equipos inadecuados, los problemas de uniformidad en el riego y los errores cometidos en la distribución de los aspersores, provoca un consumo de agua demasiado altas.

IV- JUSTIFICACION

Se diseñará un sistema temporizado que obtenga su fuente de alimentación eléctrica por medio de un sistema fotovoltaico aislado, e implementar ideas para un ahorro en el consumo de agua que se utilizará para el riego de los jardines de los pabellones pares de la UNAN-Managua.

La necesidad de implementar este proyecto está en el costo elevado y alto consumo del agua del actual sistema de riego que es poco eficiente y no muy amigable con el medio ambiente.

Este sistema de riego contara con un estudio adecuado de las plantas que se encuentren en los jardines que proporcione la cantidad de agua necesaria a suministrar, además de definir las horas adecuadas de riego para evitar diferentes fenómenos que contribuyan a la perdida de agua, con esto se pretende proteger las plantas y mejorar su calidad de vida.

Aunque este sistema de riego será totalmente automático no influirá en el consumo de energía eléctrica, debido que obtendrá su alimentación a partir de un sistema fotovoltaico aislado, haciendo que la universidad sea una de las primeras en tecnificarse con un sistema de riego que sea ejemplar y eficiente que apoya al medio ambiente.

V-OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema de riego controlado por PIC'S alimentado con energía fotovoltaica para los jardines de los pabellones pares de la UNAN-Managua (2015).

B. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar la red del sistema de riego actual y consumo de agua potable que se utiliza para el riego de los jardines pares de la UNAN-Managua.
- Realizar cálculos del consumo de energía eléctrica del sistema de control de riego, para el diseño de arreglo de paneles fotovoltaicos que sirva como fuente de energía.
- Diseñar un prototipo de controlador para el riego adecuado en los jardines de la UNAN.
- Presentar el diseño de un nuevo sistema tecnológico de riego que mejore significativamente el consumo de agua potable.
- Calcular el ahorro en consumo de agua potable y económico al implementarse este sistema de riego.

VI- MARCO TEÓRICO

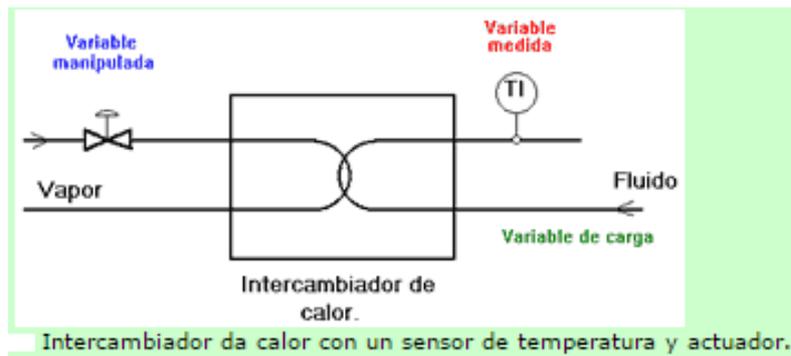
6.1 CONTROL AUTOMATICO

6.1.1 Conceptos básicos:

Es una rama de la ingeniería que se ocupa del control de un proceso en un estado determinado; por ejemplo, mantener la temperatura de una calefacción, el rumbo de un avión o la velocidad de un automóvil en un valor establecido.

Entendemos por control automático el mantenimiento de un valor deseado dentro de un intervalo, su funcionamiento se basa en medir el valor deseado y compararlo con el intervalo de valores aceptables utilizando la diferencia para proceder a reducirla. Por esto el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana. Un ejemplo de control automático es un termostato de calefacción.

Un sistema de control automático pretende que un dispositivo regule automáticamente una o más de las variables que intervienen en un proceso. Para clarificar esta idea pongamos un ejemplo: supongamos que en un intercambiador de calor se calienta un fluido por medio de una corriente de vapor; la temperatura de salida del fluido, medida por un termómetro TI, se regula por medio de la entrada de vapor a través de una válvula. A la temperatura del fluido a la salida del serpentín se la denomina variable de salida, medida o controlada; a la entrada de vapor variable de entrada, manejada o manipulada y a las demás variables que pueden modificar el funcionamiento del sistema, por ejemplo la temperatura del fluido frío de entrada, variables de carga o perturbaciones. (Antonio Martín Rodríguez & Rodríguez, 2005)

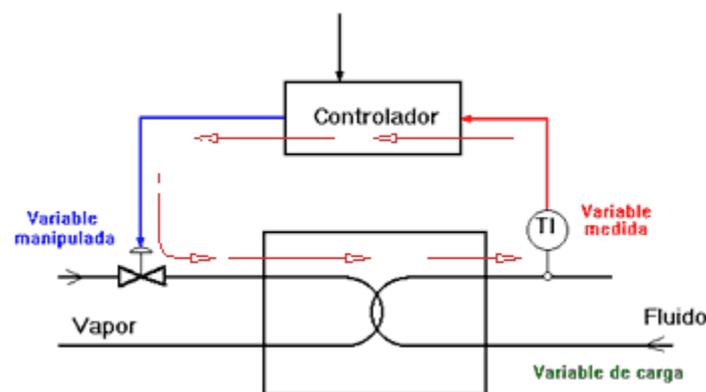


0-1 Elementos característicos del sistema de control

Fuente: Desarrollos de sistemas de automatización y control

- a. En primer lugar, el PROCESO o PLANTA, que es el conjunto de elementos físicos o químicos susceptibles de ser controlados, en este caso el intercambiador de calor propiamente dicho.
- b. El SENSOR, aquí el termómetro, que es el encargado de medir la temperatura que se quiere regular. Téngase siempre presente que es imposible controlar sin medir.
- c. El ACTUADOR, en nuestro ejemplo la válvula, el cual concreta la acción tendiente a modificar la variable salida.

Un Sistema Automático de Control no hace más que reproducir el comportamiento del operador en forma automática.

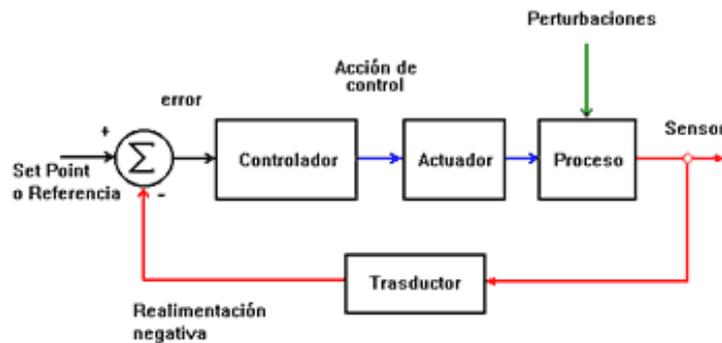


0-2 Diagrama de un sistema automático

Fuente: Desarrollos de sistemas de automatización y control

Se puede apreciar la aparición de un nuevo elemento que efectúa el trabajo de un operador, denominado CONTROLADOR.

Esquemáticamente, podemos representar cualquier sistema por medio de un diagrama de bloques, donde se puede notar nuevamente la conformación del lazo cerrado PROCESO - SENSOR - CONTROLADOR - ACTUADOR:



0-3 Diagrama de bloques de un sistema de control

Fuente: Desarrollos de sistemas de automatización y control

Describiendo este esquema un poco más en detalle, dada una Referencia (o set point, en inglés), que no es más que el valor deseado de la variable de salida, se lo compara con la misma, de lo que resulta una señal error $e = \text{Ref} - \text{Salida}$.

Esta señal es usada por el controlador para calcular una acción de control, que es enviada al actuador; como ya vimos, éste último incide directamente sobre el proceso. La variable de salida es medida con un sensor primario y eventualmente transformada en una señal físicamente compatible con la referencia mediante un Transductor.

Esta idea de medir la variable, y realimentarla para efectuar una comparación y saber cuán alejados estamos del valor deseado es el concepto fundamental de todo sistema de control.

6.1.2 Sistemas de control

El control automático de los riegos puede realizarse utilizando varios parámetros distintos: el tiempo, en este caso se habla de automatización por tiempos; el volumen, en el caso de automatización por volúmenes; y parámetros relacionados con el agotamiento del agua en el suelo y en la automatización a demanda.

6.1.3 Comparación de control en lazo cerrado con control en lazo abierto

Sistemas de control realimentados. Un sistema que mantiene una relación determinada entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control, se denomina *sistema de control realimentado*. Un ejemplo sería el sistema de control de temperatura de una habitación. Midiendo la temperatura real y comparándola con la temperatura de referencia (temperatura deseada), el termostato activa o desactiva el equipo de calefacción o de enfriamiento para asegurar que la temperatura de la habitación se mantiene en un nivel confortable independientemente de las condiciones externas.

Los sistemas de control realimentados no se limitan a la ingeniería, sino que también se encuentran en diversos campos ajenos a ella. Por ejemplo, el cuerpo humano es un sistema de control realimentado muy avanzado. Tanto la temperatura corporal como la presión sanguínea se conservan constantes mediante una realimentación fisiológica. De hecho, la realimentación realiza una función vital: hace que el cuerpo humano sea relativamente insensible a las perturbaciones externas, permitiendo que funcione de forma adecuada en un entorno cambiante.

Sistemas de control en lazo cerrado. Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de *control en lazo cerrado*. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al

controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la propia señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivadas), con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema.

Sistemas de control en lazo abierto. Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denominan *sistemas de control en lazo abierto*. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.

Las ventajas fundamentales de los sistemas de control en lazo abierto son las siguientes:

1. Construcción simple y facilidad de mantenimiento.
2. Menos costosos que el correspondiente sistema en lazo cerrado.
3. No hay problemas de estabilidad.

6.2 AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO.

El desarrollo tecnológico conseguido en el campo de la electrónica permite realizar de forma automática el riego de jardines y zonas verdes, y otras operaciones como la fertirrigación o la limpieza de los filtros del cabezal de riego, lo que ha dado lugar a un mayor control y facilidad de manejo de las instalaciones y a una disminución de los costes de mantenimiento.

Los sistemas de automatización que se pueden encontrar ofrecen numerosas posibilidades, que van desde la programación de pequeñas operaciones, como la apertura o cierre de una válvula, hasta la realización de una programación integral del riego, que permite realizar de forma automática distintas operaciones además del riego propiamente dicho.

La automatización es posible en cualquier sistema de riego empleado, sin embargo su uso está mucho más extendido en los sistemas que utilizan la aspersión, difusión y riego localizado, ya que en la mayoría de jardines y demás zonas verdes se emplean estos sistemas, o tienden a utilizarse.

6.2.1 Ventajas y desventajas del sistema de riego

La posibilidad de realizar el riego de un jardín de forma automática supone numerosas ventajas para la persona encargada de éste, que podrá dedicar su tiempo a otras operaciones con la seguridad de realizar un adecuado control y manejo de la instalación de riego. Frente a estas ventajas, la automatización de una instalación de riego también presenta algunos inconvenientes, relacionados, sobre todo con el aspecto económico.

Ventajas:

- Permite un mayor control y un mejor ajuste de las dosis de riego a aplicar.
- Consigue una mayor eficiencia de riego, lo que se traduce en un ahorro de agua.
- Reduce el empleo de mano de obra, al ser posible el control automático de determinados procesos durante los riegos, facilitando su ejecución y disminuyendo posibles errores humanos.
- Facilita la realización del control de las anomalías que pudieran ocasionarse durante el funcionamiento del sistema, permitiendo al usuario la posibilidad de variar las condiciones de trabajo de los elementos de la instalación.

Desventajas:

- Supone un incremento del coste de la instalación.

- Requiere una pequeña capacitación por parte de los usuarios para poder realizar un uso correcto del sistema instalado.

6.2.2 Sistema de automatización por tiempo.

Los sistemas de automatización por tiempos se basan en la determinación y programación del tiempo de duración del riego, para que el sistema suministre el volumen de agua necesario para el mantenimiento en condiciones óptimas del jardín. El cálculo del tiempo de riego se realiza en función de las necesidades de las plantas, del área mojada por los emisores y el caudal que éstos suministren. Una vez transcurrido este tiempo, se detiene la ejecución del riego.



0-4 Controlador

Fuente: Manual de riego.

Los sistemas de automatización por tiempos son más cómodos y fáciles de manejar, ya que para la programación basta con indicar en el programador la hora de inicio y de finalización del riego.

Los elementos más básicos que se utilizan en los sistemas de automatización son las electroválvulas y los controladores. En el mercado existe una amplia gama de electroválvulas, controladores, y de otros elementos utilizados en la automatización de una instalación de riego por lo que se tiene que elegir el

modelo que más se adecue a la instalación que se quiera automatizar. (Ogata, 2010)

6.2.3 Sistema de automatización por volumen.

Los elementos utilizados en automatización por volúmenes, varían en función del nivel de automatización alcanzado en la instalación. Los sistemas que presentan un nivel más bajo, emplean fundamentalmente válvulas hidráulicas y volumétricas para el control del agua aplicada durante los riegos. A medida que el nivel de automatización va aumentando, se utilizan sistemas con programadores y electroválvulas, parecidos a los empleados en automatización por tiempos, pero dotados con mecanismos que permitan programar en función del caudal aplicado.

6.2.4 Válvulas

Es un dispositivo con características móviles que permite abrir y cerrar una vía de circulación con el fin de permitir, prevenir o controlar el flujo de fluidos. Es un Mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema. Sin embargo las tres acepciones siguientes se refieren a mecanismo que dejan pasar un fluido en un sentido y lo impiden en el contrario (incluido el llamado fluido eléctrico). En la industria, a menudo se refiere la palabra a estas últimas acepciones, pero en el lenguaje, ha tomado en muchas ocasiones el sentido de la primera acepción. De este modo, podría definirse una válvula como un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más conductos.

A continuación se mostrará un cuadro con las características de cada una de las válvulas existentes:

CARACTERÍSTICAS	Válvulas Hidráulicas	Válvulas Volumétricas
	Se activan por medio de un pistón cuando existe un flujo de agua	Llevan incorporadas un contador.
	Hay normalmente abiertas y normalmente cerradas	Cuentan con un selector donde se marca de manera manual la cantidad de agua que se pretende que pase por la válvula
		No hay modelos normalmente abiertos ni cerrados debido que hace una comparación entre el contador y el selector cuando los dos coinciden no permiten el paso de agua.

Tabla 1

Fuente: DURMAN

6.2.5 Electroválvulas

Las electroválvulas, también conocidas como válvulas solenoide, son dispositivos que controlan la circulación del agua en función de una serie de impulsos eléctricos enviados desde el programador de riego. Se componen principalmente de dos elementos: un diafragma, que permite o impide el paso del agua a través de la electroválvula, y un solenoide, que recibe los impulsos eléctricos, y que a su vez acciona la apertura o el cierre de la membrana.

Las electroválvulas utilizadas en automatización por volúmenes a diferencia de las utilizadas en la programación por tiempos, disponen de un contador volumétrico, encargado de transmitir impulsos a un programador, en el que previamente se habrá indicado el valor en volumen de cada impulso. De esta manera se tiene una medida del volumen circulante por el interior de la electroválvula, que se cerrará tras una señal del programador, en el momento que haya pasado a su través el volumen de agua programado.



0-5 Imagen de Electroválvula

Fuente: Manual de riego.

Según su funcionamiento, pueden distinguirse dos modelos de electroválvulas: normalmente abiertas y normalmente cerradas. Una electroválvula es normalmente abierta cuando el impulso eléctrico que actúa sobre ella provoca el cierre del diafragma, y es normalmente cerrada, cuando este impulso provoca su apertura.

La utilización de un modelo u otro va a depender de la duración de los riegos, de forma que si son de larga duración, se recomienda el uso de electroválvulas normalmente abiertas, mientras que si son riegos cortos, se deben utilizar las normalmente cerradas.

Las electroválvulas consumen energía durante todo el tiempo de funcionamiento. Esto puede suponer una limitación, por ejemplo, en el caso de zonas verdes donde la disponibilidad de energía eléctrica no sea suficiente para el abastecimiento del sistema de automatización. En estos casos se pueden utilizar electroválvulas LACH, que sólo consumen energía durante el acto de apertura y cierre de la misma, y que además pueden funcionar con baterías o pilas.

Las electroválvulas se localizan a la entrada de cada sector de riego, y deben colocarse en el interior de una arqueta encastrada, que las proteja de la acción de agentes externos y de posibles manipulaciones indebidas. Es recomendable rellenar el interior de las arquetas con grava para que en caso de producirse una fuga, el agua pueda drenar con facilidad evitando que las electroválvulas se inunden.

6.2.6 Controladores

Los controladores son los elementos encargados de dirigir el sistema de automatización de una instalación de riego. En general, se encargan de la apertura y cierre de las electroválvulas, aunque también se podrían programar para la puesta en marcha y parada de otros equipos, como las bombas y los inyectores de fertilizante, o para realizar la limpieza de los filtros. Según la fuente de alimentación, los programadores pueden funcionar con energía eléctrica, con energía solar o a pilas.



0-6 Imagen de Controlador

Fuente: Manual de riego.

Los programadores presentan características muy parecidas a los utilizados en automatización por tiempos, ya que generalmente se encuentran preparados para poder funcionar en ambos tipos de sistemas, al contar con programas que permiten elegir el tipo de automatización a realizar.

Además del control de la cantidad de agua aplicada, algunos de estos modelos incorporan programas que permiten llevar a cabo el control volumétrico de las dosis de fertilizantes empleadas y la limpieza de los filtros cuando sea necesario.

Una característica de los controladores es que pueden tener una o varias estaciones, es decir, una o varias salidas con las que alimentar una o más electroválvulas o cualquier otro elemento del sistema. Esto significa que con un solo programador pueden controlarse más de un sector de riego del jardín.

Además, algunos modelos pueden alimentar más de una electroválvula por estación, esto significa que con un programador con una sola estación capaz de alimentar dos electroválvulas, se podrían controlar dos sectores de riego distintos.

6.2.6.1 Tipos de controladores

En la programación por tiempo de riego se distinguen principalmente los siguientes tipos de controladores:

Controladores horarios con mandos mecánicos	Controladores digitales por tiempo	Controlador digital por tiempo con registro de caudal	Controlador a pilas con o sin válvula incorporada	Controlador a pilas con salidas a válvulas LATCH
Contiene reloj que permite establecer el tiempo de riego.	Constan de un reloj digital, que permite el almacenamiento de los datos de programación en caso de que falle la alimentación eléctrica del equipo.	incorporan un contador de caudal instantáneo, que permite la medición del volumen de agua y fertilizantes aportados	Dispone de un dispositivo electrónico que le permite controlar la apertura y cierre de la válvula.	Presenta varias salidas de 12 voltios para el control de válvulas LATCH.

<p>Tiene una serie de interruptores para determinar toda la programación.</p>	<p>Disponen de varias salidas, para establecer el control del riego, de los fertilizantes y la limpieza de los filtros.</p>	<p>Cuentan con entradas de alarma que al recibir información de anomalías a través de sensores detienen el funcionamiento del sistema.</p>	<p>Hay dos modelos. Programación por pulsadores y por teclado.</p>	
--	---	--	--	--

Tabla 2

Fuente: propia

Para el adecuado funcionamiento de los controladores se requiere un emplazamiento cubierto, sin humedad, de fácil acceso y protegidos frente a la acción de agentes desfavorables. A excepción de los programadores a pilas, los controladores suelen ir conectados a la red eléctrica, por lo que se deben instalar en las proximidades de una toma de corriente. Como para su funcionamiento requieren tensiones bajas (12 ó 24 voltios), necesitan de un transformador eléctrico que reduzca la tensión procedente de la red a valores adecuados. En caso de que el controlador no disponga de transformador interno, habrá que conectarlo a uno exterior para que lleve a cabo dicha reducción. (Ogata, 2010)

6.2.7 Cálculo de la selección del cable de conexión.

En las instalaciones de riegos automatizados, controladores y electroválvulas se unen, en general, a través de cables eléctricos. La circulación de la corriente eléctrica a través de estos cables de conexión, puede producir un excesivo calentamiento de los mismos. Para evitarlo, es necesario dimensionarlos de manera que la sección mínima del cable sea tal que resista dicho calentamiento, necesitando para ello una sección de mayor tamaño a medida que circule más corriente por su interior.

El cable que se utiliza para la conexión entre el programador y las electroválvulas normalmente es de cobre y el cálculo de su sección se calcula utilizando una de las siguientes expresiones, en función de los datos disponibles.

a) Si se conoce la intensidad o consumo al arranque del solenoide:

$$\text{seccion (mm}^2\text{)} = 0.036 \frac{\text{longitud del cable(metros)} * \text{intensidad(Amper)}}{\text{Caída de tensión máxima(v)}}$$

$$\text{seccion (mm}^2\text{)} = 0.036 * \frac{L(m) * I(A)}{e(v)}$$

b) Si se conoce la potencia consumida por el solenoide de la electroválvula:

$$\text{seccion (mm}^2\text{)} = 0.036 \frac{\text{longitud del cable(metros)} * \text{potencia(vatios)}}{\text{tensión de apertura(v)} * \text{Caída de tensión máxima(v)}}$$

$$\text{seccion (mm}^2\text{)} = 0.036 * \frac{L(m) * P(W)}{V * e(v)}$$

La caída de tensión debe ser como máximo de un 20% de la tensión de apertura de la electroválvula, que tendrá un valor de 12 ó 24 voltios, es decir se considerará una caída de tensión máxima de 2 V o de 5 V, según el caso.

En el caso de un programador capaz de alimentar más de una electroválvula por estación, funcionando simultáneamente, el cálculo de la sección del cable se calcula de manera muy similar a la explicada. La única diferencia está en la longitud del cable que se considera. En este caso hay que calcular una longitud equivalente que es función del número de electroválvulas alimentadas desde una misma estación, y ese dato es el que se introduce en cualquiera de las dos fórmulas anteriores. (Antonio Martín Rodríguez & Rodríguez, 2005).

6.2.8 Manómetro

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.

En la mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.



Manómetro.

0-7 Manómetro

Fuente: DUNCAN

6.3 PANELES FOTOVOLTAICOS

Se pretende diseñar un sistema de riego que sea eficiente en cuanto al ahorro en consumo de energía eléctrica y de agua potable. Para el ahorro de energía eléctrica se propone un sistema fotovoltaico (paneles solares) que nos permitirá captar la energía necesaria que se utilizará como fuente principal del sistema de riego.



0-8 Paneles solares

Fuente: Instalación de paneles fotovoltaicos.

Para definir la cantidad de celdas fotovoltaicas que se utilizará, se debe de calcular el consumo del circuito que tendrá al momento de su instalación. Además que se deberá de determinar el terreno y el lugar de la ubicación de las celdas para así asegurar que el sistema obtendrá una buena captación solar.

¿Pero cómo se produce esta energía eléctrica?

La producción está basada en el fenómeno físico denominado "efecto fotovoltaico", que básicamente consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas. Estas células están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos más abundantes, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada una corriente de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa.

Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado. Parte de la radiación incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa la célula). El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la radiación incidente. La capa antirreflejo aumenta la eficacia de la célula.

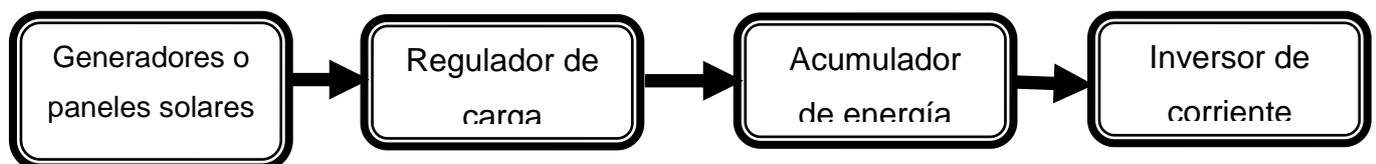
Los sistemas fotovoltaicos, que permiten la generación de electricidad a partir de la radiación solar, constituyen una alternativa importante en aplicaciones en que se requiere alimentar equipos eléctricos en áreas que se encuentran excesivamente alejadas de la red eléctrica, o en que las condiciones del terreno circundante imposibilita la extensión de las líneas de transmisión para cubrir las necesidades de electrificación en estas zonas.

Este tipo de sistemas fotovoltaicos no son muy difundidos a nivel comercial en áreas urbanas o con posibilidad de conectarse a una red de electrificación, debido a que la fabricación de las celdas solares que conforman los paneles, principales componentes del sistema fotovoltaico, requiere actualmente un elevado consumo energético; lo que se traduce en alto costo de inversión inicial. (Blogspot.com, 2015)

Por otra parte, este tipo de tecnología presenta numerosas ventajas: instalación simple, emplea una fuente de energía limpia y gratuita, su operación es automática y silenciosa, requiere poco mantenimiento y es amigable con el ambiente. Dos ventajas principales las instalaciones de generación fotovoltaica es que son autónomas y fácilmente expandibles, de donde se deriva una de sus más importantes aplicaciones en la actualidad: la electrificación para uso doméstico en lugares que se encuentran aislados de la red eléctrica, como es el caso de muchas comunidades rurales.

6.3.1 Composición y funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos, están compuestos generalmente por cuatro etapas o equipos, por donde se genera, acumula y distribuye la energía, y estas etapas son:



El funcionamiento de estas cuatro etapas básicas de los sistemas fotovoltaicos, se pueden explicar de la siguiente forma, en la cual se toman como instancias de tiempo.

La primera instancia de los sistemas fotovoltaicos, para la generación de energía, sucede al producirse el efecto voltaico, y este se produce cuando el material de la celda solar absorbe parte de los fotones de luz que inciden en la celda, que hacen que la circular una corriente eléctrica de una lado de la celda, hacia el otro a través de un cable.

Luego de producirse la corriente eléctrica (siendo esta la resultante de todas las celdas en el panel solar) se dirige hacia un regulador de carga, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.

La energía generada, es acumula en una batería de corriente directa, siendo esto el tercer instante de tiempo y equivale al proceso de acumulación de energía para tener disponible en momentos que este nublado o días de lluvias, de esta forma tener un sistema casi autónomo de energía, ya que se debe de obtener de nuevo radiación solar, para volver a cargar el sistema.

Por último, se tiene un inversor de corriente continua a corriente alterna, debido a que la gran mayoría de equipos domiciliarios utilizan corriente alterna, y este es diseñado dependiendo de las necesidades del usuario.

6.3.2 Tipos de tecnología de celdas solares

La selección del tipo del material o tecnología que se utilizara en las celdas solares, es un punto muy decisivo, debido a que a partir de eso, se basa la mayor parte de la eficiencia en la obtención de radiación solar, para la generación de energía eléctrica.

Entre las tecnologías utilizadas, podemos observar los siguientes datos relevantes. (Delta Volt SAC, 2015)

Tecnología	Símbolo	Característica	Eficiencia de celdas en laboratorio (%)	Eficiencia típica en módulos comerciales (%)
Silicio monocristalino	sc-Si	Tipo oblea	24	13 – 15
Silicio policristalino	mc-Si	Tipo oblea	19	12 – 14
Películas de silicio cristalino sobre cerámica	f-Si	Tipo oblea	17	(8 – 11)
Películas de silicio cristalino sobre vidrio		Película delgada	9	
Silicio amorfo (incluye tandems silicio-germanio)	a-Si	Película delgada	13	6 – 9
Diseleniuro de cobre-indio / galio	CIGS	Película delgada	18	(8 – 11)
Telurio de cadmio	CdTe	Película delgada	18	(7 – 10)
Celdas orgánicas (incluye celdas de TiO2 sensibles a la humedad)		Película delgada	11	
Celdas tandem de alta eficiencia	III-V	Tipo oblea y película delgada	30	
Celdas concentradoras de alta eficiencia	III-V	Tipo oblea y película delgada	33 (tándem) 28 (solo)	

Tabla 3: Tecnología de paneles

Fuente: Manual de instalación de paneles

6.3.3 Adecuación del sistema fotovoltaico

Una vez teniendo seleccionado la tecnología y materiales que se utilizarán en las celdas fotovoltaicas, se tienen que tomar en cuenta las condiciones climáticas del lugar donde se instalará el sistema fotovoltaico, además de esto, se tiene que tomar en cuenta la cantidad de radiación solar que incide en el lugar, para determinar el tamaño de los paneles solares que se requieren en el área.

Para esto se debe tomar en cuenta el tiempo que llueve y se mantiene nublado o con poca incidencia solar el lugar, de esta forma aseguramos los cálculos para que el sistema fotovoltaico tenga una independencia solar de un cierto tiempo. Además de esto la cantidad de radiación que incurre en el lugar nos permite tener datos precisos del sistema en general, dichos datos pueden ser: tiempo de carga del sistema a luz solar plena, la cantidad de potencia máxima que entregara en estas condiciones, entre otras.

La cantidad de radiación solar para sistemas fotovoltaicos, la podemos medir en distintas unidades (Sitiosolar.com, 2013), tales como:

Unidad Energía solar	Explicación	Conversión a KWh/m2
KWh/m2	KiloWatt/hora por metro cuadrado.	1
KJ/cm2	KJ por centímetro cuadrado	2.778
MJ/m2	MJ por metro cuadrado	0.2778
KCal/cm2	1 000 Calorías por centímetro cuadrado	11.67
Btu/ft2	Unidades térmicas británicas por pie cuadrado.	0.0428
Langley	Caloría por centímetro cuadrado	0.0116

Tabla 4: Unidades de medidas de energía

Fuente: Manual de instalación de paneles.

Para entender mejor las unidades de radiación solar para los sistemas fotovoltaicos, lo ejemplificamos de la siguiente forma: cuando queremos comprar uno de estos sistemas, lo que debemos indicarle al proveedor es la potencia que necesitamos. La potencia eléctrica de un sistema fotovoltaico se expresa en Watt Pico (Wp). Esta medida nos dice que, en un día despejado y soleado, a las 12 del mediodía, un sistema de 50 Wp produce 50 W a luz solar plena, indiferentemente de dónde sea instalado. Esta potencia es medida en los laboratorios del fabricante y debe garantizar ese valor.

La efectividad o cantidad de potencia que entrega un sistema fotovoltaico está determinada por una fórmula matemática:

$$P = G \cdot \eta \cdot \eta_t \cdot \text{sen}\alpha$$

P= Potencia del panel

G= Potencia solar

η = Rendimiento del panel

η_t = Perdidas de temperatura

α = Angulo de incidencia de los rayos solares

A como se aprecia en la formula anterior, tenemos que el ángulo de incidencia de los rayos solares juegan el papel de factor de potencia, donde se aprecia que los paneles al estar colocados con un ángulo de 90° con respecto al sol, obtendremos la mayor potencia generada por el panel solar, y este ángulo dependerá del tipo de instalación que se realice.

6.3.4 Tipos de instalaciones de sistemas fotovoltaicos

Luego de tener los datos de la cantidad o dimensión del sistema fotovoltaico que se necesita, se tiene que decidir qué tipo de instalación se realizara, y se basa genéricamente en dos:

- Instalación Fija
- Sistema de seguimiento solar

Muchos de los sistemas fotovoltaicos están inclinados para coleccionar mayor radiación solar. La cantidad óptima de energía se colecta cuando el módulo está inclinado en el mismo ángulo que el ángulo de latitud.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el ángulo mínimo de inclinación debería ser de por lo menos 15° sin importar el tipo de instalación, y esto es para asegurar que el agua de las lluvias drene fácilmente, lavando el polvo al mismo tiempo. A latitudes mayores ($> 30^\circ$ Norte o Sur), los módulos a veces están más inclinados sobre el ángulo de latitud para tratar de nivelar las fluctuaciones por estaciones.

6.3.4.1 Instalación fija

Se denomina de esta forma a las plantas fotovoltaicas cuyos paneles permanecen en la misma posición a lo largo del tiempo. Los paneles deben estar inclinados en la dirección correcta. Esto significa: en el hemisferio sur, los módulos están posicionados exactamente hacia el Norte y en el hemisferio norte, los módulos están mirando hacia el Sur.

Por supuesto, algunas veces hay circunstancias locales que impiden la correcta colocación de los paneles. Por ejemplo, los paneles deben acoplarse sobre un techo inclinado que no tiene la inclinación adecuada y que no está mirando exactamente al sol.

En países cercanos al ecuador, las consecuencias de desviaciones de las inclinaciones óptimas son poco importantes. El ángulo de inclinación es pequeño, así que los sistemas fotovoltaicos están normales (normal es trazar una línea haciendo ángulo de 90° con el panel) nunca se desvían mucho del ángulo promedio de incidencia sobre la radiación solar). Aun así, de ser posible, es mejor dejar que los paneles solares estén perpendiculares al sol.

Este tipo de instalación tiene la desventaja de capturar una menor radiación solar, ya que alcanza su máxima eficiencia en la hora del día donde el sol está totalmente perpendicular al panel solar, pero tiene la ventaja que este tipo de instalación es más fácil de implementar. (Sitiosolar.com, 2013)

6.3.4.2 Seguidores solares según su algoritmo

Las instalaciones de sistemas fotovoltaicos basados en seguidores solares según sus algoritmos, se categorizan en:

- Seguidores de puntos luminosos
- Seguidores solares con programación astronómica.

Los seguidores de puntos luminosos están basados en sensores colocados y aliados de tal forma que establezcan un patrón para identificar donde se encuentra el punto más brillante en cielo y así determinar hacia donde apuntar los paneles solares.

Los seguidores solares basados en programación astronómica, son instalaciones más complicadas de implementar, ya que se basan en ecuaciones que determinan el punto donde debería colocarse el sol en determinado instante de tiempo, pero esto se realiza sin tomar en cuenta que días puede llover o permanecer nublado, lo cual genera una desventaja para este tipo de instalaciones.

Tipo	Ventajas	Desventajas
Seguidores de puntos luminosos	<ul style="list-style-type: none">➤ Facilidad para implementar el algoritmo de programación➤ Pequeñas ganancias de producción de energía en días nublados.	<ul style="list-style-type: none">➤ Poca fiabilidad
Seguidores basados en programación astronómica	<ul style="list-style-type: none">➤ Robustez➤ Fiabilidad del sistema	<ul style="list-style-type: none">➤ Dificultad para implementar el algoritmo.

Tabla 5: Tipos de paneles.

Fuente: Propia

Sin importar el tipo de instalación que se realice para los sistemas fotovoltaicos, se tiene que tomar en cuenta la posición solar que depende de variables indispensable para su cálculo, y estos son:

- Longitud
- Latitud
- Fecha
- Ecuación del tiempo

Al igual que la posición solar, para diseñar estos paneles solares o sistemas fotovoltaicos, se deben de tomar en cuenta retos u objetivos al momento de diseñarlos:

- Se trata de un sistema que ha de trabajar durante más de 30 años
- Ha de estar preparado para soportar fuertes vientos en repetidas ocasiones
- Debe trabajar correctamente en márgenes de temperatura de -15 a 50°C
- Debe ser una máquina autónoma con el mínimo mantenimiento posible
- Todo el sistema ha de estar preparado para soportar lluvia, nieve y pedrisco
- Hay que diseñar un sistema capaz de soportar la corrosión incluso en ambientes marinos

Una vez superada la etapa de captación de energía solar y transformarla a energía eléctrica, esta debe ser procesada para decidir si se acumulará en una reserva o se entregará directamente para el consumo del domicilio, y esto se logra a un componente indispensable del sistema completo, y es un regulador de carga.

6.3.4 Regulador de carga

El regulador de carga se responsabiliza del buen funcionamiento del sistema, evitando la sobrecarga y descarga excesiva de la batería, y este debería de proporcionar alarmas, ya sean visuales o sonoras, indicando algún tipo de falla en el sistema, de esta forma se asegura que el sistema sea más eficiente y prolongue su vida útil.

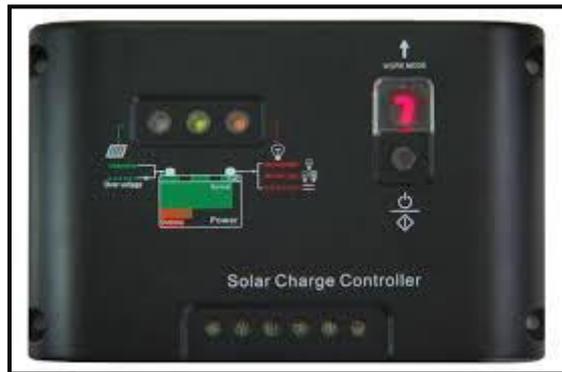


Figura 9.

Fuente: Catálogo solar.

Además de lo anterior, el regulador de carga dirige directamente la energía recibida de los paneles solares, a la siguiente etapa del sistema, en este caso un inversor de corriente directa a corriente alterna, pero esto se realiza en tiempo de luz solar, y cuando la batería este completamente cargada, así como también de dirigir corriente en tiempo de máxima potencia entregada por los paneles solares y bajo nivel de carga en la batería, para su uso continuo cuando no esté presente el sol.

Cuando la demanda de corriente es menor a la corriente proveniente de los paneles solares, el regulador de carga, dirige la diferencia hacia la batería para que se acumule y se de uso en otro instante de tiempo; también impide que la batería llegue a un exceso de descarga, es decir, sobrepasar los niveles de descarga de la batería y los niveles de corriente máxima que puede entre la batería al sistema, de esta forma se evita un daño.

Para seleccionar un regulador de carga, se deben de tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Máxima corriente aceptada, proveniente de los paneles solares
- Máxima corriente de suministro a la batería
- Indicador de bajo voltaje de la batería
- Indicador de carga solar
- Voltaje de entrada de carga de batería

- Voltaje de entrada de descarga
- Tipo de regulación
- Dispositivo de borrado (automático o manual)
- Protección eléctrica (fusibles para cortocircuito o iluminación)
- Protección contra polaridad inversa (fusible o diodo bloqueador)
- Voltajes de entrada regulables
- Su carcasa debe ser a prueba de agua.

Debe haber suficiente enfriamiento y ventilación para evitar el recalentamiento de los componentes. Las conexiones a la unidad de control deben hacerse de tal manera que los usuarios menos capacitados no puedan cometer errores fatales.

Finalmente, otro aspecto de las unidades de control modernas es el MPPT o máxima potencia del punto de tracción. Esto significa que el controlador determina el punto óptimo de trabajo de la curva del sistema fotovoltaico; o sea, ¿qué voltaje operativo da la mayor eficiencia? (Blogspot.com, 2015)

6.3.5 Sistema de almacenamiento de energía

Los módulos de almacenamiento de energía en un sistema fotovoltaico, se basan en baterías para acumular la energía eléctrica que generan los paneles solares, normalmente estas baterías se pueden encontrar que son compuestas de plomo-acido.

Es necesario que la batería este correctamente protegida en un lugar con ventilación y donde no le llegue el sol, además que se encuentre colocada en un soporte preferiblemente de madera, ya que no es ningún tipo de conductor. Entre las características importantes para seleccionar la batería se deben de tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

- Vida útil (Ciclos de vida)
- Capacidad de almacenamiento (Ampere-Hora)
- Profundidad de descarga
- Nivel de auto descarga

La vida útil o ciclos de vida de una batería, se refiere a la cantidad de veces que puede descargarse y volver a cargarse una batería, un ciclo de vida puede darse durante un día completo, en donde las horas que el sol este presente se carga la batería y durante la noche se descargue. Un batería con un buen número de ciclos está entre los 1000 y 2000 ciclos de vida, que representan de 3 a 6 años, sin incluir los ciclos de descarga profunda.

Una batería almacena la energía en Ampere-Hora, esto representa la cantidad de corriente que puede entregar a una carga durante un tiempo determinado, como resultado se tiene corriente-tiempo.

Como ejemplo, podemos tener una batería de 20Ah, que suministra corriente a una carga que consume 1A, la autonomía del sistema estará dado por una simple división:

$$\text{Horas de autonomia}(H) = \frac{\text{Capacidad de la bateria (Ah)}}{\text{Corriente de la carga (A)}}$$

Como resultado, tenemos que el sistema en el ejemplo anterior tendría una autonomía de 20 Horas, pero si aumentamos el consumo de corriente, lógicamente el tiempo de autonomía del sistema disminuirá, por ejemplo, si la carga aumentara a 5A, teniendo la misma batería con 20Ah, se obtiene apenas una autonomía de 4 Horas.

Es importante saber que para obtener una mayor vida útil de las baterías, estas no deben de ser cargadas a más del 10% de la carga que soportan, por ejemplo, la batería del ejemplo anterior de 20Ah, no debe ser cargada a más de 2A.

Para comprender mejor los ciclos de descarga profunda, se puede explicar de la siguiente forma, durante el día una batería puede llegar a cargarse hasta un 60%, pero durante la noche la carga que consume el domicilio, puede llegar a descargarla hasta un 5%, lo cual hace que la batería no sea utilizada correctamente y de esta forma acortar la vida útil, al igual que si la batería

fuese cargada hasta un 97% y solo sea descargada hasta un 80%, en cualquiera de los casos de los ciclos, la batería disminuye su vida útil, haciendo que estas se deteriore y pueda causar que su capacidad de carga solo pueda llegar hasta un 80%, lo cual se podría tomar como una batería en mal estado.

La vida útil de la batería disminuye por altas temperaturas, altas velocidades de carga o descarga, descargas profunda, falta de mantenimiento, entre otras razones.

La auto descarga de una batería es el porcentaje de carga perdida, por el resultado de la reacción química interna de las celdas de la batería. Surge cuando esta es guardada, y no se utiliza; la auto descarga depende de la temperatura ambiente donde es almacenada, por la suciedad en los bornes de la batería y también depende del tipo de batería.

Generalmente las baterías nuevas no superan el 5% de auto descarga durante un mes, pero una batería compuesta de plomo-acido, en un clima cálido, puede llegar a descargarse hasta un 40% de su capacidad.

Las recomendaciones para evitar auto descargas demasiada alta, es guardarla en una caja o compartimiento de madera o no metálico, mantener limpia la parte superior de la batería y en un lugar ventilado y sin luz solar. (Delta Volt SAC, 2015)

6.3.6.1 Tipos de batería

Las baterías que pueden utilizarse en los sistemas fotovoltaicos pueden ser:

- **SLI:** Son las baterías de automóviles, referidas como SLI por sus siglas en inglés (Starting, Lighting, Ignition – Arranque, Iluminación, Ignición). Son las baterías más económicas que se pueden encontrar para este tipo de sistemas, disponibles casi en cualquier mercado. Este tipo de baterías tiene una corta vida útil, ya que están diseñadas para entregar grandes cantidades de corrientes en poco tiempo, para asegurar el

arranque del motor de un vehículo en condiciones de temperatura baja, pueden llegar a entregar hasta 1000A en 3 segundos.

- **SLI modifica:** Este tipo de baterías son adaptadas, o mejor dicho son características mejoradas para alargar su vida útil, y estas modificaciones más comunes son introducir placas más gruesas y una mayor cantidad de electrolito en el espacio sobre las placas.
- **SLI bajo mantenimiento:** Otro tipo de baterías SLI son las llamadas de bajo mantenimiento, comercializadas a veces como baterías libres de mantenimiento, que emplean aleaciones de plomo y calcio en las rejillas. El calcio aumenta el voltaje a que se inicia el gaseo, reduciendo la cantidad de agua que consume la batería, pero reduce la cohesión del material activo de las placas y la resistencia al ciclado de la batería. Este tipo de baterías son muy vulnerables a los daños por descargas profundas, y están sujetas a deterioro por variaciones en la temperatura. Por estas razones muchos diseñadores de sistemas fotovoltaicos recomiendan no utilizarlas en aplicaciones para sistemas fotovoltaicos en países cálidos.
- **VRLA:** Son baterías del tipo “libres de mantenimientos”, referidas como Valve Regulated Lead Acid (VRLA), son muy útiles para aplicaciones más profesionales. En este tipo de baterías los ciclados recombinan total o parcialmente los gases generados, y esto la hace resistente a descargas profundas. Este tipo de baterías posee una válvula de seguridad que funciona como un cortocircuito externo en condiciones de emergencia, de ahí su nombre. Su precio es elevado, pero su uso ha aumentado, debido a su eficiencia
- **Tubulares:** Estas baterías son de mejor calidad para uso fotovoltaico y pueden llegar a alcanzar hasta 8 años de vida útil, con una baja frecuencia de mantenimiento, entre las desventajas de estas baterías es que no aceptan fácilmente regímenes de carga muy bajos, además, son caras y no se asegura su disponibilidad en los mercados actuales de los países en desarrollo. (Duncan, 2012)

6.3.6.2 Capacidad de la batería

Sin importar el tipo de batería que se elija para el sistema fotovoltaico, la dimensión de este, depende de factores establecidos idealizados para una autonomía suficiente de acuerdo a la carga del sistema, también se define la conexión que tendrá la batería.

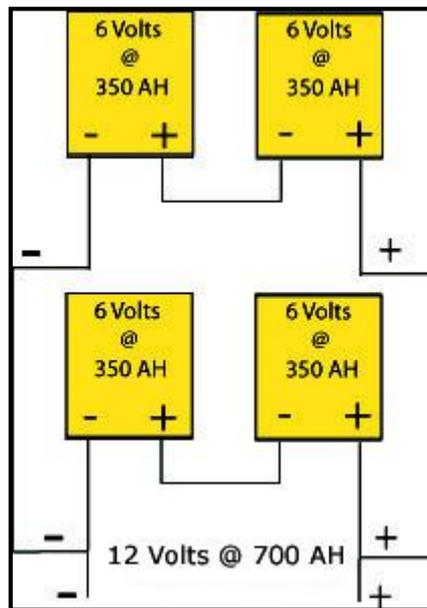


Figura 10.

Conexión serie-paralelo

Fuente: Instalación de paneles solares.

Para el tamaño del sistema acumulador de energía, se tiene que asegurar que la producción de energía eléctrica excederá la demanda durante el peor mes, para esto la capacidad total de la batería deberá permitir entre 3 a 5 días de autonomía, durante los cuales puede haber ausencia o poca radiación solar. Esto se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad de la batería (KAh)} = \frac{\text{Consumo energético real (E)} \times \text{Días de autonomía (N)}}{\text{Voltaje nominal de la batería (V)} \times \text{Profundidad de descarga (Pd)}}$$

Cuando se tenga los datos necesarios y confirmados que la producción de energía excede en el peor mes, la capacidad de la batería, para una mayor vida útil, deberá cumplir los siguientes requerimientos de acuerdo al tipo de batería (Duncan, 2012):

Tipo de batería	Profundidad de descarga (Pdmax) en %	
	Obligatorio	Recomendado
Tubular	80	70
SLI:		
-Clásica	50	30
-Modificada	60	40
-Bajo Mantenimiento	30	20

Tabla 6: Tipos de baterías

Fuente: Catálogo de baterías

Para ejemplificar esto, podemos obtener de los cálculos que se necesita una batería con una capacidad de 1000Ah, pero si se utiliza una batería de tipo tubular, según la tabla anterior, los 1000Ah que se obtuvieron de los cálculos, deberán representar el 80% obligatoriamente, pero lo recomendado sería 70%, por lo cual, realmente se necesitaría una batería de 1250Ah obligatoriamente, pero lo recomendado sería de 1430Ah, esto representaría el 80 y 70 por ciento, respectivamente.

6.3.7.4 Inversor de voltaje

En la mayoría de instalaciones de sistemas fotovoltaicos se es necesario trabajar con 110 VAC, pero los paneles solares entregan VCC, por cual es necesario tener un inversor de voltaje, que transforme los 12, 24 o 48 voltios de corriente continua que se entregan al sistema de carga o regulador de carga, a 110 o 220 Voltios de Corriente Alterna.

Debido a que la gran mayoría de equipos requieren una señal alterna sinusoidal con una frecuencia de 50 o 60 Hertz, se necesita realizar los

cálculos de carga máxima que se tiene en la instalación, recomendando que represente un 70% de potencia que pueda generar el inversor. Por ejemplo, si en el domicilio se tiene una carga de 500Watts, se necesitara un inversor de 715Watts, para que la carga no sobre pase lo soportado por el inversor.

Las principales características que deben considerarse para el dimensionamiento del inversor son:

- La tensión de entrada.
- Máxima potencia que puede manejar.
- Margen de sobrecarga permisible.
- Potencia, tensión y forma de la onda de la salida
- Frecuencia de trabajo y máximo error de frecuencia.
- Eficiencia de transformación (generalmente cercana al 85%)
- Montaje Mecánico
- Rango de temperatura ambiente de trabajo
- Diámetro máximo permisible de los conectores de CC
- Protecciones automáticas

Anteriormente se diseñaban inversores de corriente que generaban un voltaje de CA en forma de señal de onda cuadrada, pero esta presenta problemas de interferencia con computadoras, equipos de telecomunicaciones, entre otros, por eso se diseñan inversores con un señal de salida en forma sinusoidal modificada.

Los inversores modernos generan una onda de salida sinusoidal pura o casi pura con bajo contenido de armónicos y con un mínimo error en la frecuencia, mediante un proceso llamado modulación por anchura de pulsos (PWM). Con los PWM pueden obtenerse rendimientos de hasta 90% inclusive con bajos niveles de carga.

El valor de potencia continua que puede suministrar el inversor puede tomarse como válido si no se sobrepasa la máxima temperatura ambiente especificada, se tiene el voltaje requerido mínimo en la entrada de CC, y la carga que se conecta es resistiva o casi resistiva. Si se conectan motores, balastos u otras cargas inductivas la onda de voltaje y corriente se desfasan y cambia el factor

de potencia, por lo que la potencia real que el inversor puede manejar disminuye.

La eficiencia del inversor varía en función del nivel de carga. Dicha eficiencia es mayor si el nivel de carga que se conecta se encuentra cerca del valor nominal para el que fue diseñado, y disminuye cuando opera con poca carga o sobrecarga (Delta Volt SAC, 2015).

6.4 TECNOLOGÍAS DE RIEGO ADECUADAS PARA EL AHORRO

En la actualidad existen empresas que venden sistemas de riego completos, pero también ofrecen productos individuales como son aspersores, difusores, goteros, etc. Algunas empresas como SINSA, TECNO RIEGO, LA CASA DE LAS MANGUERAS, ETC. ofrecen productos de calidad y de mucha variedad por lo tanto, es necesario tomar en cuenta estos sitios para la selección del más adecuado al diseño que se pretenda elaborar, tanto en costo, calidad, durabilidad y efectividad.

También existe el mercado internacional, el cual en la actualidad es muy accesible puesto que muchas compañías del exterior envían productos a muchos países aunque no exista una sucursal en estos. A continuación se presenta propuestas de elementos de riego con sus características detalladas. Estos productos son ofrecidos por la compañía ORBIT con sedes centrales en Canadá y Estados Unidos. Se realizó un contacto con la compañía ORBIT vía correo electrónico y esta informa que sus productos no son vendidos fuera de Canadá y USA, sin embargo se pueden hacer pedidos con algún contacto particular en esos países a la compañía y enviar los productos a nuestro país por medio del correo u otros medios disponibles. Cabe mencionar que los elementos expuestos a continuación son estándares y se pueden encontrar en otras compañías tanto nacionales como internacionales por lo tanto se tomarán en cuenta las características técnicas de estos elementos. (Antonio Martín Rodríguez & Rodríguez, 2005)

VII- HIPOTESIS

El sistema de riego automático alimentado con energía solar contribuye a una mejora significativa en el consumo de agua potable para riego de jardines lo que conlleva a una reducción de los gastos administrativos en la UNAN Managua RURD.

VIII- DISEÑO METODOLÓGICO

Ubicación del estudio:

El estudio se realizara en la UNAN-Managua, Recinto Universitario Rubén Darío, en el sector de edificios pares.

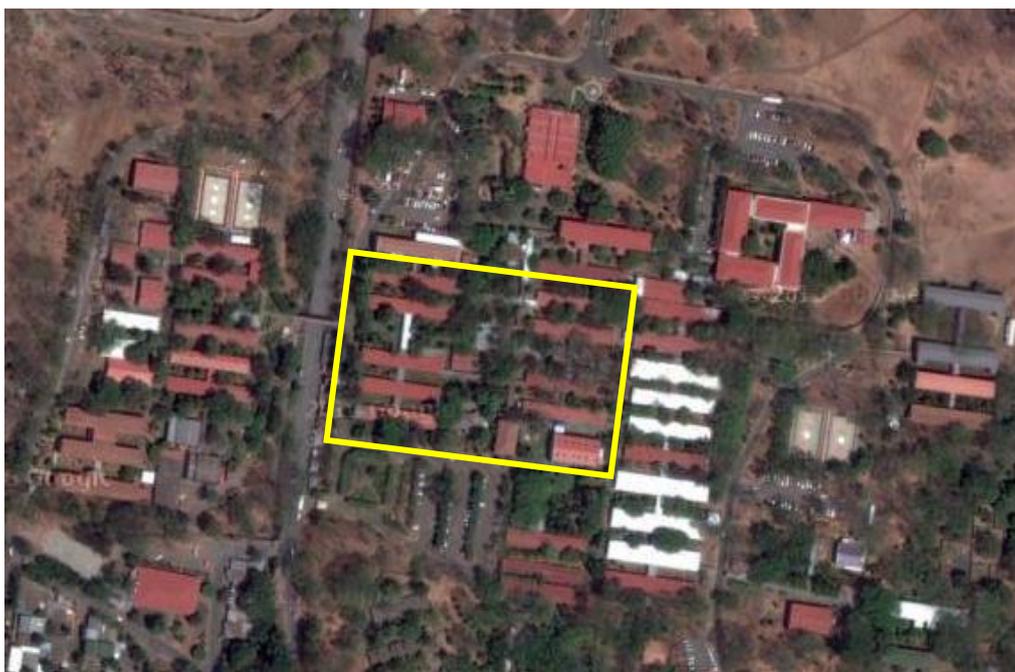


Figura 11

Fuente: Googlemap

8.1 Tipo de estudio:

El tipo de estudio es un modelo demostrativo-comparativo-transversal, porque demuestra y compara el ahorro significativo de agua y la mejora en el sistema

de riego. Además demuestra que el sistema de energía fotovoltaico reemplaza los recursos tradicionales de suministro energético y es transversal porque sus variables principales en función del tiempo están siendo observadas entre los periodos de julio a diciembre del 2015.

8.2 Población y muestra:

Población: Se tomó como población todas las áreas de los jardines dentro de la UNAN-Managua Recinto Universitario Rubén Darío.

Muestra: Se tomó como muestra el total de jardines ubicados en frente de los edificios pares del Recinto y que están bajo un sistema de riego. La muestra fue obtenida por el criterio de conveniencia y por los objetivos que el estudio considera. Serán sitios escogidos para la instalación de los paneles fotovoltaicos para la preservación permanente de la radiación solar.

8.3 Variables:

✚ Sistema de riego actual

- -Dimensión
- -Método de riego
- -Manejo del sistema

✚ Consumo de agua del sistema de riego actual

- -Número de aspersores y grifos
- -Aspersor (L/min , gal/min)

✚ Características climatológicas

- -Localización geográfica
- -Irradiación solar anual
- -Irradiación solar diaria
- -Horas de luz solar diaria en época seca y época lluviosa
- -Temperatura ambiente en época seca y época lluviosa

- -Temperatura máxima en estación seca y estación lluviosa
- -Nubosidad anual
- ✚ Sistema de riego automático controlado por PIC alimentado con energía solar
 - -Dimensión
 - -Método de riego
 - -Control automático
 - -Alimentación fotovoltaica
 - -Funcionamiento del sistema
- ✚ Consumo del sistema de riego automático
 - Número de aspersores
 - -Aspersor (L/min , gal/min)
- ✚ Costos del sistema de riego automático
 - -Materia prima
 - -Mano de obra para instalación
 - -Mano de obra de supervisión y mantenimiento

8.4 Método de investigación:

Observación: se realizó para percibir las características del sistema de riego actualmente utilizado en los jardines.

Instrumentos de recolección de datos:

- Observación
- Entrevista
- Revisión documental

8.5 Procedimiento de medición de variables:

- **Consumo de agua en el RURD:** Se obtuvo información sobre el consumo general de agua potable del Recinto por medio del análisis de textos que abordan esta temática.
- **Sistema de riego actual:** Se hizo una inspección en cada jardín del sector de edificios pares del Recinto. Se empleó cintas métricas para obtener el área de cada jardín y por medio de la observación, se identificó los elementos que se encuentran dentro (grifos, aspersores, difusores, manguera picada, etc.).

Se descubrió por medio de encuentros con el personal de la Dirección de Intendencia, los valores promedios de la presión de agua potable presente en las tuberías que pertenecen a los jardines correspondientes al estudio. También se descubrió los principales problemas presentes en el sistema de riego actual del recinto: dispositivos averiados, mal manejo por parte del personal correspondiente, fugas, entre otros problemas.

- **Consumo de agua potable del sistema de riego actual:** Se determinó por medio de la observación el tipo y la cantidad de elementos en sistema de riego actual que consumen agua potable. Con la ayuda de las entrevistas realizadas al personal de Planta Física se descubrió el tiempo que permanece activo el sistema de riego. Con la ayuda de un manómetro se descubrió el flujo de agua potable presente en las tuberías de los jardines pertenecientes a la muestra del estudio y a la vez, el flujo de agua que corresponde a las fugas que presentan los componentes de riego en dichos jardines.
- **Características climáticas:** Se identificó por medio del análisis documental y la base de datos de INETER, las características ambientales (promedio de: horas de luz solar, velocidad del viento, temperatura ambiental, temperatura máxima, nubosidad en época seca y lluviosa, entre otros.) presentes en la región donde se ubica el Recinto tanto en estación seca, como estación lluviosa.
- **Sistema de riego automático controlado por PIC y alimentado con energía solar:** Se determinó con el análisis documental la forma adecuada para diseñar un sistema de riego automático eficiente, los elementos y técnicas de riego, las tecnologías de control automático

más eficientes y la forma más simple y efectiva de diseñar un arreglo de alimentación fotovoltaica.

Con la información obtenida al analizar diferentes documentos, se diseñó el sistema de riego automático alimentado con energía solar más eficiente y adaptada según las necesidades y las características obtenidas sobre los jardines pertenecientes al estudio.

- **Consumo de agua potable del sistema de riego automático:** Al diseñar el sistema de riego, se obtuvo el número exacto de componentes de riego y el tiempo en que estos permanecen activos. Con el análisis documental se determinó el consumo de agua por aspersores y por medio de la observación e instrumentos como el manómetro se determinó el flujo de agua potable dentro de las tuberías que pasan por debajo de los jardines seleccionados para el estudio.

Finalmente con los datos antes mencionados se determinó el valor cuantitativo del consumo de agua potable del sistema de riego automático.

- **Costos del sistema de riego automático:** Mediante el análisis documental en textos, base de datos de empresas comerciales nacionales e internacionales y peticiones de preformas de compras, se obtuvo los precios (en el período de octubre-diciembre del año 2015), de los materiales que conforman el diseño del sistema de riego automático controlado por PIC y alimentado con energía solar. Así mismo, por medio de las entrevistas realizadas al personal de Planta Física e Ingenieros Electrónicos, se descubrió el costo de mano de obra de instalación y mantenimiento del sistema de riego automático.

8.6 Técnicas de análisis de datos

- **Sketchup:** Se utilizó para el diseño del sistema de riego.
- **RetScreen:** Software para obtención de datos meteorológicos (incluyendo radiación solar diaria, de zonas específicas del mundo).
- **Proteus Profesional:** Software para diseño de circuitos electrónicos.
- **Microsoft Word:** Se utilizó para almacenar los datos obtenidos.

- **CCS COMPILER:** Se utilizó para desarrollar el programa de control que utiliza el PIC.

IX DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO

Para el diseño de un sistema de riego se debe de realizar un estudio de todas las variables que la componen, analizar los problemas que se presentan en el riego utilizado actualmente y encontrar la manera de cómo solucionarlas.

Una de estas variables es la presión de agua, actualmente muchos aspersores no funcionan en toda su capacidad, esto debido que no cuenta con un sistema de bombeo que den la suficiente presión necesaria para los diferentes aspersores instalados en los jardines.

Otro problema es el tiempo determinado para el riego, no siempre se considera la cantidad de agua que se suministra en un tiempo definido, por lo que los aspersores pasan mucho tiempo activados causando un desperdicio y un gasto enorme en cuanto al consumo de agua potable. Para solucionar estos problemas se plantea un diseño que sea completamente automatizado que active de forma temporizada tanto las bombas como los aspersores para así aminorar el consumo de agua.

Al implementarse equipos que ayuden a la automatización y mejora del sistema de riego se crea una nueva variable, la cual incrementaría el gasto al utilizar la energía eléctrica; esto lo vuelve no viable debido que lo que se ahorraría en agua se gastaría en energía eléctrica, por lo que se propone el uso de paneles fotovoltaicos.

Para mejorar todas las deficiencias del sistema implementado actualmente, se realizaron los siguientes estudios:

1. Medir las áreas de cada uno de los jardines de los pabellones pares de la UNAN-Managua.

El primer paso para diseñar un sistema de riego es medir cada uno de los jardines y observar la ubicación de cualquier árbol, arbusto y área cubierta con césped y esto se representa por medio de un plano del jardín.

En el plano, se divide el jardín en áreas. Las áreas deberán ser cuadrados o rectángulos y lo más grandes posibles. Y se denominan sus áreas como: A, B, C, D, etc.

2. Medición de caudal

Cuando se planea un sistema de riego automático eficaz, se debe determinar la capacidad para el diseño del sistema, la presión y la cantidad de agua disponible para el riego en los jardines. Si el sistema instalado utiliza el agua del servicio que ofrece ENACAL este proporciona una presión aproximada de 30 PSI, por lo que en este caso es necesario utilizar bombas para obtener la presión necesaria que abastecerá los aspersores del sistema (el cual sería 50 PSI).

En caso de que el agua provenga de una fuente propia de la universidad (pozos), se debe de realizar estudios para determinar el caudal de este. Este estudio se realiza con un manómetro, teniendo todas las llaves cerradas y aspersores cerrados, este se conecta en una de las llaves y se abre completamente la llave y la lectura que dé el dispositivo será el caudal.



Figura 12.

Fuente: Cómo instalar válvulas de riego

3. Selección de los Aspersores

Existen dos clases básicas de aspersores: los aspersores para áreas grandes y los difusores para áreas pequeñas. No deberán instalarse en la misma zona aspersores y difusores.



Figura 13
Difusor



Figura 14
Aspersor

Fuente: Catálogo de rainbird

El alcance de riego de un aspersor es generalmente el primer criterio de selección para este. Esto le permitirá hacer una mejor elección entre los diferentes tipos de aspersores que existen, esto será en dependencia de las necesidades del terreno o tipos de plantas a las que se desea regar.

A continuación se presentan algunos modelos de aspersores que cumple con las características necesarias para los jardines de la UNAN.

ASPERSORES RAIN BIRD SERIE 3500



15 Aspersor Rain Bird

Fuente: Catálogo de rainbird

CARACTERÍSTICAS

- Alcance mínimo utilizando el tornillo de reducción del alcance: 2,9 m.
- Presión: 1,7-3,8 bares
- Caudal: 0,12-1,04m³/h
- Toma roscada hembra de 1/2" (15/21)
- Ajuste de sector: 40°-360°• Embrague deslizante
- Altura de elevación: 10,2 cm
- Altura del cuerpo: 16,8 cm
- Diámetro expuesto: 2,9 cm

4. Se dividen los jardines por zonas, de esta manera se podrá ubicar de mejor manera cada uno de los aspersores y se realizará el diseño del controlador.

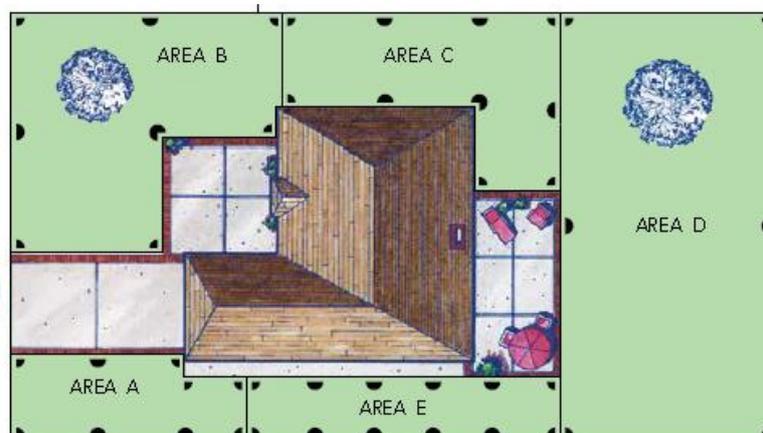


Figura 16 División de zonas

5. Ubicación de los Aspersores

Los aspersores, en general, se colocan a una distancia entre 5 y 12 metros. Los aspersores de mediano alcance deberán colocarse a una distancia entre 5 y 8 metros. Los difusores deberán colocarse a una distancia entre 3 y 5 metros. (Este espaciamiento permitirá el solape de riego y asegurará la distribución uniforme de agua.). El espaciamiento se determina de acuerdo al tamaño del área a la que está sirviendo el aspersor. Los aspersores se distribuyen trabajando en un área a la vez:

Paso 1. Los puntos críticos en un plano son las esquinas.

Dibuje en cada esquina un aspersor con un patrón de rociado de un cuarto de círculo. Se dibuja un arco indicando la configuración de riego del aspersor.

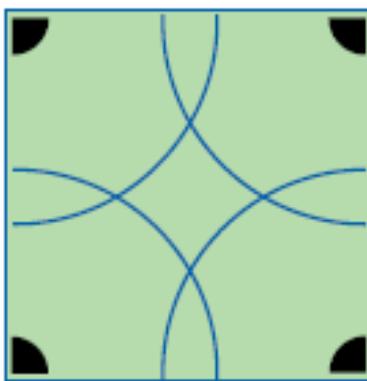


Figura 17 Forma de riego con aspersores en esquinas

Paso 2. Si los aspersores de un cuarto no se rocían entre sí (espaciamiento de aspersor a aspersor), coloque los aspersores a lo largo de los perímetros. Dibuje los patrones de riego de estos aspersores.

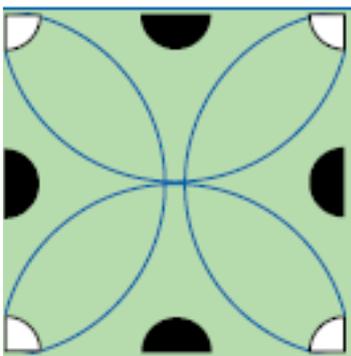


Figura 18 Forma de riego con aspersores en laterales

Paso 3. Si los aspersores del perímetro no rocían el área completa añada aspersores de círculo completo en el medio.

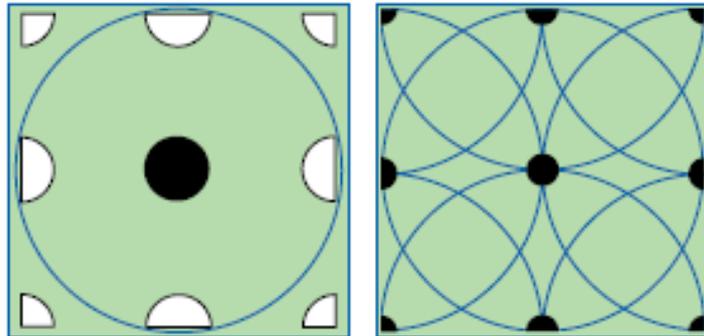


Figura 19 forma de riego de círculo completo

6. Se divide el Sistema en Zonas

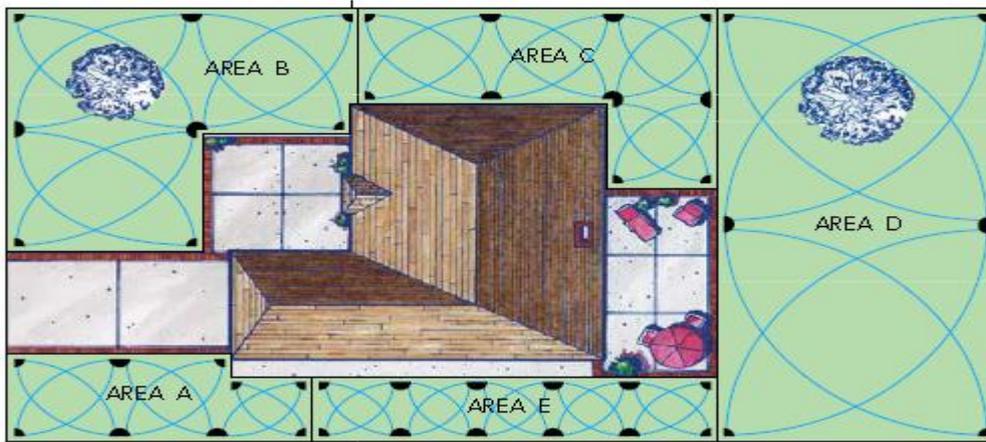


Figura 20 División de zonas

EJEMPLO DEL CAUDAL DEL AREA					
AREA	AREA l/min	÷	CAUDAL DEL DISEÑO	=	NÚMERO DE ZONAS REDONDEADO
A	32	+	49	=	1
B	51	+	49	=	1
C	69	+	49	=	2
D	62	+	49	=	2
E	39	+	49	=	1

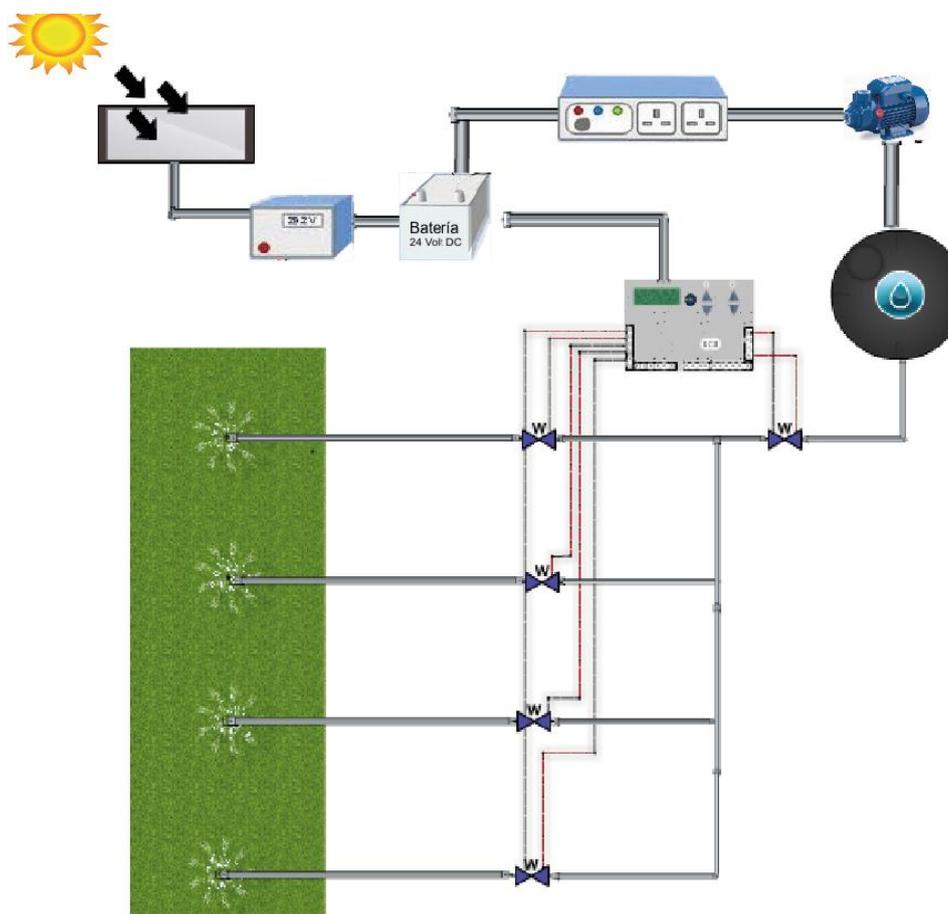
21 Ubicación de aspersores
Fuente: Propia

9.1 Diagrama funcional del sistema de riego

Propuesta De La Estructura Del Diseño De Sistema De Riego Controlado Por PIC's

El sistema será activado por un controlador, este podrá ser programado para iniciar el riego en las diferentes zonas en los tiempos adecuados.

Cada zona contará con una electroválvula que se encargará de regular el paso del agua hacia las diferentes ramificaciones de aspersores ubicados de forma estratégica en los jardines.



22 Diseño del sistema de riego

9.2 Instalación del sistema de riego automático

1. la conexión al suministro de agua

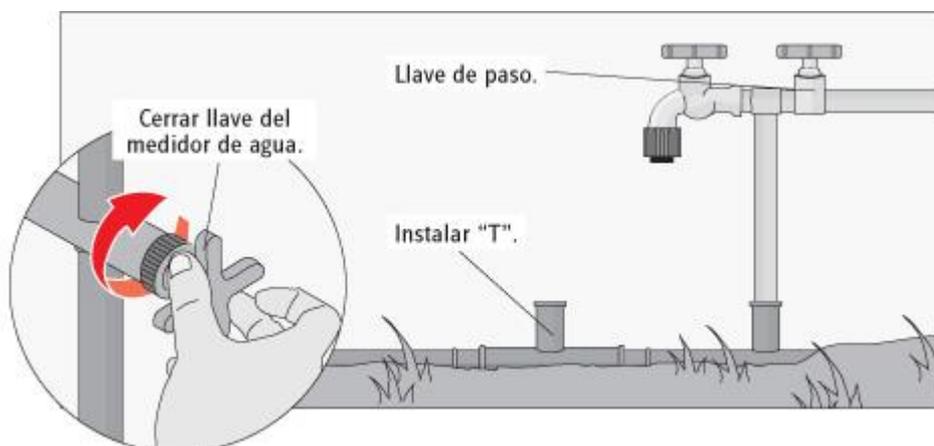


Figura 23

Para conectarse a una llave exterior, cerrar la llave en el medidor de agua y cortar la cañería principal en un sitio conveniente.

2. Instalar la caja de protección de las válvulas

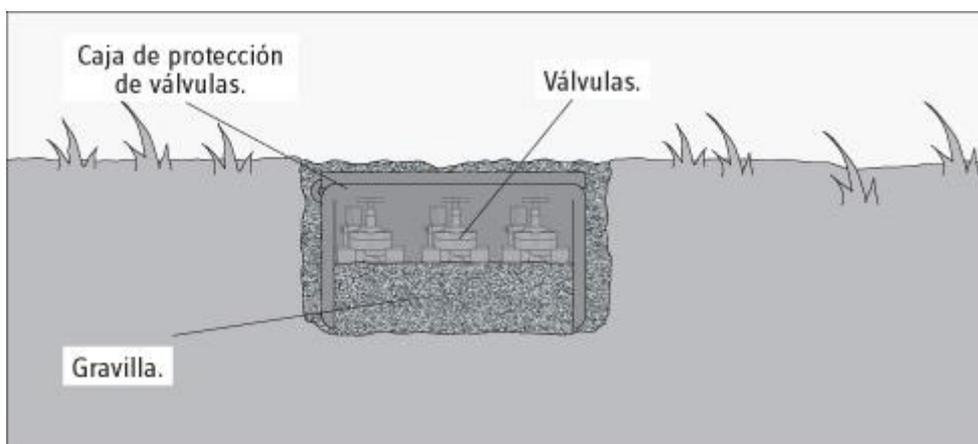


Figura 24 Caja de protección

- Cavar la tierra en la zona en donde irá la caja plástica para las válvulas. El tamaño y forma de la excavación dependerá de la caja escogida.
- Introducir la caja plástica con la tapa hacia arriba. Rellenar su base con gravilla y esparcir en forma pareja. Sobre ella poner en posición las válvulas.
- Los cables de las válvulas se conectarán al programador automático, desde

donde saldrá la señal para abrir o cerrar el paso del agua.

- Las válvulas también se pueden levantar con codos de PVC y dejarlas adosadas a un muro.

3. Instalar las válvulas

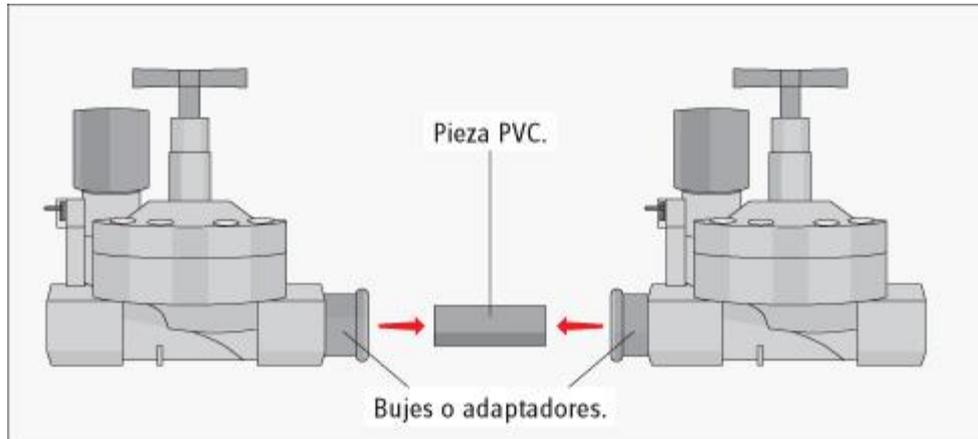


Figura 25 Instalación de válvulas

- Agrupar las válvulas de control de riego dejando entre ellas espacio suficiente para poder moverlas en caso de ser necesario.
- Presentar las piezas de tubería de PVC que se usarán para las conexiones, considerando que la fuente principal de agua alimenta a cada una de las válvulas a través de pequeños tubos que la distribuyen hacia la red. El diámetro de la tubería y los accesorios usados en los circuitos debe ser el mismo que el diámetro de la válvula de ese circuito.
- Los bujes, o adaptadores, permiten ajustar el diámetro de la válvula al tubo de PVC. Para asegurar una buena conexión y evitar filtraciones de agua.

4. Conectar las válvulas a la red de agua

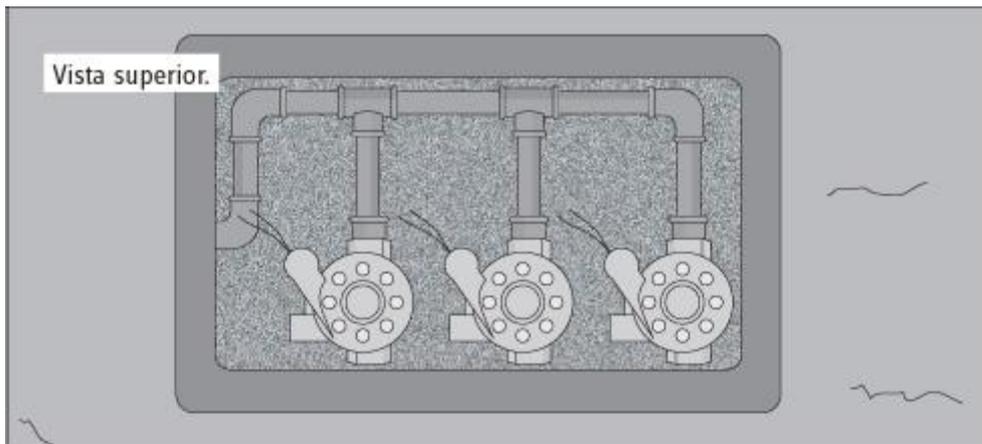


Figura 26

- Instalar el tubo que conecta las válvulas con la red de agua.

5. Extender la red hacia los aspersores

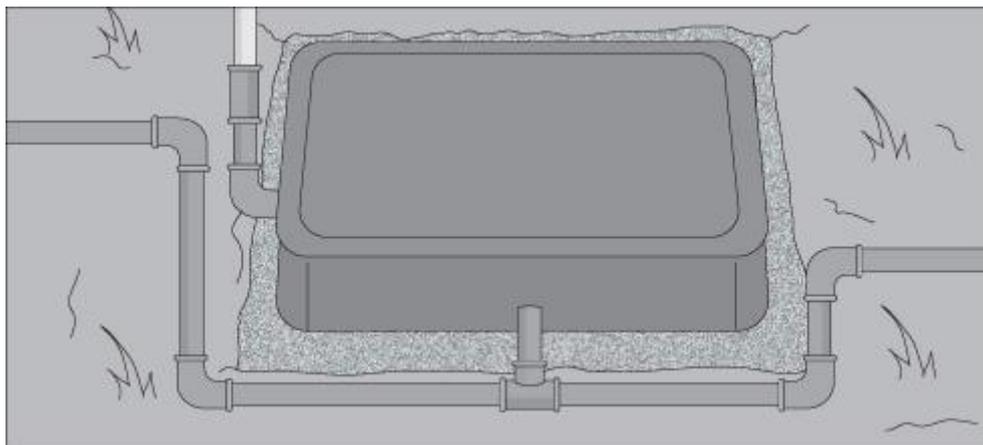


Figura 27

- Ahora empezar a extender la red. Si se necesita extender hacia ambos lados de la caja.

6. Instalar los aspersores

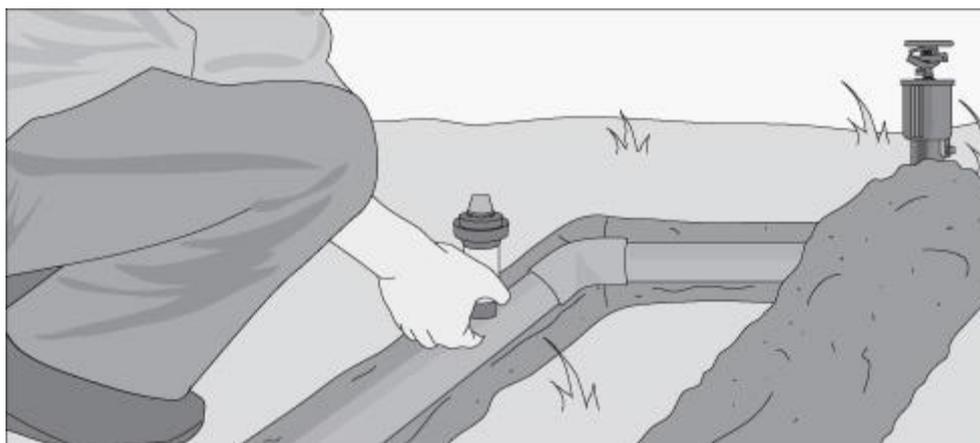


Figura 28

- Marcar los puntos donde irán los aspersores
- Colocar grava en los huecos en donde se instalarán los aspersores de impacto, para permitir un mejor drenaje.

7. Ajustar las aberturas de los aspersores

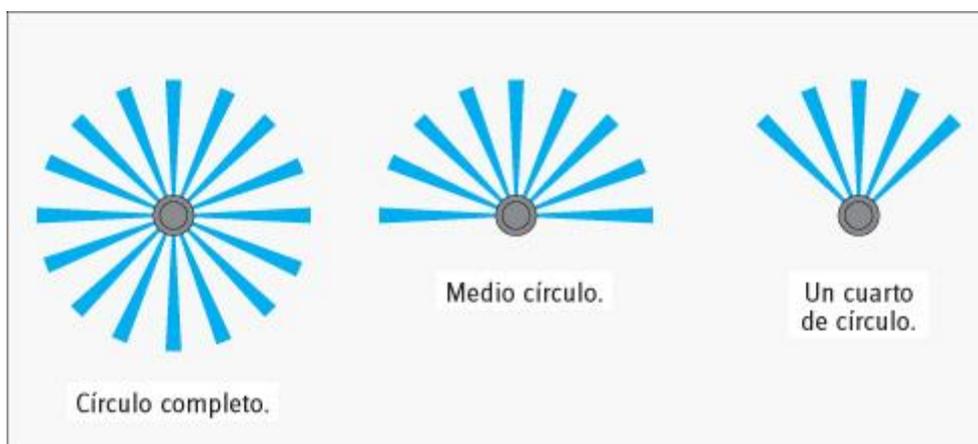


Figura 29

- Los aspersores de impacto de las esquinas deben ser ajustados para regar un cuarto de círculo; los perimetrales para medio círculo y los de centro para regar el círculo completo.
- Los aspersores rociadores con patrones de un cuarto, medio y círculo completo, proveen una cobertura completa sin desperdiciar agua en aceras

u otras áreas que no la necesitan.

- Para evitar fallas de funcionamiento, antes de instalar el programador limpiar bien las cañerías dejando pasar agua por ellas.

8. Conectar el controlador y probar el sistema

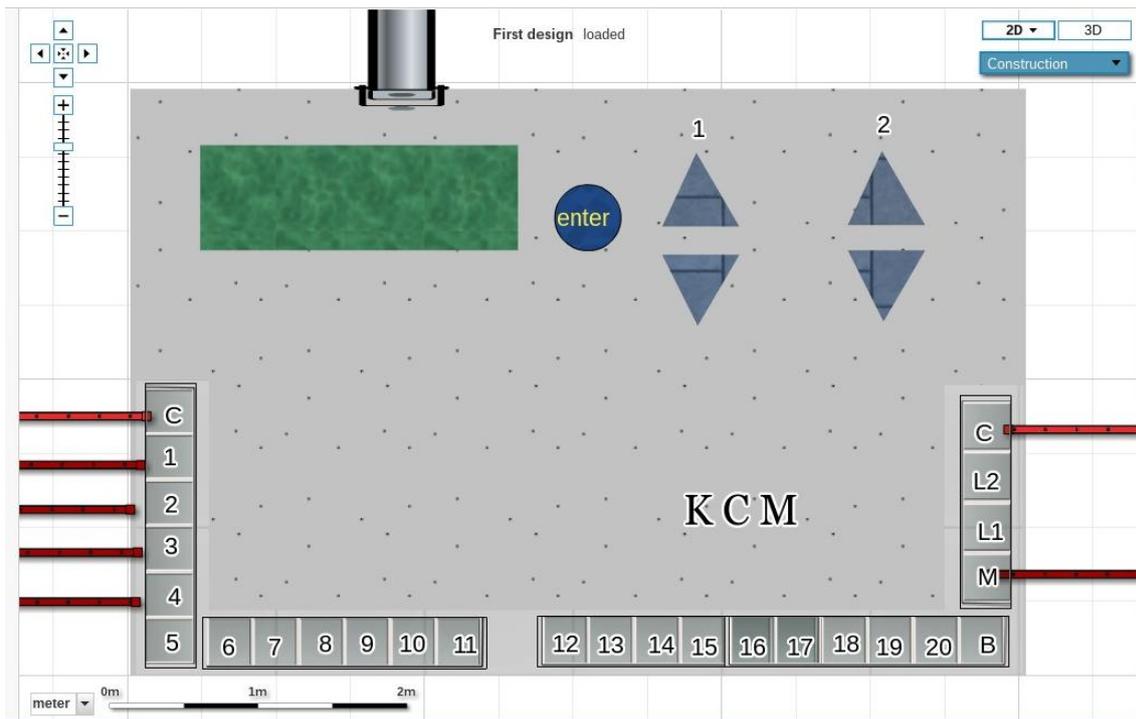


Figura 30

N°	Descripción
enter	Botón aceptar
1▲	Botón opción arriba , navegar en el menú, configurar hora.
1▼	Botón opción abajo, navegar en el menú, configurar hora.
2▲	Botón opción arriba, configura minutos, días.
2▼	Botón opción abajo, configura minutos, días.
C	Entrada común.
1...20	Salidas electroválvulas.
B	Salida a bomba de agua.
M	Salida a válvula maestra.

L1	Entrada de nivel lleno.
L2	Entrada de nivel bajo.

- Conectar los cables de las válvulas al programador automático.
- De cada válvula solenoide tomar uno de los dos cables y unirlo al cable común que llega hasta el programador. Luego unir cada uno de los cables sobrantes de los solenoides con una de las hebras del cable principal y aislar las uniones de cables contra la humedad.
- Finalmente, conectar los cables del transformador a los tornillos que indican “12 V” y enchufar a la corriente eléctrica. Programar el sistema de riego siguiendo las instrucciones del fabricante del programador. (González., 2013)

9. Conexión a Paneles Fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos se instalan sobre una estructura soporte la cual se puede fijar a suelo, a la pared, techo en posición vertical. El lugar donde se ubique debe de cumplir con las siguientes condiciones:

- **Inclinación con respecto a la horizontal:** depende del lugar geográfico.
- **Orientación:** el módulo debe mirar hacia el Norte.
- **Lugar:** Lo más cerca posible de la batería y ésta del lugar de consumo de la energía, no debiendo recibir sombras entre las 9 y las 17 horas.

Conexión:

Todos los módulos fotovoltaicos se proveen con sus polos (+) y (-) identificados para su conexión. En lo de mayor potencia, la estructura soporte tiene colocada una bornera a la cual se conectan los polos (+) y (-) del panel, con los correspondientes polos de igual signo que el banco de baterías o regulador, a través de un cable del tipo subterráneo o taller. Este último debe estar alojado dentro de un caño protector. (Wiles, 2010)

La sección de cable varía de acuerdo a la distancia entre el panel y la batería.

- HASTA 8 METROS 4 mm²

- DE 8 A 12 METROS 6mm²
- DE 12 A 20 METROS 10mm²

Este tipo de paneles producen electricidad en corriente continua y aunque su efectividad depende tanto de su orientación hacia el sol como de su inclinación con respecto a la horizontal, se suelen montar instalaciones de paneles con orientación e inclinación fija, por ahorros en mantenimiento. Tanto la inclinación como la orientación, al sur, se fija dependiendo de la latitud y tratando de optimizarla al máximo usando las recomendaciones de la norma ISO correspondiente.

Las conexiones que se pueden realizar en una instalación fotovoltaica son dos: Conexión en Serie o en Paralelo

Conexión en Serie de Paneles Solares Fotovoltaicos

Conexión de dos paneles solares fotovoltaicos de V_{oc} y corriente de cortocircuito I_{sc} .

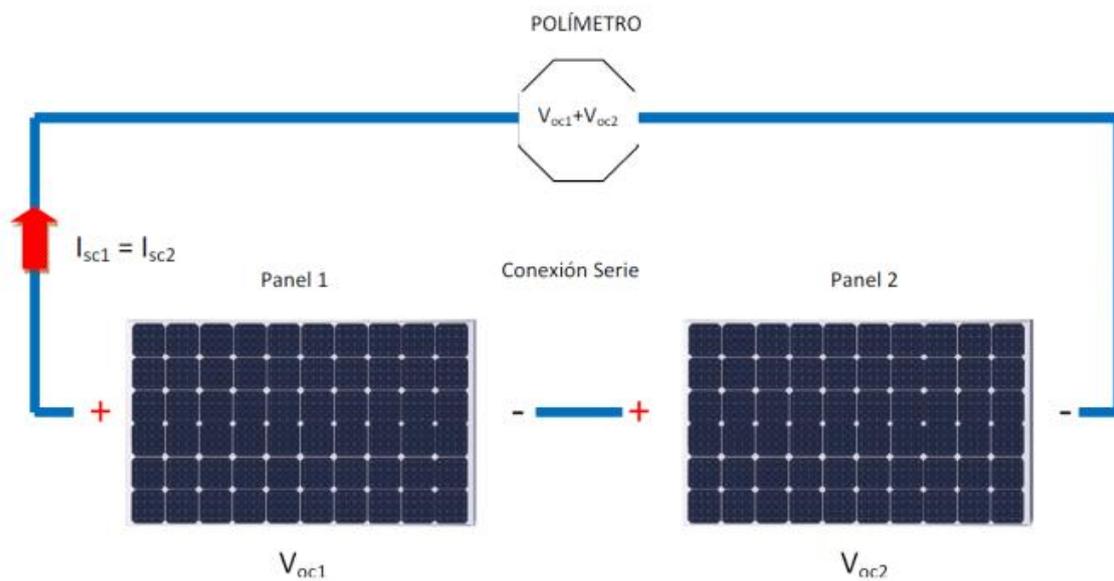


Figura 31

Como se observa en la imagen se ha conectado el polo negativo del panel n^o1 con el polo positivo del panel n^o2. Si conectamos un voltímetro a la salida, obtendríamos lo siguiente:

Tensión en vacío total: $V_{oc}=V_{oc1}+V_{oc2}$

Intensidad de cortocircuito: $I_{sc}=I_{sc1}=I_{sc2}$

Conexión en Paralelo de Paneles Solares Fotovoltaicos

Conexión de dos paneles solares fotovoltaicos de V_{oc} 22.42V y corriente de cortocircuito I_{sc} 8.45A

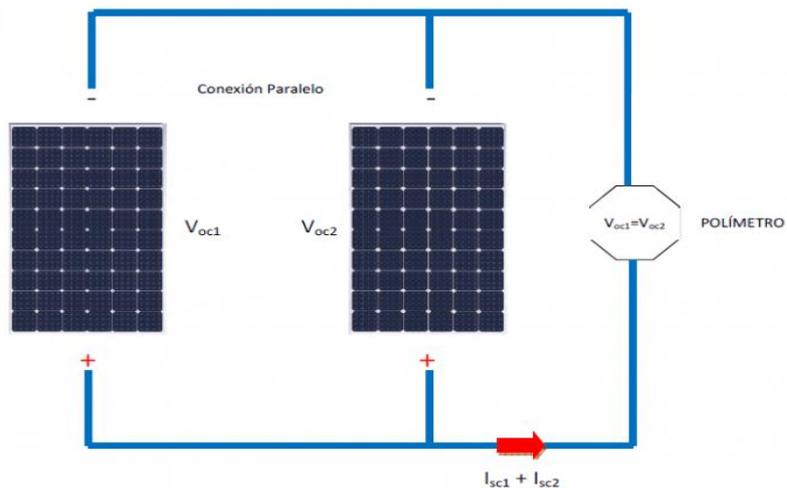


Figura 32

Si se observa en la imagen se ha conectado el polo negativo con del panel n^o1 con el polo negativo del panel n^o2, así como el positivo con el positivo. Si conectamos un polímetro a la salida (Universidad Autónoma de Zacatecas, 2007), obtendríamos lo siguiente:

Tensión en vacío total: $V_{oc}=V_{oc1}=V_{oc2}$

Intensidad de cortocircuito: $I_{sc}=I_{sc1}+I_{sc2}=8.45A+8.45^a$

9.3 Descripción del controlador

Se realizó el prototipo de controlador a utilizar pensando en automatizar una mayor cantidad de jardines que los controladores convencionales, pero manteniendo siempre un bajo costo tanto de producción como de consumo eléctrico.

El dispositivo activa los riegos de forma temporizada, esto quiere decir que el usuario solo va a configurar: la hora, los días y la cantidad de tiempo que se necesita regar. Una vez que los parámetros anteriormente mencionadas se cumplan se activara una electroválvula para iniciar el riego de los respectivos jardines.

El controlador nos mostrará a través de un display la hora y fecha actual, al presionar el botón de enter nos mostrara el menú de configuración, este menú es de manejo fácil, para desplazarse por el menú solo tiene que usar las flechas de arriba y abajo y al encontrar la opción que se quiera modificar solo se presiona el botón enter, en este menú se puede modificar la hora y fecha del dispositivo, las horas y días de riego por zonas.

9.4 Partes fundamentales del controlador

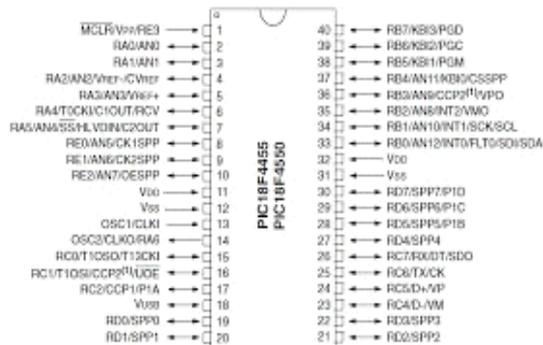
Este controlador esta principal mente constituido por dos PIC`s 18f4550 que es el encargado de todos los procesos del programa, una pantalla LCD encargada de establecer la comunicación con el usuario, el integrado DS1307 que mantendrá la hora y fecha exacta del dispositivo aunque este no tenga alimentación.

Micro Controlador PIC18F4550

Pertenece a la familia de dispositivos PIC18F2455/2550/4455/4550 ofrece las ventajas de los micro controladores PIC18 (gran rendimiento a un precio económico) pero con mejoras de alta resistencia y programa de memoria flash mejorado.

El PIC 18F4550 posee una arquitectura tipo Hardward, ya que dispone de diferentes buses para acceder a la memoria de programa o a la memoria de datos. Esto nos da la opción de acceder a la memoria de datos para ejecutar una instrucción, mientras se lee de la memoria de programa la siguiente instrucción. Es decir, podemos acceder de forma simultánea a ambas memorias.

40-Pin PDIP



33 PIC 18F4550

El bus de memoria de programa: Está formado por 21 líneas de dirección, 16 líneas para instrucciones y 8 líneas para datos. El bus de memoria de datos: Compuesto por 12 líneas de dirección y 8 líneas de datos.

Estructura Interna del PIC

Dentro del datasheet del dispositivo podemos encontrar un diagrama de bloques que nos explica la arquitectura interna que tiene el PIC 18F4550.

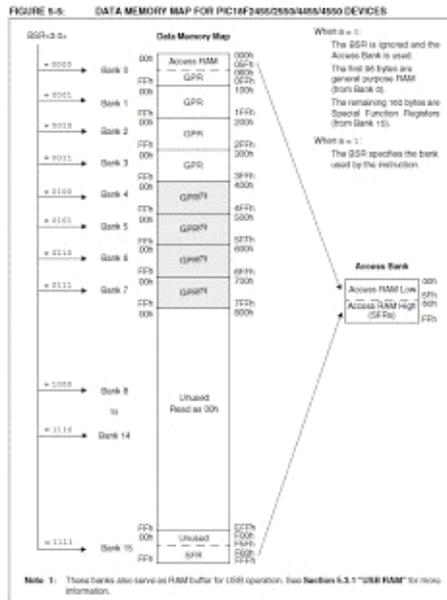


Figura 36 Memoria De Datos

Memoria de programa: el PIC 18F4550 cuenta con una memoria de programa de 32K (32768 bytes). Es una memoria tipo Flash. Esta memoria es la que se encarga de almacenar las instrucciones, constantes y datos. La podemos escribir o leer con un programador externo o en ejecución.

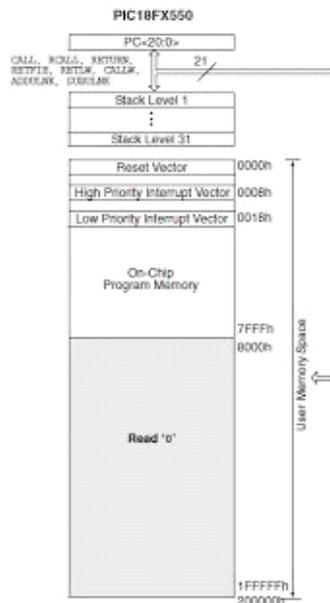


Figura 37

Memoria EEprom de datos: es una memoria no volátil en la que se almacenan los datos en ausencia de tensión. Cuatro SFR son usados para la escritura y lectura de la EEPROM: EECON1 y EECON2 (controlan el acceso a los datos de la memoria EEPROM). EEDATA y EEADR (ordenan la escritura/lectura y la dirección).

La pila o Stack : es un bloque de memoria RAM independiente de 31 palabras de 21 bits en la cual se almacena de una forma temporal el valor del Contador de Programa(Program Counter) cuando se produce una llamada a subrutina o interrupción.

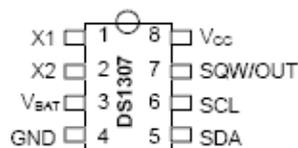
Memoria de configuración: es un bloque de memoria situado a partir de la posición 30000H en la memoria de programa donde se almacenan:

- Bits de configuración. Contenidos en 12 bytes de memoria flash donde se almacenan varias opciones de configuración: opciones del oscilador, reset, watchdog, circuitería de depuración y programación. Estos bits pueden ser modificados.
- Registros de identificación. Contienen información del modelo y revisión del dispositivo. Son registros de lectura

DS1307 Real Time Clock

Es un circuito electrónico especializado, cuya función es mantener la hora y fecha actual en un sistema informático (ya sea con microcontrolador u otro tipo de CPU). Se caracteriza por tener un bajo consumo de energía y también normalmente su propia fuente de alimentación auxiliar. Normalmente al recurrir a este tipo de circuitos integrados se obtiene una mejor precisión del tiempo. Un ejemplo de dispositivos que incluyen relojes en tiempo real son las computadoras personales (PC).

Bus I2C o TWI – Es el protocolo de comunicación físico mediante el cual se comunican el PIC y el módulo RTC DS1307. El bus cuenta con dos líneas: de datos y de reloj, ambas del tipo colector abierto (o drenador abierto). Por lo que se requieren resistencias pull-up para generar un estado lógico alto.



PDIP (300 mils)

38 DS1307

Funcionamiento interno y registros del DS1307

El DS1307 requiere un cristal de 32.768 KHz, este valor viene dado por el hecho de que $2^{15} = 32,768$. Esto quiere decir que la frecuencia es divisible binariamente para generar un segundo exacto.

El DS1307 requiere dos fuentes de alimentación: Por una parte, requiere alimentación de 5 volts que opera mientras el circuito esta encendido y funcionando y otra fuente de poder que proviene de una batería de litio (tipo reloj) que mantiene funcionando el reloj/calendario mientras la alimentación principal NO esta disponible. El cambio entre ambas fuentes de alimentación es gestionado por el DS1307 de manera automática.

Disponemos de un pin de salida que puede ser configurado para que el RTC entregue una onda cuadrada con una frecuencia configurable, las frecuencias disponibles se muestran en la siguiente tabla y se configuran mediante los bits RS1, RS0 y SQWE de registro de control (si se usa este pin hay que agregar una resistencia pull-up).

RS1	RS0	SQUARE-WAVE OUTPUT FREQUENCY
0	0	1Hz
0	1	4.096kHz
1	0	8.192kHz
1	1	32.768kHz

Tabla 7 Registro del reloj

Los registros del DS1307 almacenan la fecha y la hora en formato BCD. La dirección de cada registro y la información almacenada en cada uno se muestra en la siguiente tabla:

Timekeeper Registers

ADDRESS	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	FUNCTION	RANGE
00H	CH	10 Seconds			Seconds			Seconds	00-59	
01H	0	10 Minutes			Minutes			Minutes	00-59	
02H	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours			Hours	1-12 +AM/PM 00-23	
		24	PM/AM							
03H	0	0	0	0	DAY			Day	01-07	
04H	0	0	10 Date		Date			Date	01-31	
05H	0	0	0	10 Month	Month			Month	01-12	
06H	10 Year			Year			Year	00-99		
07H	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	—
08H-3FH									RAM 56 x 8	00H-FFH

0 = Always reads back as 0.

Tabla 8

El funcionamiento del chip se controla mediante el bit 7 del registro del segundero (0x00) y el registro de control (0x07). El bit CH del segundero detiene el reloj cuando está en alto (así se entregan los módulos de fábrica) y en este modo NO se lleva el conteo de tiempo por que el oscilador está

detenido. Es muy importante poner a "0" este bit para que el RTC funcione. El registro de control maneja la funcionalidad del pin de salida de onda cuadrada.

A partir de la dirección 0x08 disponemos de memoria RAM no volátil (NVRAM) cuyo contenido no se borra con la pérdida de energía, este segmento de memoria funciona de manera similar a una memoria EEPROM.

Display Alfanumérico

Es un dispositivo de interfaz humano formado por una pantalla de cristal líquido o LCD (Liquid Crystal Display) sobre la que se pueden mostrar mensajes formados por distintos caracteres: letras, números, símbolos, etc. Se encuentran en distintos formatos, por ejemplo, 2x8, 2x16, 4x20, etc. El primer dígito indica el número de filas del display y el segundo el número de columnas, es decir, 2x16 significa que tiene 2 filas y 16 columnas.



0-39 Display alfanumérico

Estos dispositivos vienen gobernados por un controlador, que normalmente va incorporado sobre la misma placa de circuito impreso que soporta el LCD. El controlador se encarga de gestionar el display líquido, polarizar los puntos de la pantalla, generar los caracteres, desplazar la pantalla, mostrar el cursor, etc. El usuario se despreocupa de todos estos problemas y simplemente necesita conocer una serie de comandos o instrucciones de alto nivel (limpia display, posiciona cursor, etc.) que le permitirán mostrar mensajes o animaciones sobre la pantalla de forma sencilla. Para comunicarse con el controlador del display se dispone de una interfaz paralela al exterior, de fácil conexión a otros micros controladores o microprocesadores.

Los caracteres que se pueden representar están formados por una matriz de puntos que vienen almacenados en memoria ROM dentro del propio controlador. El fabricante reserva una pequeña zona de memoria RAM donde se pueden definir algunos caracteres especiales, como por ejemplo la letra ñ que no suele venir, o si se desean, pequeños gráficos.

En la tabla se muestra el significado de las señales de cada pin. Hay tres tipos de señales en el LCD: de alimentación, de control y de datos.

Nº PIN	SÍMBOLO	DESCRIPCION
1		Alimentación negativa (masa)
2		Alimentación positiva (+5vdc)
3	RS	Ajustes del contraste
4		Selección de registro
5		Lectura/Escritura (Read/Write)
6	E	Habilitación del display (Enable)
7-14		Pines del 0 al 7 del bus de datos bidireccional

Tabla 9

Para escribir un carácter en una posición determinada de la pantalla es necesario mandar al IR la dirección correspondiente a la celda (instrucción “set DDRAM address”) y posteriormente enviar el carácter al DR (instrucción “write data to CG or DDRAM”). El controlador del LCD puede incrementar o decrementar la posición del display después del envío de cada carácter.

Juego de caracteres ASCII

HIGH-ORDER 4 BIT	LOW-ORDER 4 BIT	0	1	2	3	4	5	6	7	A	B	C	D	E	F	
		0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111		
xxxx0000	CG RAM (1)		0	1	2	3	4	5	6	7	A	B	C	D	E	F
xxxx0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	7	†	4	ä	q				
xxxx0010	(3)	"	2	B	R	b	r	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx0011	(4)	#	3	C	S	c	s	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxx0101	(6)	%	5	E	U	e	u	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxx0110	(7)	&	6	F	V	f	v	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx0111	(8)	'	7	G	W	w	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1000	(1)	<	8	H	X	h	x	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1001	(2)	>	9	I	Y	i	y	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1011	(4)	+	;	K	[k	[†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1100	(5)	,	<	L	¥	l	¥	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1101	(6)	_	=	M]m	>	µ	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1110	(7)	.	>	N	^	n	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†
xxxx1111	(8)	/	?	O	_	o	†	†	†	†	†	†	†	†	†	†

NOTES:
1. The CG RAM generates character patterns in accordance with the user's program.
2. Shaded areas indicate 5 x 10 dot character patterns.

Figura 40

RELÉ

Un relé es un interruptor accionado por un electroimán. El electroimán está formado por una barra de hierro dulce, llamada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre. Al pasar una corriente eléctrica por la bobina el núcleo de hierro se magnetiza por efecto del campo magnético producido por la bobina,

convirtiéndose en un imán un poco más potente cuanto mayor sea la intensidad de la corriente y el número de vueltas de la bobina. Al abrir de nuevo el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán.

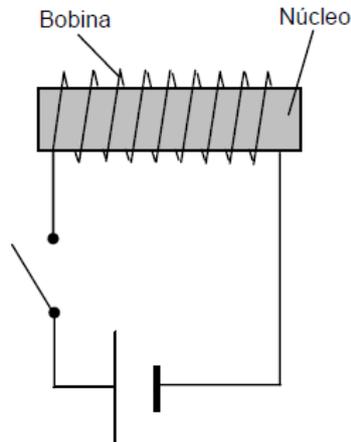


Figura 41

El relé anterior funciona como un interruptor. Está formado por un contacto móvil o polo y un contacto fijo. Pero también hay relés que funcionan como un conmutador, porque disponen de un polo (contacto móvil) y dos contactos fijos.

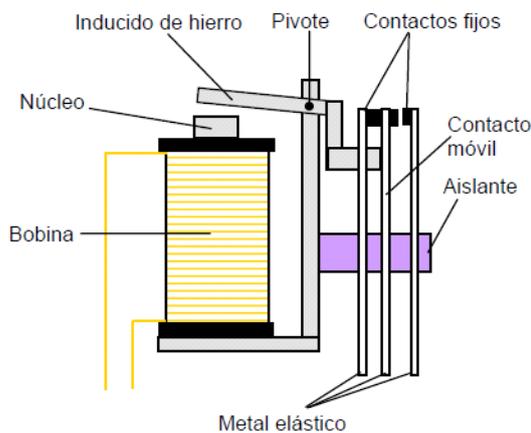


Figura 42

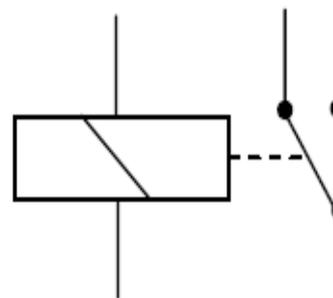


Figura 43

Cuando no pasa corriente por la bobina el contacto móvil está tocando a uno de los contactos fijos. En el momento que pasa corriente por la bobina, el núcleo atrae al inducido, el cual empuja al contacto móvil hasta que toca al otro contacto fijo. Por tanto, funciona como un conmutador.

Protocolo de Bus I2C

El bus I2C es un bus cuya aplicación es la comunicación entre circuitos integrados. Esta comunicación es síncrona, esto quiere decir que además de una línea de datos también tiene una señal que valida los datos en el canal de comunicación para mantener la sincronía. También es semi-bidireccional lo que indica que la única línea de datos se puede utilizar en ambos sentidos pero no simultáneamente.

El bus I2C sólo define dos señales, además del común:

SDA: es la línea de datos serie (**Serial DA**ta, en inglés), semi-bidireccional. Eléctricamente se trata de una señal a colector o drenado abierto. Es gobernada por el emisor, sea éste un maestro o un esclavo.

SCL: es la señal de sincronía (reloj serie, o **Serial CL**ock en inglés). Eléctricamente se trata de una señal a colector o drenado abierto. En un esclavo se trata de una entrada, mientras que en un maestro es una salida. Un maestro, además de generar la señal de sincronía suele tener la capacidad de evaluar su estado. Esta señal es gobernada única y exclusivamente por el maestro; un esclavo sólo puede retenerla o pisarla para forzar al maestro a ralentizar su funcionamiento.

Esta particularidad física de que las salidas de los excitadores I2C hayan de ser a colector o drenado abierto es de vital importancia para que a este bus con tan sólo una señal de datos y otra de sincronía se le pueda permitir la función de producto lógico con una simple conexión eléctrica. Evidentemente, un enlace I2C necesitará sendas resistencias de elevación en las respectivas líneas SDA y SCL. De esta manera un excitador I2C realmente sólo gobierna el estado 0 lógico en las líneas I2C, mientras que el estado 1 lógico no es suministrado por el excitador directamente sino por medio de la oportuna resistencia de elevación.

El orden de emisión de los bits de un carácter es empezando por el más significativo, siguiendo en orden decreciente de pesos y terminando por el menos significativo. Un carácter puede tener diversos significados en función de quién lo emita y en qué instante lo haga.

El primer carácter transferido lo emite siempre el maestro; sus siete bits más significativos indican la dirección del esclavo al que se dirige, y el bit de menor peso indica el sentido de la transferencia de los subsiguientes caracteres (0=escritura, 1=lectura, siempre desde el punto de vista del maestro).

Para el direccionamiento de un esclavo se tienen siete bits, lo que daría un máximo de 128 dispositivos I2C distintos. No obstante, en la realidad se dispone de muchas menos direcciones puesto que un cierto número de ellas no se emplean como tales sino como identificadores de función especial, además, ciertos circuitos reservan para sí varias direcciones debido a que es frecuente que en un diseño se tengan que emplear varios del mismo tipo. En estos casos los circuitos tienen una dirección compuesta por dos partes; una fija establecida por el comité I2C y otra variable (bits inferiores) fijada por el diseñador de cada sistema dado.

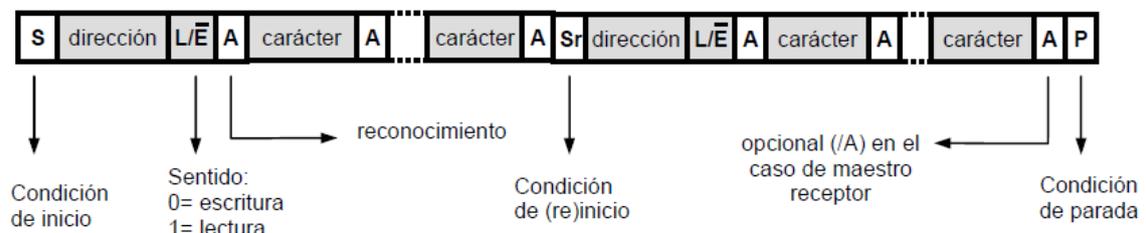


Figura 44

Comunicación Maestro/Esclavo

Una comunicación Maestro/Esclavo requiere un conjunto de reglas que especifiquen el intercambio de datos u órdenes. Estas reglas definen lo que se conoce como un protocolo de red o también un protocolo de comunicación.

En este caso el intercambio se produce entre dos micros controladores PIC18F4550. Estos micros controladores utilizan a nivel físico el protocolo RS232 encargado de establecer una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un equipo terminal de datos y un equipo de Comunicación de datos.

La interfaz RS232 está diseñada para distancias cortas, de unos 15 metros o menos, y para velocidades de comunicación bajas, de no más de 20 [Kb/s]. La interfaz puede trabajar en comunicación asíncrona o síncrona y tipos de canal simplex, halfduplex o full duplex. En este caso será asíncrona y utilizará un canal simplex en el que el intercambio de datos se realiza en un solo sentido.

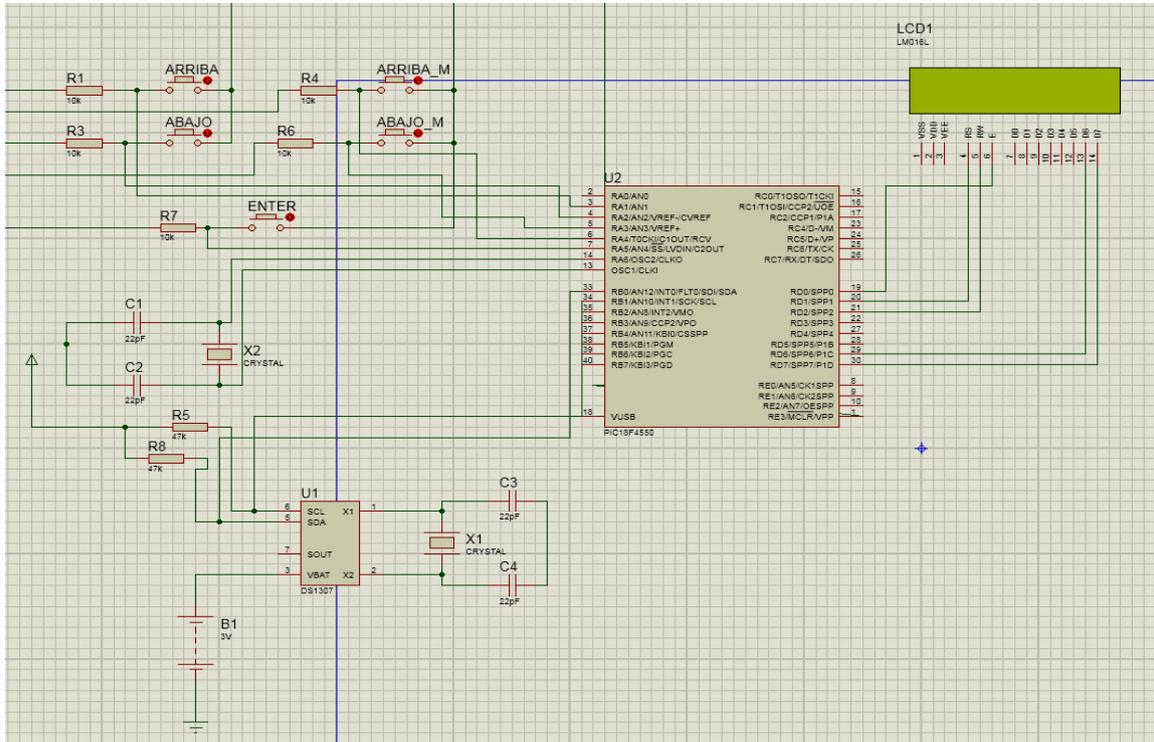
Para la transmisión de datos en formato serie, se utiliza la terminal de transmisión (Tx) y la terminal de recepción (Rx), en este caso el sincronismo se hace dentro de cada equipo y la interfaz solo define el uso de un bit de start y otro de stop, para indicar el inicio y fin de transmisión de un byte. Es por eso que todos los equipos interconectados deben estar configurados para el mismo bit-rate. Las ventajas más importantes de este modo de comunicación radican en que no se requiere destinar más entradas salidas a completar algunas interfaces como la RS232.

Los dos micros controladores se conectan entre ellos cruzando los pines del puerto RS232 de recepción y transmisión.

Diseño por partes del controlador de riego para jardines

En primera instancia mostraremos el diagrama encargado de procesar los datos de configuración de riego en el controlador, como ya se ha mencionado esta parte es controlada por el PIC18F4550 quien recibe los datos de fecha y hora de manera exacta del integrado DS1307, a través de un bus I2C conectados a los pines b_0 y b_1 .

Para cambiar las opciones mostradas en el display se utilizan los pushbotton conectados a los pines que van de a_1 hasta a_5 .



0-45 Circuito del Controlador 1

Una vez que las condiciones se cumplan y el PIC dará la orden de riego al segundo PIC 18F4550 (se encuentra configurado como esclavo) atreves de las terminales c_6 (tx) y c_7 (rx).

El segundo PIC 18f4550 con la información transmitida del primer PIC 18F4550 determinará qué zona debe regar, activando el relé adecuado. Además de esto también tiene la función de controlar el llenado de un tanque de agua de forma automática con sensores de nivel. **Ver diagrama de flujo en anexos.**

riego por inundación en muchos jardines lo cual genera un consumo muy excesivo de agua.

- Estos aspersores presentan fuga.
- No contienen la presión necesaria por lo que no trabajan de forma eficiente.
- El tiempo de riego que se emplea es demasiado largo, debido que no hay una regulación de cuando se activan los aspersores al igual del personal que utiliza la manguera para regar.
- No se conoce el porcentaje de pérdida física de la red de agua potable, lo cual limita enormemente el conocimiento sobre el consumo real del Recinto.
- La Dirección de Planta Física no posee una buena infraestructura para manejar el uso de agua y su conservación, sin embargo realiza esfuerzos por mejorar un poco esta temática.
- El recinto no promueve campañas de sensibilización dirigidas al uso adecuado del agua.

Según los datos recopilados del consumo de agua de la UNAN-Managua, por medio de planta física, se pudo observar que el gasto en este servicio es excesivo.

Mes	Volumen de agua consumida en m ³	Costo en C\$
Enero 2015	17,636.80	235,618.34
Febrero 2015	17,176.30	192,490.32
Marzo 2015	15,669.30	203,537.12
Abril 2015	17,185.00	268,298.79
Mayo 2015	16,986.20	205,446.37
Junio 2015	17,009.80	268,604.00
Julio 2015	17,213.00	268,703.00
Agosto 2015	17,202.00	268,155.00
Septiembre 2015	17,254.60	269,496.00
Octubre 2015	17,374.00	271,913.00
Noviembre 2015	17,305.00	270,605.00
Diciembre 2015	16,999.00	264,959.00
Volumen total (anual)	205,011.00	2,987,829.00

Tabla 10: Volumen del consumo de agua en el RURD, período 2015

Fuente: UNAN-Managua

A como se puede observar el consumo de agua no es muy variable, pero se presenta datos muy altos. Una de las problemáticas de esta universidad, mencionadas anteriormente, es el tiempo de riego implementado, por lo general el riego actual (ya sea por aspersores o por riego manual) es de 1 a 2 horas tres veces por semana. Con el sistema automatizado, el controlador ya está programado para que el usuario seleccione un rango de tiempo específico de 8 a 15 minutos, que según el Ing. Onam Jiménez especialista en sistemas riego de jardín, de la empresa DURMAN, este rango de tiempo es suficiente para el cuidado y mantenimiento de las plantas para el área que poseen los jardines de la UNAN-Managua.

La cantidad de riego por semana también lo podrá seleccionar el operario, aunque lo recomendable para el ahorro de suministro de agua y el bienestar de la plantas es que sea de tres veces por semana.

Suponiendo que se utilizará el tiempo máximo del controlador (15 minutos) en un periodo de riego de tres veces por semana se tendría que el consumo con un sistema automatizado sería el siguiente:

Tomando como referencia el consumo mensual de los datos adquiridos por el CNU, se calculó el consumo de agua con el sistema automatizado ya instalado.

	Volumen de agua con controlador en m ³	Costo en C\$
primer mes	5,878.90	80,540.93
segundo mes	5,725.43	78,438.39
tercer mes	5,223.10	71,556.47
cuarto mes	5,728.33	78,478.12
quinto mes	5,662.06	77,570.22
sexto mes	5,670.00	77,679.00
séptimo mes	5,737.66	78,605.94
octavo mes	5,734.00	78,555.80
noveno mes	5,751.53	78,795.96
decimo mes	5,791.33	79,341.22
undécimo mes	5,768.33	79,026.12
doceavo mes	5,666.33	77,628.72
Volumen total (anual)	68,337.00	936,216.90

Tabla 11: Consumo de agua con controlador

Por medio de las siguientes ecuaciones se puede calcular el consumo mensual si se implementara el controlador, los datos para realizar los cálculos son los datos del consumo de agua actual en el RURD.

$$\text{Consumo por día} = \text{consumo por minuto riego actual} * 15\text{min}$$

$$\text{Consumo semanal} = \text{consumo por día} * 3 \text{ veces de riego semanal}$$

$$\text{Consumo mensual} = \text{consumo semanal} * 4 \text{ semanas}$$

Comparando consumo actual con consumo del sistema automatizado se obtiene la siguiente gráfica:

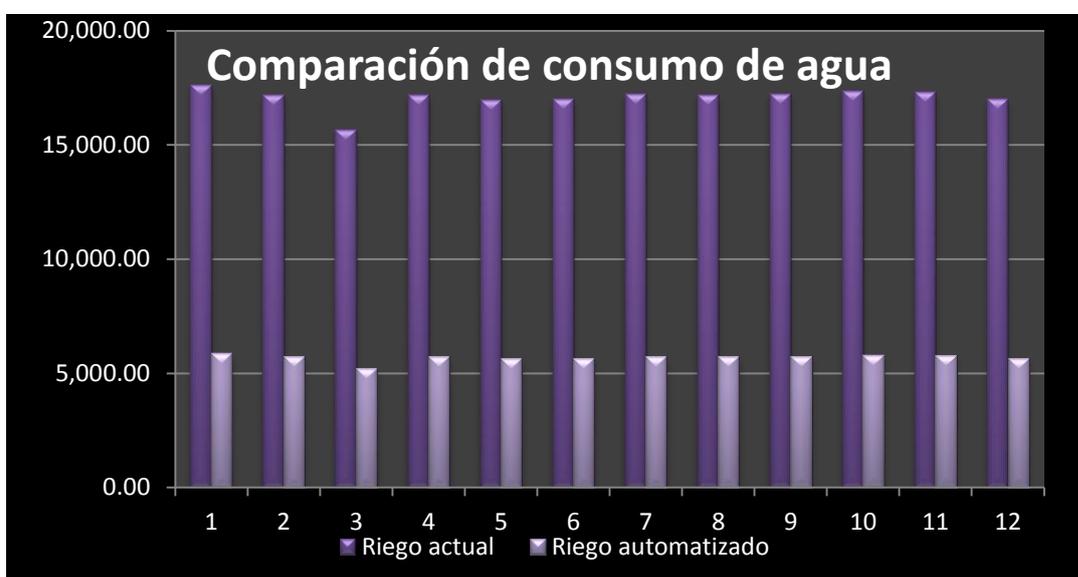


Tabla 12: Comparación de consumo de agua.

Fuente: Propia

Como se puede observar con esta propuesta de riego el consumo bajaría considerablemente. Traduciendo el consumo en costo (pago de agua):

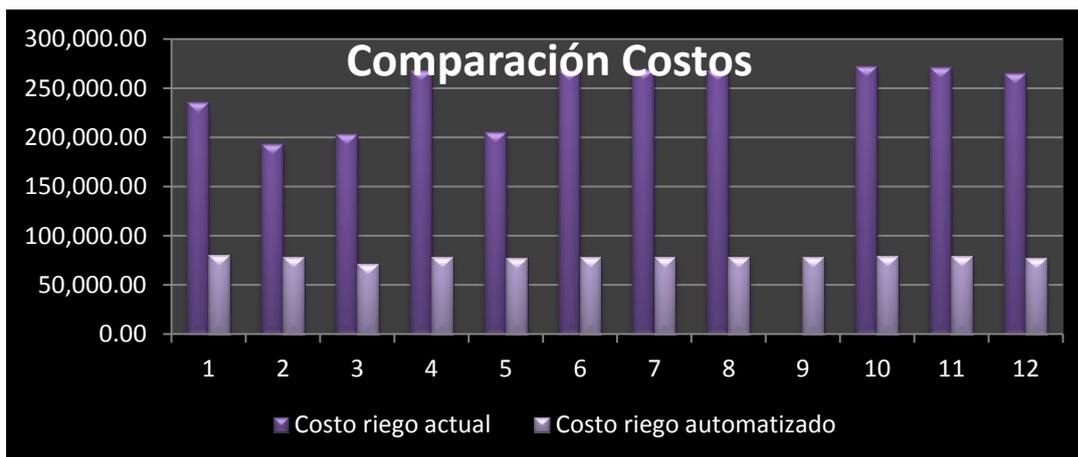


Tabla 13: Comparación de costos.

Fuente: Propia

10.2 Sistema de riego actual en el Recinto

Con base a la observación directa se pudo conocer que en la actualidad el Recinto Universitario cuenta con un sistema de riego conformado en su mayoría por aspersores de impacto y el resto de métodos simples como tubería picada móvil y riego por inundación. Además es un sistema manual operado por el personal de mantenimiento de los jardineros del recinto.

Sistema De Riego	Aspersores	Manguera de riego	Difusores
Hora de riego	6am-8am	9am-11am	6am-8am
Cantidad en sector de edificios pares	18	15	15
Características	Tipo Impacto radio de acción de 6m, 360° no regulable	½'' de diámetro	Tipo pop-up

Tabla 14: Elementos de riego Actual

Fuente: Propia

10.2.1 Sistema de riego actual en el sector de edificios pares del Recinto

Existe un único medidor de agua potable número **700-3-1-12100** para todo el sector el cual se presenta en la siguiente imagen:



0-49 Medidor de agua

Para el sector par del Recinto universitario Rubén Darío, se contabilizaron un total de 84 jardines, el cual los jardines del pabellón 50 no se incluirán debido que estos son utilizados por la carrera de biología para realizar estudios. Todos los jardines del sector objeto del estudio poseen las siguientes características semejantes:

- Presión y flujo de agua potable promedio presente en tuberías adyacentes: 40psi, 9.6L/min.
- Tiempo de riego: 2hr
- Frecuencia de riego: 3 veces a la semana.



Figura 50 Formas de riego

Pocos jardines cuentan con aspersores, y estos se encuentran mal ubicados, o no han recibido ningún tipo de mantenimiento por lo que presentan fugas y esto provoca un desperdicio de agua.

10.2.2 Descripción del Sistema de Riego en los Pabellones Pares de la UNAN-Managua

Cantidad de aspersores	18
Cantidad de grifos	19
Flujo de agua potable en tuberías	2.53gal/min.
Consumo instantáneo de cada aspersor	2.77gal/min.
Consumo total instantáneo de aspersores en la muestra	49.93gal/min.
Tiempo de riego	2hr

Tabla 15
Fuente: Propia

En esta tabla se muestran los datos del sistema de riego en el sector de pabellones pares del Recinto, descubiertos en base a la observación directa y análisis documental. Con estos datos se descubrió el consumo de agua potable en el sistema de riego.

10.3 Sistema De Riego Automático Controlado Por PIC's Y Alimentado Con Energía Solar

El diseño elaborado en el presente estudio tiene la particularidad de integrar tres diferentes tecnologías: sistema de riego, sistema de control automático y sistema de energía fotovoltaica.

-Sistema de riego: Conforman mecanismos de riego como aspersores, grifos, tuberías, mangueras, entre otros, los cuales planteados en un diseño bien elaborado, genera un sistema de riego eficiente y adaptado según las características de cada jardín donde se han de implementar

-Sistema de control automático: Abarca todos los dispositivos electrónicos para controlar a manera simple y eficiente el flujo total o nulo de agua potable en el sistema de riego.

-Sistema de energía fotovoltaica: Esta parte del diseño está conformada por todos los elementos de tecnología de energía solar para alimentar la parte electrónica del sistema de control automático: paneles solares, inversores, estructura de montaje de paneles, baterías, etc.

10.3.1 Diseño de Sistema de riego

Actualmente hay 60 jardines, los cuales solo 40 se encuentran bajo irrigación diaria. Es por eso que se realizó un estudio para encontrar las necesidades de cada uno de los jardines y de esa manera adecuar la instalación de los aspersores dependiendo del jardín.

Para el diseño se tomó en cuenta el área y la vegetación de cada jardín, de esa manera se realizó la ubicación de los aspersores, al igual que regular el alcance de riego que tiene este.

En el 80% de los jardines, el diseño del sistema de riego de cada uno de ellos, necesita una presión y flujo de agua mayor a la presente. Esto se genera debido al empleo de dispositivos de riego que están interconectados entre sí por tuberías, los cuales suman su presión y flujo de agua especificadas para su correcto funcionamiento. Sin embargo, en este caso se debe tomar en consideración la posibilidad de irrigar por partes cada jardín, empleando la electrónica; es decir un controlador.

En la siguiente imagen se mostrara el diagrama unifilar de todo el sistema de riego, sectorizado de tal forma que la distancia entre las electroválvulas y el controlador sea la ideal.



Figura 51

Como resultado obtuvimos un sistema dividido en seis zonas independientes una de otra, para realizar un mejor estudio y ubicación de electroválvulas, tubería, cableado eléctrico, paneles fotovoltaicos y controladores.

ZONA 1

Ubicación de las electroválvulas.

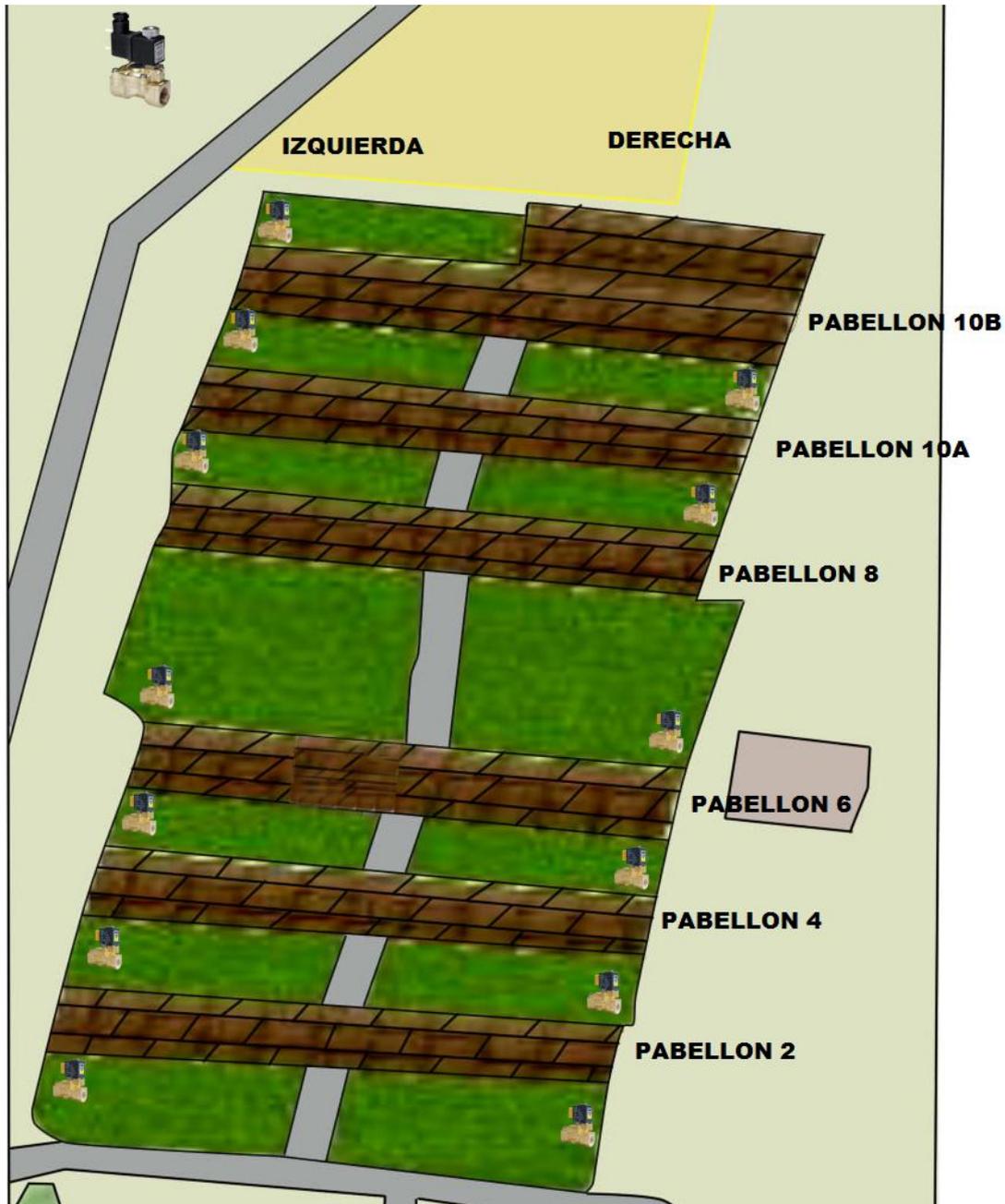


Figura 52

Del pabellón 2 al 10B del lado izquierdo están ubicadas en las esquinas inferiores izquierda. Y del lado derecho en las esquinas inferior derecha. Deben de estar a 30cm de distancia de la pared y 30cm de la acera.

Ubicación de las tuberías.

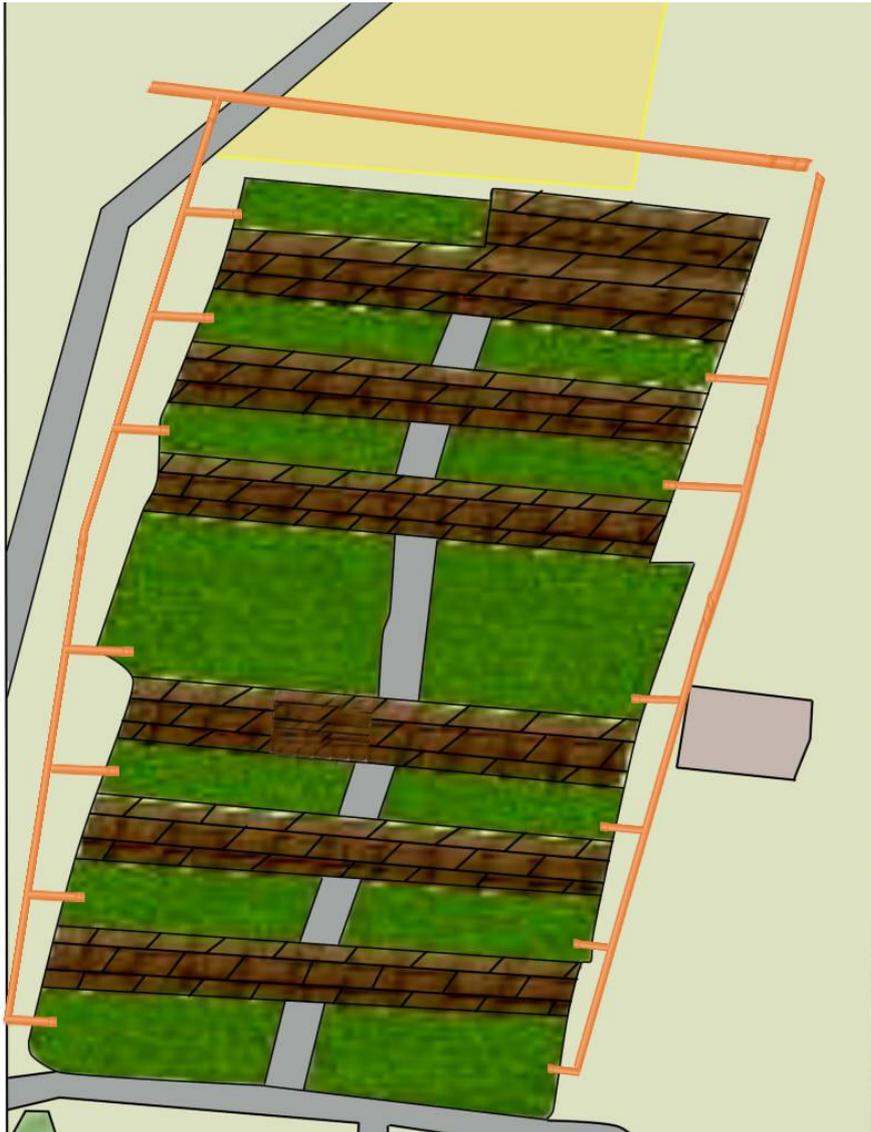


Figura 53

La posición de la tubería fue seleccionada tomando en cuenta las posiciones de las electroválvulas y el sistema actual de tubería para minimizar los costos de construcción o remplazo de tubería.

Ubicación del panel solar, el cableado eléctrico y el controlador.

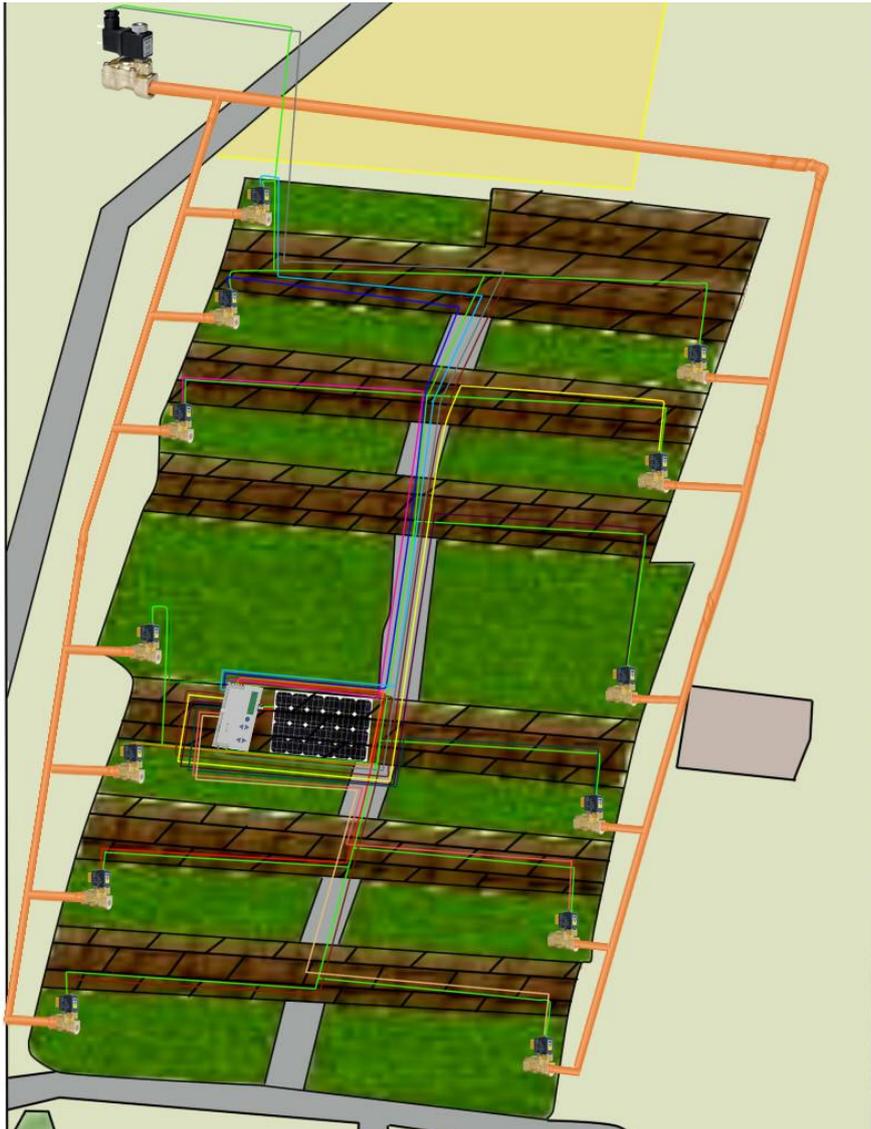


Figura 54

La red de cableado de alimentación del controlador a las electroválvulas utiliza cable AWG calibre 14, el panel estará ubicado en el techo del pabellón 6 a 4m del controlador interconectados por medio de cable AWG calibre 10. El controlador debe estar ubicado a una altura con respecto al suelo de 1.8m.

ZONA 2

Ubicación de las electroválvulas.

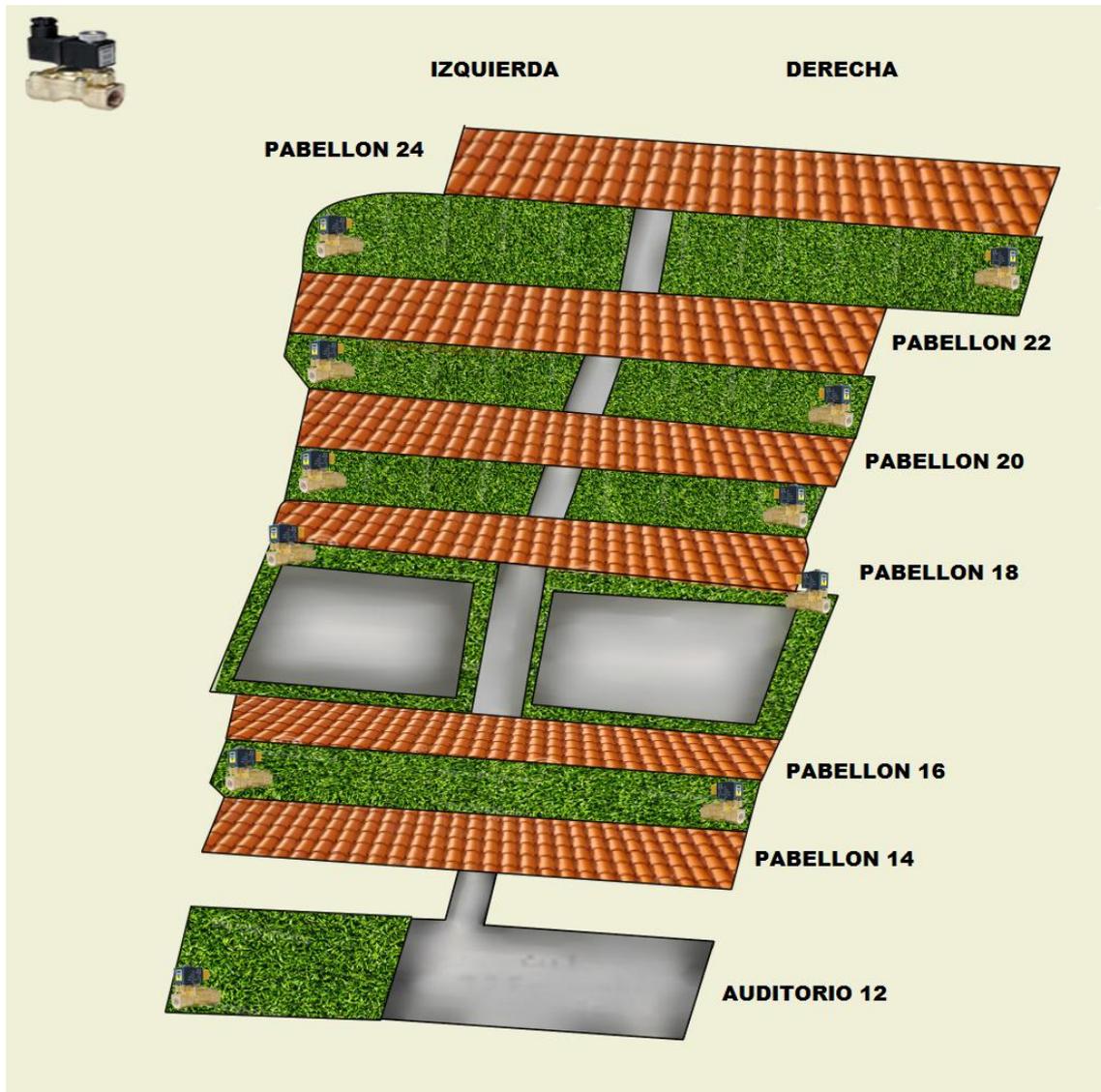


Figura 55

Del auditorio 12 al pabellón 24 del lado izquierdo están ubicadas en las esquinas inferiores izquierda. Y del lado derecho en las esquinas inferior derecha. Deben de estar a 30cm de distancia de la pared y 30cm de la acera.

Ubicación de las tuberías.

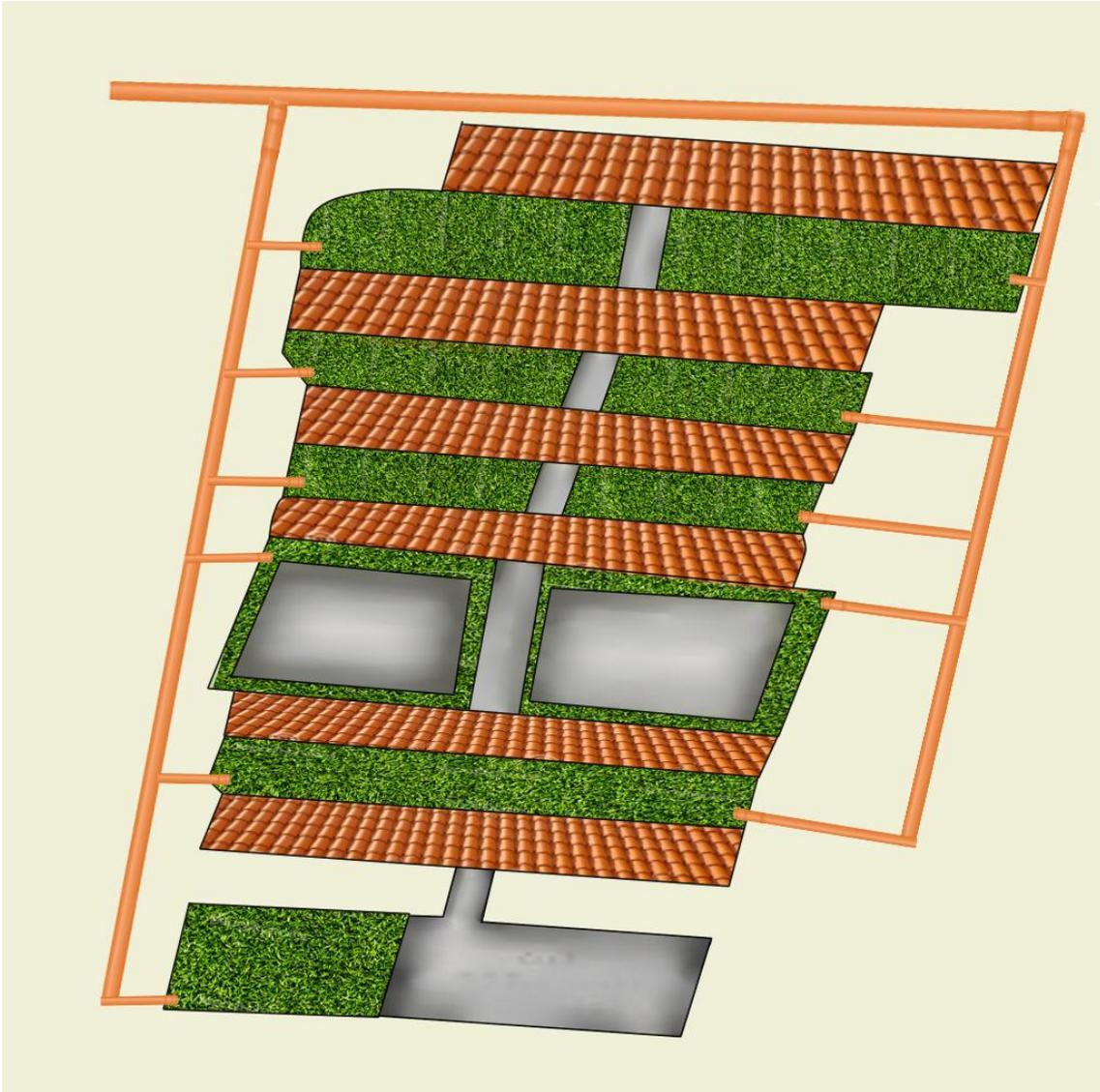


Figura 56

La posición de la tubería fue seleccionada tomando en cuenta las posiciones de las electroválvulas y el sistema actual de tubería para minimizar los costos de construcción o reemplazo de tubería.

Ubicación del panel solar, el cableado eléctrico y el controlador.

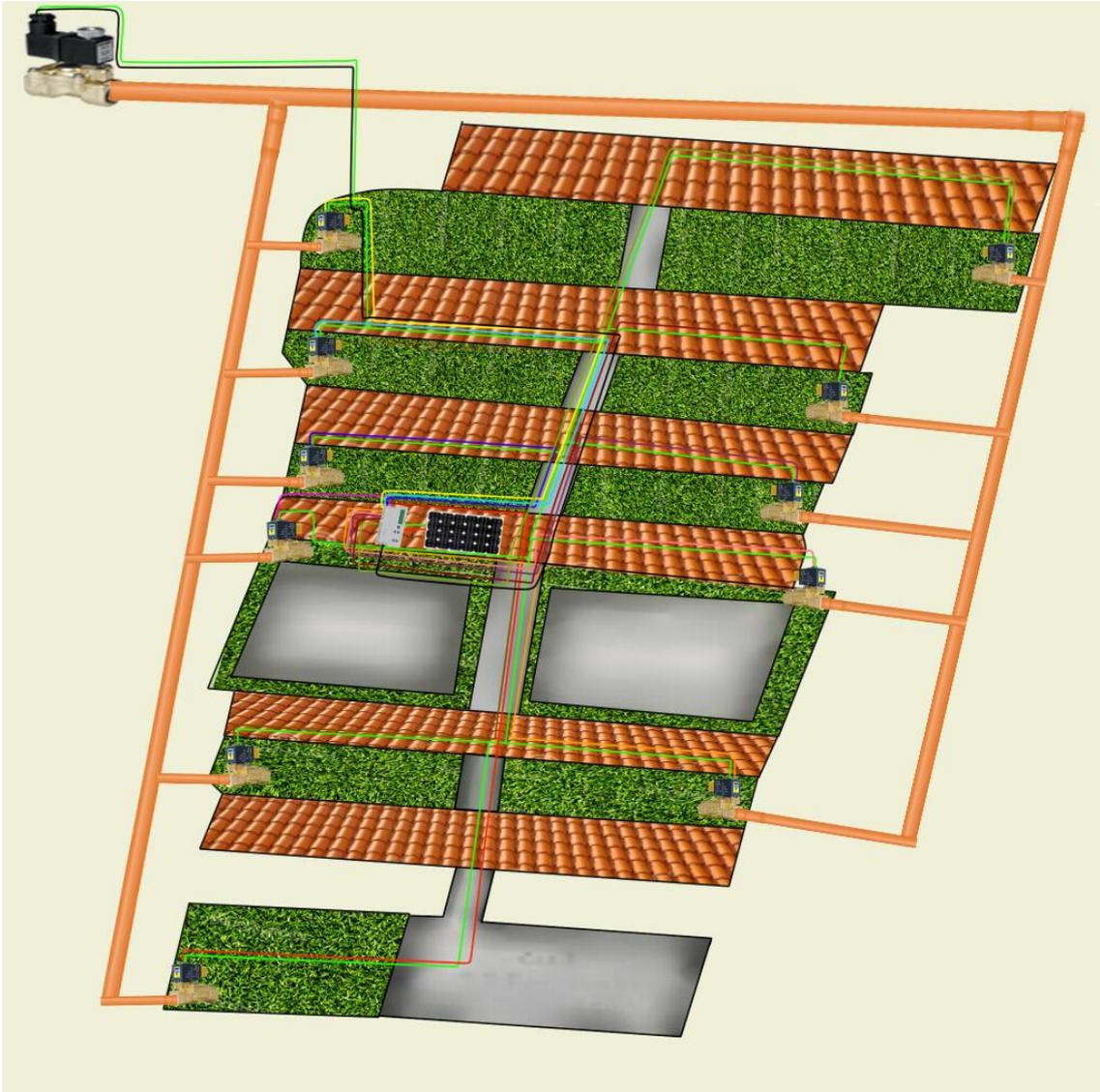


Figura 57

La red de cableado de alimentación del controlador a las electroválvulas utiliza cable AWG calibre 14, el panel estará ubicado en el techo del pabellón 18 a 4m del controlador interconectados por medio de cable AWG calibre 10. El controlador debe estar ubicado a una altura con respecto al suelo de 1.8m.

ZONA 3

Ubicación de las electroválvulas.

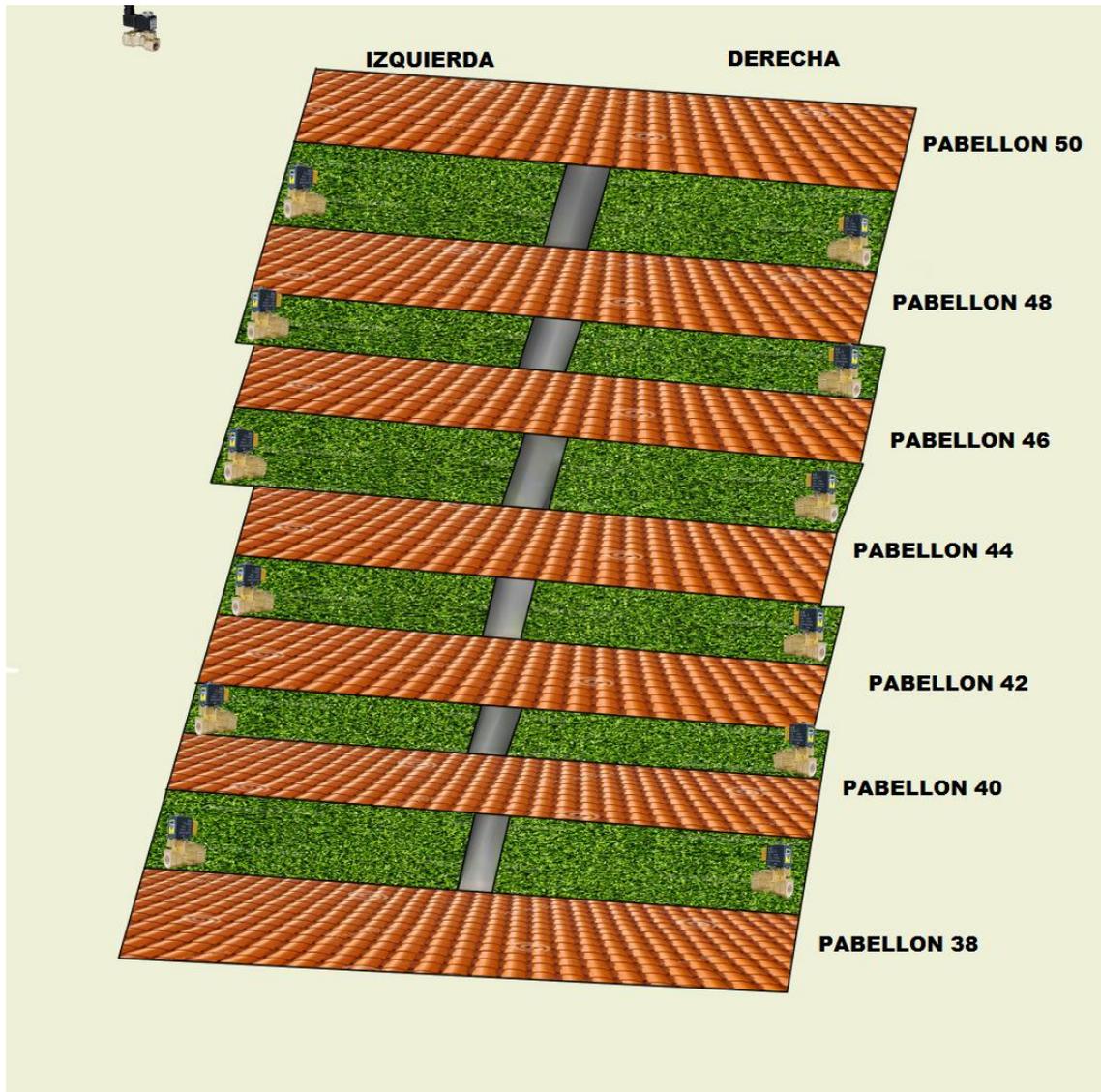


Figura 58

Del pabellón 38 al pabellón 48 del lado izquierdo están ubicadas en las esquinas inferiores izquierda. Y del lado derecho en las esquinas inferior derecha. Deben de estar a 30cm de distancia de la pared y 30cm de la acera.

Ubicación de las tuberías.

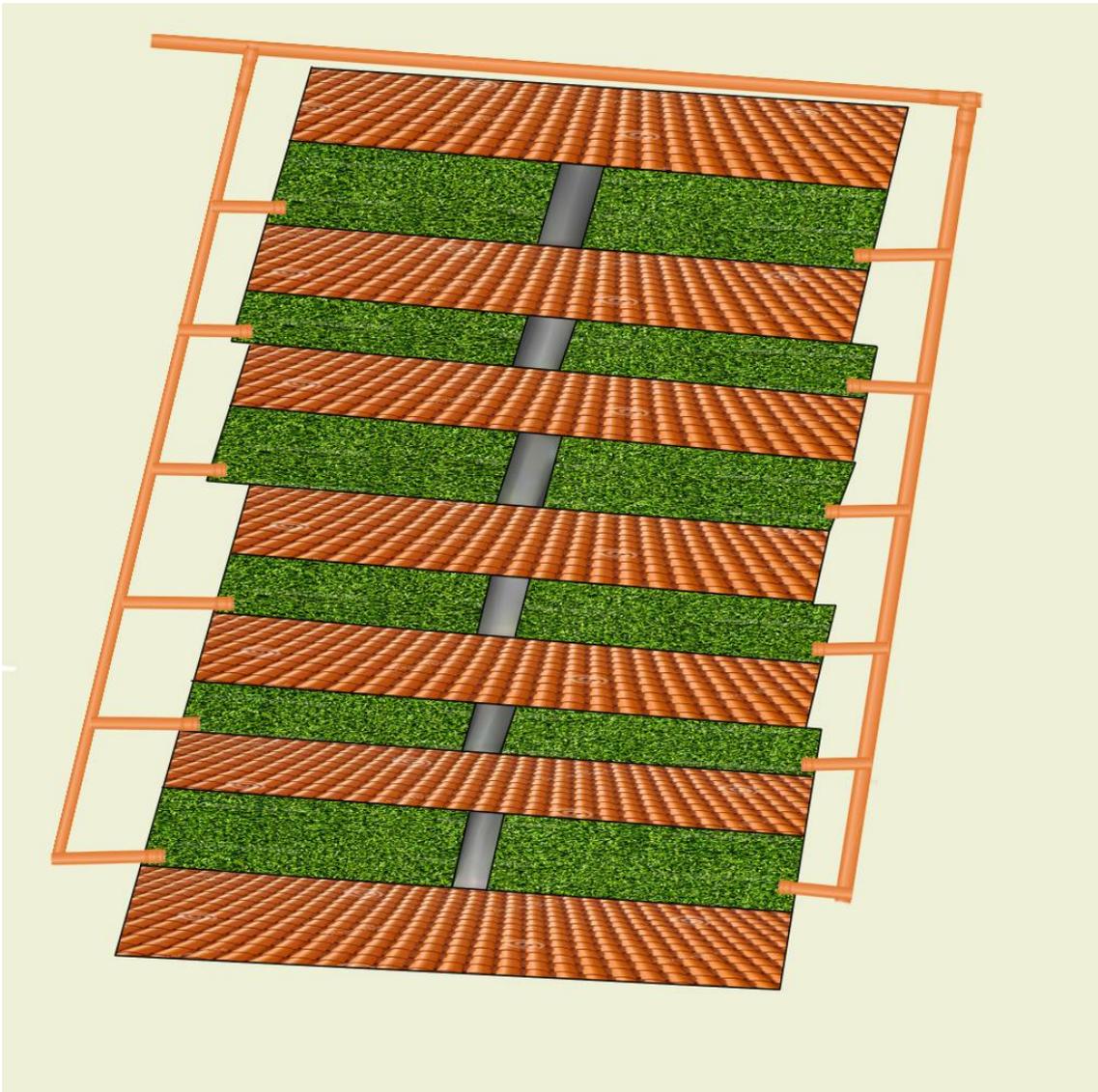


Figura 59

La posición de la tubería fue seleccionada tomando en cuenta las posiciones de las electroválvulas y el sistema actual de tubería para minimizar los costos de construcción o remplazo de tubería.

Ubicación del panel solar, el cableado eléctrico y el controlador.

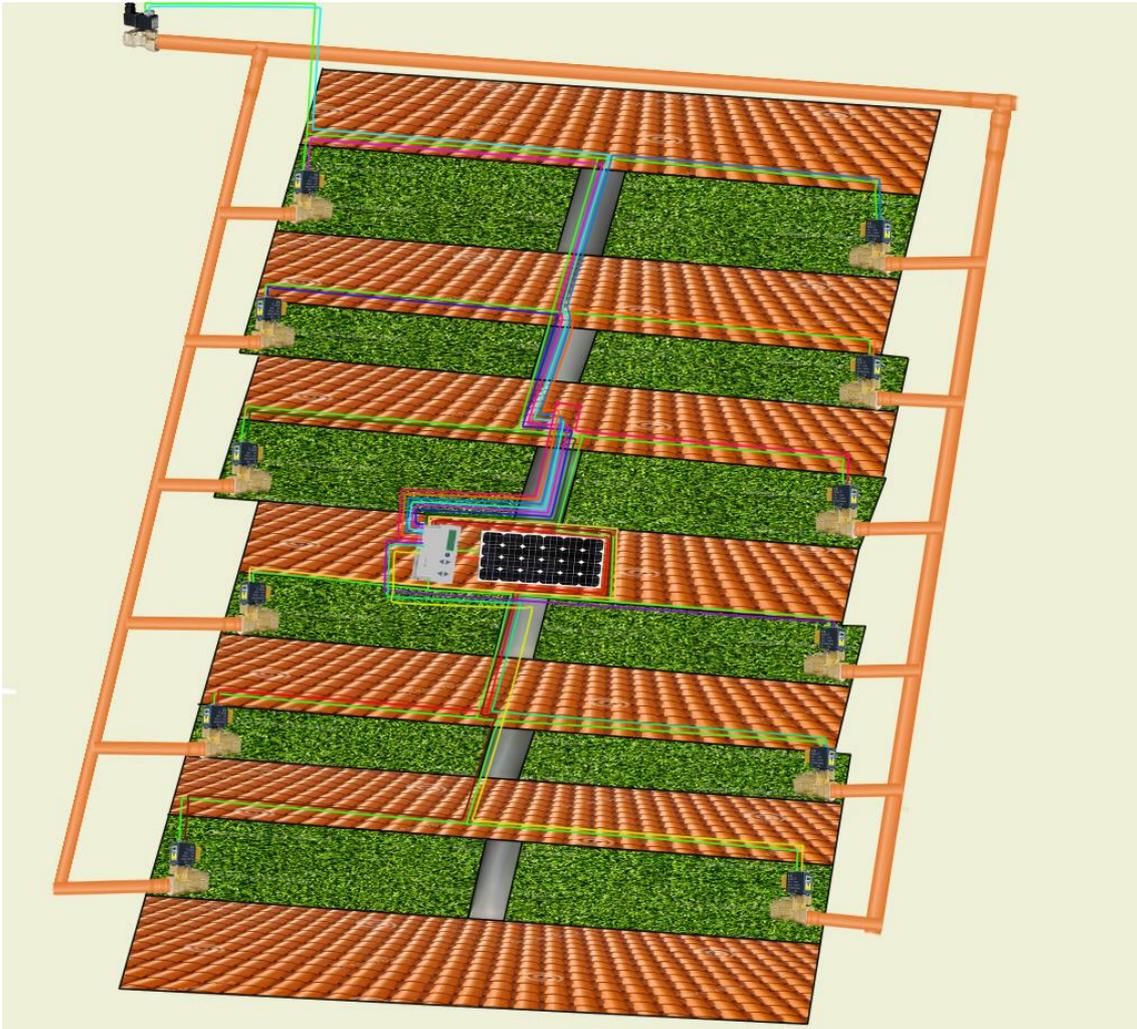


Figura 60

La red de cableado de alimentación del controlador a las electroválvulas utiliza cable AWG calibre 14, el panel estará ubicado en el techo del pabellón 44 a 4m del controlador interconectados por medio de cable AWG calibre 10. El controlador debe estar ubicado a una altura con respecto al suelo de 1.8m.

ZONA 4

Ubicación de las electroválvulas.



Figura 61

Del pabellón 26 al pabellón 36 del lado izquierdo están ubicadas en las esquinas inferiores izquierda. Y del lado derecho en las esquinas inferior derecha. Deben de estar a 30cm de distancia de la pared y 30cm de la acera.

Ubicación de las tuberías.



Figura 62

La posición de la tubería fue seleccionada tomando en cuenta las posiciones de las electroválvulas y el sistema actual de tubería para minimizar los costos de construcción o remplazo de tubería.

Ubicación del panel solar, el cableado eléctrico y el controlador.

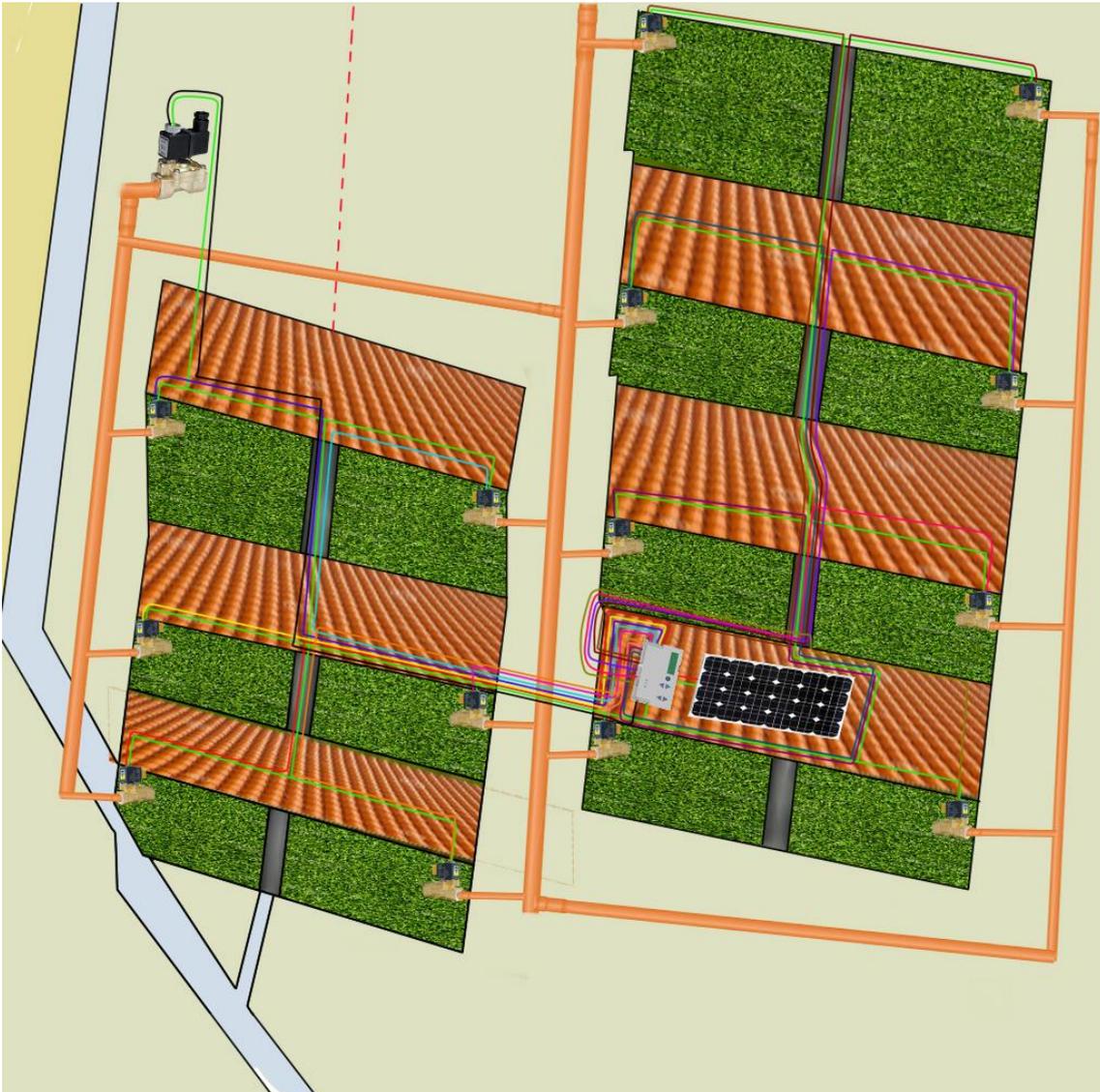


Figura 63

La red de cableado de alimentación del controlador a las electroválvulas utiliza cable AWG calibre 14, el panel estará ubicado en el techo del pabellón 32 a 4m del controlador interconectados por medio de cable AWG calibre 10. El controlador debe estar ubicado a una altura con respecto al suelo de 1.8m.

ZONA 5

Ubicación de las electroválvulas.

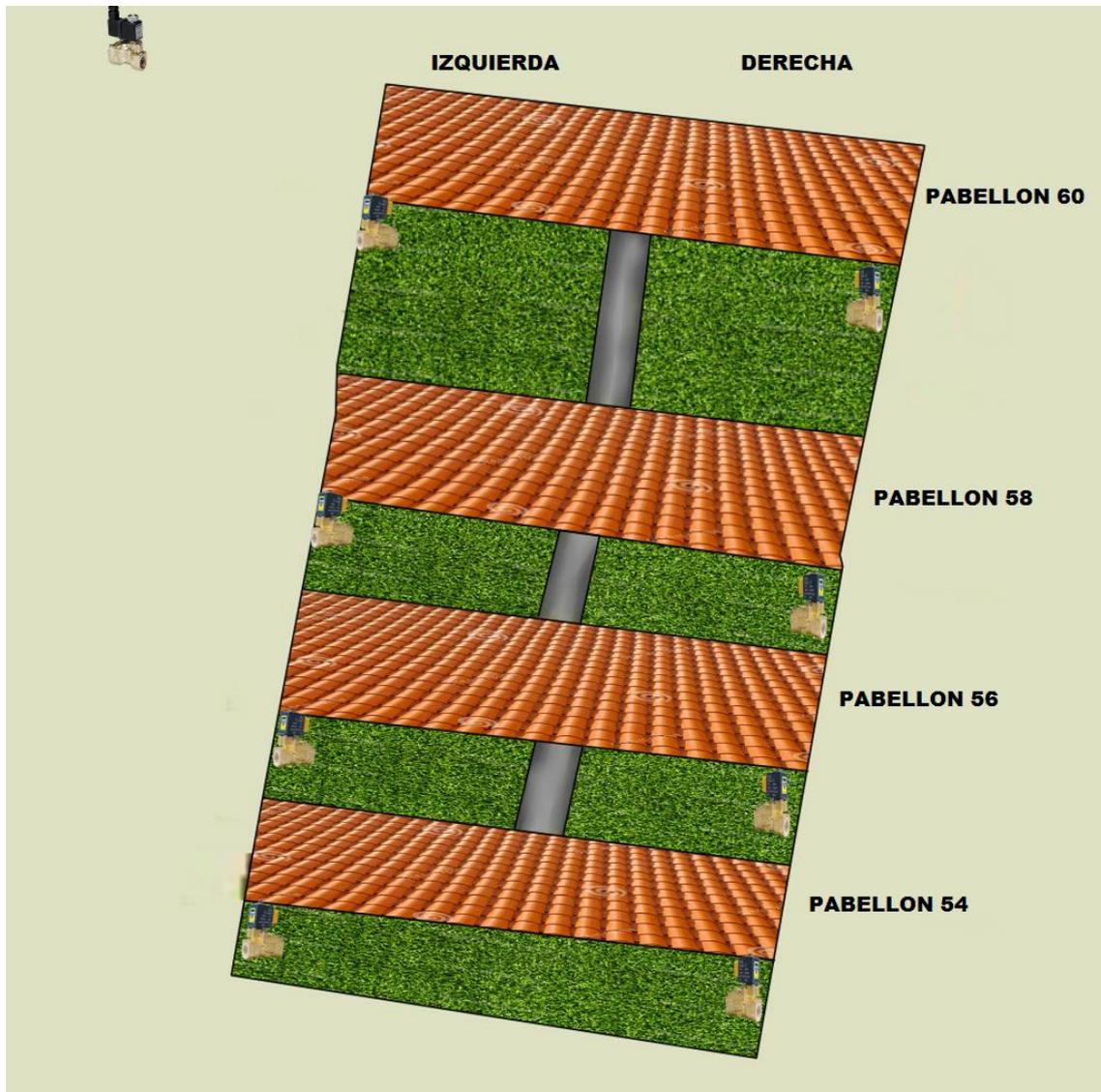


Figura 64

Del pabellón 54 al pabellón 60 del lado izquierdo están ubicadas en las esquinas inferiores izquierda. Y del lado derecho en las esquinas inferior derecha. Deben de estar a 30cm de distancia de la pared y 30cm de la acera.

Ubicación de las tuberías.

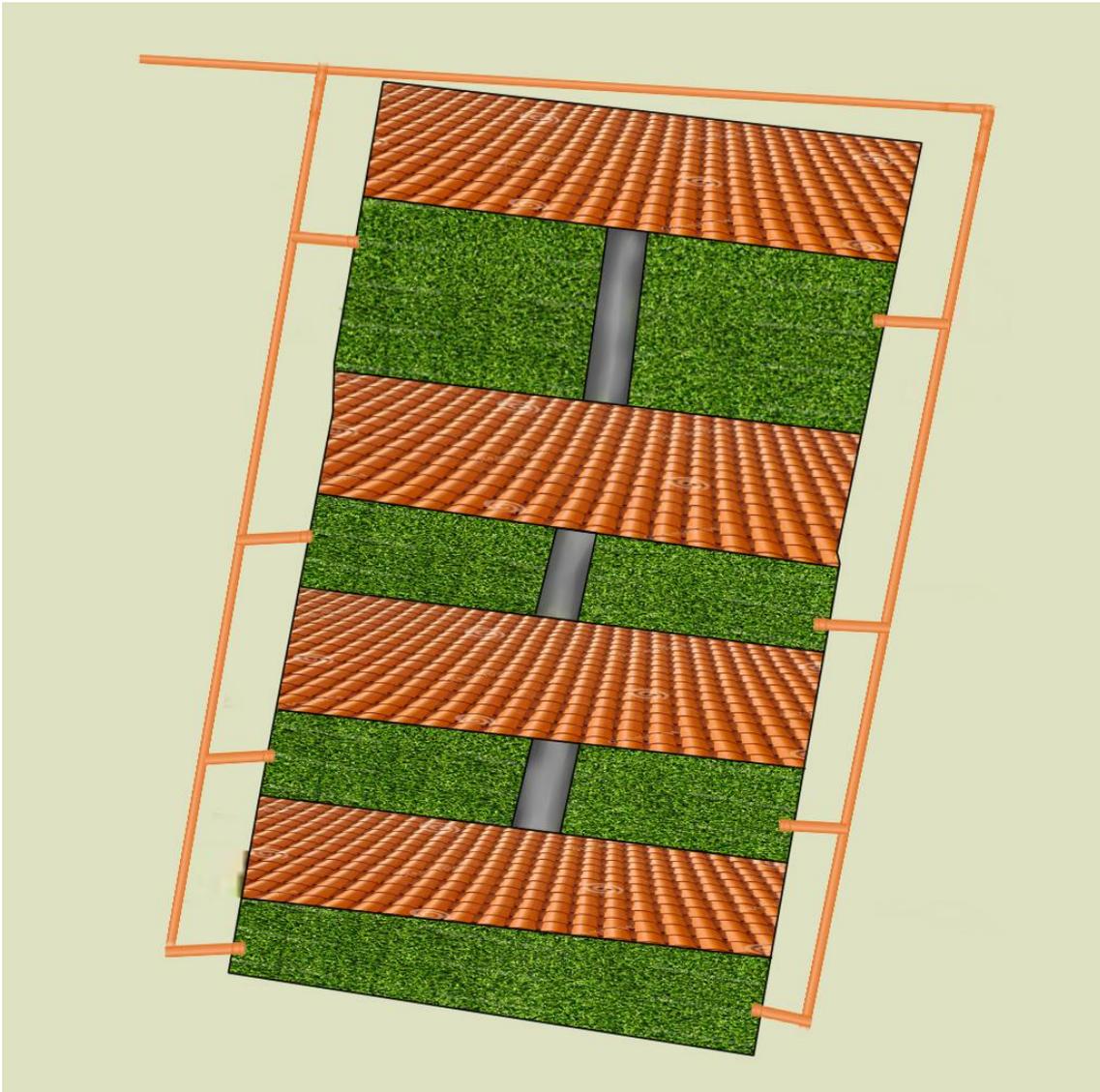


Figura 65

La posición de la tubería fue seleccionada tomando en cuenta las posiciones de las electroválvulas y el sistema actual de tubería para minimizar los costos de construcción o remplazo de tubería.

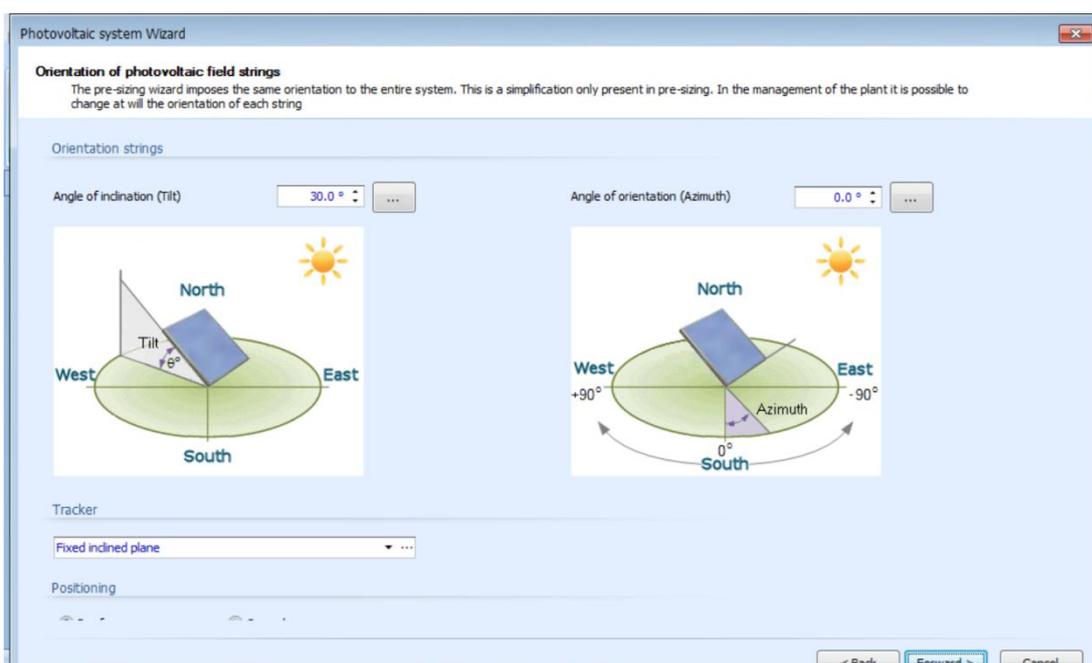
Ubicación del panel solar, el cableado eléctrico y el controlador.

Para conocer cuál es el mejor ángulo y posición en que deben de estar ubicados los paneles fotovoltaicos en los pabellones pares de la UNAN-Managua se utilizó *BlueSolar* un programa que sirve de simulación, toma en cuenta las características y obstáculos que presenta el terreno a instalarse.

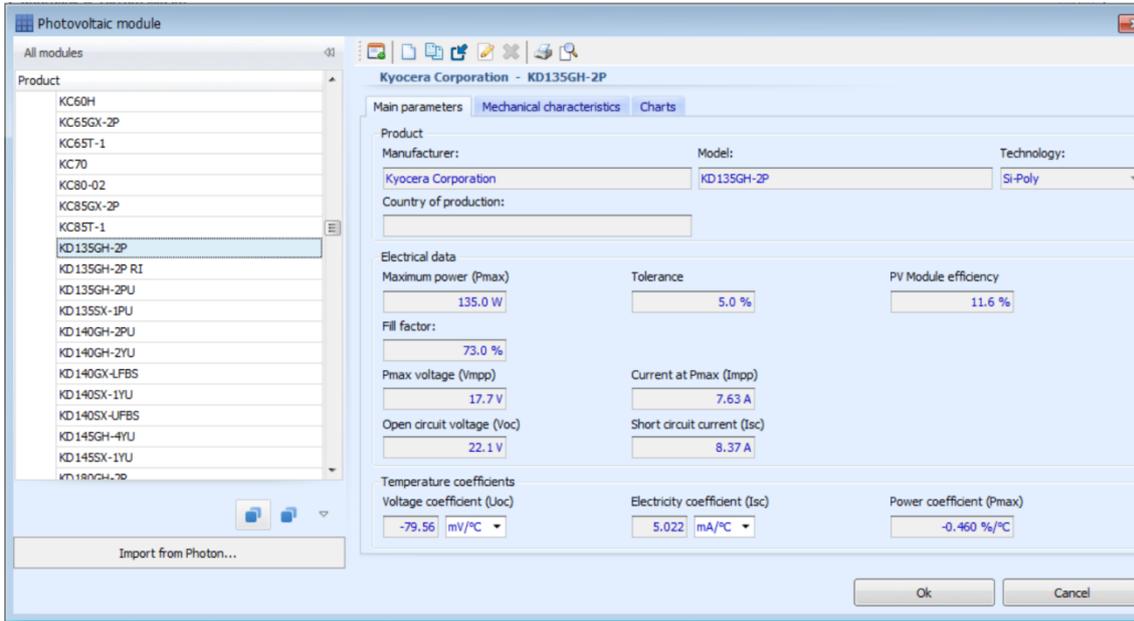
1. Se selecciona el lugar donde se instalará, y muestra la cantidad de irradiación del lugar.



2. Muestra el ángulo de inclinación y de orientación del sol.

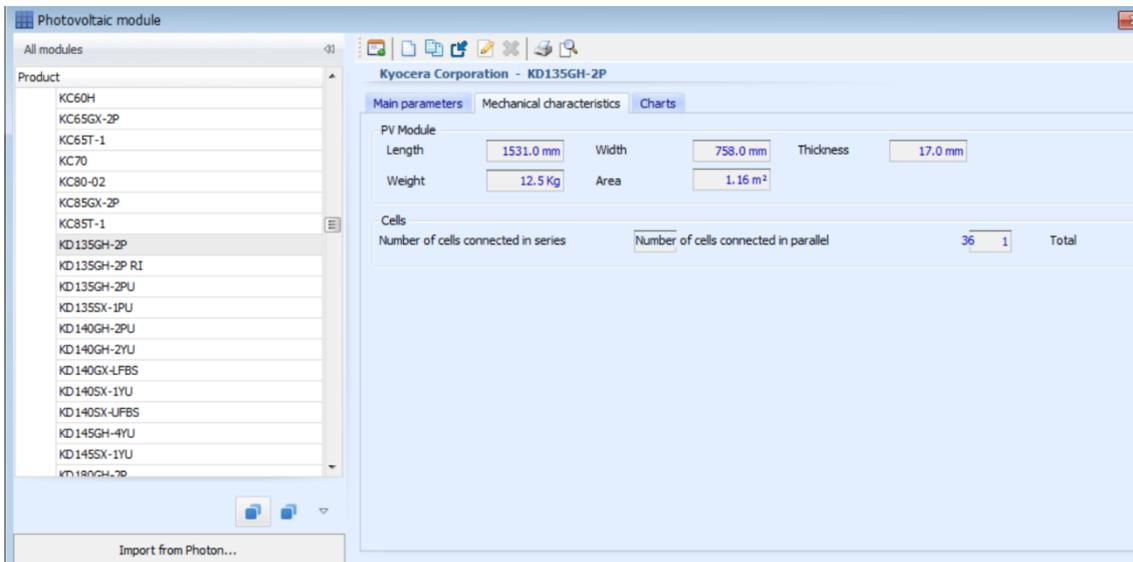


3. Luego se selecciona el modelo del panel fotovoltaico a utilizar. En este caso

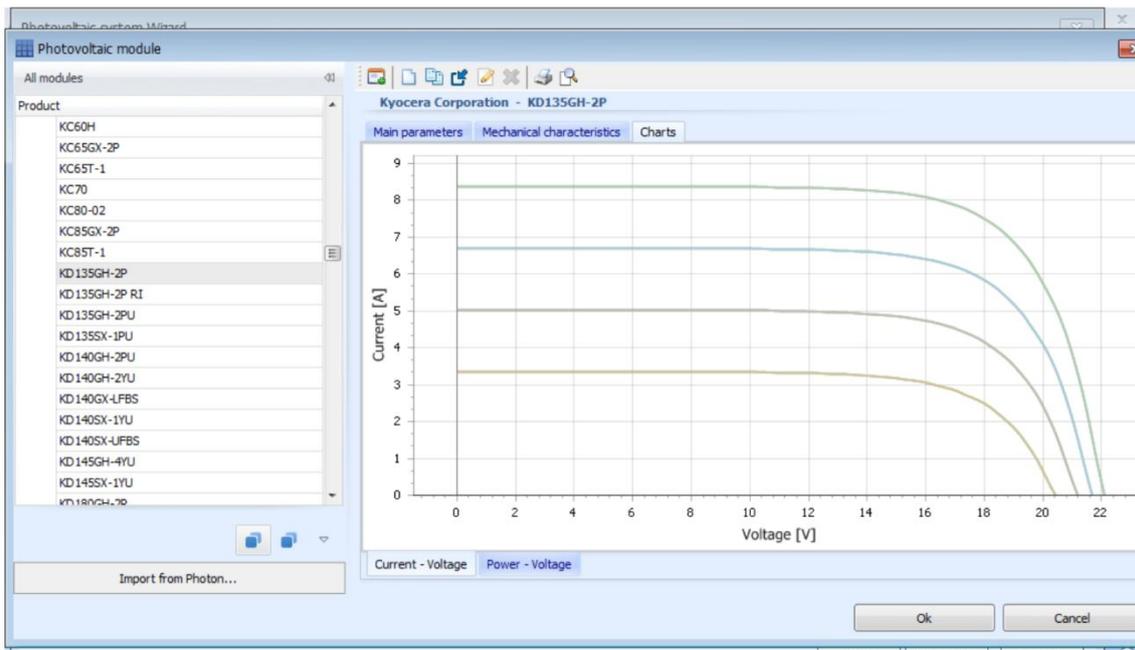
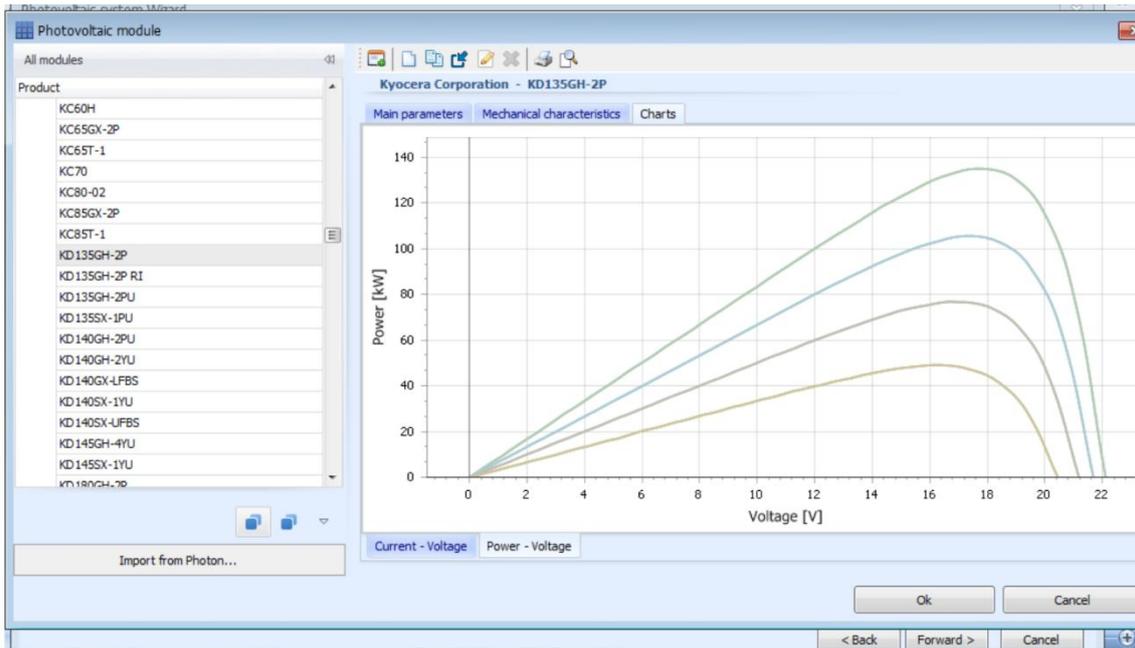


se seleccionó Kyocera 135.

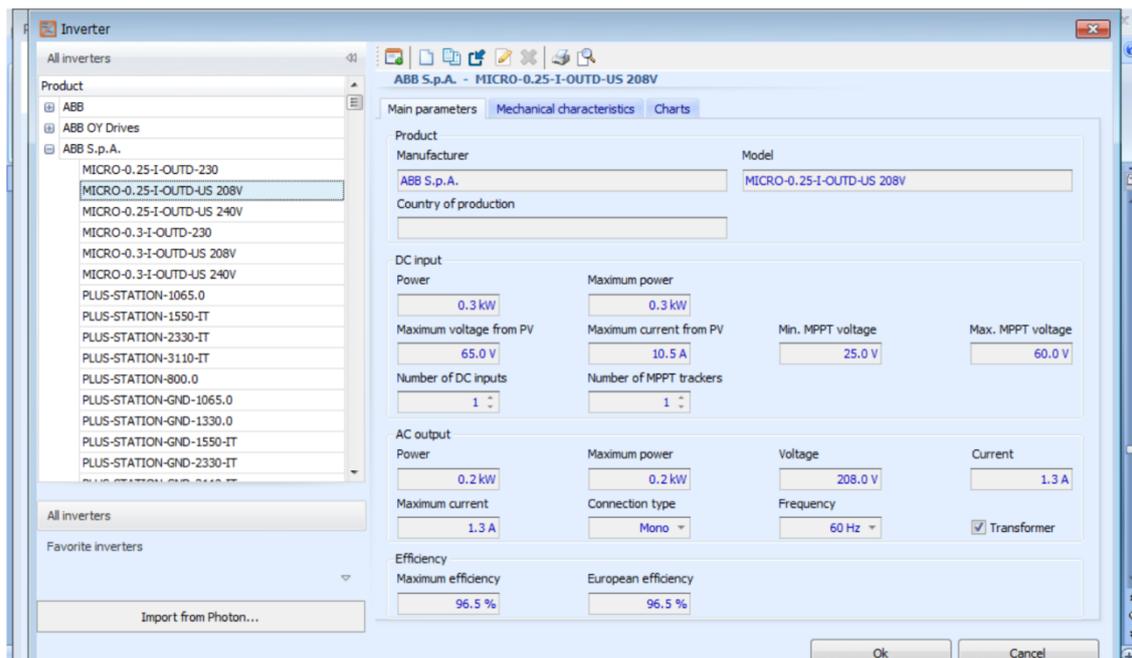
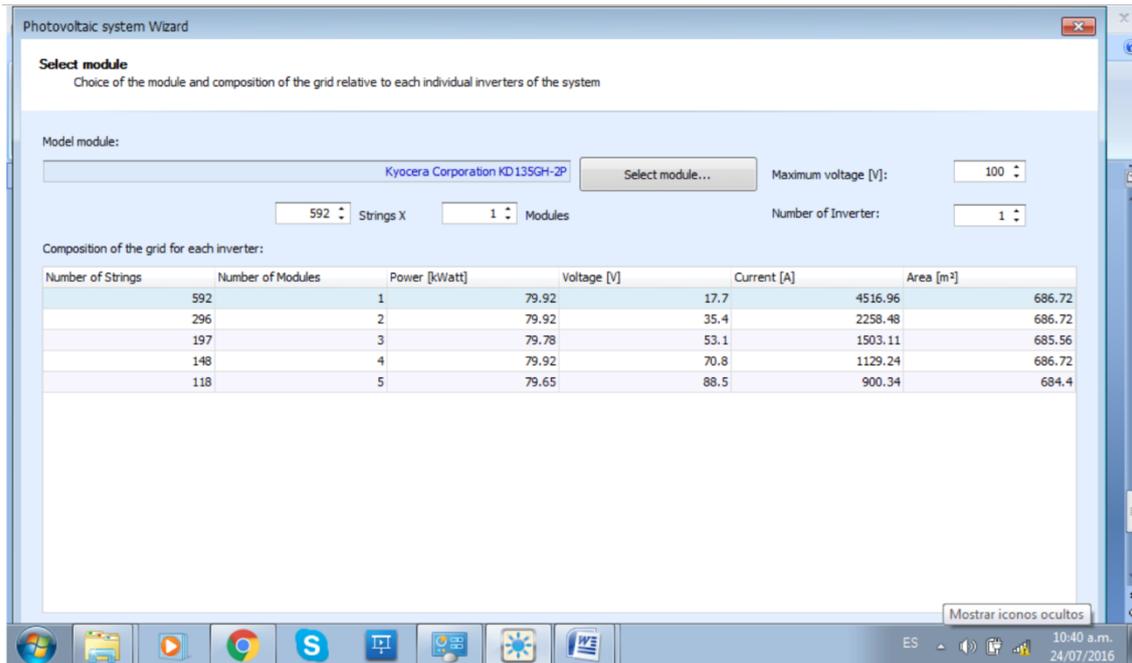
4. Describe las características y dimensiones que posee ese modelo de panel.



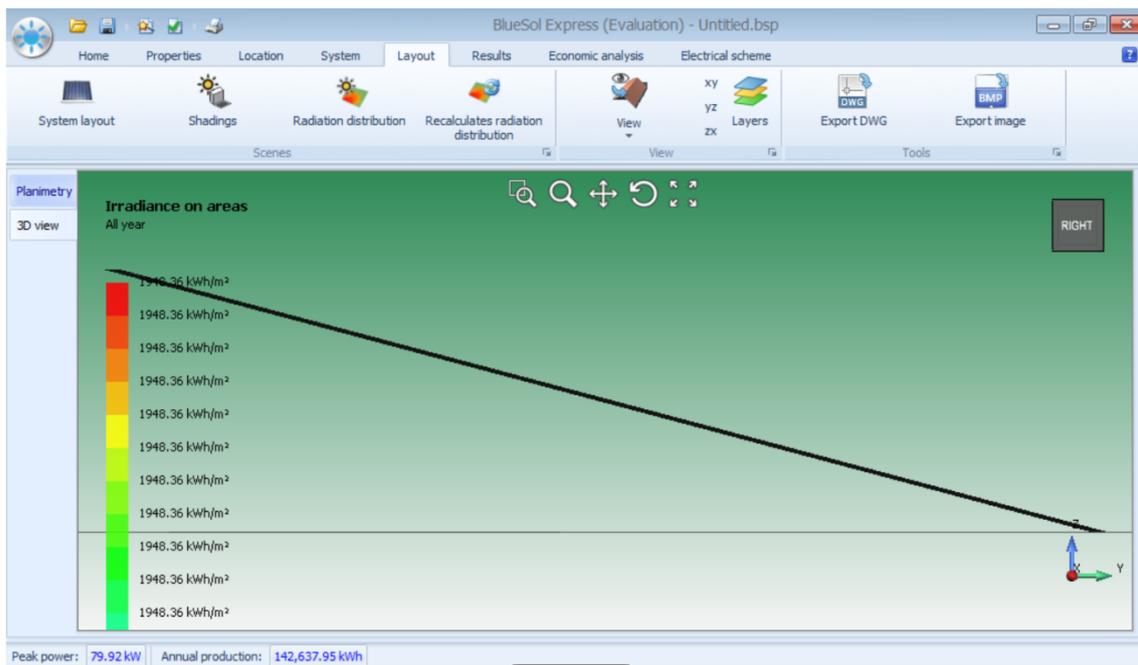
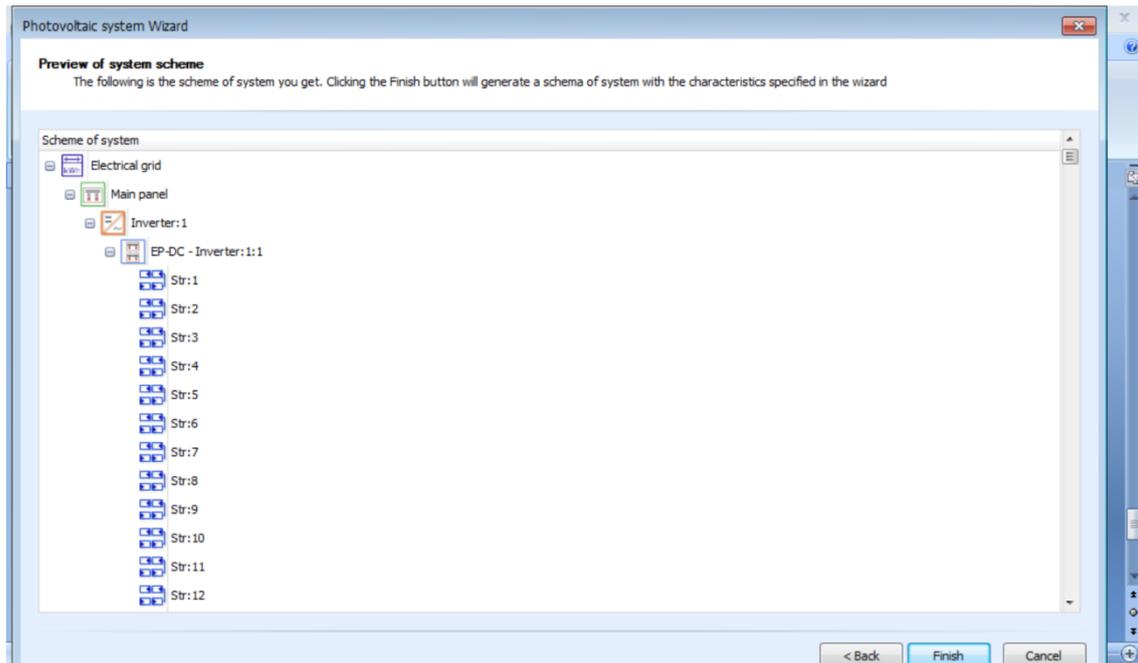
5. Muestra la potencia y corriente que posee el panel.



6. Se selecciona la cantidad de paneles y el tipo de inversor a utilizar.



7. Por último muestra el esquema del sistema, y la irradiación anual que recibirá el panel en dependencia de su ángulo de ubicación.



0 palabras

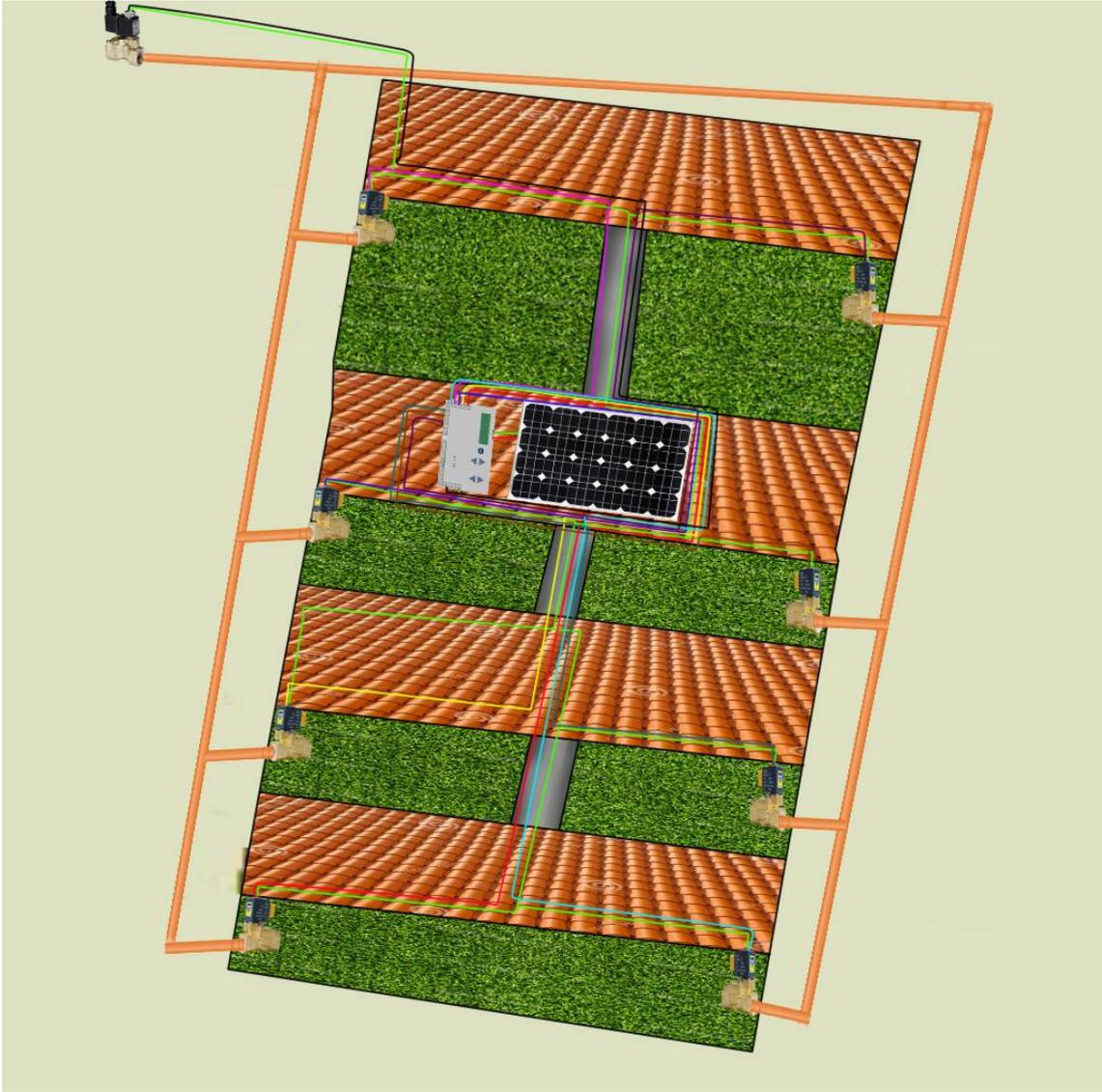


Figura 66

La red de cableado de alimentación del controlador a las electroválvulas utiliza cable AWG calibre 14, el panel estará ubicado en el techo del pabellón 58 a 4m del controlador interconectados por medio de cable AWG calibre 10. El controlador debe estar ubicado a una altura con respecto al suelo de 1.8m.

ZONA 6

Ubicación de las electroválvulas.



Figura 67

Del pabellón 62 al pabellón 68 del lado izquierdo están ubicadas en las esquinas inferiores izquierda. Y del lado derecho en las esquinas inferior derecha. Deben de estar a 30cm de distancia de la pared y 30cm de la acera.

Ubicación de las tuberías.

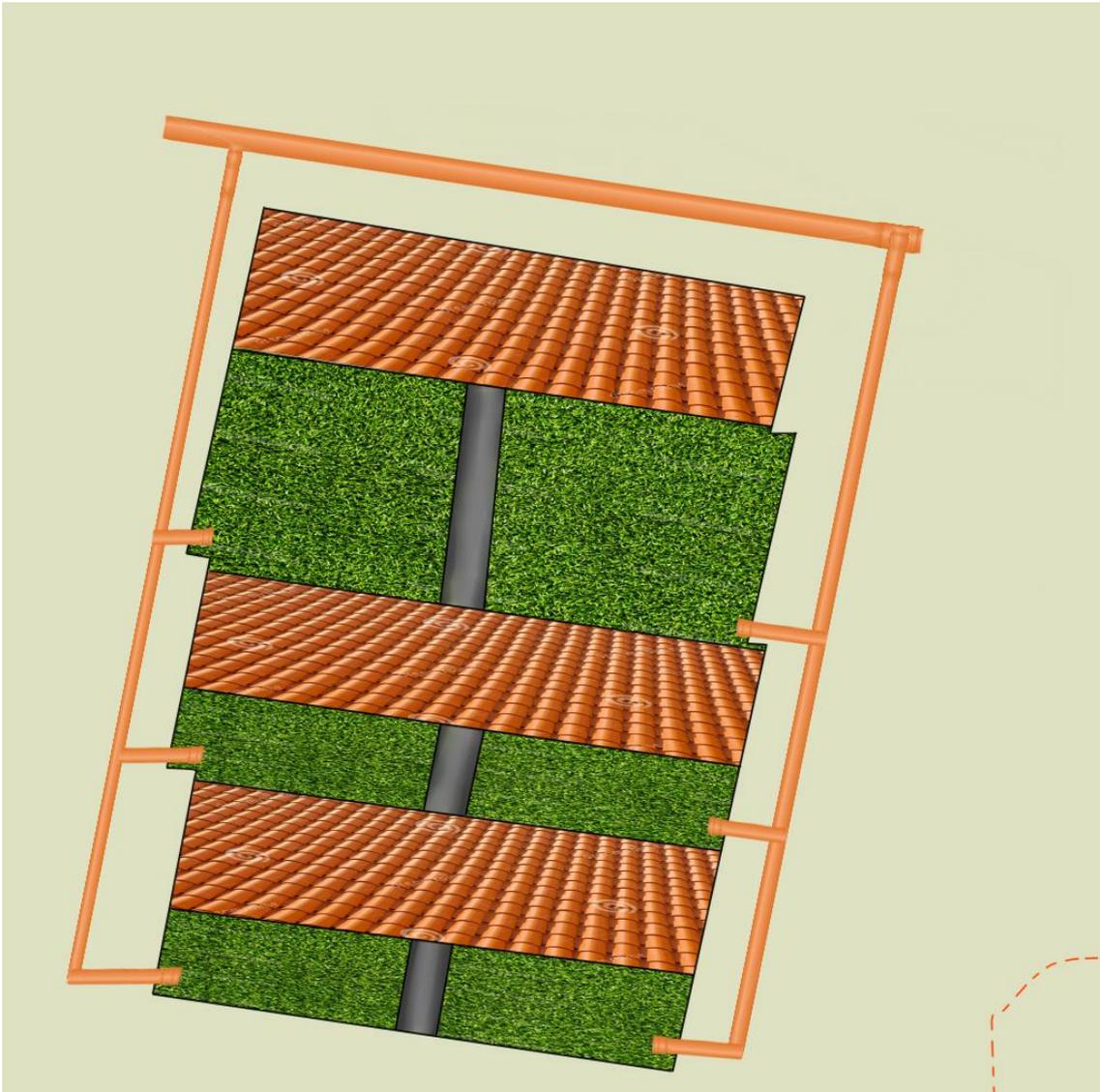


Figura 68

La posición de la tubería fue seleccionada tomando en cuenta las posiciones de las electroválvulas y el sistema actual de tubería para minimizar los costos de construcción o remplazo de tubería.

Ubicación del panel solar, el cableado eléctrico y el controlador.

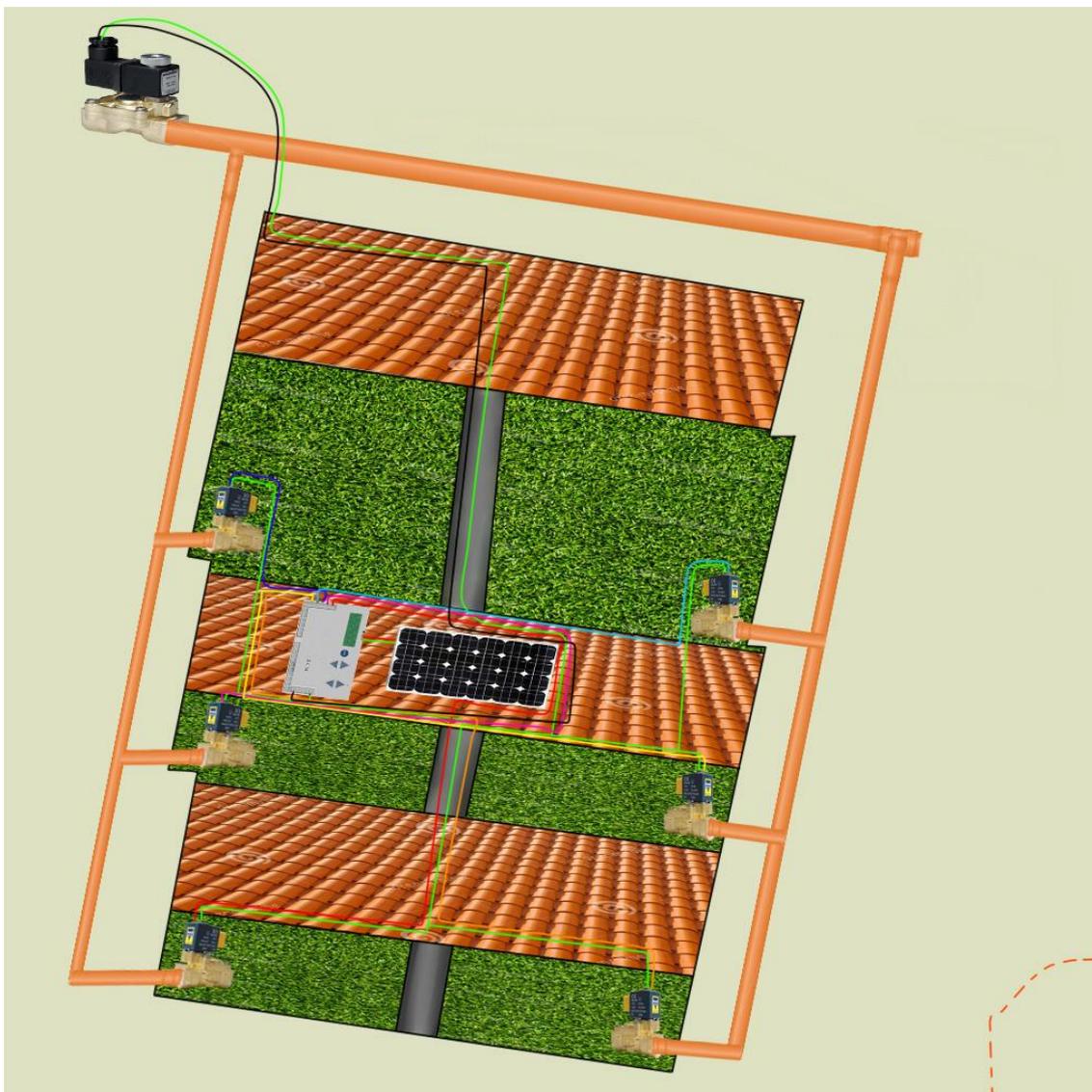


Figura 69

La red de cableado de alimentación del controlador a las electroválvulas utiliza cable AWG calibre 14, el panel estará ubicado en el techo del pabellón 64 a 4m del controlador interconectados por medio de cable AWG calibre 10. El controlador debe estar ubicado a una altura con respecto al suelo de 1.8m.

A continuación se mostrará la instalación del sistema de riego en los principales jardines de los pabellones pares de la UNAN-Managua.

Jardín del pabellón 2



Figura 70

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades:** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up, con un ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi.



Figura 72

Jardín del pabellón 4 (Rectoría)

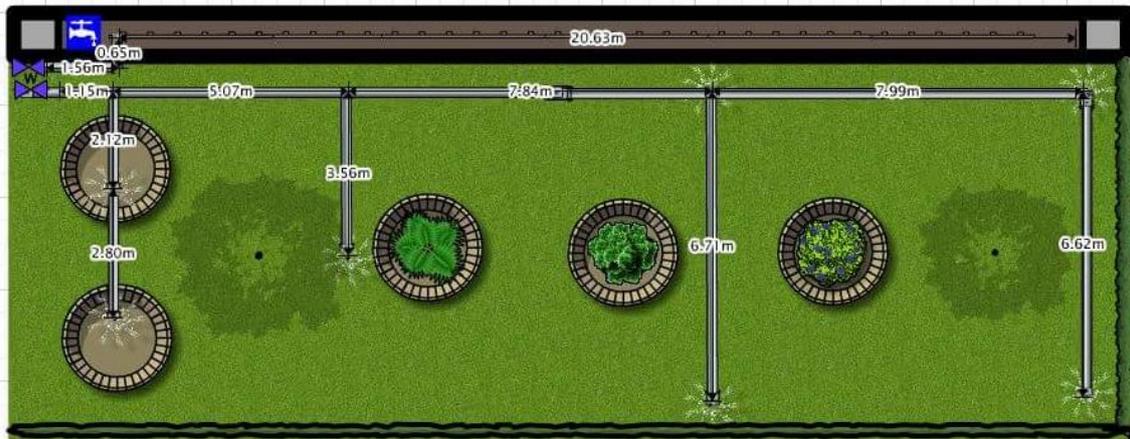


Figura 73

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades:** Tienen jardineras lo que obstaculiza el riego, por lo tanto se le coloca a lo interno de las jardineras difusores, para el riego de las plantas.
- **Sistema de riego diseñado:** cinco aspersores tipo pop-up una con ángulo de 360° y las demás en 180° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego; dos difusores ángulo 360° y un alcance de 3 metros; y por último una manguera picada PVC negra de $\frac{1}{2}$ pulgada fija (de 13.2m de longitud), con 1m de separación entre cada orificio con diámetro no mayor a 5mm.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi.

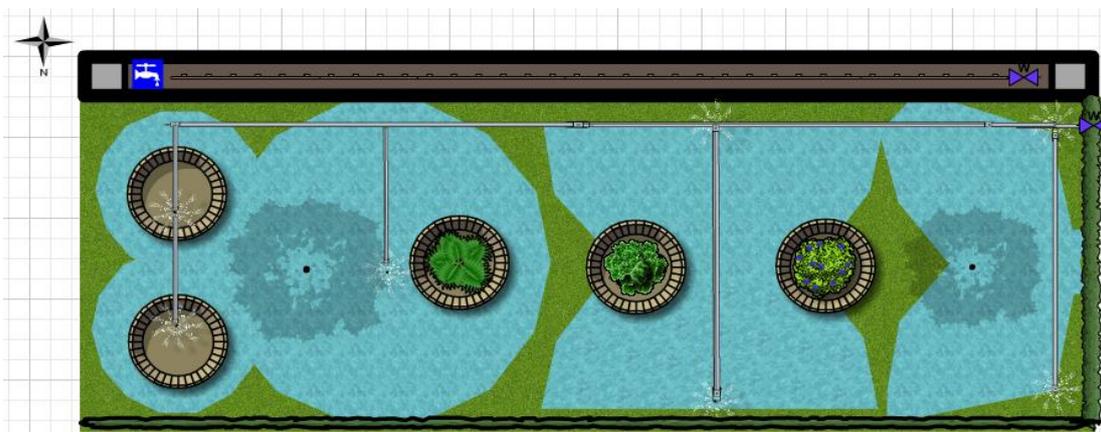


Figura 74

Jardín del pabellón 6

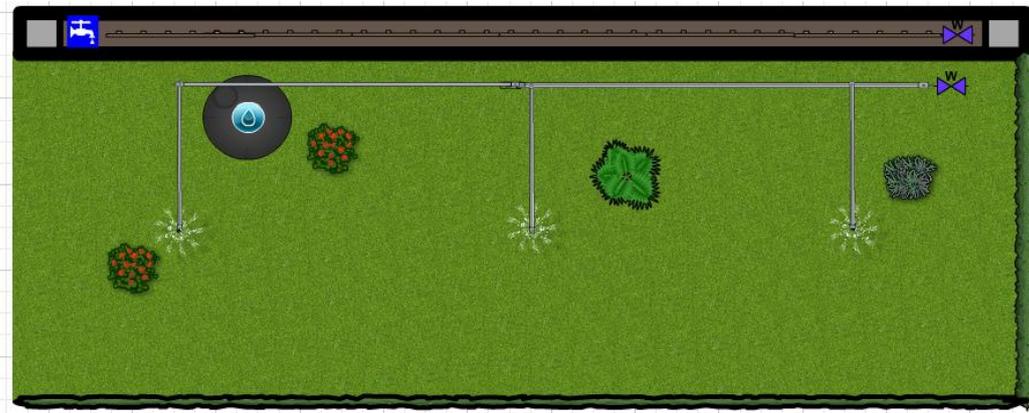


Figura 75

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi.

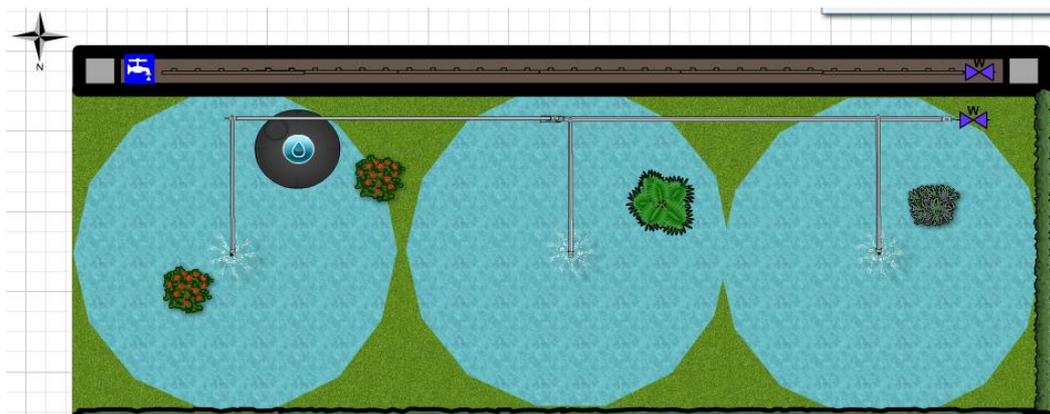


Figura 76

Jardín del pabellón 8



Figura 77

- **Tipo de vegetación:** grama, arbustos y árboles.
- **Particularidades** Contiene bancas y corredores dentro del jardín.
- **Sistema de riego diseñado:** catorce aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi.



Figura 78

Jardín del pabellón 10 A

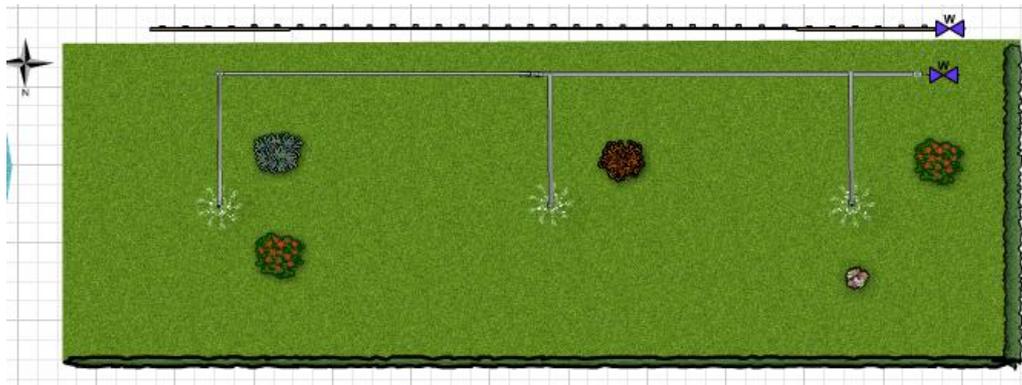


Figura 79

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

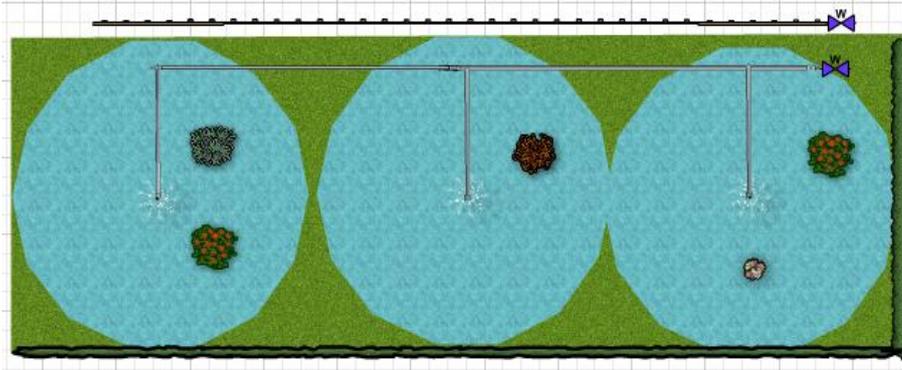


Figura 80

Jardín del pabellón 10 B (1)



Figura 81

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 82

Jardín 10B (2)

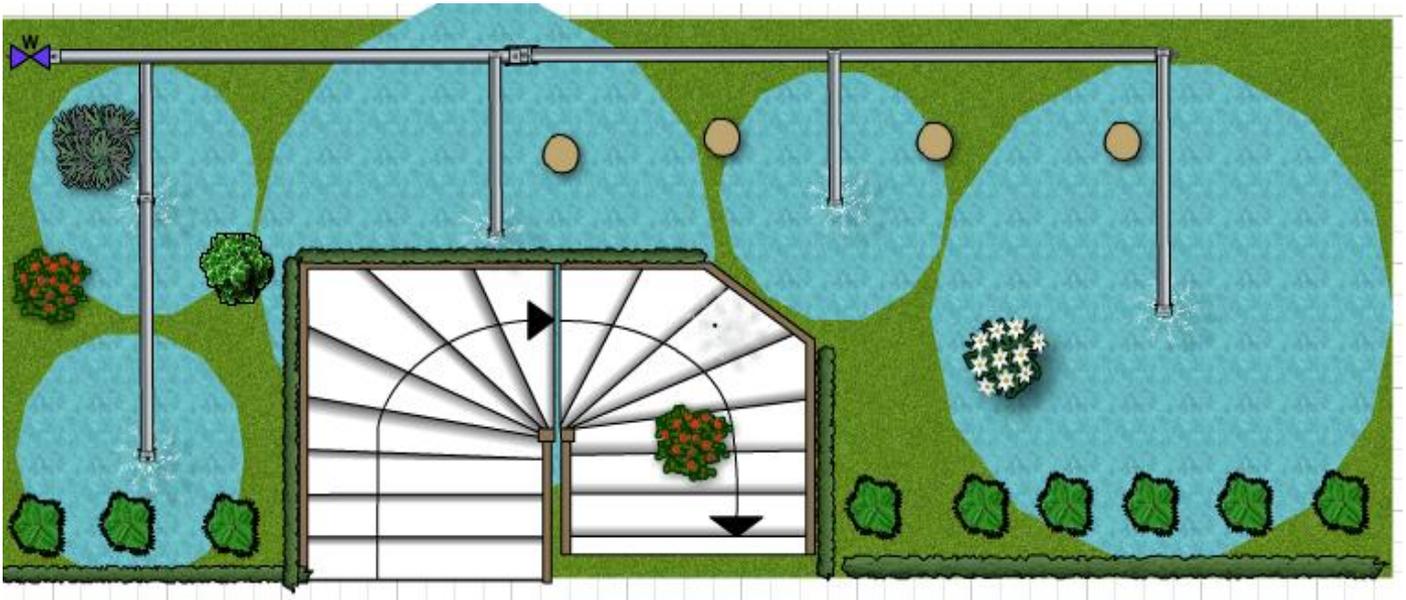


Figura 83

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** cuatro aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

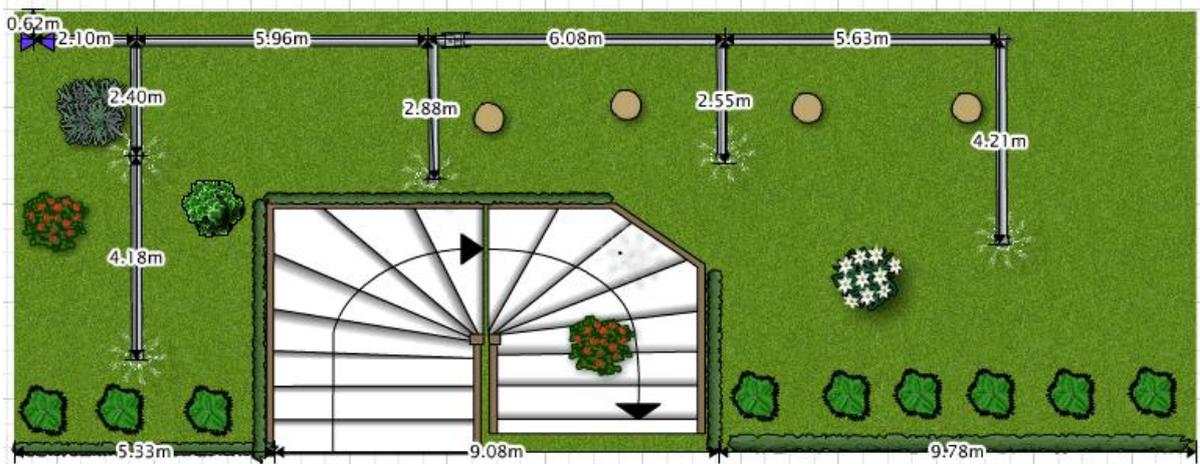


Figura 84

Jardín pabellón 16



Figura 85

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

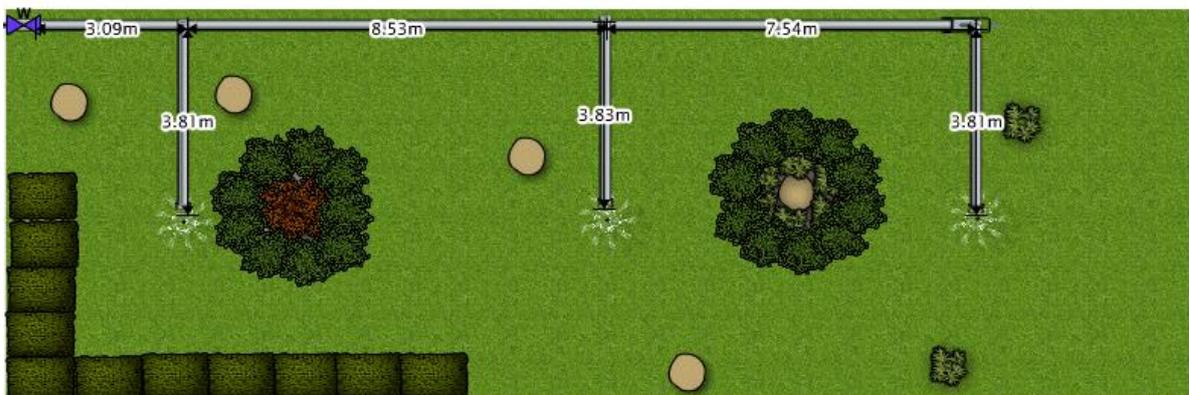


Figura 86

Jardín pabellón 20 (1)

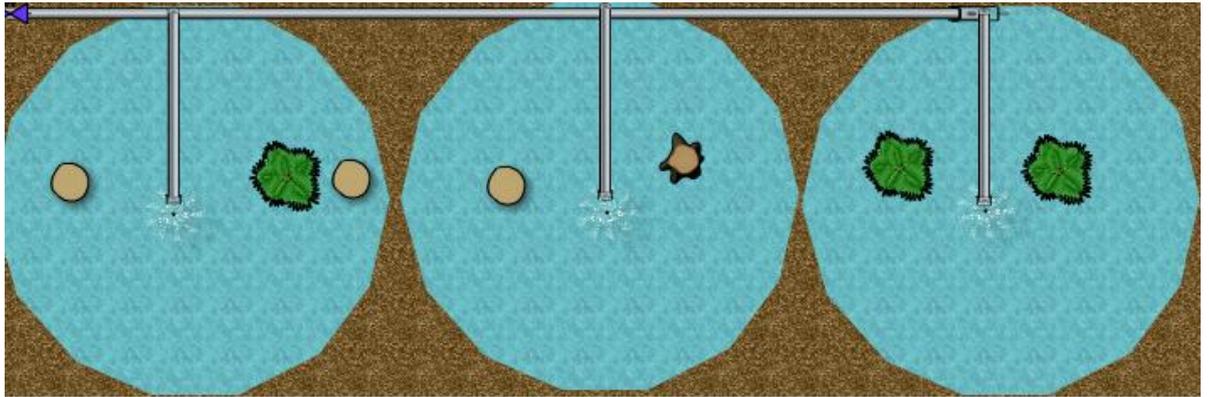


Figura 87

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

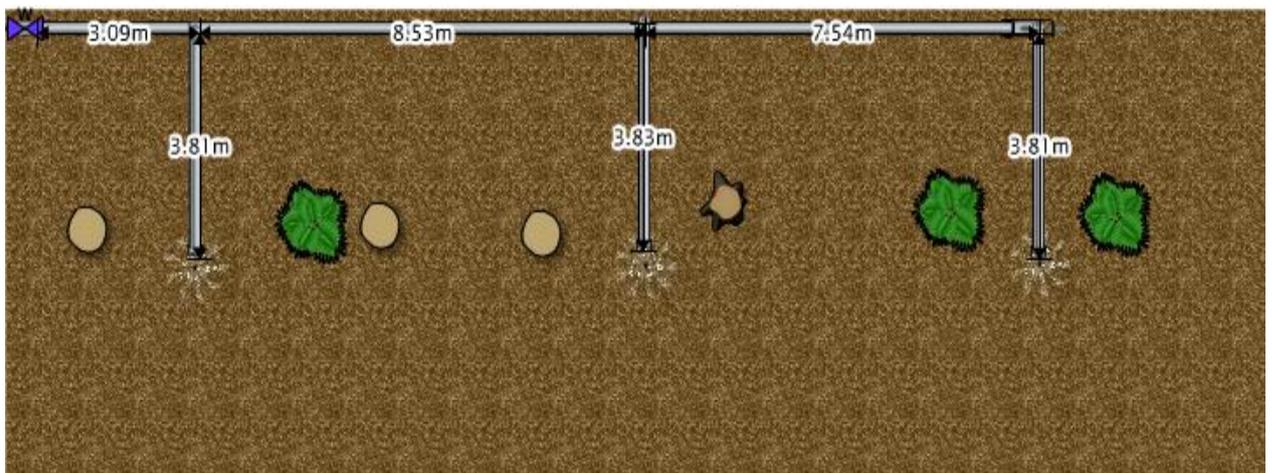


Figura 88

Jardín pabellón 20 (2)

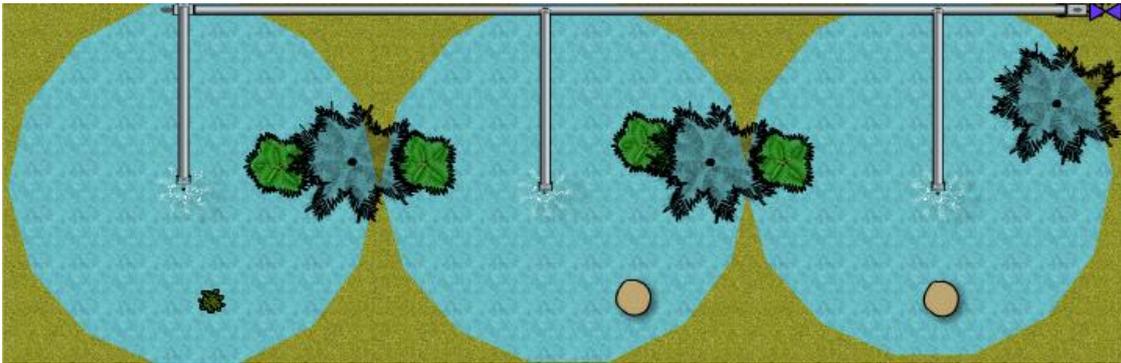


Figura 89

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

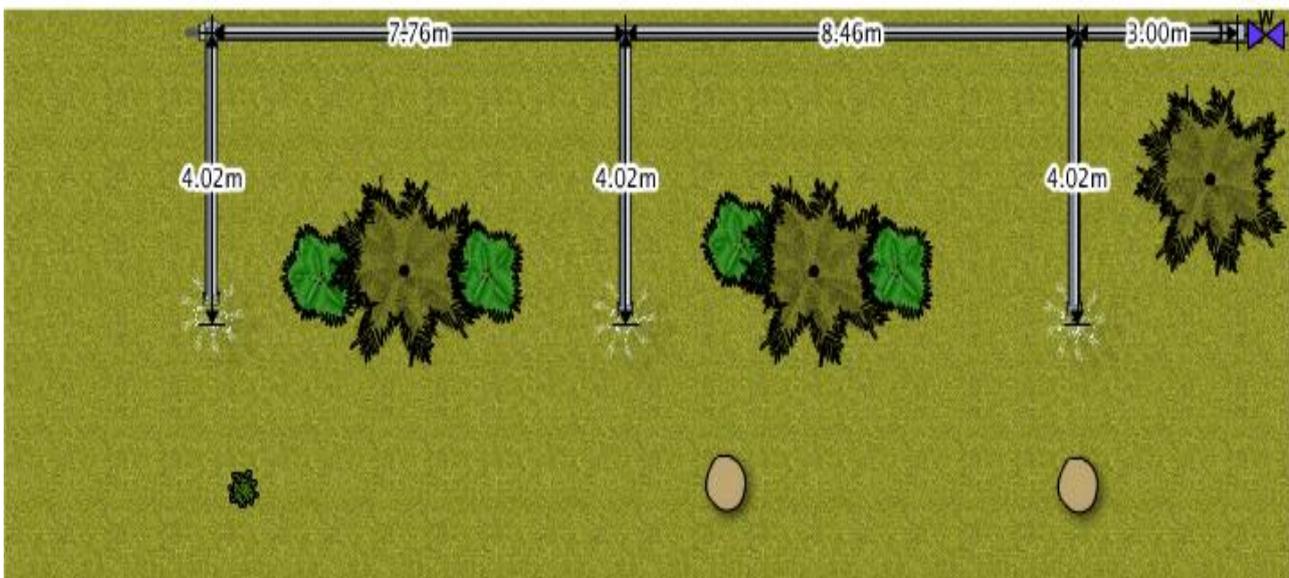


Figura 90

Jardín pabellón 22 (1)

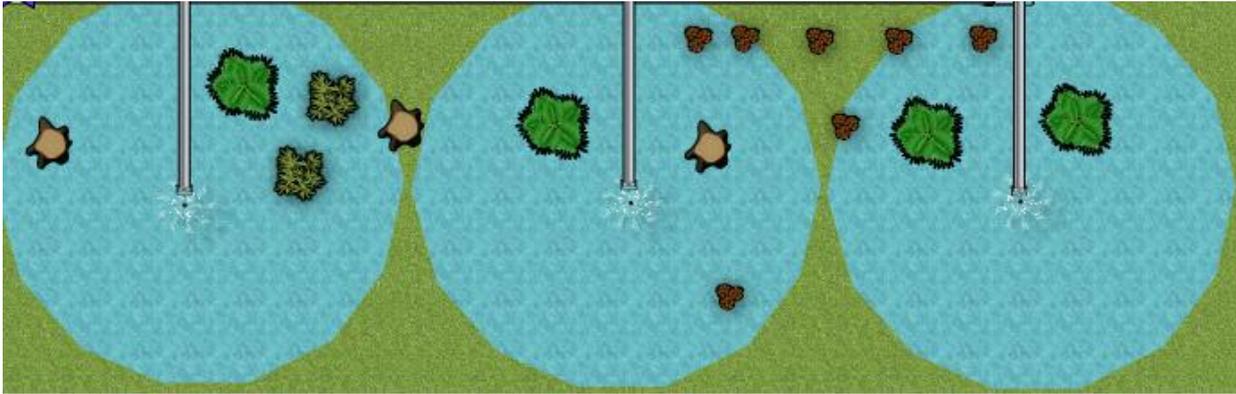


Figura 91

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 92

Jardín pabellón 22 (2)

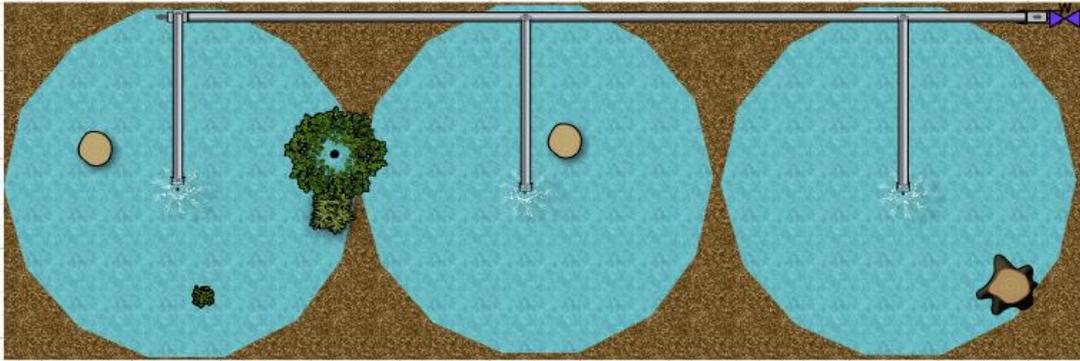


Figura 93

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** seis aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 94

Jardín pabellón 24 (1)

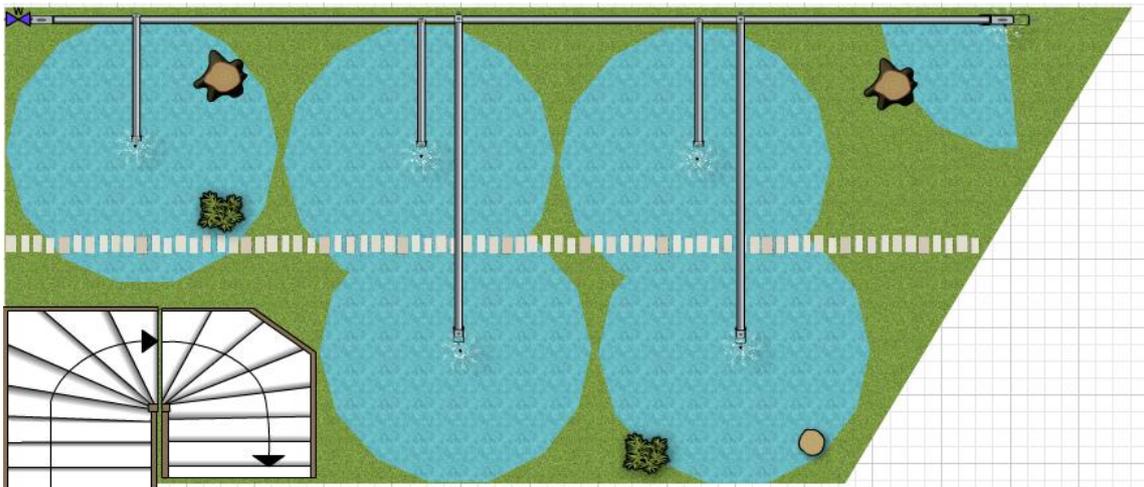


Figura 95

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** seis aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

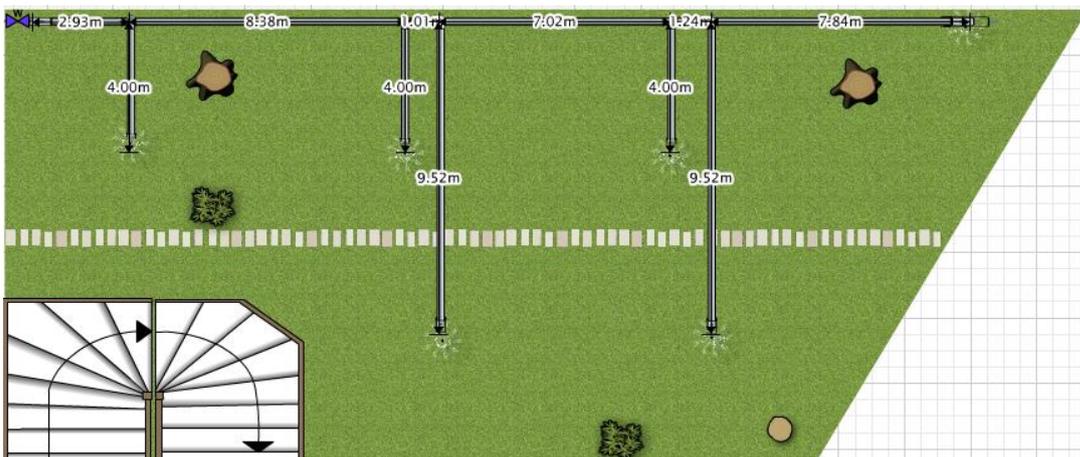


Figura 96

Jardín pabellón 24 (2)



Figura 97

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** seis aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

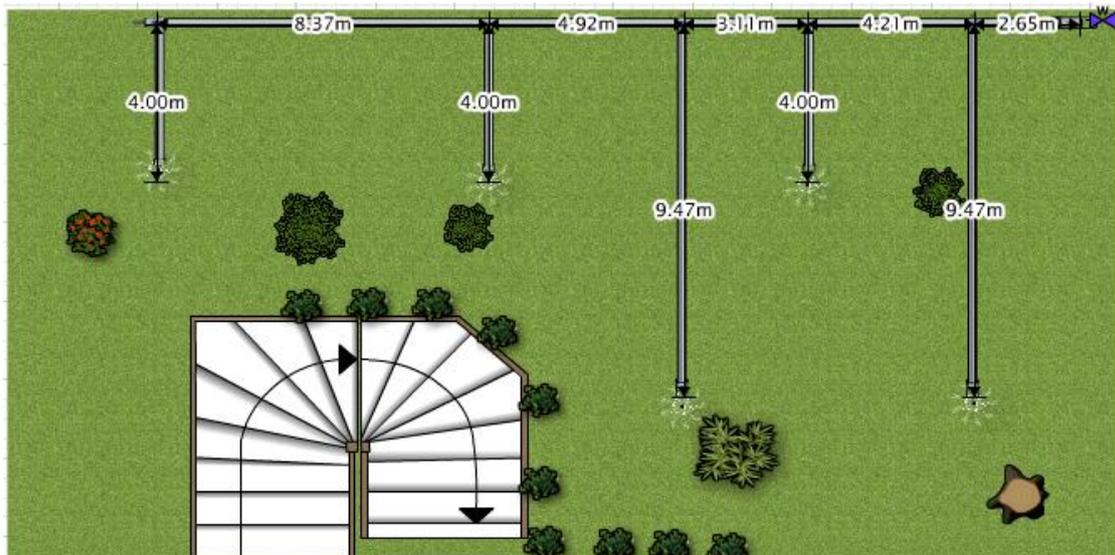


Figura 98

Jardín pabellón 28 (1)

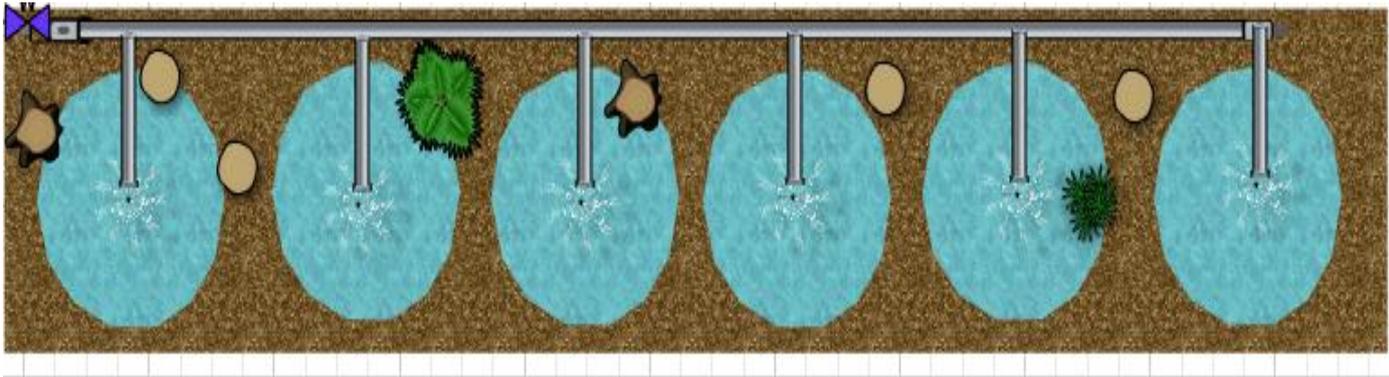


Figura 99

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** seis aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

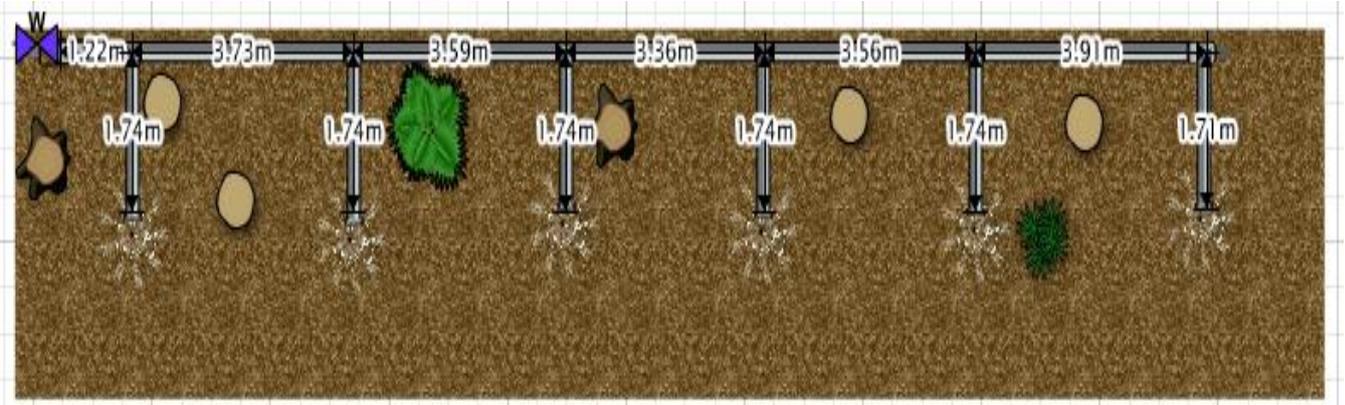


Figura 100

Jardín pabellón 28 (2)



Figura 101

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** ocho aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

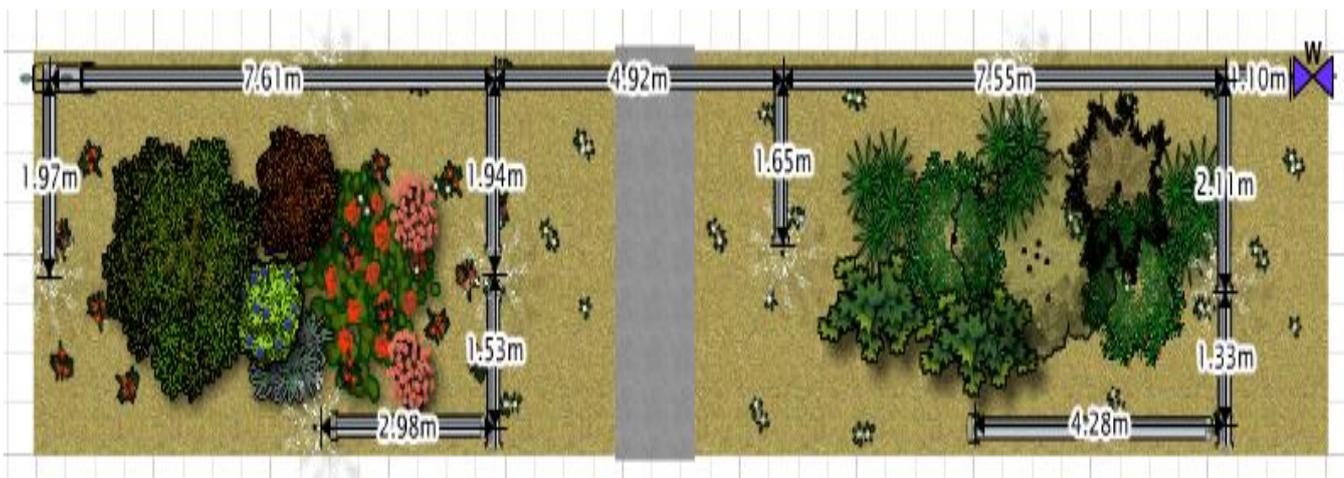


Figura 102

Jardín pabellón 30 (1)



Figura 103

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** cinco aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 104

Jardín pabellón 30 (2)

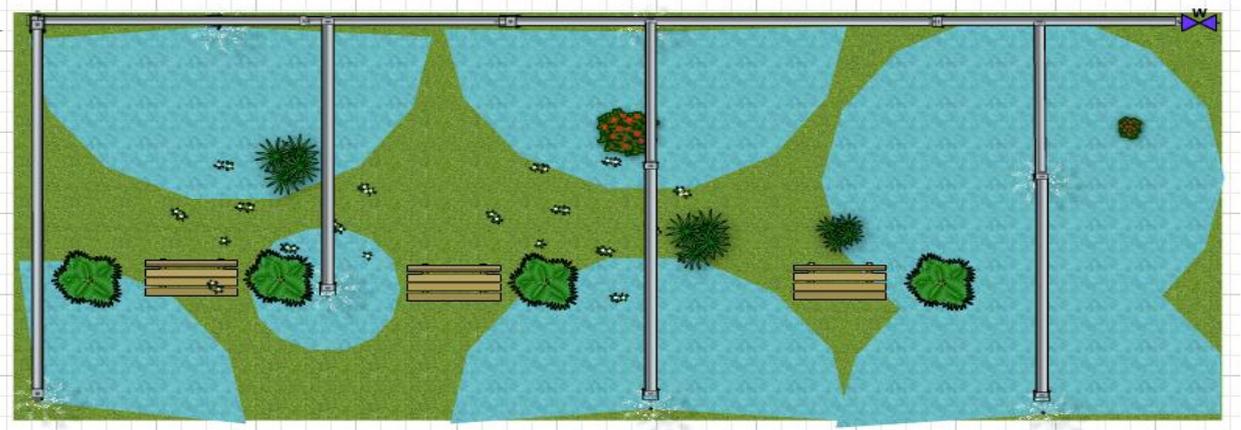


Figura 105

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** cuatro aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

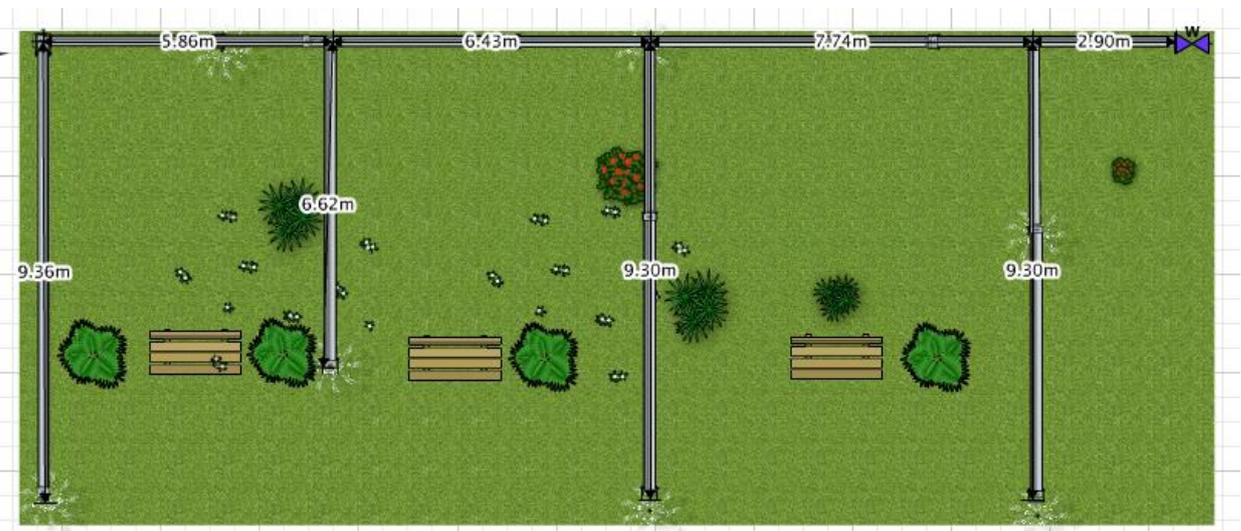


Figura 106

Jardín pabellón 34 (1)

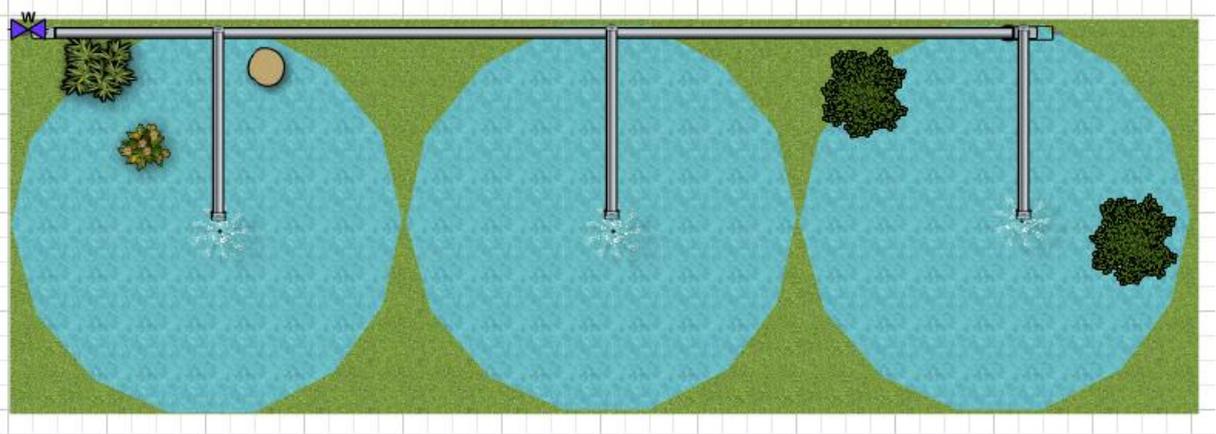


Figura 107

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

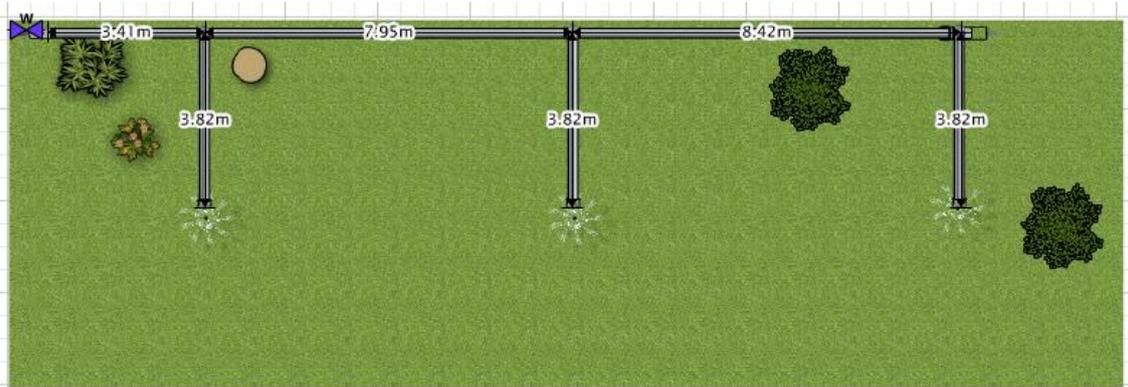


Figura 108

Jardín Pabellón 34 (2)



Figura 109

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 110

Jardín pabellón 36

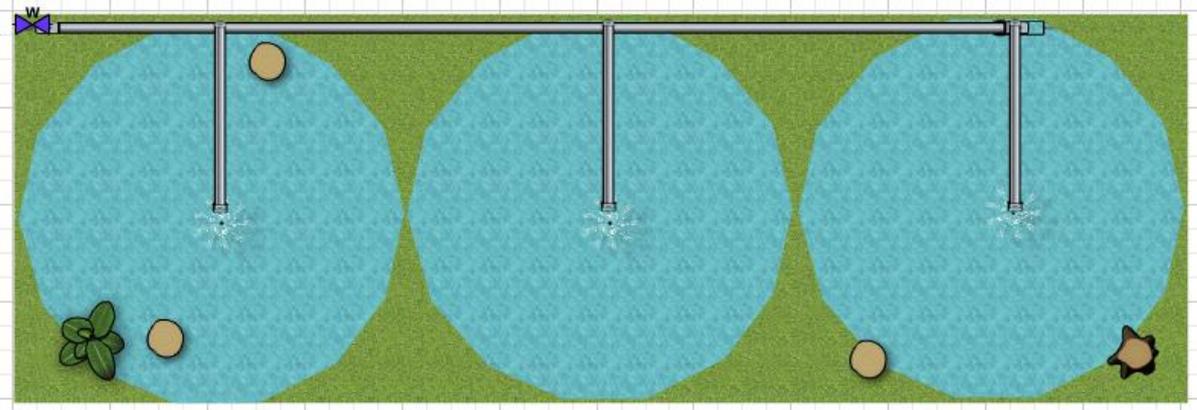


Figura 111

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

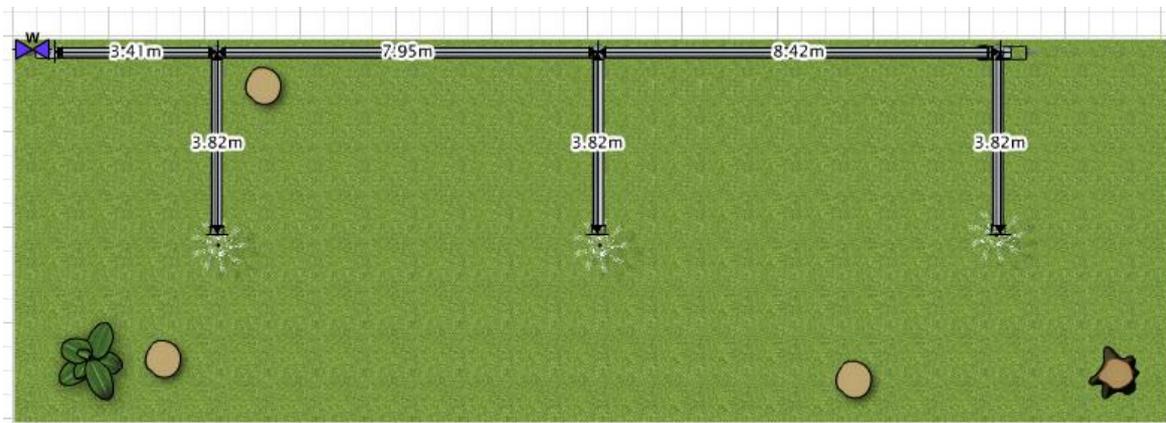


Figura 112

Jardín pabellón 38 (1)



Figura 113

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** siete aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 114

Jardín pabellón 38 (2)

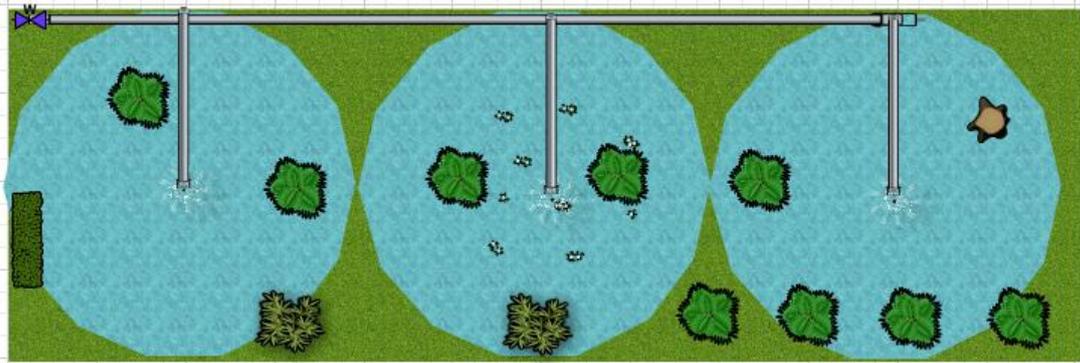


Figura 115

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

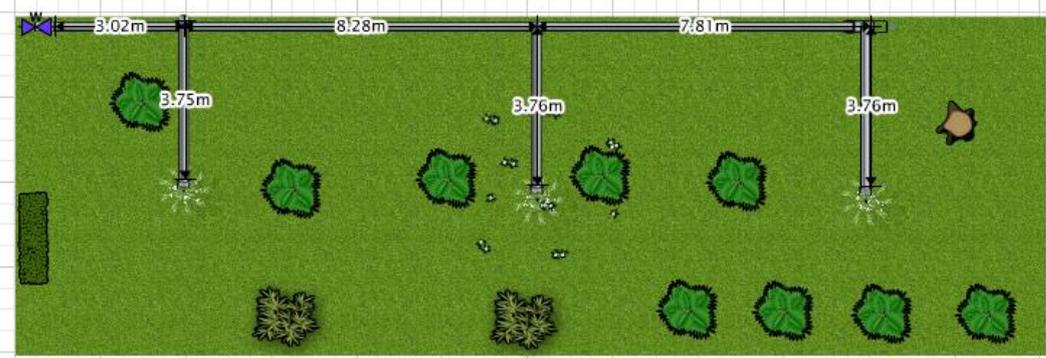


Figura 116

Jardín 40



Figura 117

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 118

Jardín pabellón 42 (1)

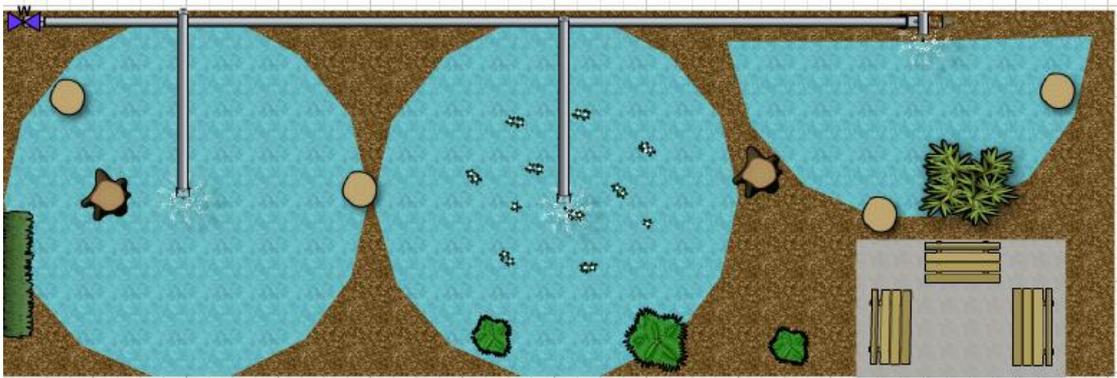


Figura 119

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

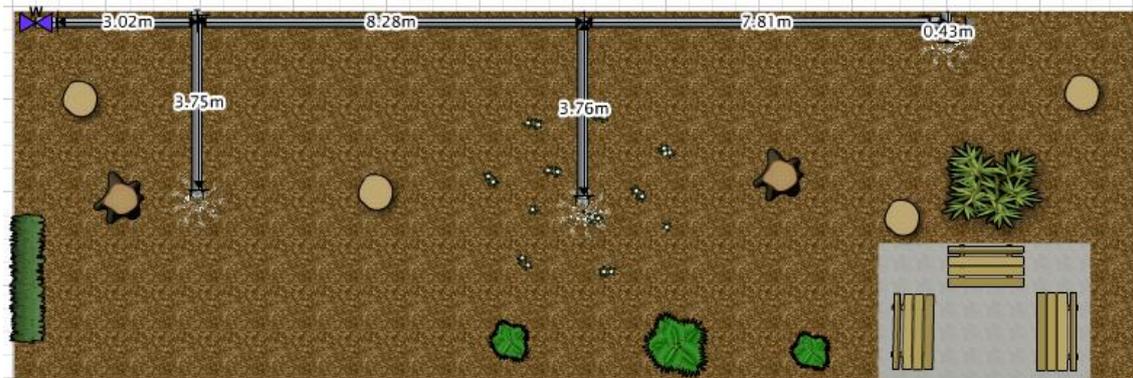


Figura 118

Jardín pabellón 42 (2)



Figura 119

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** cuatro aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 120

Jardín Pabellón 44 (1)



Figura 121

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** cuatro aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 122

Jardín pabellón 46 (1)

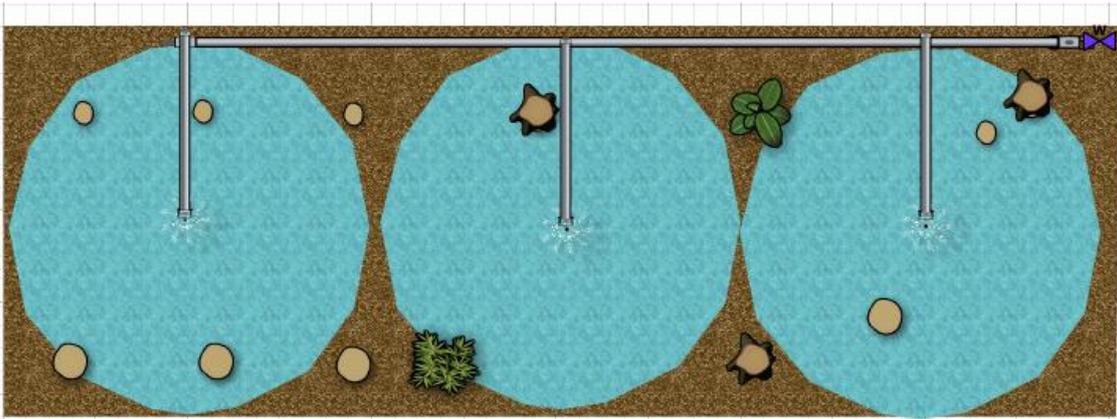


Figura 125

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

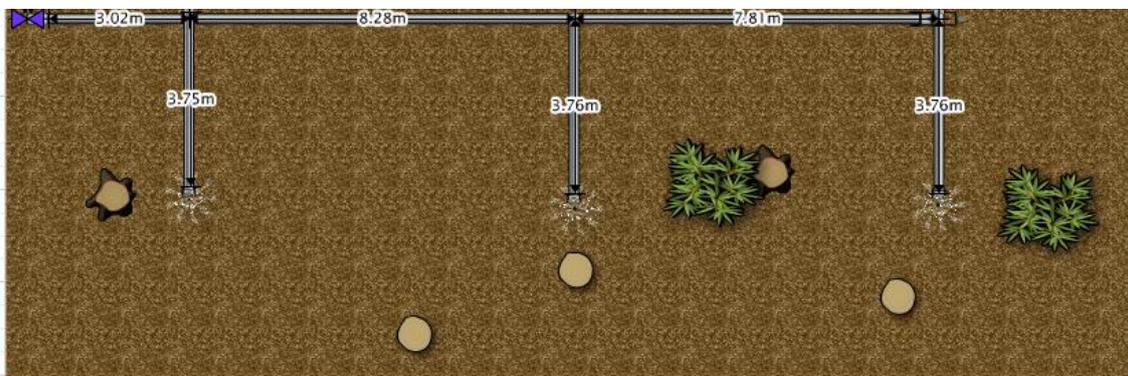


Figura 126

Jardín pabellón 46 (2)

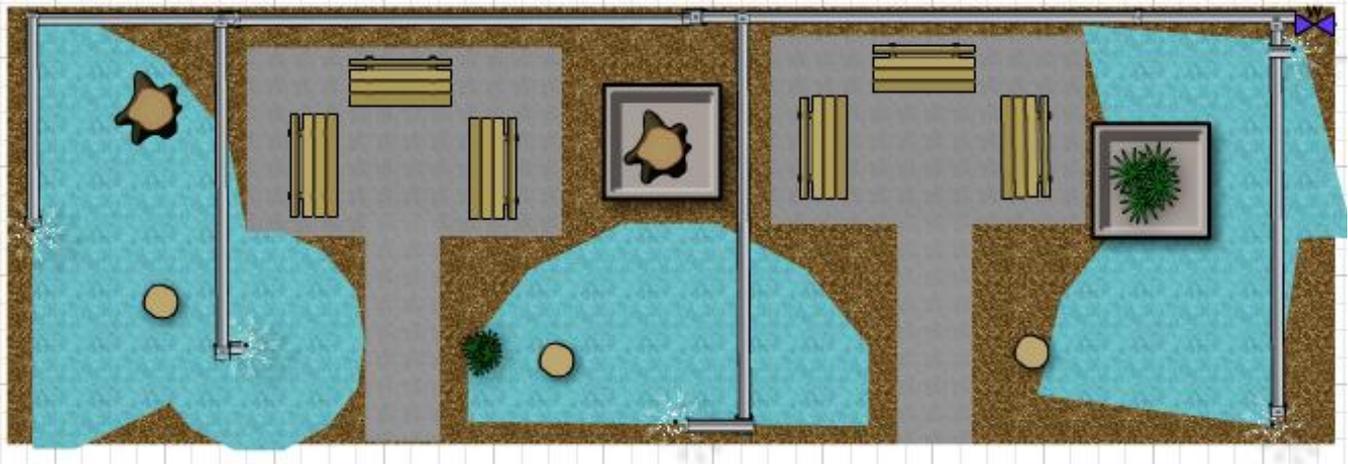


Figura 127

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** cinco aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi.

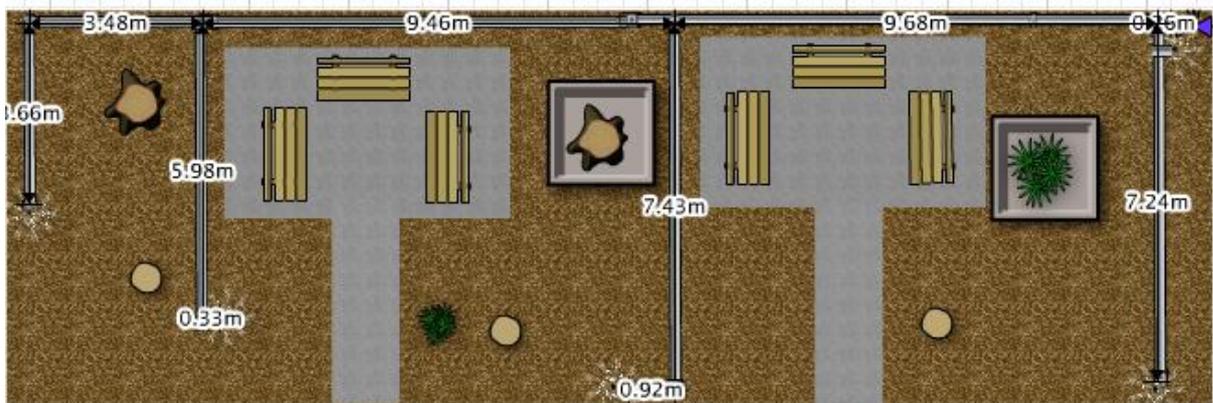


Figura 128

Jardín Pabellón 48 (1)



Figura 129

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** ocho aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 130

Jardín pabellón 48 (2)

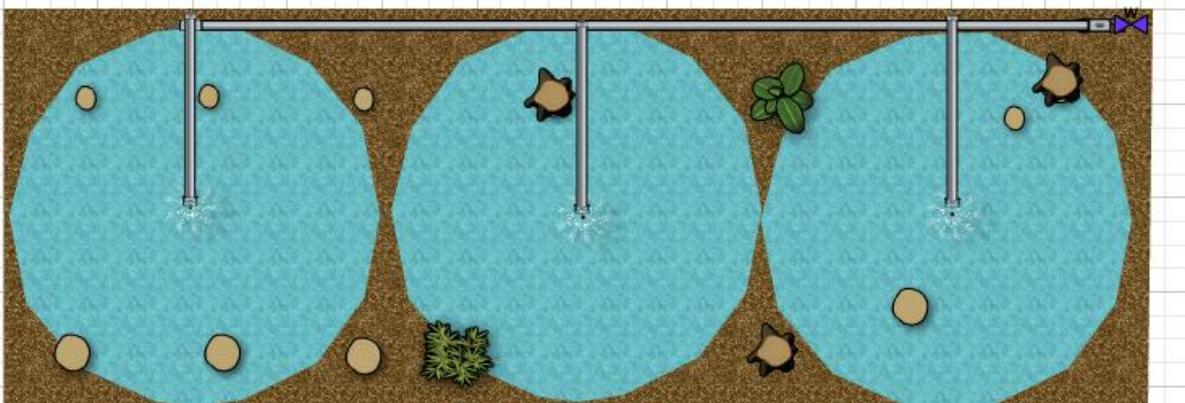


Figura 131

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 132

Jardín Pabellón 56 (1)



Figura 133

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

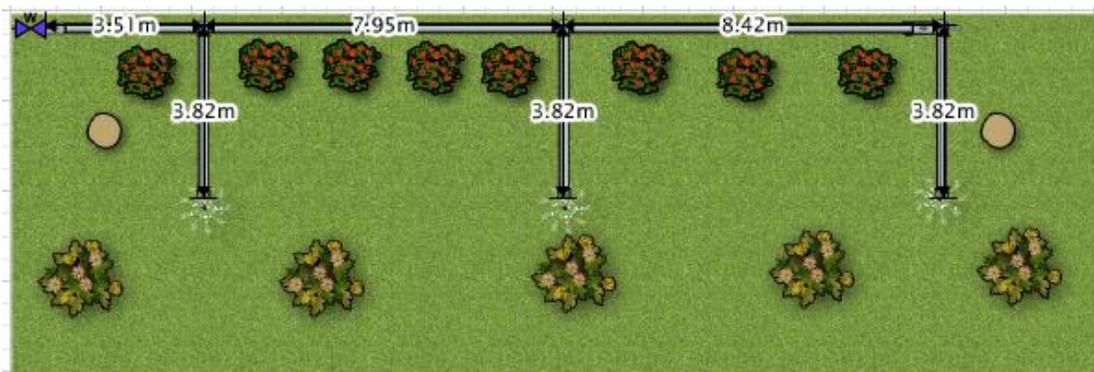


Figura 134

Jardín Pabellón 56 (2)

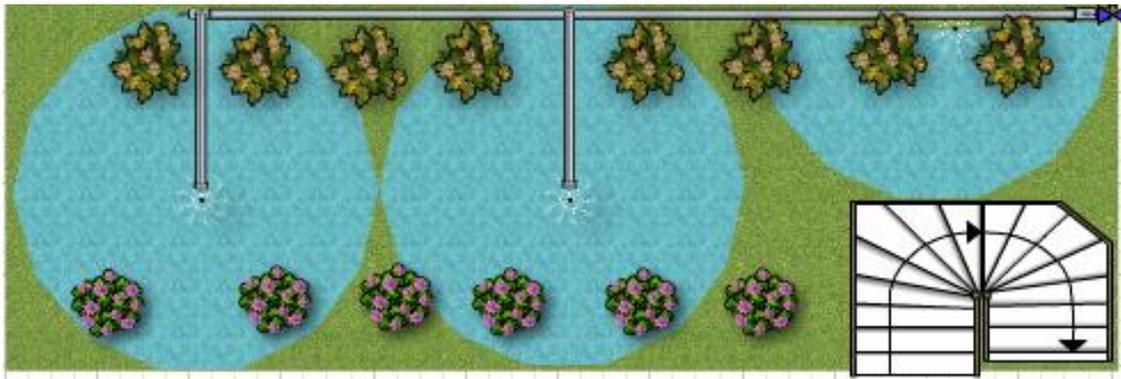


Figura 135

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

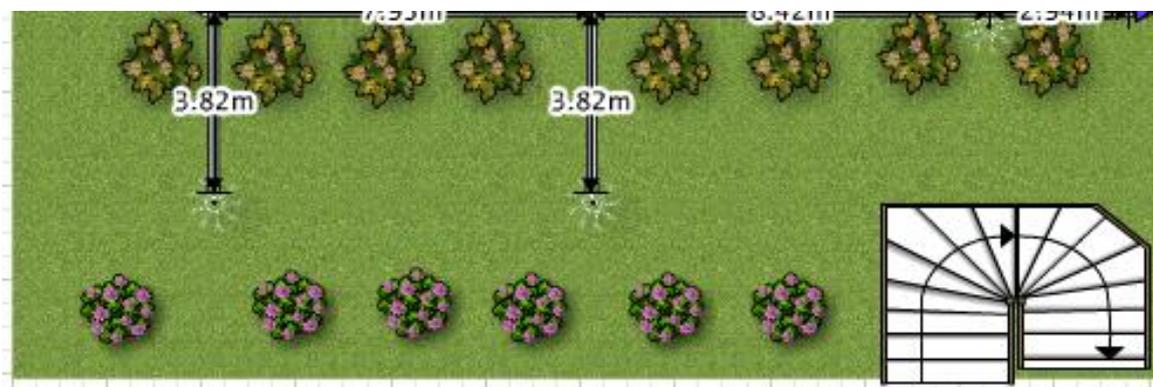


Figura 136

Jardín pabellón 58 (1)

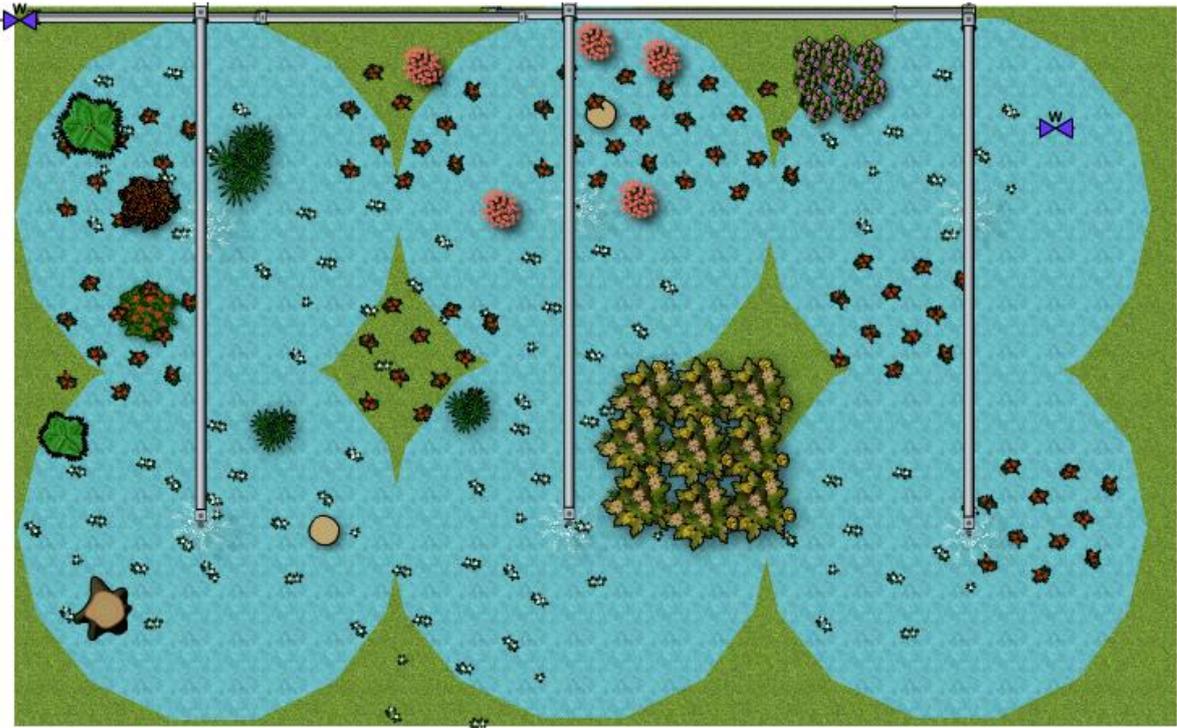


Figura 137

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** seis aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 138

Jardín pabellón 58 (2)

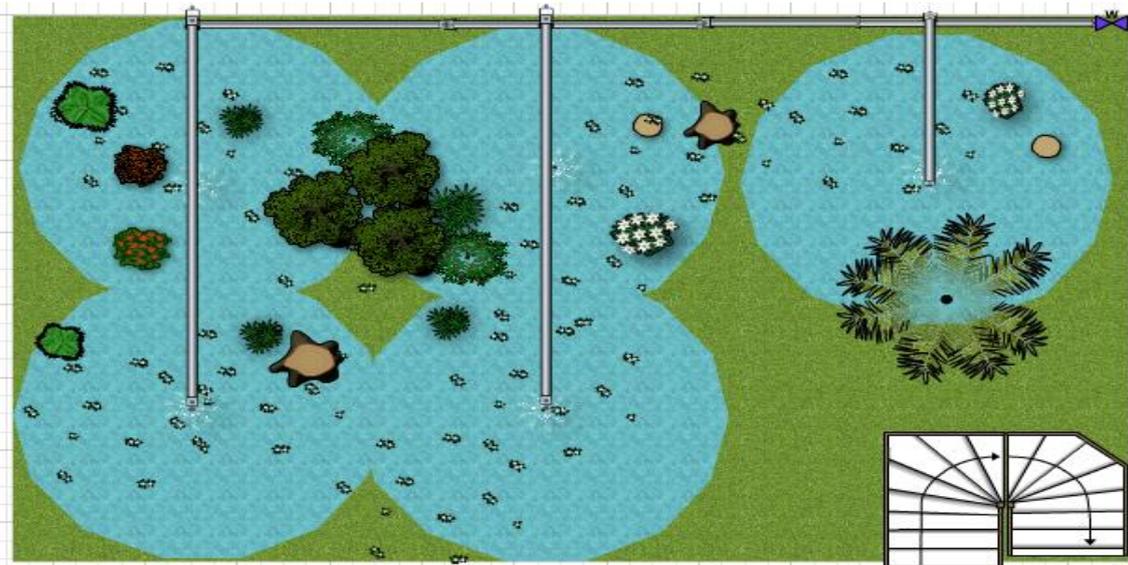


Figura 139

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** cinco aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

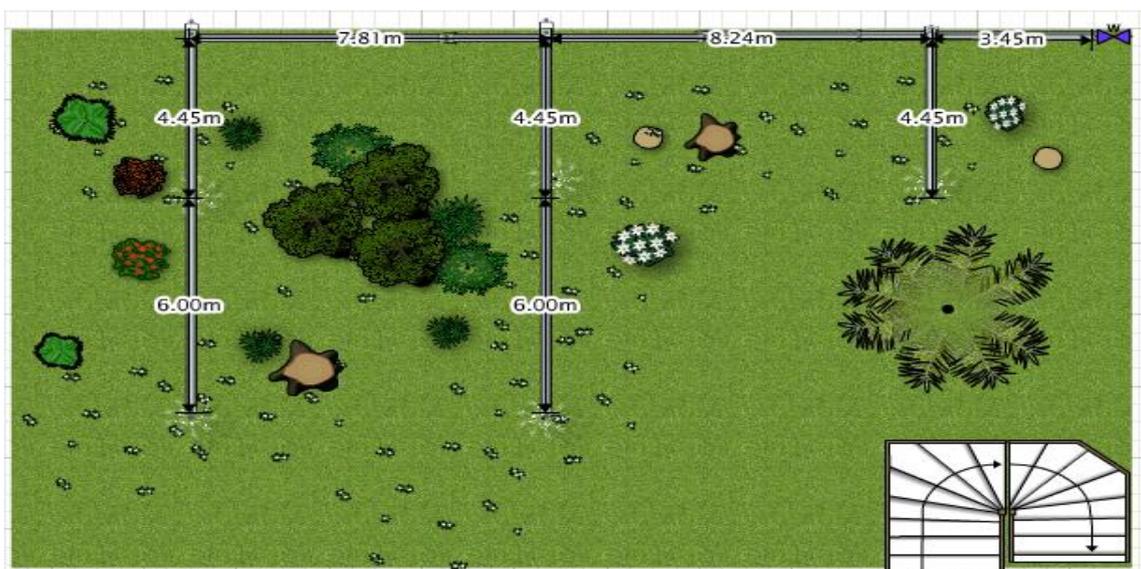


Figura 140

Jardín pabellón 60 (1)



Figura 141

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

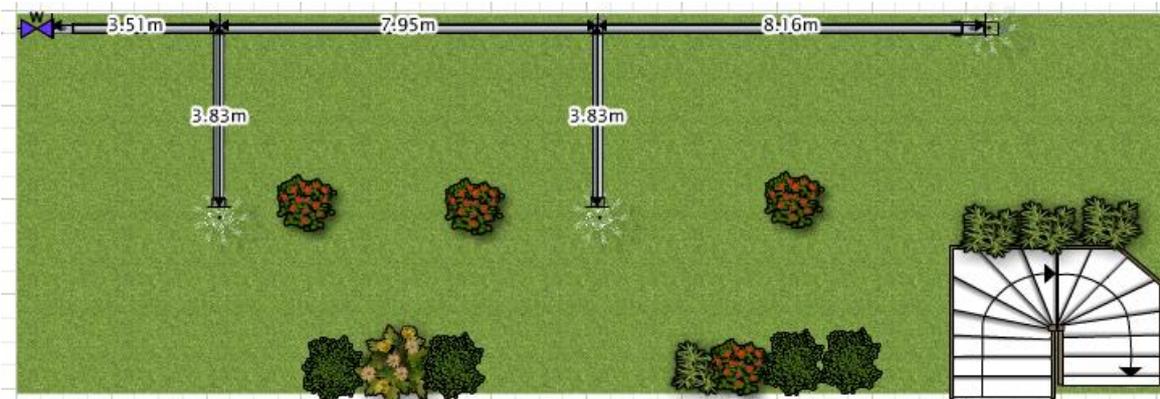


Figura 142

Jardín pabellón 60 (2)

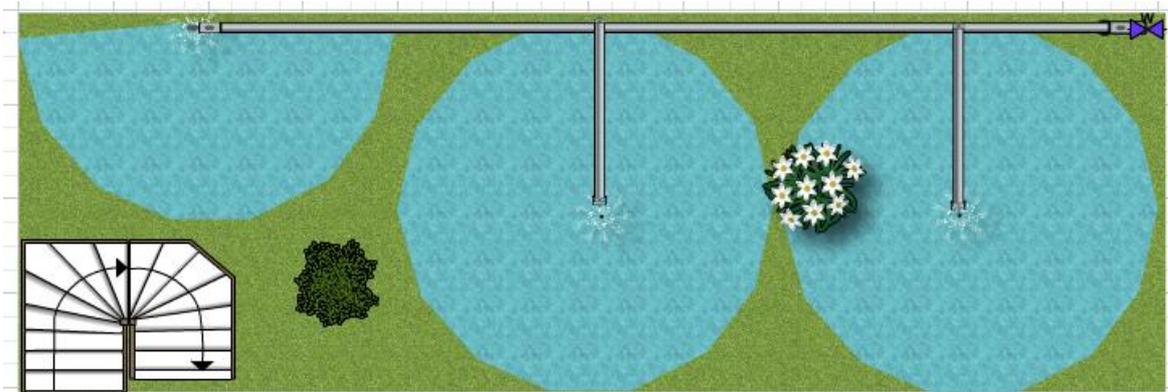


Figura 143

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

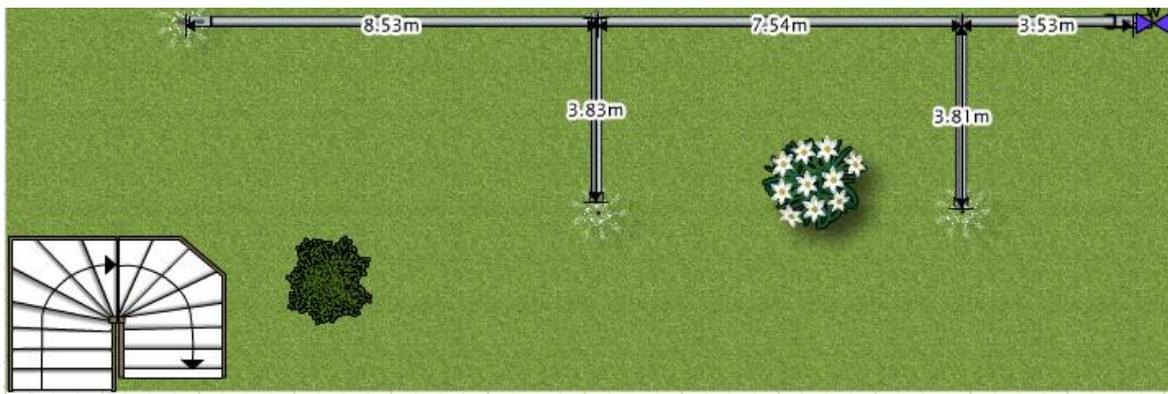


Figura 144

Jardín pabellón 62 (1)



Figura 145

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

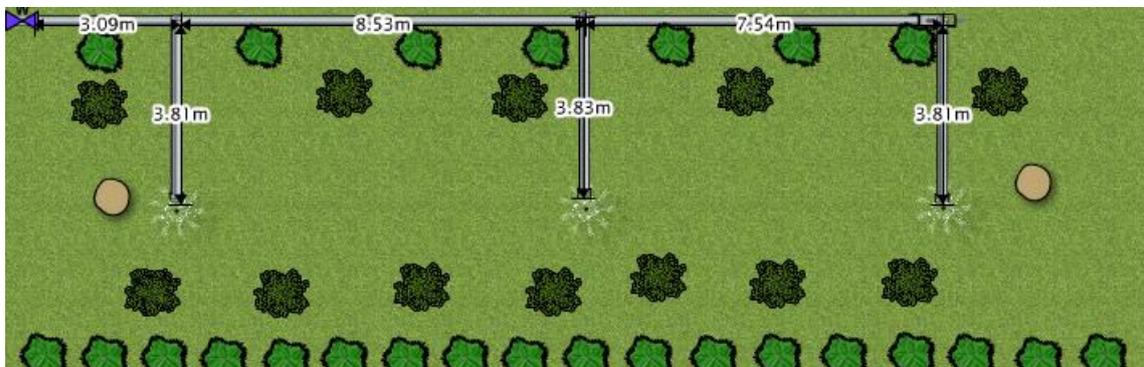


Figura 146

Jardín Pabellón 62 (2)



Figura 147

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 148

Jardín pabellón 68 (1)



Figura 149

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** seis aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi



Figura 150

Jardín pabellón 68 (2)

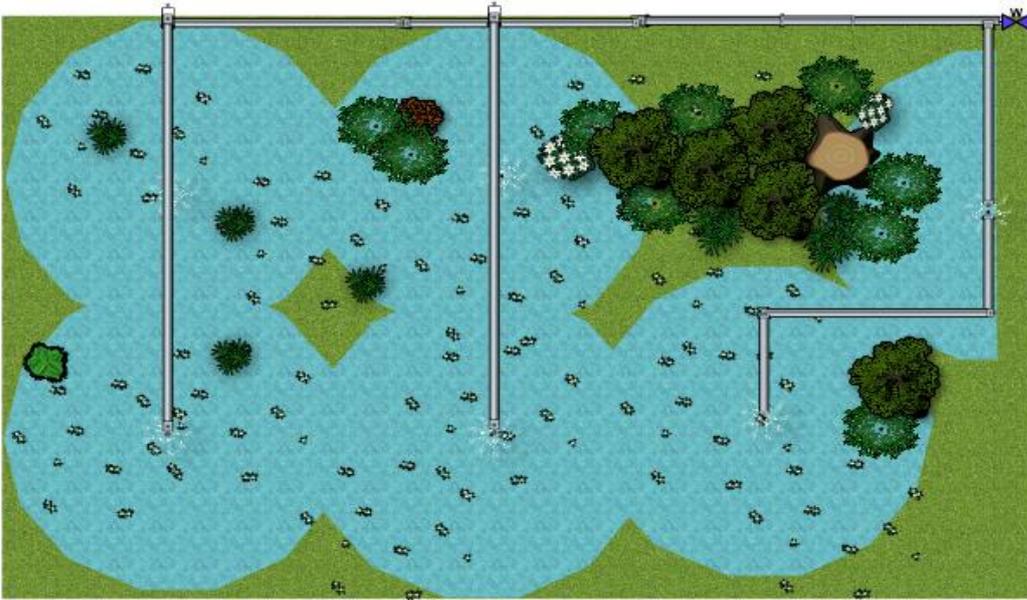


Figura 151

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** seis aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

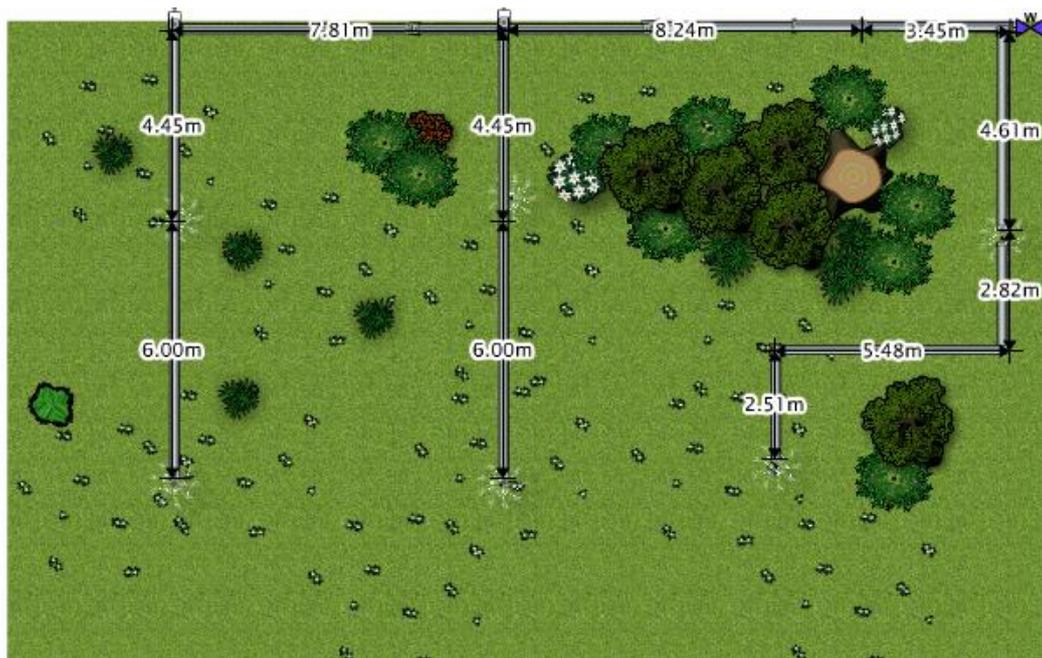


Figura 152

Jardín pabellón Tesorería

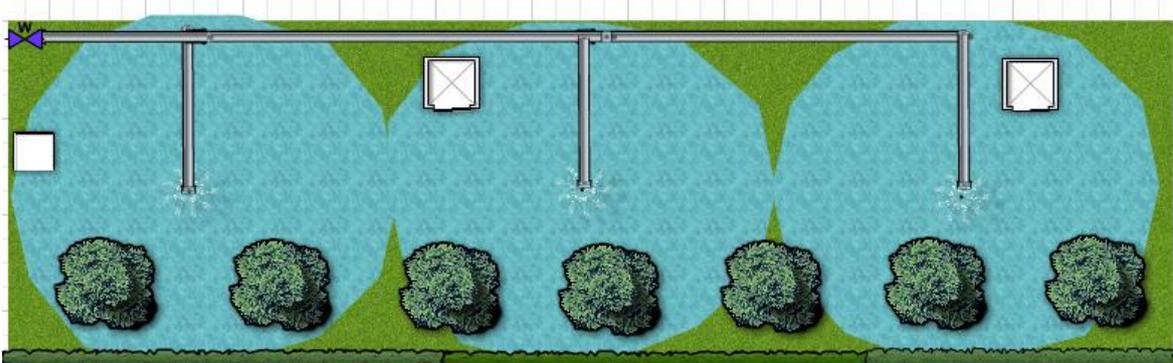


Figura 153

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** No existen obstáculos de ningún tipo dentro de este jardín, solamente las plantas a regar.
- **Sistema de riego diseñado:** tres aspersores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 5m. de diámetro en riego.
- **Presión y flujo de agua necesarios:** Se necesita una presión de 50 psi

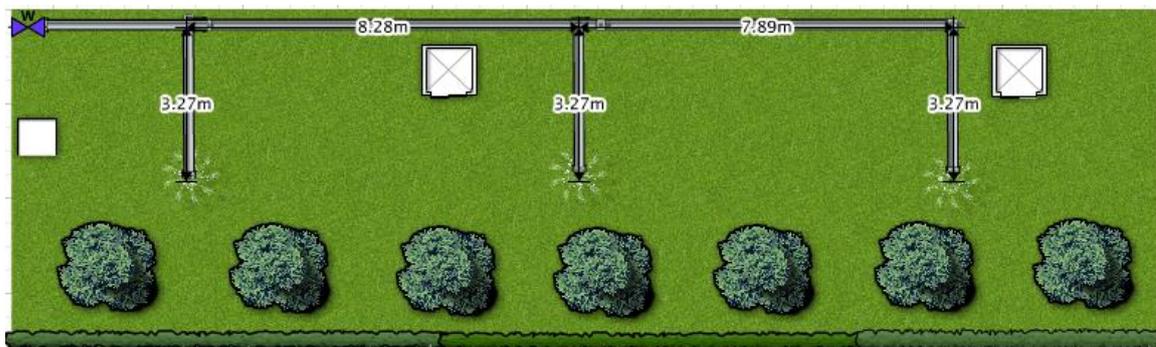


Figura 154

Jardín pabellón 12



Figura 155

- **Tipo de vegetación:** grama y arbustos con altura no mayor a 50cm
- **Particularidades** Existen obstáculos dentro de este jardín.
- **Sistema de riego diseñado:** doce difusores tipo pop-up con ángulo de 360° y con un alcance de 3m. de diámetro en riego.



Figura 156

10.3.2 Diseño de paneles fotovoltaicos

Esta propuesta pretende tecnificar a la universidad por lo que el diseño cuenta con un controlador que da la orden de activar y desactivar de forma automática los aspersores, para que este pueda funcionar, el sistema de riego debe de contener otros elementos como electroválvulas, bombas, etc.

Estos dispositivos, al igual que el controlador, consumen energía eléctrica, por lo que bajaría el consumo de agua pero aumentaría el consumo eléctrico, es por ese motivo que en la propuesta se incluye el uso de paneles fotovoltaicos.

10.3.3.1 ARREGLO DE PANELES SOLARES

Cada panel provee cierta cantidad de energía, es por eso que se debe de realizar un cálculo de consumo en todo el sistema de riego para así determinar la cantidad de paneles solares que se utilizarán.

El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son:

- Radiación de 1000 W/m²: La eficiencia de una célula solar (η), es el porcentaje de potencia convertida en energía eléctrica de la luz solar total absorbida por un panel, cuando una célula solar está conectada a un circuito eléctrico. Este término se calcula usando la relación del punto de potencia máxima, P_m , dividido entre la luz que llega a la celda de irradiación (E , en W/m²), bajo condiciones estándar (STC) y el área superficial de la célula solar (A_c en m²).

$$\eta = \frac{P_m}{E \times A_c}$$

- Temperatura de célula de 25 °C (no temperatura ambiente). La STC especifica una temperatura de 25 °C y una irradiación de 1000 W/m² con una

masa de aire espectral de 1,5 AM. Esto corresponde a la irradiación y espectro de la luz solar incidente en un día claro sobre una superficie solar inclinada con respecto al sol con un ángulo de 41.81° sobre la horizontal.

De esta manera, bajo estas condiciones una célula solar típica de 100 cm², y de una eficiencia del 12%, aproximadamente, se espera que pueda llegar a producir una potencia de 1,2 vatios.

10.3.3.2 POTENCIA Y COSTES

En un día soleado, el Sol irradia alrededor de 1 kW/m² a la superficie de la Tierra. Considerando que los paneles fotovoltaicos actuales tienen una eficiencia típica entre el 12%-25%, esto supondría una producción aproximada de entre 120-250 W/m² en función de la eficiencia del panel fotovoltaico.

A latitudes medias, teniendo en cuenta el ciclo diurno y las condiciones atmosféricas, llegan a la superficie terrestre 100 W/m² de media en invierno y 250 W/m² en verano. Con una eficiencia de conversión de, aproximadamente, 12%, se puede esperar obtener 12 y 30 vatios por metro cuadrado de celda fotovoltaica en invierno y verano, respectivamente.

Fuente: Ret Screen

The screenshot shows the RETScreen software interface with a table of climate data. The table includes columns for month, air temperature, relative humidity, daily solar radiation, atmospheric pressure, wind speed, ground temperature, and heating/cooling degree days. The data is presented for each month from January to December, along with annual averages and source information.

Mes	Temperatura del aire °C	Humedad relativa %	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m ² /d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Días-grado de calentamiento 18 °C °C-d	Días-grado de enfriamiento 10 °C °C-d
Enero	26.4	66.3%	5.55	98.1	2.8	26.5	0	508
Febrero	27.0	63.5%	6.06	98.0	3.1	28.3	0	476
Marzo	28.1	61.6%	6.69	97.9	3.2	30.6	0	561
Abril	29.4	60.2%	6.52	97.9	3.1	31.8	0	582
Mayo	28.8	68.6%	5.77	97.9	2.4	28.8	0	583
Junio	27.3	79.0%	5.69	97.9	1.7	26.4	0	519
Julio	27.1	78.4%	5.78	98.0	1.9	26.0	0	530
Agosto	27.3	78.6%	5.75	98.0	1.9	26.1	0	536
Setiembre	26.8	81.8%	5.36	97.9	1.4	25.9	0	504
Octubre	26.6	82.3%	5.27	97.9	1.4	25.4	0	515
Noviembre	26.3	77.4%	5.24	97.9	1.5	25.0	0	489
Diciembre	26.4	70.3%	5.33	98.0	2.3	25.4	0	508
Anual	27.3	72.4%	5.75	97.9	2.2	27.2	0	6,312
Fuente	Suelo	Suelo	NASA	NASA	Suelo	NASA	Suelo	Suelo

141 Monitoreo de radiación solar

Con los costes actuales de energía eléctrica se cuantifica que cada Kilowatt hora tiene un valor de 0.178 \$/kWh, y según cálculos un metro cuadrado de panel generará hasta 0.158 \$/día que equivale a 0.15 kWh.

10.3.3.3 CONSUMO DEL SISTEMA DE RIEGO CONTROLADO POR PIC'S.

Para conocer de la cantidad de paneles a utilizar se debe de conocer la carga que tendrá.

Este sistema consta principalmente de un controlador, el controlador posee 20 salidas, estas 20 salidas nos representa cada jardín y por cada jardín habrá una electroválvula.

Dispositivo	Consumo por dispositivo	por tiempo de uso por dispositivo	Consumo total
1 controlador	0.86 A (CD)	5 hrs	4.3 A-hora (CD)
20 electroválvula	7,2 VA (CA)	15 min=0.25 hr	36 VAh (CA)
1 bomba	0.686 VA (CA)	1 hora	0.686 VAh (CA)
Consumo total para el panel			40.986 VAh(CA)

Tabla 16

Fuente: propia

Los Watts son la energía que consumen en el momento pero lo que interesa saber es cuanto consumen durante un periodo de tiempo determinado, por ejemplo en 15 minutos de activación. En el caso de la electroválvula consume 7.2 VA:

Una electroválvula.....7.2 VA x 0.25 horas = 1.8 VAh

Pero como son 20 electroválvulas las que se conectaran tenemos:
20x1.8 VAh= 36 VAh

En este caso solo se proyecta una bomba de agua que se utilizara por 1 hora.

Por último se tiene que el controlador consume 5 A-hora pero este se derivará directamente de la batería.

Carga y Descarga de la Batería

Para que la batería no se descargue en un tiempo tan corto, se toman los valores de consumo del sistema de riego y se prosigue por seleccionar la que mejor convenga.

Si el consumo es de 40.986 VAh se debe saber a qué voltaje trabajara el sistema fotovoltaico, hay tres variables 12, 24, 48 volts. Se utilizará el de 24 Volts, esto porque se debe tomar en cuenta la cantidad de elementos por cubrir y por lo que la bomba puede tener un pico de consumo de energía estimable por el par de arranque de su motor.

Si el consumo es de 40.986 VAh/ 24 volts= 1.71 Ah

Pero también se debe tomar otra variable en cuenta que es el tiempo nublado. Es cierto que, aunque sea un sistema de riego y el clima de esté húmedo los jardines no se regarán, pero por respaldo del equipo y evitar pérdidas de información en el controlador, se le darán dos días de autonomía para la batería:

1.71 Ah * 2 días= 3.42 Ah

La potencia suministrada por la batería depende del voltaje del arreglo fotovoltaico, la batería a utilizar es de 3.5 Ah aproximadamente y puede proporcionar hasta 24 volts. Para la potencia se tiene el siguiente cálculo:

3.42 Ah x 24 V = 81.97Wh



Figura 157
Fuente: Catálogo de baterías

Inversor de Corriente:

La mayor parte de los equipos a utilizar necesitan una alimentación de energía en corriente alterna y la batería solamente brindará 24 voltios en corriente continua es por ello que el " inversor" es muy útil cuando se trata de energía fotovoltaica.

Para elegir el mejor inversor, al igual que la batería se debe conocer del consumo total. Con este dato se tiene una de las características del inversor,

pero si se deja el valor del inversor al mismo valor del consumo el equipo se dañaría, a como se había mencionado la bomba utiliza el par de arranque al momento de su activación por lo que se le suma el 50% más del consumo total y se tiene que:

$40.986 \text{ VAh} * 50\%$ mas para el inversor esto nos daría 61.476 VAh el tamaño ideal para el inversor y que funcione con un voltaje de 24 Voltios (CD) corriente directa y que los convierta a 110 o 220 voltios (CA) corriente alterna.

Además se debe de tomar en cuenta que este cálculo está realizado de forma teórica sobre el 100% de la capacidad de la batería. En la práctica las baterías nunca se deben descargar al 100% ya que quedarían dañadas, por lo que su capacidad útil será menor de la indicada en sus características, y aquí es donde entra el controlador de cargas.



Figura 158
Fuente: Catálogo de baterías

CONTROLADOR DE CARGA

El controlador se encarga de regular tanto la energía que entra de los paneles fotovoltaicos para no exceder la carga de la batería, así como de controlar la descarga de las mismas cuando se esté consumiendo la energía.

Este también lo debemos calcular de acuerdo a la cantidad de paneles solares que se requiere.

CANTIDAD DE PANELES SOLARES

Con las características del panel y el consumo del sistema calculado anteriormente, solo resta saber las horas de sol efectivo en Managua. Según la tabla 10 de monitoreo de radiación solar se tiene que hay un promedio de 5.7 HSE (Horas de Sol Efectiva) así tenemos que:

$$40.986 \text{ W} / 5.7 \text{ HSE} = 7.19 \text{ Wh a producir por hora}$$

En el mercado hay paneles solares de 100, 150, 200 y 250 Watts, por lo que un panel de 100 watts será suficiente para alimentar al controlador, 20 electroválvulas y una bomba de agua.

10.3.3.4 Costos del sistema de riego automático

Costo total de todos los materiales y componentes a utilizar en la instalación del sistema de riego automatizado controlado por PIC'S y alimentado con energía fotovoltaica.

Costos de materiales del Sistema de riego automático controlado por PIC's y alimentado con energía solar

	Material	Costo unitario del material US\$	Cantidad	Costo total US\$
Instalación de aspersores	Aspersor tipo pop-up Vuelta parcial.	13.14	250	3285
	Tubo PVC de 1/2" (c/2m)	1.56	1500m	2340.00
	Tubo PVC de 3/4" (c/2m)	2.28	100m	228.00
	Manguera negra PVC de 1/2" (c/rollo=91.44m)	15.35	60m	921.00
	Codo 1/2"	0.29	110	31.90
	T o Camisa lisa de 1/2" (unión)	0.24	80	19.20
	Unión de 1/2" a 1/2"	0.24	20	4.80
	Reductor de 3/4" a 1/2"	0.24	45	10.80
	Cinta de Teflón 3/4"	0.38	30	11.40
	Disyuntor Telemecanique 13- 18A, GV2ME	80.00	8	640.00
	Interruptor	8.00	8	64
	Válvula eléctrica,	17.52	62	1086.64

	110Vca			
	Cable eléctrico dúplex calibre 12. (cada m)	1.01	X	
	Bomba de agua 110 V	2585	1	2585
Instalación del panel solar	Panel fotovoltaico	756.58	6	4539.38
	Controlador de carga	280.00	6	1680
	Batería solar	354.55	6	2127.3
	Inversor	150.12	6	900.72
	Caja de breaker para entrada CA panel de 6 espacios	16.93	1	16.93
	Fusible de cartucho 425A	1.00	6	6.00
	Soporte de panel solar Regulable en inclinación	735.08	6	4410
	Cable AWG calibre 10	0.6/m	X	
	Cable AWG calibre 14	0.4/m	X	
	Tubería Conduit	2.20	X	
Controlador	PIC'S 16F4550	8.68	12	104.16
	Resistencias de 1K	0.104	144	14.98
	Resistencias de 250	0.104	132	13.73
	Diodos 4001	0.24	132	31.68
	Transistores 2N2222	0,27	132	35.64
	Led's rojos	0.17	132	22.44
	Capacitores de 22 picofaradio	0.20	36	7.2
	Diodo zener de 5 volt	0.69	6	4.14
	Resistencia de 47 K	0.138	6	0.8.28
	Resistencias de 10 K	0.104	122	1.248
	Pulsadores	0.28	36	10.08
	Baquelita	4.16	6	24.89
	Display	14.59	6	87.54
	Encapsulado	36.98	6	216.93
			TOTAL	26005.73

Tabla 17: Presupuesto

Fuente: Propia

Tomando en cuenta los materiales utilizados y la mano de obra empleada para la instalación, el sistema de riego automático controlado por PLC's y alimentado con energía solar tiene un costo total de **US\$ 26,005.73**.

- Según BCN (Banco Central de Nicaragua) el cambio oficial de dólar a córdoba es de 28.78 córdobas.
- X: Esta cantidad se determinará en el momento de implementar el sistema por lo que no se incluirá en el costo total.

10.3.3 Recuperación de inversión

-Ahorro de agua potable

Con un estimado del consumo de agua potable del sistema de riego actual del recinto se resta este valor con el consumo del sistema de riego automático

$$\text{diseñado. } 205,011 \frac{m^3}{\text{anual}} - 68,337 \frac{m^3}{\text{anual}} = 136,674 \frac{m^3}{\text{anual}}$$

Se multiplica el valor anterior por la tarifa de agua potable impuesta hasta la fecha y da como resultado:

$$136674 \text{ m}^3/\text{año} \times \text{US\$ } 0.4618 \text{ por metros cúbicos} = \text{US\$ } 63,122.851/\text{año}$$

-Tiempo de recuperación de la inversión

El costo total del sistema diseñado es: **US\$ 26,005.73**. Si se ahorra con este sistema un valor de **US\$ 63,122.851/año**, la inversión se recuperará en **5 meses**.

XI- CONCLUSIÓN

- ✓ La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) actualmente cuenta con un sistema de riego obsoleto, y por la falta de mantenimientos muchos jardines no poseen aspersores o estos presentan fugas, ambos casos provocan un gran gasto en consumo de agua potable.
- ✓ En los pabellones pares se encuentran 70 jardines, los cuales solo un 20% cuenta con al menos un aspersor, y solo el 10% de estos aspersores funcionan correctamente, además del mal uso que se les da por la ubicación en que se encuentran; es decir no permite un riego eficiente.
- ✓ En la UNAN-Managua en el RURD, existen condiciones climáticas excelentes para la implementación de sistemas electrónicos con alimentación fotovoltaica. La región de Managua, donde se ubica el Recinto, posee temperaturas altas (registros máximos de hasta 34°C) que permiten un funcionamiento bueno de las baterías de almacenamiento, poca nubosidad, amplio rango de radiación solar y una buena cantidad de horas de luz solar (hasta 6 horas en verano).
- ✓ Una vez identificado el consumo total de electricidad del sistema de riego automático, y los datos obtenidos de las características ambientales del país, se diseñó el sistema de alimentación fotovoltaica para todo el conjunto, planificando con precisión la cantidad de paneles solares y baterías, el tipo de controlador de carga e inversor.
- ✓ Se logró diseñar un sistema de riego automático controlado por PIC's y alimentado con energía solar para los 70 jardines del sector de edificios pares de la UNAN-Managua RURD. Este posee varias ventajas fundamentales sobre el sistema de riego actualmente empleado:
 - El sistema al ser dividido en sectores genera una excelente organización y facilita la programación y sincronización en el tiempo de riego.

- El sistema propuesto arroja datos cuantitativos precisos del consumo de agua potable y el costo económico por mes y por año.
 - El arreglo fotovoltaico ayuda que el sistema de riego no incremente los costos en consumo para la universidad, y al implementarse tecnifica la universidad, convirtiéndola en la primera en utilizar este tipo de sistemas en el riego de sus jardines.
- ✓ La recuperación de la inversión para implementar el sistema de riego automático se da en 3 meses, ahorrando una cantidad de US\$ 63,122.851 por año.

XII- RECOMENDACIONES

Supervisar las horas de riego que hasta el momento se han estado aplicando y el buen funcionamiento de los aspersores, para reducir el desperdicio y consumo de agua potable.

Eliminar la técnica de riego por uso de manguera, debido al alto consumo que se da con el uso de mangueras.

Evitar reutilizar aspersores y grifos de agua potable existentes en el sistema de riego actual al implementar el sistema de riego propuesto, debido a que han superado su tiempo de vida útil y casi todos se encuentran en mal estado.

Implementar sistemas automatizados en todos los jardines de la UNAN-Managua, para mejorar el funcionamiento de riego.

Realizar capacitación para los encargados del mantenimiento de los jardines, para que hagan buen uso del dispositivo a manejar y alargar de esta manera la vida útil de estos dispositivos.

XII- BIBLIOGRAFIA

- Antonio Martín Rodríguez, R. À., & Rodríguez, A. M. (2005). *Manual de Riego de Jardines*. España: Junta andalucia. consejería de agricultura y pesca.
- *Blogspot.com*. (15 de Septiembre de 2015). Obtenido de www.paneles-fotovoltaicos.blogspot.com
- *Delta Volt SAC*. (08 de Agosto de 2015). Obtenido de <http://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/pvpaneles>
- *Duncan*. (2012). Obtenido de http://www.duncan.com.ve/pro_alternos.php
- González., J. C. (2013). *Manual de riego*. España.
- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de Control Moderna*. Madrid, España: Pearson Educacion.
- *Sitiosolar.com*. (2013). Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/los-paneles-solares-fotovoltaicos/>
- Universidad Autónoma de Zacatecas. (2007). Energía solar. *Revista Digital de la Universidad Autónoma de Zacatecas* , 6.
- Wiles, J. (2010). *Sistemas de Energía Fotovoltaica y*. EE.UU: Sandia National Laboratories.

ANEXOS

PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR

PIC 1

```
#include <18f4550.h>//libreria del pic
#fuses XT, NOWDT, PUT, NOPROTECT, NODEBUG, NOBROWNOUT,
NOLVP, NOCPD, NOWRT
#use delay(clock=20000000)//cristal de 20MHz
#use rs232(baud=9600, xmit=pin_c6, rcv=pin_c7)
#include <DS1307.c>//libreria para el reloj DS1307
#include <lcd.c>//libreria para el manejo de la pantalla lcd

#use standard_io(a)//se definen los puertos "a" como entrada salida
#use standard_io(b)//se definen los puertos "b" como entrada salida
#use standard_io(c)//se definen los puertos "c" como entrada salida
#use standard_io(d)//se definen los puertos "d" como entrada salida
#use standard_io(e)//se definen los puertos "e" como entrada salida

int sec=30,min=51,hour=20,day=15,mth=12,year=15,dow=0;//valor que tendran
la hora y fecha al iniciar el programa
int activar[20]={2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2};//conjunto de variable que indica
si el riego esta activado
int hora=hour, minuto=min+1, tiempo=8, di=1;//variables que configuran la hora
de riego
int horaz[20]);//conjunto de variable que guarda la hora de riego
int minutoz[20]);//conjunto de variable que guardan los minutos
int c=1;//variable que indica el numero de zona en el sub menú
int tiempoz[20]);//tiempo que dura el riego
int lun[20]={7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7};//conjunto de variables que
representan los dias lunes de las zonas
```

```

int mar[20]={7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7};//conjunto de variables que
representan los dias martes de las zonas
int mie[20]={7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7};//conjunto de variables que
representan los dias miercoles de las zonas
int jue[20]={7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7};//conjunto de variables que
representan los dias jueves de las zonas
int vie[20]={7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7};//conjunto de variables que
representan los dias viernes de las zonas
int sab[20]={7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7};//conjunto de variables que
representan los dias sabado de las zonas
int dom[20]={7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7,7};//conjunto de variables que
representan los dias domingo de las zonas
int dato=1,zona;
char fecha[5];//variables de caracteres para los dias

```

```

void Confg_hour(void)//funcion acargo de las configuraciones de hora y fecha
{
    delay_ms(300);
    printf(lcd_putc,"\fHora:%02u:%02u\n", hour,min);//se manda a imprimir hora y
minuto

    do{
        if (input(pin_a4)==1)//si el pi a4 es igual a 1
        {
            min++;//se incrementa los minutos
            if (min>59) min=0;//si minutos es mayor a 59 que sea igual a 0
            i2c_start();    //Inicia señal de I2C
            i2c_write(0xd0);//se escribe en la direccion 0xd0
            i2c_write(1);    //bit de direccion de los minutos
            i2c_write(ds1307_bin2bcd(min)); //escribe y convierte de BCD a Bin
            i2c_stop();    //Detiene la señal I2C
            delay_ms(300);

```

```

printf(lcd_putc, "\fHora:%02u:%02u\n", hour,min); //se imprime de nuevo hora y
minuto
}
if (input(pin_a3)==1)//si el pin a3 es igual 1
{
    min--;//se decrementa los minutos
    if (min==255) min=59;//si minutos es igual a 255(menor que 0) que sea
igual a 59
i2c_start();    //Inicia señal de I2C
    i2c_write(0xd0);
i2c_write(1);    //bit de direccion de los minutos
    i2c_write(ds1307_bin2bcd(min)); //escribe y convierte de BCD a Bin
    i2c_stop();    //Detiene la señal I2C
    delay_ms(300);
printf(lcd_putc, "\fHora:%02u:%02u\n", hour,min);
}

if (input(pin_a1)==1)//si el pin a1 es igual a 1...
{
    hour++;//incrementa hora
    if (hour>23) hour=0;//si horas es igual a 24 que sea igual a 0
i2c_start();    //Inicia señal de I2C
    i2c_write(0xd0);
i2c_write(2);    //bit de direccion de los minutos
    i2c_write(ds1307_bin2bcd(hour)); //escribe y convierte de BCD a Bin
    i2c_stop();    //Detiene la señal I2C

    delay_ms(300);
printf(lcd_putc, "\fHora:%02u:%02u\n", hour,min);
}
if (input(pin_a2)==1)//si el pin a2 es igual a 1
{

```

```

hour--;//decrementa las horas
if (hour==255) hour=23;//si las horas es igual a 255(menor a 0) que sea
igual a 0
i2c_start();    //Inicia señal de I2C
    i2c_write(0xd0);
i2c_write(2);    //bit de direccion de los minutos
    i2c_write(ds1307_bin2bcd(hour)); //escribe y convierte de BCD a Bin
    i2c_stop();    //Detiene la señal I2C
    delay_ms(300);
printf(lcd_putc, "\fHora:%02u:%02u\n", hour,min);
}
delay_ms(300);
printf(lcd_putc, "\fHora:%02u:%02u\n", hour,min);
}while (input(pin_a5)==0);///se interumpe el ciclo cuando se preciona pin_a5

////////////////////////////////////^////////////////////////////////////
delay_ms(300);
printf(lcd_putc, "\f> Fecha:20%02u/%02u", year, mth);//se imprime el año y
mes en la primera linea
lcd_gotoxy(1,2);//se manda a escribir en la segunda linea
printf(lcd_putc, " Dia:  %02u\n", day);//se imprime el valor de los dias
do{
if (input(pin_a4)==1)// si el pin a4 es igual a 1
{
    mth++;//incrementa los meses
    if (mth>12) mth=1;//si los meses es igual a 12 se reinicia a 1
i2c_start();    //Inicia señal de I2C
    i2c_write(0xd0);
i2c_write(5);    //bit de direccion de los minutos
    i2c_write(ds1307_bin2bcd(mth)); //escribe y convierte de BCD a Bin
    i2c_stop();    //Detiene la señal I2C

```

```

    delay_ms(300);
    printf(lcd_putc, "\f> Fecha:20%02u/%02u", year, mth);
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc, " Dia:  %02u\n", day);
}
if (input(pin_a3)==1)//si el pin a3 es igual a 1
{
    mth--;//decrementa los meses
    if (mth<1) mth=12;//si los meses son menores a 1 se reinicia a 12
i2c_start();    //Inicia señal de I2C
    i2c_write(0xd0);
i2c_write(5);    //bit de direccion de los minutos
    i2c_write(ds1307_bin2bcd(mth)); //escribe y convierte de BCD a Bin
    i2c_stop();    //Detiene la señal I2C

    delay_ms(300);
    printf(lcd_putc, "\f> Fecha:20%02u/%02u", year, mth);
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc, " Dia:  %02u\n", day);
}

if (input(pin_a1)==1)//si el pin a1 es igual a 1
{
    year++;//incrementa los años
    if (year>50) year=0;
    i2c_start();    //Inicia señal de I2C
    i2c_write(0xd0);
i2c_write(6);    //bit de direccion de los minutos
    i2c_write(ds1307_bin2bcd(year)); //escribe y convierte de BCD a Bin
    i2c_stop();    //Detiene la señal I2C

    delay_ms(300);

```

```

        printf(lcd_putc, "\f> Fecha:20%02u/%02u", year, mth);
lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc, " Dia:  %02u\n", day);
    }
    if (input(pin_a2)==1)
    {
        year--;//decrementa los años
        if (year==255) year=50;
        i2c_start();    //Inicia señal de I2C
        i2c_write(0xd0);
i2c_write(6);    //bit de direccion de los minutos
        i2c_write(ds1307_bin2bcd(year)); //escribe y convierte de BCD a Bin
        i2c_stop();    //Detiene la señal I2C

        delay_ms(300);
        printf(lcd_putc, "\f> Fecha:20%02u/%02u", year, mth);
lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc, " Dia:  %02u\n", day);
    }
    delay_ms(300);
    printf(lcd_putc, "\f> Fecha:20%02u/%02u", year, mth);
lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc, " Dia:  %02u\n", day);
    }while(input(pin_a5)==0);

    delay_ms(300);
printf(lcd_putc, "\f Fecha:20%02u/%02u", year, mth);
lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc, "> Dia:  %02u\n", day);
    do
    {

```

```

    if (input(pin_a1)==1)
    {
        day++;//incrementa el dia en numero
i2c_start();    //Inicia señal de I2C
        i2c_write(0xd0);
i2c_write(4);    //bit de direccion de los minutos
        i2c_write(ds1307_bin2bcd(day)); //escribe y convierte de BCD a Bin
        i2c_stop();    //Detiene la señal I2C
        dow++;//incrementa el valor de los dias nombre
    if (dow>6) dow=0;
        i2c_start();    //Inicia señal de I2C
i2c_write(0xd0);
        i2c_write(3);    //bit de direccion de los minutos
        i2c_write(ds1307_bin2bcd(dow)); //escribe y convierte de BCD a Bin
i2c_stop();    //Detiene la señal I2C
        delay_ms(300);
    }
    if (input(pin_a2)==1)
    {
        day--;//decre,emta el dia en numero

i2c_start();    //Inicia señal de I2C
        i2c_write(0xd0);
i2c_write(3);    //bit de direccion de los minutos
        i2c_write(ds1307_bin2bcd(dow)); //escribe y convierte de BCD a Bin
        i2c_stop(); //Detiene la señal I2C
        dow--; //incrementa el valor de los dias nombre
    if (dow<0) dow=6;
        i2c_start();    //Inicia señal de I2C
i2c_write(0xd0);
        i2c_write(3);    //bit de direccion de los minutos
        i2c_write(ds1307_bin2bcd(dow)); //escribe y convierte de BCD a Bin

```

```

        i2c_stop();      //Detiene la señal I2C
        delay_ms(300);
        delay_ms(300);
    }
    delay_ms(300);
    printf(lcd_putc, "\f Fecha:20%02u/%02u", year, mth);
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc, "> Dia:  %02u\n", day);

    }while(input(pin_a5)==0);
    delay_ms(300);
}

void config_zona(void)//Funcion para configurar las zonas de riego
{
    int a=2;//variable local que controla el menu de activado
    delay_ms(300);
    printf(lcd_putc, "\fEl Riego Esta:");//se imprime el mensaje en la pantalla lcd
do{
    if(a==1){
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf(lcd_putc, "!!Activado.....");
        //guarda el valor de activado para cada zona
        //si el valor es "1" el riego esta activado
        if (c==1)activar[0]=1;
        if (c==2)activar[1]=1;
        if (c==3)activar[2]=1;
        if (c==4)activar[3]=1;
        if (c==5)activar[4]=1;
        if (c==6)activar[5]=1;
        if (c==7)activar[6]=1;
        if (c==8)activar[7]=1;

```

```
if (c==9)activar[8]=1;
if (c==10)activar[9]=1;
if (c==11)activar[10]=1;
if (c==12)activar[11]=1;
if (c==13)activar[12]=1;
if (c==14)activar[13]=1;
if (c==15)activar[14]=1;
if (c==16)activar[15]=1;
if (c==17)activar[16]=1;
if (c==18)activar[17]=1;
if (c==19)activar[18]=1;
if (c==20)activar[19]=1;
}
```

else

{

```
lcd_gotoxy(1,2);
```

```
printf(lcd_putc,"...Desactivado!!");
```

//si el valor de la variable activar es "2" el riego esta desactivado

```
if (c==1)activar[0]=2;
if (c==2)activar[1]=2;
if (c==3)activar[2]=2;
if (c==4)activar[3]=2;
if (c==5)activar[4]=2;
if (c==6)activar[5]=2;
if (c==7)activar[6]=2;
if (c==8)activar[7]=2;
if (c==9)activar[8]=2;
if (c==10)activar[9]=2;
if (c==11)activar[10]=2;
if (c==12)activar[11]=2;
if (c==13)activar[12]=2;
if (c==14)activar[13]=2;
```

```

if (c==15)activar[14]=2;
if (c==16)activar[15]=2;
if (c==17)activar[16]=2;
if (c==18)activar[17]=2;
if (c==19)activar[18]=2;
if (c==20)activar[19]=2;
}
if (input(pin_a1)==1) a=1;
if (input(pin_a2)==1) a=2;
}while (input(pin_a5)==0);
delay_ms(300);

printf(lcd_putc,"\fHora: %02u : %02u<", hora,minuto);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"Tiempo:%02u min\n",tiempo);
do{
if (input(pin_a4)==1)
{
minuto++;//incrementa minutos
if (minuto>59) minuto=0;
delay_ms(300);
}
if (input(pin_a3)==1)
{
minuto--;//decrementa minutos
if (minuto==255) minuto=59;

delay_ms(300);
}

if (input(pin_a1)==1)
{

```

```

    hora++;//incrementa horas
    if (hora>23) hora=0;

delay_ms(300);
}
if (input(pin_a2)==1)
{
    hora--;//decrementa horas
    if (hora==255) hora=23;

    delay_ms(300);
}
delay_ms(300);
printf(lcd_putc,"\fHora: %02u : %02u<", hora,minuto);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"Tiempo:%02u min\n",tiempo);
//guarda el valor de las horas y minutos dependiendo a las zonas
if (c==1)horaz[0]=hora;
if (c==2)horaz[1]=hora;
if (c==3)horaz[2]=hora;
if (c==4)horaz[3]=hora;
if (c==5)horaz[4]=hora;
if (c==6)horaz[5]=hora;
if (c==7)horaz[6]=hora;
if (c==8)horaz[7]=hora;
if (c==9)horaz[8]=hora;
if (c==10)horaz[9]=hora;
if (c==11)horaz[10]=hora;
if (c==12)horaz[11]=hora;
if (c==13)horaz[12]=hora;
if (c==14)horaz[13]=hora;
if (c==15)horaz[14]=hora;

```

```

if (c==16)horaz[15]=hora;
if (c==17)horaz[16]=hora;
if (c==18)horaz[17]=hora;
if (c==19)horaz[18]=hora;
if (c==20)horaz[19]=hora;

if (c==1)minutoz[0]=minuto;
if (c==2)minutoz[1]=minuto;
if (c==3)minutoz[2]=minuto;
if (c==4)minutoz[3]=minuto;
if (c==5)minutoz[4]=minuto;
if (c==6)minutoz[5]=minuto;
if (c==7)minutoz[6]=minuto;
if (c==8)minutoz[7]=minuto;
if (c==9)minutoz[8]=minuto;
if (c==10)minutoz[9]=minuto;
if (c==11)minutoz[10]=minuto;
if (c==12)minutoz[11]=minuto;
if (c==13)minutoz[12]=minuto;
if (c==14)minutoz[13]=minuto;
if (c==15)minutoz[14]=minuto;
if (c==16)minutoz[15]=minuto;
if (c==17)minutoz[16]=minuto;
if (c==18)minutoz[17]=minuto;
if (c==19)minutoz[18]=minuto;
if (c==20)minutoz[19]=minuto;

}while (input(pin_a5)==0);
    delay_ms(300);
delay_ms(300);
    printf(lcd_putc,"\fHora: %02u : %02u", hora,minuto);
    lcd_gotoxy(1,2);

```

```

    printf(lcd_putc,"Tiempo:%02u min<\n",tiempo);
delay_ms(300);
    do{
    if (input(pin_a1)==1)
    {
        tiempo++;//incrementa el tiempo de riego
        if (tiempo>15) tiempo=8;//el tiempo puede variar de 8 a 15
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf(lcd_putc,"Tiempo:%02u min<\n",tiempo);
delay_ms(300);
    }
    if (input(pin_a2)==1)
    {
        tiempo--;//decrenebta el diempo de riego
        if (tiempo==7) tiempo=15;
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf(lcd_putc,"Tiempo:%02u min<\n",tiempo);
        delay_ms(300);
    }
//el la variable de tiempo se guarda en el grupo tiempoz dependiendo a la zona
    if (c==1)tiempoz[0]=tiempo;
    if (c==2)tiempoz[1]=tiempo;
    if (c==3)tiempoz[2]=tiempo;
    if (c==4)tiempoz[3]=tiempo;
    if (c==5)tiempoz[4]=tiempo;
    if (c==6)tiempoz[5]=tiempo;
    if (c==7)tiempoz[6]=tiempo;
    if (c==8)tiempoz[7]=tiempo;
    if (c==9)tiempoz[8]=tiempo;
    if (c==10)tiempoz[9]=tiempo;
    if (c==11)tiempoz[10]=tiempo;
    if (c==12)tiempoz[11]=tiempo;

```

```

if (c==13)tiempoz[12]=tiempo;
if (c==14)tiempoz[13]=tiempo;
if (c==15)tiempoz[14]=tiempo;
if (c==16)tiempoz[15]=tiempo;
if (c==17)tiempoz[16]=tiempo;
if (c==18)tiempoz[17]=tiempo;
if (c==19)tiempoz[18]=tiempo;
if (c==20)tiempoz[19]=tiempo;

}while (input(pin_a5)==0);
    delay_ms(300);

printf(lcd_putc, "\f>L<M MI J V S D");//se imprime los dias de la semana
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc, " A A A  A A A A\n");//A de apagado y E encendido
do
{
if (di<1)di=7;
if (di>7)di=1;
delay_ms(300);
switch(di)
{
case 1://caso 1 para lunes
lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc, ">L<M MI J V S D ");
delay_ms(300);
do{
if (input(pin_a5)==1) break;
    if (input(pin_a4)==1)
    {
        lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc, " E\n");//E para indicar que esta encendido

```

```
//se almacena si esta encendido en el grupo lun[20] dependiendo a la
zona
```

```
if (c==1)lun[0]=0;
    if (c==2)lun[1]=0;
    if (c==3)lun[2]=0;
    if (c==4)lun[3]=0;
    if (c==5)lun[4]=0;
    if (c==6)lun[5]=0;
    if (c==7)lun[6]=0;
    if (c==8)lun[7]=0;
    if (c==9)lun[8]=0;
    if (c==10)lun[9]=0;
    if (c==11)lun[10]=0;
    if (c==12)lun[11]=0;
    if (c==13)lun[12]=0;
    if (c==14)lun[13]=0;
    if (c==15)lun[14]=0;
    if (c==16)lun[15]=0;
    if (c==17)lun[16]=0;
    if (c==18)lun[17]=0;
    if (c==19)lun[18]=0;
    if (c==20)lun[19]=0;
    }
    if (input(pin_a3)==1)
    {
```

```
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf(lcd_putc," A\n");
```

```
if (c==1)lun[0]=7;
    if (c==2)lun[1]=7;
    if (c==3)lun[2]=7;
    if (c==4)lun[3]=7;
```

```

if (c==5)lun[4]=7;
if (c==6)lun[5]=7;
if (c==7)lun[6]=7;
if (c==8)lun[7]=7;
if (c==9)lun[8]=7;
if (c==10)lun[9]=7;
if (c==11)lun[10]=7;
if (c==12)lun[11]=7;
if (c==13)lun[12]=7;
if (c==14)lun[13]=7;
if (c==15)lun[14]=7;
if (c==16)lun[15]=7;
if (c==17)lun[16]=7;
if (c==18)lun[17]=7;
if (c==19)lun[18]=7;
if (c==20)lun[19]=7;
}
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
if (input(pin_a1)==1) di--;
if (input(pin_a2)==1) di++;
break;

```

case 2:

```

lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc," L>M<MI J V S D ");
do{
if (input(pin_a5)==1) break;
if (input(pin_a4)==1)
{
lcd_gotoxy(3,2);
printf(lcd_putc," E\n");
}
}

```

```

if (c==1)mar[0]=1;
if (c==2)mar[1]=1;
if (c==3)mar[2]=1;
if (c==4)mar[3]=1;
if (c==5)mar[4]=1;
if (c==6)mar[5]=1;
if (c==7)mar[6]=1;
if (c==8)mar[7]=1;
if (c==9)mar[8]=1;
if (c==10)mar[9]=1;
if (c==11)mar[10]=1;
if (c==12)mar[11]=1;
if (c==13)mar[12]=1;
if (c==14)mar[13]=1;
if (c==15)mar[14]=1;
if (c==16)mar[15]=1;
if (c==8)mar[7]=7;
if (c==9)mar[8]=7;
if (c==10)mar[9]=7;
if (c==11)mar[10]=7;
if (c==12)mar[11]=7;
if (c==13)mar[12]=7;
if (c==14)mar[13]=7;
if (c==15)mar[14]=7;
if (c==16)mar[15]=7;
if (c==17)mar[16]=7;
if (c==18)mar[17]=7;
if (c==19)mar[18]=7;
if (c==20)mar[19]=7;
}
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
if (input(pin_a1)==1) di--;
if (c==17)mar[16]=1;
if (c==18)mar[17]=1;
if (c==19)mar[18]=1;
if (c==20)mar[19]=1;
}
if (input(pin_a3)==1)
{
lcd_gotoxy(3,2);
printf(lcd_putc," A\n");
if (c==1)mar[0]=7;
if (c==2)mar[1]=7;
if (c==3)mar[2]=7;
if (c==4)mar[3]=7;
if (c==5)mar[4]=7;
if (c==6)mar[5]=7;
if (c==7)mar[6]=7;
}

```

```

        if (input(pin_a2)==1) di++;
        break;
case 3:
lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc," L M>Ml<J V S D ");
do{
if (input(pin_a5)==1) break;
    if (input(pin_a4)==1)
        {
            lcd_gotoxy(5,2);
            printf(lcd_putc," E\n");

            if (c==1)mie[0]=2;
            if (c==2)mie[1]=2;
            if (c==3)mie[2]=2;
            if (c==4)mie[3]=2;
            if (c==5)mie[4]=2;
            if (c==6)mie[5]=2;
            if (c==7)mie[6]=2;
            if (c==8)mie[7]=2;
            if (c==9)mie[8]=2;
            if (c==10)mie[9]=2;
            if (c==11)mie[10]=2;
            if (c==12)mie[11]=2;
            if (c==13)mie[12]=2;
            if (c==14)mie[13]=2;
            if (c==15)mie[14]=2;
            if (c==16)mie[15]=2;
            if (c==17)mie[16]=2;
            if (c==18)mie[17]=2;
            if (c==19)mie[18]=2;
            if (c==20)mie[19]=2;

```

```

}
if (input(pin_a3)==1)
{
lcd_gotoxy(5,2);
printf(lcd_putc," A\n");

if (c==1)mie[0]=7;
if (c==2)mie[1]=7;
if (c==3)mie[2]=7;
if (c==4)mie[3]=7;
if (c==5)mie[4]=7;
if (c==6)mie[5]=7;
if (c==7)mie[6]=7;
if (c==8)mie[7]=7;
if (c==9)mie[8]=7;
if (c==10)mie[9]=7;
if (c==11)mie[10]=7;

lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc," L M MI>J<V S D ");
do{
if (input(pin_a5)==1) break;
if (input(pin_a4)==1)
{
lcd_gotoxy(8,2);
printf(lcd_putc," E\n");

if (c==1)jue[0]=3;
if (c==2)jue[1]=3;
if (c==3)jue[2]=3;
if (c==4)jue[3]=3;
if (c==5)jue[4]=3;
if (c==6)jue[5]=3;
if (c==12)mie[11]=7;
if (c==13)mie[12]=7;
if (c==14)mie[13]=7;
if (c==15)mie[14]=7;
if (c==16)mie[15]=7;
if (c==17)mie[16]=7;
if (c==18)mie[17]=7;
if (c==19)mie[18]=7;
if (c==20)mie[19]=7;
}
}while
((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)
==0));
if (input(pin_a1)==1) di--;
if (input(pin_a2)==1) di++;
break;
case 4:

```

```

if (c==7)jue[6]=3;
if (c==8)jue[7]=3;
if (c==9)jue[8]=3;
if (c==10)jue[9]=3;
if (c==11)jue[10]=3;
if (c==12)jue[11]=3;
if (c==13)jue[12]=3;
if (c==14)jue[13]=3;
if (c==15)jue[14]=3;
if (c==16)jue[15]=3;
if (c==17)jue[16]=3;
if (c==18)jue[17]=3;
if (c==19)jue[18]=3;
if (c==20)jue[19]=3;
}
if (input(pin_a3)==1)
if (c==13)jue[12]=7;
if (c==14)jue[13]=7;
if (c==15)jue[14]=7;
if (c==16)jue[15]=7;
if (c==17)jue[16]=7;
if (c==18)jue[17]=7;
if (c==19)jue[18]=7;
if (c==20)jue[19]=7;

}
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
if (input(pin_a1)==1) di--;
if (input(pin_a2)==1) di++;
break;
case 5:

```

```

{
lcd_gotoxy(8,2);
printf(lcd_putc," A\n");

if (c==1)jue[0]=7;
if (c==2)jue[1]=7;
if (c==3)jue[2]=7;
if (c==4)jue[3]=7;
if (c==5)jue[4]=7;
if (c==6)jue[5]=7;
if (c==7)jue[6]=7;
if (c==8)jue[7]=7;
if (c==9)jue[8]=7;
if (c==10)jue[9]=7;
if (c==11)jue[10]=7;
if (c==12)jue[11]=7;

```

```

lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc," L M MI J>V<S D
");
do{
if (input(pin_a5)==1) break;
if (input(pin_a4)==1)
{
lcd_gotoxy(10,2);
printf(lcd_putc," E\n");

if (c==1)vie[0]=4;
if (c==2)vie[1]=4;
if (c==3)vie[2]=4;
if (c==4)vie[3]=4;
if (c==5)vie[4]=4;
if (c==6)vie[5]=4;
if (c==7)vie[6]=4;
lcd_gotoxy(10,2);
printf(lcd_putc," A\n");

if (c==1)vie[0]=7;
if (c==2)vie[1]=7;
if (c==3)vie[2]=7;
if (c==4)vie[3]=7;
if (c==5)vie[4]=7;
if (c==6)vie[5]=7;
if (c==7)vie[6]=7;
if (c==8)vie[7]=7;
if (c==9)vie[8]=7;
if (c==10)vie[9]=7;
if (c==11)vie[10]=7;
if (c==12)vie[11]=7;

if (c==8)vie[7]=4;
if (c==9)vie[8]=4;
if (c==10)vie[9]=4;
if (c==11)vie[10]=4;
if (c==12)vie[11]=4;
if (c==13)vie[12]=4;
if (c==14)vie[13]=4;
if (c==15)vie[14]=4;
if (c==16)vie[15]=4;
if (c==17)vie[16]=4;
if (c==18)vie[17]=4;
if (c==19)vie[18]=4;
if (c==20)vie[19]=4;
}
if (input(pin_a3)==1)
{

```



```

lcd_gotoxy(12,2);
printf(lcd_putc," A\n");

if (c==1)sab[0]=7;
if (c==2)sab[1]=7;
if (c==3)sab[2]=7;
if (c==4)sab[3]=7;
if (c==5)sab[4]=7;
if (c==6)sab[5]=7;
if (c==7)sab[6]=7;
if (c==8)sab[7]=7;
if (c==9)sab[8]=7;
if (c==10)sab[9]=7;
if (c==11)sab[10]=7;
if (c==12)sab[11]=7;
if (c==13)sab[12]=7;
if (c==14)sab[13]=7;
if (c==15)sab[14]=7;
if (input(pin_a5)==1) break;
if (input(pin_a4)==1)
{
lcd_gotoxy(14,2);
printf(lcd_putc," E\n");

if (c==1)dom[0]=6;
if (c==2)dom[1]=6;
if (c==3)dom[2]=6;
if (c==4)dom[3]=6;
if (c==5)dom[4]=6;
if (c==6)dom[5]=6;
if (c==7)dom[6]=6;
if (c==8)dom[7]=6;
if (c==16)sab[15]=7;
if (c==17)sab[16]=7;
if (c==18)sab[17]=7;
if (c==19)sab[18]=7;
if (c==20)sab[19]=7;
}
}while
((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)
==0));
if (input(pin_a1)==1) di--;
if (input(pin_a2)==1) di++;
break;
case 7:
lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc," L M MI J V
S>D<");
do{

```

```

if (c==9)dom[8]=6;
if (c==10)dom[9]=6;
if (c==11)dom[10]=6;
if (c==12)dom[11]=6;
if (c==13)dom[12]=6;
if (c==14)dom[13]=6;
if (c==15)dom[14]=6;
if (c==16)dom[15]=6;
if (c==17)dom[16]=6;
if (c==18)dom[17]=6;
if (c==19)dom[18]=6;
if (c==20)dom[19]=6;
}
if (input(pin_a3)==1)
{
lcd_gotoxy(14,2);
if (c==15)dom[14]=7;
if (c==16)dom[15]=7;
if (c==17)dom[16]=7;
if (c==18)dom[17]=7;
if (c==19)dom[18]=7;
if (c==20)dom[19]=7;
}
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
if (input(pin_a1)==1) di--;
if (input(pin_a2)==1) di++;
break;
}
}while (input(pin_a5)==0);
delay_ms(300);
}

printf(lcd_putc," A\n");
if (c==1)dom[0]=7;
if (c==2)dom[1]=7;
if (c==3)dom[2]=7;
if (c==4)dom[3]=7;
if (c==5)dom[4]=7;
if (c==6)dom[5]=7;
if (c==7)dom[6]=7;
if (c==8)dom[7]=7;
if (c==9)dom[8]=7;
if (c==10)dom[9]=7;
if (c==11)dom[10]=7;
if (c==12)dom[11]=7;
if (c==13)dom[12]=7;
if (c==14)dom[13]=7;

```

```

void sub_menu_zonas(void)//funcion para escoger la zona a configurar
{
    do
    {
        if (c<1)c=21;
        if (c>21)c=1;
        //se puede configurar 20 zonas
        delay_ms(300);
        switch(c)
        {
            case 1:

                printf(lcd_putc,"\f>Zona 1< Zona 2\n");
                printf(lcd_putc," Zona 3 Zona 4");
            do{
                if (input(pin_a5)==1)
                {
                    cfg_zona();//salta a la configuracion de zonas

                    printf(lcd_putc,"\f>Zona 1< Zona 2\n");
                    printf(lcd_putc," Zona 3 Zona 4");

                }
            }while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
                if (input(pin_a1)==1) c--;
                if (input(pin_a2)==1) c++;
            break;
            case 2://///><

                printf(lcd_putc,"\f Zona 1 >Zona 2<\n");
                printf(lcd_putc," Zona 3 Zona 4");
            do{

```

```

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\f Zona 1 >Zona 2<\n");
printf(lcd_putc," Zona 3 Zona 4");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 3://///

    printf(lcd_putc,"\f Zona 1 Zona 2\n");
printf(lcd_putc,">Zona 3< Zona 4");
    do{

        if (input(pin_a5)==1)
        {
            config_zona();/////
            printf(lcd_putc,"\f Zona 1 Zona 2\n");
printf(lcd_putc,">Zona 3< Zona 4");
        }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 4:
printf(lcd_putc,"\f Zona 1 Zona 2\n");
printf(lcd_putc," Zona 3 >Zona 4<");
    do{

```

```

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\f Zona 1 Zona 2\n");
printf(lcd_putc," Zona 3 >Zona 4<");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 5:
printf(lcd_putc,"\f Zona 3 Zona 4\n");
printf(lcd_putc,">Zona 5< Zona 6");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\f Zona 3 Zona 4\n");
printf(lcd_putc,">Zona 5< Zona 6");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 6:
printf(lcd_putc,"\f Zona 3 Zona 4\n");
printf(lcd_putc," Zona 5 >Zona 6<");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {

```

```

    config_zona();/////
    printf(lcd_putc,"\f Zona 3 Zona 4\n");
printf(lcd_putc," Zona 5 >Zona 6<");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 7:
printf(lcd_putc,"\f Zona 5 Zona 6\n");
printf(lcd_putc,">Zona 7< Zona 8");
    do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
    config_zona();/////
    printf(lcd_putc,"\f Zona 5 Zona 6\n");
printf(lcd_putc,">Zona 7< Zona 8");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 8:
printf(lcd_putc,"\f Zona 5 Zona 6\n");
printf(lcd_putc," Zona 7 >Zona 8<");
    do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
    config_zona();/////
    printf(lcd_putc,"\f Zona 5 Zona 6\n");

```

```

printf(lcd_putc," Zona 7 >Zona 8<");
}
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 9:
printf(lcd_putc,"\f Zona 7 Zona 8\n");
printf(lcd_putc,">Zona 9< Zona 10");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\f Zona 7 Zona 8\n");
printf(lcd_putc,">Zona 9< Zona 10");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 10:
printf(lcd_putc,"\f Zona 7 Zona 8\n");
printf(lcd_putc," Zona 9>Zona 10<");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\f Zona 7 Zona 8\n");
printf(lcd_putc,"Zona 9>Zona 10<");
    }
}

```

```

}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 11:
printf(lcd_putc,"\fZona 9 Zona 10\n");
printf(lcd_putc,">Zona 11<Zona 12");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\fZona 9 Zona 10\n");
printf(lcd_putc,">Zona 11<Zona 12");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 12:
printf(lcd_putc,"\fZona 9 Zona 10\n");
printf(lcd_putc,"Zona 11>Zona 12<");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\fZona 9 Zona 10\n");
printf(lcd_putc,"Zona 11>Zona 12<");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;

```

```

    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 13:
printf(lcd_putc,"\fZona 11 Zona 12\n");
printf(lcd_putc,">Zona 13<Zona 14");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\fZona 11 Zona 12\n");
printf(lcd_putc,">Zona 13<Zona 14");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 14:
printf(lcd_putc,"\fZona 11 Zona 12\n");
printf(lcd_putc,"Zona 13>Zona 14<");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\fZona 11 Zona 12\n");
printf(lcd_putc,"Zona 13>Zona 14<");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;

```

```

case 15:
printf(lcd_putc,"\fZona 13 Zona 14\n");
printf(lcd_putc,">Zona 15<Zona 16");
do{

if (input(pin_a5)==1)
{
config_zona();/////
printf(lcd_putc,"\fZona 13 Zona 14\n");
printf(lcd_putc,">Zona 15<Zona 16");
}
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
if (input(pin_a1)==1) c--;
if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 16:
printf(lcd_putc,"\fZona 13 Zona 14\n");
printf(lcd_putc,"Zona 15>Zona 16<");
do{

if (input(pin_a5)==1)
{
config_zona();/////
printf(lcd_putc,"\fZona 13 Zona 14\n");
printf(lcd_putc,"Zona 15>Zona 16<");
}
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
if (input(pin_a1)==1) c--;
if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 17:
printf(lcd_putc,"\fZona 15 Zona 16\n");

```

```

printf(lcd_putc,">Zona 17<Zona 18");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\fZona 15 Zona 16\n");
printf(lcd_putc,">Zona 17<Zona 18");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 18:
printf(lcd_putc,"\fZona 15 Zona 16\n");
printf(lcd_putc,"Zona 17>Zona 18<");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\fZona 15 Zona 16\n");
printf(lcd_putc,"Zona 17>Zona 18<");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 19:
printf(lcd_putc,"\fZona 17 Zona 18\n");
printf(lcd_putc,">Zona 19<Zona 20");
do{

```

```

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\fZona 17 Zona 18\n");
printf(lcd_putc,">Zona 19<Zona 20");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 20:
printf(lcd_putc,"\fZona 17 Zona 18\n");
printf(lcd_putc,"Zona 19>Zona 20<");
do{

    if (input(pin_a5)==1)
    {
        config_zona();/////
        printf(lcd_putc,"\fZona 17 Zona 18\n");
printf(lcd_putc,"Zona 19>Zona 20<");
    }
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) c--;
    if (input(pin_a2)==1) c++;
break;
case 21:
printf(lcd_putc,"\fZona 19 Zona 20\n");
printf(lcd_putc,"-----> Salir");
do{
if (input(pin_a5)==1) break;
}while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));

```

```

        if (input(pin_a1)==1) c--;
        if (input(pin_a2)==1) c++;
        break;
    }
}while (input(pin_a5)==0);
    delay_ms(300);

}

void Ajustes(void)
{
    int op=1;
    delay_ms(300);
    do
    {
        if (op<1) op=3;
        if (op>3) op=1;
        delay_ms(300);
        switch(op)
        {
            case 1:
                printf(lcd_putc,"\fMenu de Ajustes\n");
                printf(lcd_putc,">Config H/F");
                do{
                    if (input(pin_a5)==1)
                    {
                        Confg_hour();
                        printf(lcd_putc,"\fMenu de Ajustes\n");
                        printf(lcd_putc,">Config H/F");
                    }

                }while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));

```

```

    if (input(pin_a1)==1) op--;
    if (input(pin_a2)==1) op++;
    break;
case 2:
    printf(lcd_putc,"\fMenu de Ajustes\n");
    printf(lcd_putc,">Config Zonas");
    do{
    if (input(pin_a5)==1)
        {
        sub_menu_zonas();
        printf(lcd_putc,"\fMenu de Ajustes\n");
        printf(lcd_putc,">Config Zonas");
        }

    }while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) op--;
    if (input(pin_a2)==1) op++;
    break;
case 3:
    printf(lcd_putc,"\fMenu de Ajustes\n");
    printf(lcd_putc,"-----> Salir");
    do{
    if (input(pin_a5)==1) break;
    }while ((input(pin_a1)==0)&&(input(pin_a2)==0));
    if (input(pin_a1)==1) op--;
    if (input(pin_a2)==1) op++;
    break;
}
}while (input(pin_a5)==0);

    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc,"\f %s%02u/%02u/20%02u",fecha,day,mth,year);

```

```

lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"%02u:%02u:%02u",hour,min,sec);
delay_ms(200);
}
void activa_riego(void)//funcion encargada de embiar los datos de zonas al pic
encargado de las salidas
{
int con;
if(zona==1){//si la zona es igual 1
    dato=tiempoz[0];//se guarda el valor de tiempoz[0] en la variable valor
    putc(dato);//se envia el valor dato
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==2){
    dato=tiempoz[1]+10;//para identificar la zona2 se suman 10
    putc(dato);//se invia el dato
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==3){
    dato=tiempoz[2]+20;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==4){
    dato=tiempoz[3]+30;
    putc(dato);

```

```

    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==5){
    dato=tiempoz[4]+40;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==6){
    dato=tiempoz[5]+50;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    delay_ms(300);
    output_low(PIN_c1);
    output_low(PIN_b4);
    break;}
if(zona==9){
    dato=tiempoz[8]+80;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==10){
    dato=tiempoz[9]+90;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    break;}
if(zona==7){
    dato=tiempoz[6]+60;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==8){
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_c1);
    output_high(PIN_b4);

    for(con=0;con<tiempoz[7];con++){
        delay_ms(60000);
    }
}

```

```

    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==11){
    dato=tiempoz[10]+100;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==12){
    dato=tiempoz[11]+110;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==13){
    dato=tiempoz[12]+120;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==14){
    dato=tiempoz[13]+130;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==15){
    dato=tiempoz[14]+140;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==16){
    dato=tiempoz[15]+150;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==17){
    dato=tiempoz[16]+160;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==18){
    dato=tiempoz[17]+170;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
if(zona==19){
    dato=tiempoz[18]+180;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;

```

```

    putc(dato);
    break;}
if(zona==20){
dato=tiempoz[19]+190;
    putc(dato);
    delay_ms(3000);
    dato=1;
    putc(dato);
    break;}
}
void main(){
ds1307_init(0);
lcd_init();
ds1307_set_date_time(day,mth,year,dow,hour,min,sec);

while(true)
{

    if (input(pin_a5)==1)
        Ajustes();
ds1307_get_date(day,mth,year,dow);
ds1307_get_time(hour,min,sec);
ds1307_get_day_of_week(fecha);
    delay_ms(200);

lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc,"\f %s%02u/%02u/20%02u",fecha,day,mth,year);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"%02u:%02u:%02u",hour,min,sec);
    delay_ms(200);
    putc(dato);

```

```

if
((activar[0]==1)&&(hour==horaz[0])&&(min==minutoz[0])&&(dow==lun[0]||dow=
=mar[0]||dow==mie[0]||dow==jue[0]||dow==vie[0]||dow==sab[0]||dow==dom[0]))
{//si el los valores coisiden se le asigna un valor a la variable zona y salta a la
funcio de activa_riego
    zona=1;
    activa_riego();
}
if
((activar[1]==1)&&(hour==horaz[1])&&(min==minutoz[1])&&(dow==lun[1]||dow=
=mar[1]||dow==mie[1]||dow==jue[1]||dow==vie[1]||dow==sab[1]||dow==dom[1]))
{
    zona=2;
    activa_riego();
}
if
((activar[2]==1)&&(hour==horaz[2])&&(min==minutoz[2])&&(dow==lun[2]||dow=
=mar[2]||dow==mie[2]||dow==jue[2]||dow==vie[2]||dow==sab[2]||dow==dom[2]))
{
    zona=3;
    activa_riego();
}
if
((activar[3]==1)&&(hour==horaz[3])&&(min==minutoz[3])&&(dow==lun[3]||dow=
=mar[3]||dow==mie[3]||dow==jue[3]||dow==vie[3]||dow==sab[3]||dow==dom[3]))
{
    zona=4;
    activa_riego();
}
if
((activar[4]==1)&&(hour==horaz[4])&&(min==minutoz[4])&&(dow==lun[4]||dow=
=mar[4]||dow==mie[4]||dow==jue[4]||dow==vie[4]||dow==sab[4]||dow==dom[4]))

```

```

{
    zona=5;
    activa_riego();
}
if
((activar[5]==1)&&(hour==horaz[5])&&(min==minutoz[5])&&(dow==lun[5]||dow=
=mar[5]||dow==mie[5]||dow==jue[5]||dow==vie[5]||dow==sab[5]||dow==dom[5]))
{
    zona=6;
    activa_riego();
}
if
((activar[6]==1)&&(hour==horaz[6])&&(min==minutoz[6])&&(dow==lun[6]||dow=
=mar[6]||dow==mie[6]||dow==jue[6]||dow==vie[6]||dow==sab[6]||dow==dom[6]))
{
    zona=7;
    activa_riego();
}
if
((activar[7]==1)&&(hour==horaz[7])&&(min==minutoz[7])&&(dow==lun[7]||dow=
=mar[7]||dow==mie[7]||dow==jue[7]||dow==vie[7]||dow==sab[7]||dow==dom[7]))
{
    zona=8;
    activa_riego();
}
if
((activar[8]==1)&&(hour==horaz[8])&&(min==minutoz[8])&&(dow==lun[8]||dow=
=mar[8]||dow==mie[8]||dow==jue[8]||dow==vie[8]||dow==sab[8]||dow==dom[8]))
{
    zona=9;
    activa_riego();
}

```

```

if
((activar[9]==1)&&(hour==horaz[9])&&(min==minutoz[9])&&(dow==lun[9]||dow=
=mar[9]||dow==mie[9]||dow==jue[9]||dow==vie[9]||dow==sab[9]||dow==dom[9]))
{
    zona=10;
    activa_riego();
}
if
((activar[10]==1)&&(hour==horaz[10])&&(min==minutoz[10])&&(dow==lun[10]||d
ow==mar[10]||dow==mie[10]||dow==jue[10]||dow==vie[10]||dow==sab[10]||dow=
=dom[10]))
{
    zona=11;
    activa_riego();
}
if
((activar[11]==1)&&(hour==horaz[11])&&(min==minutoz[11])&&(dow==lun[11]||d
ow==mar[11]||dow==mie[11]||dow==jue[11]||dow==vie[11]||dow==sab[11]||dow=
=dom[11]))
{
    zona=12;
    activa_riego();
}
if
((activar[12]==1)&&(hour==horaz[12])&&(min==minutoz[12])&&(dow==lun[12]||d
ow==mar[12]||dow==mie[12]||dow==jue[12]||dow==vie[12]||dow==sab[12]||dow=
=dom[12]))
{
    zona=13;
    activa_riego();
}

```

```

if
((activar[13]==1)&&(hour==horaz[13])&&(min==minutoz[13])&&(dow==lun[13]||d
ow==mar[13]||dow==mie[13]||dow==jue[13]||dow==vie[13]||dow==sab[13]||dow=
=dom[13]))
{
    zona=14;
    activa_riego();
}
if
((activar[14]==1)&&(hour==horaz[14])&&(min==minutoz[14])&&(dow==lun[14]||d
ow==mar[14]||dow==mie[14]||dow==jue[14]||dow==vie[14]||dow==sab[14]||dow=
=dom[14]))
{
    zona=15;
    activa_riego();
}
if
((activar[15]==1)&&(hour==horaz[15])&&(min==minutoz[15])&&(dow==lun[15]||d
ow==mar[15]||dow==mie[15]||dow==jue[15]||dow==vie[15]||dow==sab[15]||dow=
=dom[15]))
{
    zona=16;
    activa_riego();
}
if
((activar[16]==1)&&(hour==horaz[16])&&(min==minutoz[16])&&(dow==lun[16]||d
ow==mar[16]||dow==mie[16]||dow==jue[16]||dow==vie[16]||dow==sab[16]||dow=
=dom[16]))
{
    zona=17;
    activa_riego();
}

```

```

if
((activar[17]==1)&&(hour==horaz[17])&&(min==minutoz[17])&&(dow==lun[17]||d
ow==mar[17]||dow==mie[17]||dow==jue[17]||dow==vie[17]||dow==sab[17]||dow=
=dom[17]))
{
    zona=18;
    activa_riego();
}
if
((activar[18]==1)&&(hour==horaz[18])&&(min==minutoz[18])&&(dow==lun[18]||d
ow==mar[18]||dow==mie[18]||dow==jue[18]||dow==vie[18]||dow==sab[18]||dow=
=dom[18]))
{
    zona=19;
    activa_riego();
}
if
((activar[19]==1)&&(hour==horaz[19])&&(min==minutoz[19])&&(dow==lun[19]||d
ow==mar[19]||dow==mie[19]||dow==jue[19]||dow==vie[19]||dow==sab[19]||dow=
=dom[19]))
{
    zona=20;
    activa_riego();
}
    lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc, "\f %s%02u/%02u/20%02u", fecha, day, mth, year);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc, "%02u:%02u:%02u", hour, min, sec);
delay_ms(200);
}
}

```

PIC 2

```
#include<18f4550.h>//libreria del pic
#fuses XT, NOWDT, PUT, NOPROTECT, NODEBUG, NOBROWNOUT,
NOLVP, NOCPD, NOWRT
#use delay(clock=20000000)//cristal de 20 MHz
#use rs232(baud=9600, xmit=pin_c6, rcv=pin_c7, bits=8)//libreria para la
recepcion de datos
//transmite por el pin c6 y recibe por el pin c7

#use standard_io(a)//se definen los puertos "a" como entrada salida
#use standard_io(c)//se definen los puertos "c" como entrada salida
#use standard_io(d)//se definen los puertos "d" como entrada salida
#use standard_io(b)//se definen los puertos "b" como entrada salida
#use standard_io(e)//se definen los puertos "e" como entrada salida

int control1;//variable que controla la zona a regar
int valor;//valor del tiempo a regar
#int_rda
rda_isr()
{
control1=getc();//se asigna el valor que se recibe a la variable control1
}
voidmain();//si inicia el programa principal
{
enable_interrupts(int_rda);//se habilitan las interrupciones por rda
enable_interrupts(global);//se habilitan las interrupciones globales

while(1){//se inicia el programa de ciclo infinito
int con;//variable local que cuenta los minutos
delay_ms(300);
```

```

if (input(pin_b6)==0 && input(pin_b7)==0){ //condición que debe cumplirse para
encender la bomba
output_high(PIN_b5); //se enciende el pin donde se conecta la bomba
} //
if (input(pin_b6)==1 && input(pin_b7)==1){ //condicion para apagar la bomba
output_low(PIN_b5);
}
if (control1>7 && control1<16){ //se verifica el rango de la variable
valor=control1; //si control1 se encuentra en el rango valor es igual a control1
delay_ms(300); //valor es el tiempo a regar
output_high(PIN_a0); //se enciende el pin de la zona1
output_high(PIN_b4); //se enciende el pin de valvula maestra
for(con=0;con<valor;con++){ //siclo que acaba cuando con es igual a valor
delay_ms(60000); //retardo de 60000 milisegundo que equivale a 1 minuto
}
delay_ms(300);
output_low(PIN_a0); //se apaga el pin de la zona1
output_low(PIN_b4); //se apaga el pin de la valvula maestra
}
if (control1>17 && control1<26){
valor=control1-10; //para la obtener el tiempo de la zona 2 se restan 10
delay_ms(300);
output_high(PIN_a1); //se enciende el pin de la zona2
output_high(PIN_b4); //se enciende el pin de valvula maestra
for(con=0;con<valor;con++){
delay_ms(60000);
}
delay_ms(300);
output_low(PIN_a1);
output_low(PIN_b4);
}
if (control1>27 && control1<36){

```

```

valor=control1-20;
delay_ms(300);
output_high(PIN_a2);
output_high(PIN_b4);
    for(con=0;con<valor;con++){
        delay_ms(60000);
    }
delay_ms(300);
output_low(PIN_a2);
output_low(PIN_b4);
}
if (control1>37 && control1<46){
    valor=control1-30;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_a3);
    output_high(PIN_b4);
        for(con=0;con<valor;con++){
            delay_ms(60000);
        }
    delay_ms(300);
    output_low(PIN_a3);
    output_low(PIN_b4);
}
if (control1>47 && control1<56){
    valor=control1-40;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_a5);
    output_high(PIN_b4);
        for(con=0;con<valor;con++){
            delay_ms(60000);
        }
    delay_ms(300);
}

```

```

    output_low(PIN_a5);
    output_low(PIN_b4);
}
if (control1>57 && control1<66){
    valor=control1-50;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_c1);
    output_high(PIN_b4);
    for(con=0;con<valor;con++){
        delay_ms(60000);
    }
    delay_ms(300);
    output_low(PIN_c1);
    output_low(PIN_b4);
}
if (control1>67 && control1<76){
    valor=control1-60;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_c2);
    output_high(PIN_b4);
    for(con=0;con<valor;con++){
        delay_ms(60000);
    }
    delay_ms(300);
    output_low(PIN_c2);
    output_low(PIN_b4);
}
/////
if (control1>87 && control1<96){
    valor=control1-80;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_d1);

```

```

output_high(PIN_b4);
  for(con=0;con<valor;con++){
    delay_ms(60000);
  }
  delay_ms(300);
  output_low(PIN_d1);
  output_low(PIN_b4);
}
if (control1>97 && control1<106){
  valor=control1-90;
  delay_ms(300);
  output_high(PIN_d2);
  output_high(PIN_b4);
  for(con=0;con<valor;con++){
    delay_ms(60000);
  }
  delay_ms(300);
  output_low(PIN_d2);
  output_low(PIN_b4);
}
if (control1>107 && control1<116){
  valor=control1-100;
  delay_ms(300);
  output_high(PIN_d3);
  output_high(PIN_b4);
  for(con=0;con<valor;con++){
    delay_ms(60000);
  }
  delay_ms(300);
  output_low(PIN_d3);
  output_low(PIN_b4);
}

```

```

if (control1>117 && control1<126){
    valor=control1-110;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_c4);
    output_high(PIN_b4);
    for(con=0;con<valor;con++){
        delay_ms(60000);
    }
    delay_ms(300);
    output_low(PIN_c4);
    output_low(PIN_b4);
}
if (control1>127 && control1<136){
    valor=control1-120;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_c5);
    output_high(PIN_b4);
    for(con=0;con<valor;con++){
        delay_ms(60000);
    }
    delay_ms(300);
    output_low(PIN_c5);
    output_low(PIN_b4);
}
if (control1>137 && control1<146){
    valor=control1-130;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_d4);
    output_high(PIN_b4);
    for(con=0;con<valor;con++){
        delay_ms(60000);
    }
}

```

```

    delay_ms(300);
    output_low(PIN_d4);
    output_low(PIN_b4);
}
if (control1>147 && control1<156){
    valor=control1-140;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_d5);
    output_high(PIN_b4);
    for(con=0;con<valor;con++){
        delay_ms(60000);
    }
    delay_ms(300);
    output_low(PIN_d5);
    output_low(PIN_b4);
}
if (control1>157 && control1<166){
    valor=control1-150;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_d6);
    output_high(PIN_b4);
    for(con=0;con<valor;con++){
        delay_ms(60000);
    }
    delay_ms(300);
    output_low(PIN_d6);
    output_low(PIN_b4);
}
if (control1>167 && control1<176){
    valor=control1-160;
    delay_ms(300);
    output_high(PIN_d7);

```

```

output_high(PIN_b4);
  for(con=0;con<valor;con++){
    delay_ms(60000);
  }
  delay_ms(300);
  output_low(PIN_d7);
  output_low(PIN_b4);
}
if (control1>177 && control1<186){
  valor=control1-170;
  delay_ms(300);
  output_high(PIN_b1);
  output_high(PIN_b4);
  for(con=0;con<valor;con++){
    delay_ms(60000);
  }
  delay_ms(300);
  output_low(PIN_b1);
  output_low(PIN_b4);
}
if (control1>187 && control1<196){
  valor=control1-180;
  delay_ms(300);
  output_high(PIN_b2);
  output_high(PIN_b4);
  for(con=0;con<valor;con++){
    delay_ms(60000);
  }
  delay_ms(300);
  output_low(PIN_b2);
  output_low(PIN_b4);
}

```

```
if (control1>197 && control1<206){  
    valor=control1-190;  
    delay_ms(300);  
    output_high(PIN_b3);  
    output_high(PIN_b4);  
    for(con=0;con<valor;con++){  
        delay_ms(60000);  
    }  
    delay_ms(300);  
    output_low(PIN_b3);  
    output_low(PIN_b4);  
}  
}  
}
```

ENTREVISTA

Esta entrevista está conformada por una serie de preguntas dirigida a la empresa especialista en riego DURMAN, con el objetivo de determinar el mejor tipo de riego y los equipos necesarios para esto. Realizada el 15 de diciembre del 2015.

1. ¿Cuántos tipos de riego existen?

Sistema de riego por goteo, inundación y por aspersión, el sistema de riego por aspersión es el indicado para jardines debido que el tipo de plantas utilizadas en los jardines necesitan poco tiempo de riego. Mientras que el sistema por goteo se utiliza en los cultivos, donde se necesita un riego constante.

2. ¿Cuál es el aspersor que necesita menos presión de agua?

El Rainbird tipo pop-up necesita entre 40 a 50 PSI para funcionar eficientemente.

3. ¿Cuáles son los tipos de aspersores utilizados para el riego de jardines?

Están los tipos pop-up y los aspersores por golpeteo.

4. ¿Tipos de aspersores para los diferentes tipos de plantas?

Están los aspersores y los difusores, los aspersores se utilizan en jardines de grandes áreas y con plantas altas (mayores a 1.10 metros de altura), y los difusores se utilizan en espacios más pequeños debido que su diámetro de riego es menor que los aspersores y que tengan plantas bajas o césped.

5. ¿Cuánto es el tiempo de riego necesario para las plantas?

Cuando una planta se ha recién plantado se riega diariamente y con tiempo de media hora, pero una planta mayor a los 3 meses de haber sido plantado, se puede regar 3 veces por semana con un tiempo no mayor a los 15 minutos.

6. ¿Cuál es la hora indicada para el riego?

La mejor hora de riego es durante las primeras horas de la mañana, o por la noche donde la tierra mantiene la humedad.

7. ¿Cuántos aspersores se necesitan en una jardín?

La cantidad de aspersores a ubicar en un área se deduce a partir del volumen de agua con que cuenta el sistema.

8. ¿De qué manera se organiza el riego por bloques?

Se determina el caudal del sistema, se seleccionan los tipos de aspersores a utilizar; ya sea aspersor o difusor, luego se ubican los aspersores en los lugares que sean necesarios para el riego, y se procede por dividir los jardines en zonas.

9. ¿Cómo se organizan los aspersores al momento de conectarlos a la tubería de agua potable para que la presión de agua sea constante?

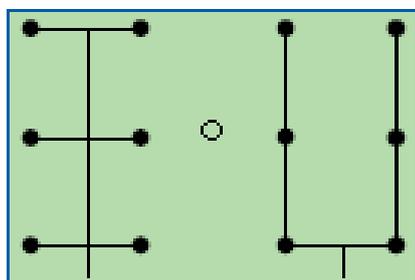
Se determina la ubicación de las válvulas para cada área. Las válvulas deben ser colocadas de forma accesible para facilitar su mantenimiento.

Línea Lateral

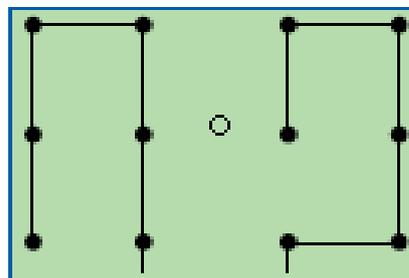
Las dos clases más comunes de tuberías utilizadas en los sistemas de riego son PVC y polietileno.

1. Dibujar una línea que conecte todos los aspersores en cada una de las zonas

2. Dibujar una línea desde la línea lateral a la válvula de la zona.
Esta debe ser la línea más directa posible.



CORRECTO



INCORRECTO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS A UTILIZAR

1. PANEL SOLAR



ASPECTOS MAS NOTABLES DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE KYOCERA

El avanzado proceso tecnológico y la producción automatizada de las células Kyocera, permite producir unos módulos fotovoltaicos policristalinos de alta eficiencia.

La eficiencia de conversión de la célula Kyocera es más de 16%. Estas células están encapsuladas entre una cubierta de vidrio templado y un polímero de capas múltiples de alta resistencia a la acción mecánica actuando como una protección eficiente de las condiciones ambientales más severas.

El laminado es de aluminio anodizado para servir como protección, refuerzo estructural y facilitar su instalación. Los modelos vienen equipados con conectores de enchufes

APLICACIONES

KD135GX-LP es ideal para aplicaciones conectadas a la red.

•Sistemas de tejados residenciales •Sistemas comerciales grandes de conectado a la red •Sistemas de bombeo de agua •Sistemas autónomos de alto voltaje •etc.

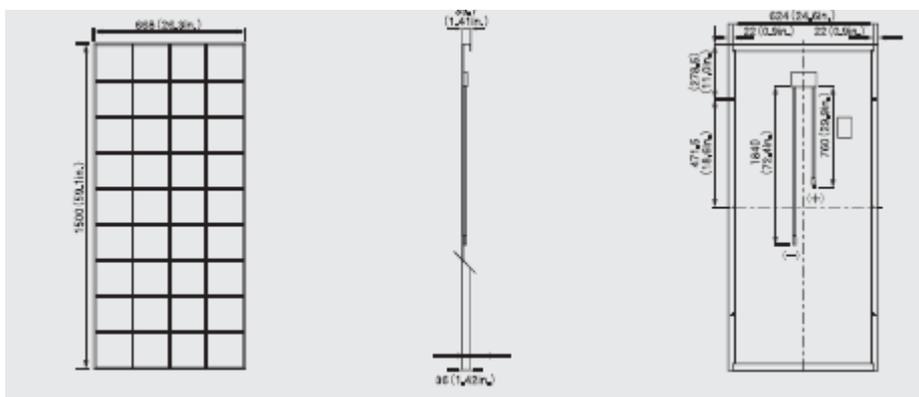
CALIFICACIONES

•MÓDULO: listado por UL1703 •FÁBRICA: ISO9001 Y ISO 14001

- Módulos fotovoltaicos policristalinos de Kyocera han pasado las siguientes pruebas.

•Prueba de ciclado térmico •Prueba de choque térmico •Prueba de ciclado térmico / congelación y de humedad elevada •Prueba de aislación eléctrica •Prueba de impactos de granizo •Prueba de sobrecargas mecánicas, de viento y de torsión •Prueba de rocío salino •Prueba de exposición a la luz y exposición al agua •Prueba de exposición al campo.

Especificaciones Físicas



■ Especificaciones

■ Rendimiento Eléctrico bajo Condiciones Normales de Prueba (1)STC

Potencia Pico Nominal (Ppn)	135 vatios (+6 % / -5%)
Voltaje a Ppn	17.7 voltios
Corriente a Ppn	7.63 amperios
Voltaje de Circuito Abierto (Voc)	22.1 voltios
Corriente de Corto Circuito (Isc)	8.37 amperios
Voltaje Máxima de Sistema	600 voltios
Coefficiencia de Temperatura de Voc	-0.60 voltios/°C
Coefficiencia de Temperatura de Isc	5.02×10^{-2} amperios/°C

(1)STC: Irradiación 1000W/m² +pequeño: 30° 1.5, temperatura de célula 25°C

■ Rendimiento Eléctrico a 800Wp/m² 1400 T, AM 1.5

Potencia Pico Nominal (Ppn)	95 vatios
Voltaje a Ppn	15.6 voltios
Corriente a Ppn	6.10 amperios
Voltaje de Circuito Abierto	19.9 voltios
Corriente de Corto Circuito	6.82 amperios

■ Células

Cantidad por módulo	36
---------------------	----

■ Características del Módulo

Longitud x Ancho x Alto	1500mm(59.06 pulg) x 688 mm(27.09 pulg) x 30mm(1.18 pulg)
Peso	13.0 kg (28.7 libras)
Cable	Ø 7.0 mm (28.3 pulg) x 3164mm (124.6 pulg)

■ Características de Caja de Conexiones

Longitud x Ancho x Alto	100mm(3.94 pulg) x 100mm(3.94 pulg) x 60mm(2.36 pulg)
Código de IP	IP65

■ Otros

*Temperatura Operativa	-40 °C - 90 °C
Fusible Máximo	15A

*En la temperatura de base en la temperatura de la célula

2. BOMBA DE AGUA

Periférica 1 HP

- Impulsor de latón
- Recomendada para uso agrícola

ESPECIFICACIONES

Potencia: **1 HP**
 Tensión / Frecuencia: **120 V / 60 Hz**
 Velocidad: **3,450 rpm**
 Altura máxima: **70 m**
 Máxima profundidad: **8 m**
 Ø Entrada / salida: **1 NPT**
 Ciclo de trabajo: **50 min. de trabajo**
 x 20 min. descanso
 Máximo diario: **6 horas**
 Dimensiones: **B 14 x A 18 x F 31 cm**
 Peso: **10 kg**

Motor con bobinas de cobre



Carcasa laminada para mejor disipación de calor



NOM ANCO

SCAT - GARANTIA
1
 AÑO

CÓDIGO	CLAVE	SUBDIS.	MAYOREO	PÚBLICO	NC
10070	BOAP-1	\$ 1,985	\$ 2,245	\$ 2,585	3

CAJA 1

3. ELECTROVALVULAS Y ASPERSORES

Durman.
 an OAliaxis company

PROFORMA SRJ 67

RUC: J0310000005460
 PBX:(505)22331254 #Fax:(505)22709777
 Semaforos de Enel Central 200 Mts al Oeste.

CLIENTE: KENIA MARTINEZ	FECHA: 14/01/2016
ATENCION:	TELEFONO:
PROYECTO:	FAX:
DIRECCION:	CEL:
MAIL:	

ITEM	CANTIDAD	C.O.D. SAP	DESCRIPCION	P. UNIT \$	TIEMPO ENTREGA	P. TOTAL \$
1	416.00	9006875	ASPERSOR 3600 VUELTA PARCIAL CSIST SAM	13.14	4 semanas	5466.24
2	54.00	9006460	VALVULA ELECTRICA 100DV/25MM 1" RBIRD	17.52	4 semanas	946.08
*****ULTIMA LINEA*****						
SUB TOTAL \$						6,412.32
IVA						961.85
TOTAL \$						7,374.17

Notas:

1. Tiempo de entrega: ítem 1: 36 unidades para entrega inmediata, ítem 2: 14 unidades para entrega inmediata
2. Lugar de entrega: Nuestras bodegas.
3. Forma de pago: Contado.
4. Validez de la oferta: 08 Días
5. Observaciones: Somos Exentos del:
 2% de IR
 1% de la Alcaldía
 Favor realizar los cheques a nombre de: DURMAN ESQUIVEL INDUSTRIAL DE NICARAGUA, S.A

TRANSFERENCIAS BANCARIAS	
BAC (C\$)	149 - 12549 - 2
BAC (U\$)	154 - 11807 - 2
BANCENTRO (C\$)	260200275

2016

UNAN-Managua

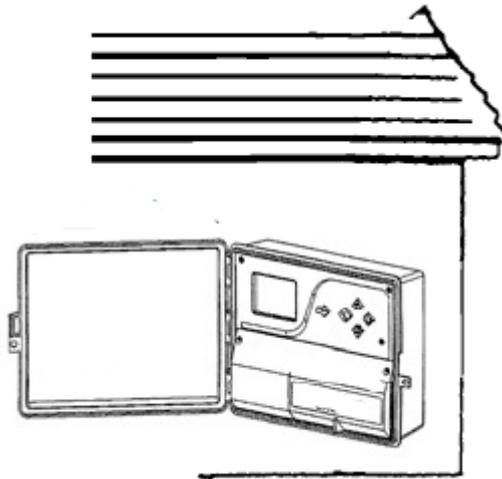
Kenia Martínez Rivera.
Carlos Javier Mendoza.
Milton Velásquez Velásquez.



[MANUAL DE USO DEL CONTROLADOR DE RIEGO]

MONTAJE DEL COTROLADOR EN UNA PARED

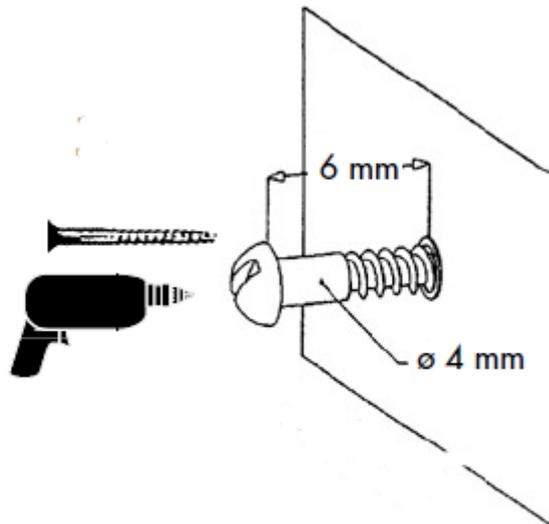
1. Seleccione un lugar protegido donde el programador no pueda ser salpicado por el agua.



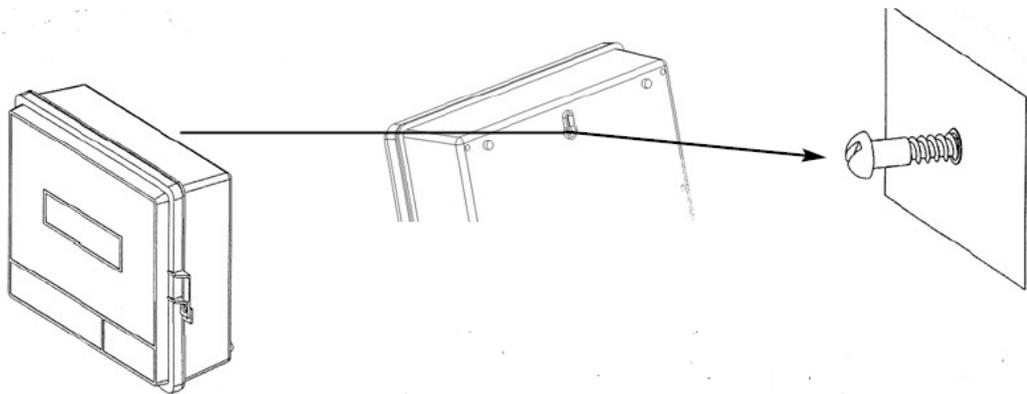
2. Ubique el controlador a una altura adecuada para su uso.



3. Fije un tornillo a la pared. Si la pared es de yeso o está cubierta de azulejos, utilice tacos para los tornillos.



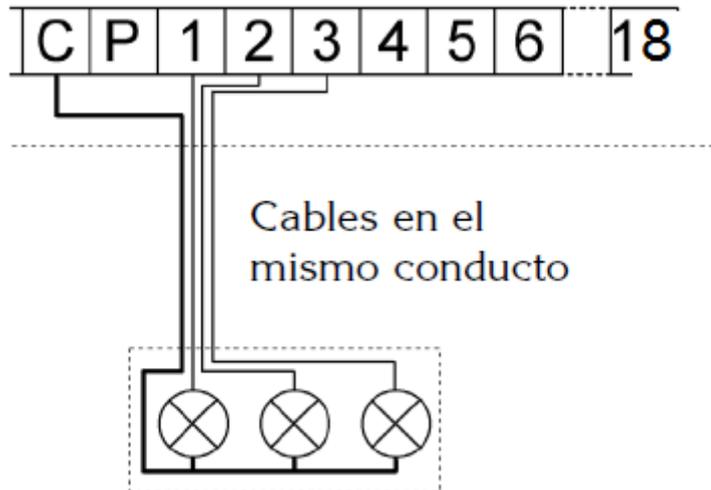
4. Deslice el orificio en forma de llave situado en la parte superior del controlador sobre el tornillo.



Conexión de válvulas

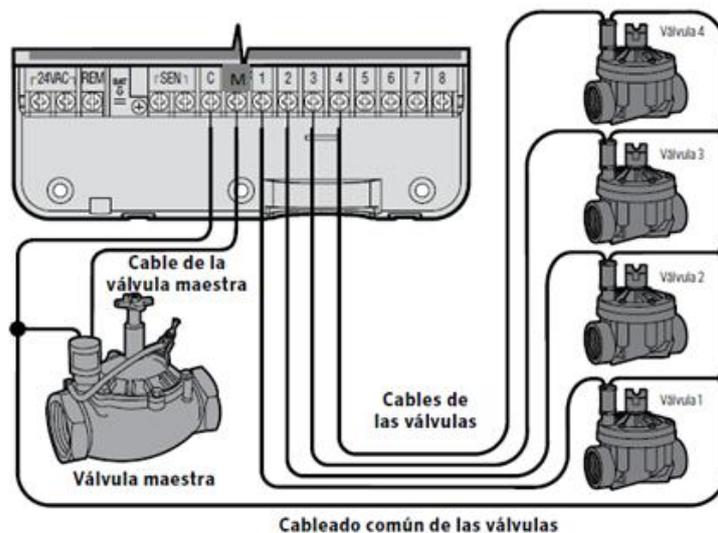
1. Lleve los cables de las válvulas entre la válvula de control y el controlador.
2. En las válvulas, conecte el cable común a cualquiera de los dos cables de solenoide de todas las válvulas. En la mayoría de los casos, se trata de un cable de color blanco. Conecte un cable de control independiente al otro cable de cada válvula. Todas las conexiones de los cables deben realizarse mediante conectores estancos.

3. Fije el cable común de las válvulas al tornillo C (Común) de la regleta de terminales. Conecte cada uno de los cables de control de las válvulas a los correspondientes terminales de la estación y apriete los tornillos.



Conexión de una válvula maestra

1. En la válvula maestra, conecte el cable común a cualquiera de los dos cables de solenoide de la válvula. Conecte un cable de control independiente al otro cable de solenoide.
2. El cable común debe conectarse al terminal C dentro del programador. El otro cable que procede de la válvula maestra debe conectarse al terminal M dentro del programador. Apriete el tornillo de cada uno de los terminales. Apriete el tornillo de cada uno de los terminales.



Ajustes del controlador

La pantalla muestra la hora y el día cuando el programador está en reposo. La pantalla cambia cuando se presiona el botón de enter para indicar la especificación que debe introducirse. Al establecer la programación, se puede cambiar el tipo o valor de configuración pulsando los botones \wedge y \vee , guardando los cambios pulsando el botón de enter.

Configuración de la fecha y la hora

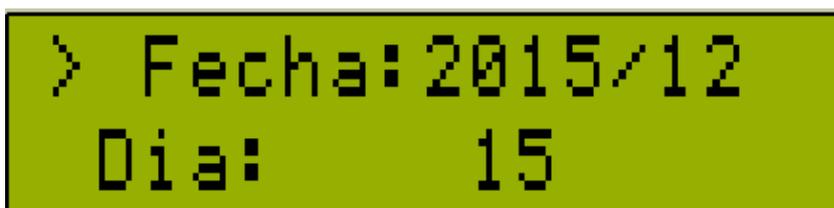
1. En el menú de configuraciones presione el botón de enter en la opción de H/F (HORA/FECHA ACTUAL).



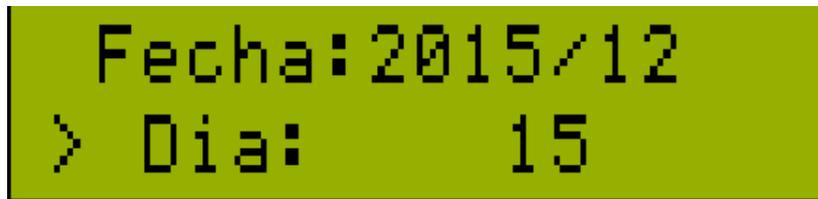
2. Utilice los botones 1 y para cambiar la hora y los botones 2 para los minutos. Tras configurar pulse el botón enter para continuar con la configuración de la fecha.



3. La pantalla mostrara el año, mes y el día. Utilice los botones 1 para cambiar el año y los botones 2 para el mes. Pulse el botón enter para continuar con la configuración del día.



4. Utilice los botones 1 para cambiar el día. Pulse el botón enter para terminar la configuración de fecha y hora.



Fecha: 2015/12
> Dia: 15

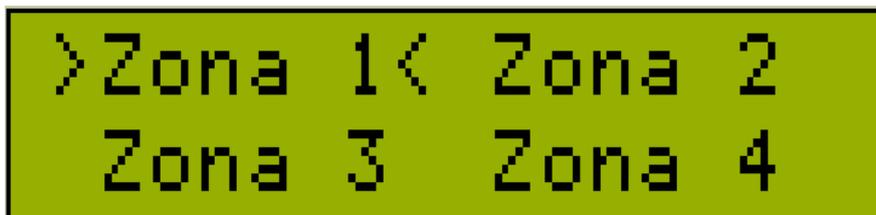
Configuración de hora, días y tiempo de riego

1. El controlador cuenta con múltiples zonas de riego para configurarlas hay que entrar al menú de configuraciones y presionar el botón enter en la opción de zonas de riego.



Menu de Ajustes
>Conf19 Zonas

2. Una vez dentro del menú de zonas utilizamos los botones 1 para cambiar la zona que deseamos configurar y procedemos pulsando enter.



>Zona 1< Zona 2
Zona 3 Zona 4

3. Utilice los botones 1 para establecer la hora y los botones 2 para el minuto en el que se quiere iniciar el riego. Pulse el botón enter para continuar con la configuración del tiempo de riego.



Hora: 20 : 52<
Tiempo: 08 min

4. El programa del controlador permite programar un tiempo de 8 a 15 min de riego, para cambiarlo utilice los botones 1 y presione enter para continuar con la configuración del día.

```
Hora: 20 : 52
Tiempo: 08 min<
```

5. Con el controlador se puede programar el riego en cualquier día de la semana solo utilice los botones 1 para cambiar entre los días y los botones 2 para encender (E) o apagar (A) los días de riego.

```
>L<M MI J V S D
A A A A A A A
```

```
>L<M MI J V S D
E A A A A A A
```

6. Presione el botón enter para guardar la configuración de las zonas de riego y regresar al menú de zonas.