



**Mtra. María de Jesús Gómez Cruz**

Directora de la División de Ciencias y Artes para el Diseño  
UAM Xochimilco

## INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

**Tecnológico Nacional de México Campus Gustavo A. Madero**

**Periodo:** Del 30 de Marzo de 2015 al 07 de Octubre de 2015

**“IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA  
EL RESCATE DE ÁREAS VERDES Y MANTENIMIENTO DE  
INSTALACIONES”**

**Clave:** 004.15.1.2015

### Datos Del Alumno

**Alumno:** Alexis Pérez Ramos

**Matrícula:** 209373169

**Licenciatura:** Arquitectura

División de Ciencias y Artes para el Diseño

**Teléfono:** 55 8542 8396

**Correo Electrónico:** alessandro\_warrior\_7@hotmail.com

**Ing. Juan Carlos Cosgalla Zárate**

Responsable de Proyecto

[cosllaga78@gmail.com](mailto:cosllaga78@gmail.com)

Tel: (52) 5515 645608

**Dr. Luis Fernando Guerrero Baca**

Asesor Interno

[luisfg1960@yahoo.es](mailto:luisfg1960@yahoo.es)

Tel: (52) 5516 203445



S.E.P

## I.-INTRUDUCCIÓN

El riego por goteo, igualmente conocido bajo el nombre de “riego gota por gota”, es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros).

Al aplicar este sistema de riego garantizamos el desarrollo de las plantas ya que se les suministrara agua constante, asegurándonos que está no se desperdiciara y nada más se aplicara la que la planta necesita.

Con este sistema de riego por goteo automatizado aseguramos un ahorro de energía, agua y mano de obra del ser humano, garantizando así un ahorro monetario a largo plazo.

En el Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero, alrededor del edificio de servicio social, se colocó un jardín de enredaderas para mejorar la vista del mismo y hacerlo un lugar más agradable.

En esta zona existen dos problemas, en las temporadas de calor, la escases de agua se hace presente por la poca cantidad que se logra recolectar de las lluvias, la temperatura se eleva demasiado y provoca que las plantas se entristezcan o en su defecto que se mueran, debido a que no se les suministra la cantidad de agua que se necesita para mantener la humedad que se requiere en la tierra y mantener vivas y esplendorosas estas plantas.

La mejor opción para las enredaderas fue implementar un sistema de riego por goteo automatizado.

Todo esto apunta hacia el ahorro de agua, ya que actualmente este último está convirtiéndose en un recurso de gran importancia.

## **II.- OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECIFICOS**

### *Objetivo General:*

Diseñar un sistema de riego automatizado, para el ahorro de agua en el riego de un jardín de enredaderas, evaluando el sistema de riego por goteo propuesto.

### *Objetivos Específicos:*

- 1.- Acrecentar el desarrollo de las enredaderas implementando un control automático cambiando el antiguo esquema de producción por uno más eficiente y de calidad.
- 2.- Proporcionar un ahorro de agua y energía, prevenir la erosión del suelo y mantener los nutrientes de la tierra.
- 3.- Diseñar un sistema hidráulico eficiente y realizar una adecuación tecnológica a los sistemas tradicionales.
- 4.- Adecuar las nuevas técnicas tanto hidropónicas como tecnológicas en todas las áreas verdes.

### **III.- METODOLOGÍA UTILIZADA**

La metodología para incorporar innovaciones tecnológicas incrementales en procesos de riego incluye las siguientes etapas:

Primera.-Iniciar un ambiente de innovación tecnológica micro regional. Para incorporar nuevos métodos o procesos a los tradicionales, es necesario crear el ambiente adecuado para que la gente entienda que es lo que se pretende realizar.

Segunda.- Difundir los diferentes sistemas de riego. Se deben seleccionar los sistemas de riego con los que se cuentan y escoger el más favorable dependiendo de su eficiencia y calidad.

Tercera.- Promover el sistema de calidad en el marco de desarrollo sustentable. La cultura de calidad debe ser adoptada por las personas, como una forma de vida para poder ser aplicada a sus tareas diarias, tomando en cuenta los efectos en los ámbitos económicos, ecológicos y sociales.

Cuarta.- Aplicar el modelo de innovación tecnológica para la creación de sistemas de riego.

Quinta.- Después de la realización del proyecto, este debe ser evaluado, en este caso tomaremos como base los siguientes criterios:

- 1.- La calidad del planteamiento.
- 2.- Las aportaciones al conocimiento.
- 3.- Los beneficios prácticos.
- 4.- La eficacia y la eficiencia.
- 5.- Las repercusiones en el medio.

## **IV.- ACTIVIDADES REALIZADAS**

1.- Levantamiento de áreas. Realizar un levantamiento de toda el área del edificio especificando las medidas correspondientes para resolver las distancias entre planta y planta, para dar un mejor resultado en cuanto al suministro del agua.

2.- Apoyo en el diseño arquitectónico del proyecto. Propuestas alternativas mediante dibujos y maquetas de cómo quedarían las fachadas tomando en cuenta que las enredaderas crecen de abajo hacia arriba.

3.- Elaboración de planos. Revisiones y entrega de planos arquitectónicos realizados en autocad así como propuestas y representaciones en 3d (renders) de las fachadas en donde estarán las plantas.

4.- Creación de propuestas de mantenimiento a las instalaciones del Tecnológico, tanto preventivas como correctivas, para que el sistema funcione de manera adecuada.

5.- Apoyo en la supervisión de los trabajos. Intervenciones de apoyo para que el trabajo sea lo más eficiente posible y que todos los compañeros aprendan correctamente el funcionamiento tanto de los materiales como de las plantas.

6.- Apoyo en la aplicación de pruebas para validar el correcto funcionamiento de los trabajos. Aplicación correcta de las formulas y evaluaciones del sistema, para ver si cumple con las mínimas presiones requeridas para un buen funcionamiento.

7.- Cuantificación y presupuesto de materiales. Consultar precios en diferentes lugares para evaluar el costo de todos los materiales y también contemplar el tiempo requerido en cuanto a la mano de obra durante el proceso.

## **V.- OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS**

En cuanto a los objetivos y metas se contemplaron tres tipos de alcances considerando sus diferentes características:

1.- Agronómico: hubo un considerable ahorro de agua, debido a la reducción de la evapotranspiración y de las pérdidas de agua en las conducciones y durante la aplicación. La alta uniformidad de riego permite que las enredaderas crezcan al mismo tiempo, ya que reciben volúmenes iguales de agua, siempre y cuando el sistema funcione adecuadamente.

Se dio la posibilidad de mantener el nivel de humedad del suelo más o menos constante y elevado, sin que lleguen a producirse encharcamientos que provoquen la asfixia de la raíz.

Se nos facilitó usar aguas ligeramente salinas y el control de las malas hierbas, ya que éstas se localizan tan sólo en el área húmeda.

2.- Económico: las personas que pasaron del riego tradicional por gravedad al sistema de riego por goteo podrán reducir su consumo de agua en un sesenta por ciento.

Al impulsar el agua mediante el bombeo, pudimos observar que el gasto energético es menor, debido a la reducción de los consumos de agua y a las menores necesidades de presión.

3.- Ambiental: no se ocasionaron costos ambientales ya que, no produce anegamientos por saturación y evita la salinización del suelo. Se facilitó el control de inminentes deslizamientos de las plantas.

Se pudo ver como este sistema de riego evita el deterioro del área permeable y demás, ya que no se producen desbordes ni escurrimientos del agua de riego por falta de control.

## VI.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### RESULTADOS.-

Para la realización de cualquier cálculo hidráulico de un sistema de riego por goteo se debe conocer cierta información:

Información de un sistema de riego por goteo	
Consumo de agua por día de la planta	8 litros
La cantidad de plantas a sembrar	22 plantas
Cantidad de riegos por día	1
Tiempo promedio del riego (minutos)	2 horas
Condiciones del método cultivo hidropónico	goteo
Distancia entre planta	3 metros
Planta	Enredadera
Material de la tubería	Polietileno
Clima	Caliente

Figura 1: Tabla de información “sistema de riego por goteo”.

### Diseño Agronómico.-

- Se tomó un gotero por cada planta.
- La ETo se obtuvo de la página de [www.agroson.org.mx](http://www.agroson.org.mx)
- De igual manera el factor Kc se extrajo de las tablas que están en <http://info.elriego.com/epoca-frecuencia-y-momento-del-riego/>

$$E. T. C = ETo \times Kc = 8.11 \times 0.9$$

$$E. T. C = 7.30 \text{ mm/día}$$

- Aplicando la ecuación, el tiempo de regado nos dio como resultado 1.850 horas, si lo pasamos a tiempo real esto vendría siendo 1.50 horas (una hora con cincuenta minutos).
- El tiempo de riego diario se redondea a 2 horas por día, para que la planta tenga un poco más de humedad de la que necesita y los rayos del sol no le afecten al momento del calentamiento del suelo.

## Diseño Hidráulico.-

- En este punto no fue necesario hacer un diseño de la tubería que se iba a necesitar debido a que el gasto que ocupamos es un tanto pequeño y con el diámetro comercial de tubería cubriremos las necesidades del sistema, en este caso sería una manguera negra de polietileno de baja densidad de 13.7 mm de diámetro interior y 16 mm de diámetro exterior especialmente para riegos.
- En este punto evaluamos el sistema de riego ya instalado, para ver si cumple con las mínimas presiones requeridas para el óptimo funcionamiento de los goteros.
- Los goteros están regulados a 4 litros/hora.
- La presión de trabajo para el buen funcionamiento de los goteros esta entre un margen de 15 mca a 20 mca (metro de columna de agua).
- Los goteros necesitan estar en este rango de presiones para que trabajen adecuadamente y arrojen el gasto que se requiere.
- Se dividieron en dos sistemas de riego, uno abastece la parte derecha de enfrente y la otra abastece la parte izquierda de enfrente y lateral izquierda.

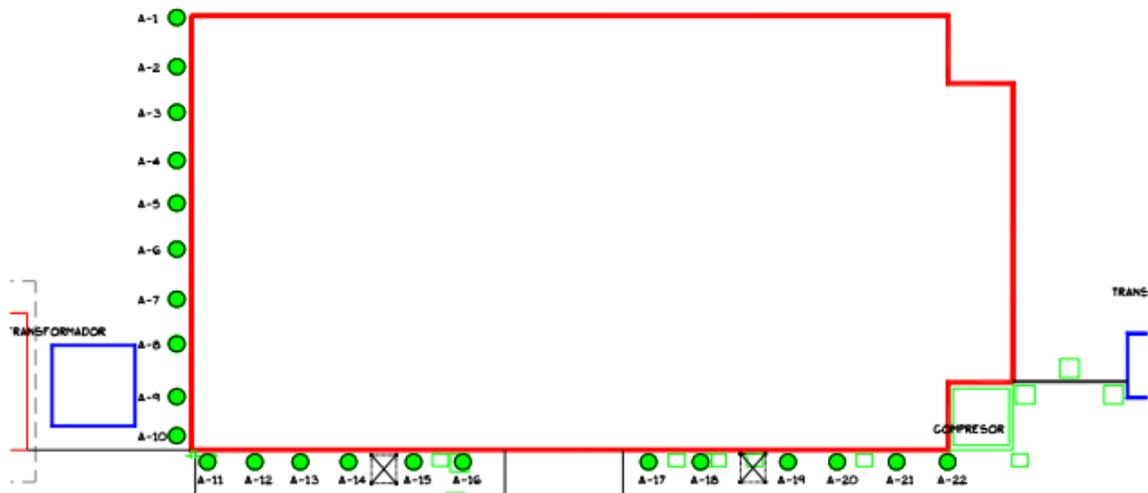


Figura 2: Vista de planta de la ubicación de la enredaderas.

- Se hizo el cálculo de las caídas de presiones por dos métodos (ecuaciones y hoja de excel) para cada uno de los sistemas para ver si estas cumplirían con el mínimo requerido por los goteros.

Accesorio	k
Válvula abierta	0.2
Codo 90°	1
Codo 45°	0.4
Entrada	0.5
Salida	1
Reducción	$0,5(1-(D1/D2)^2)^2$
TEE	1.75

Figura 3: Tabla de pérdidas.

- Resultado del diseño hidráulico por ecuaciones:

$$P_b/Y = 16 \text{ mca} - 0.27 \text{ m} - 0.00442 \text{ m} - 0.00142 \text{ m} = 15.72 \text{ mca}$$

- Resultado del diseño hidráulico por tablas de Excel:

Calculo mediante tabla de Excel del sistema de riego del lado "A".

DATOS		
Q =	0.00000667	m <sup>3</sup> /s
L =	45.3	m
D =	0.0137	m
A =	0.0001474	m <sup>2</sup>
Kb =	5	
K =	1	
Σ =	0.002	
Vis =	0.000001141	m <sup>2</sup> /s
P1 =	16 mca	
Σk =	13.7	

RESULTADOS		
V =	0.045247418	m/s
V <sup>2</sup> =	0.002047329	m/s
f =	0.01288355	
Σhf =	0.004449388	m
Σhs =	0.002005342	m
p2 =	15.72354527	mca

Calculo mediante tabla Excel del sistema de riego del lado "B".

DATOS		
Q =	0.00001778	m <sup>3</sup> /s
L =	46.5	m
D =	0.0137	m
A =	0.0001474	m <sup>2</sup>
Kb =	1	
Kbe =	10	
Σ =	0.002	
Vis =	0.000001141	m <sup>2</sup> /s
Pa =	16 mca	
Σk =	18.45	

RESULTADOS		
V =	0.12061456	m/s
V <sup>2</sup> =	0.01454787	m/s
f =	0.01288355	
Σhf =	0.0324539	m
Σhs =	0.01773769	m
p2 =	15.9498	mca

Los valores que salen mediante las formulas y las tablas de Excel son muy parecidas varían por decimales nada más, estos valores nos indican que las presiones son adecuadas para el buen funcionamiento de los goteros y cumplen con la mínima requerida.



Figura 4: Diseño de la tubería vista en planta.

## CONCLUSIONES.-

Se concluye que con este diseño e instalación de un sistema de riego automatizado se logró ajustar a las necesidades que tenemos, se reduce el consumo de agua por planta; también se reduce el consumo de energía, la contaminación del suelo, tiempo del operario y el ahorro de agua ya que en la actualidad este líquido es de vital importancia para el ser humano.

La reducción de costos se logra gracias a la implementación de nuevas tecnologías, en este caso la del sistema automatizado que logra el ahorro de energía, así como el ahorro en la mano de obra ya que no es necesario que este se maneje constantemente por seres humanos.

El funcionamiento del sistema de riego fue el correcto, esto se demostró en el crecimiento de las enredaderas, se pudo observar que se están desarrollando uniformemente.

Un beneficio importante fue la reducción del gasto de agua, esto debido a que el sistema arroja solamente la cantidad de agua que la planta necesita para poder vivir y desarrollarse a la perfección, sin tener desperdicios al regar de manera tradicional.

Por último, el sistema se tiene que estar monitoreando periódicamente para su correcto rendimiento, ya que es un sistema automatizado y puede tener errores de funcionamiento debido a los bajones de electricidad, incluso a que los goteros se tapen y no arrojen el gasto necesario que deben de arrojar.

## VII.- RECOMENDACIONES

- Contemplar un proyecto de riego mediante tomas de agua y manguera o aspersores automatizados.
- Utilizar agua de rehúso o producto de la captación de agua pluvial para riego.
- En el lavado del sistema es recomendable que no esté colocado el cartucho de filtrado, ni las cintas de goteo, ni los tapones al final de los porta regantes; para lo cual se abrirá solo una llave de bola a la vez de los arcos de riego, dejando que el agua circule por las salidas.
- Es preferible regar por sectores para tener una mejor presión de riego y el goteo sea uniforme.
- El lavado del filtro se realizará cada vez que se aprecie una baja de presión, lo cual se nota en las cintas de goteo, que se van aplanando y el agua ya no llega al final de la cinta. Esto nos indica que el filtro está sucio y requiere limpieza.
- Una vez por mes es recomendable, dejar remojando el cartucho filtrante en un balde con agua y cloro disuelto y una vez al año con ácido muriático para eliminar las incrustaciones cálcicas en los anillos.
- Diseñar un proyecto paisajístico específico para el espacio.
- Considerar vegetación tipo cactácea o silvestre como alternativa en aquellos espacios donde la temperatura y la escasez de agua dificulten un adecuado mantenimiento.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

- Diseño agronómico <http://www.rregar.com/index.php?/informacion-tecnica-de-riego/diseño-agronomico.html>
- Extracción de los valores de Kc para el resultado de la ETo: <http://info.elriego.com/epoca-frecuencia-y-momento-del-riego/>
- Extracción de fórmulas para el diseño agronómico: <http://es.scribd.com/doc/7331128/Diseño-Agronomico-Criterios-de-Diseño-Ing>
- Barrero Ripoll, Antonio. (2005). *Fundamentos y aplicaciones de la mecánica de fluidos*. McGraw Hill.
- García Castillas Ignacio, Briones Sánchez Gregorio. (1977). *Sistemas de riego por aspersión y goteo*.
- García Córdoba, Fernando. (2005). *La Investigación Tecnológica: investigar, idear e innovar en ingenierías y ciencias sociales*. Ed. Limusa, México, D. F.
- Manríquez, Isidoro. (1971). *Determinación de uso en un consumo de 6 cultivos, sometidos a diferentes tratamientos de humedad de suelo de Ñuble*. Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillan. Chile.
- Merlet B., H. A. (1986). *Evapotranspiración potencial y necesidades netas de agua de riego en Chile*. Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.
- Himeur Yamina, Zúñiga Carlos. (2005). *Manual de operación y mantenimiento de un sistema de Riego por Goteo*. Ed. PREDES. Fondo Editorial Centro de Estudios y Prevención de Desastres, Martín de Porres 159 – 161 San Isidro Lima, Perú.
- *Especificaciones para la Ejecución de Obra Física*, ANEXO “Q”, SEDATU.

## IX.- ANEXOS

Ejemplo de los materiales propuestos a utilizar en el sistema de riego por goteo.

En estas fotos se puede observar la conexión de la red de agua para la obtención del líquido que se pretende utilizar.



Figura 5: Conexión de codos y llave de paso.

En estas fotos podemos observar la colocación de los manómetros para poder ver las presiones de la tubería, así como también una válvula eléctrica para la automatización del sistema.



Figura 6: Conexión de manómetro y válvula eléctrica.