



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

## **TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

### **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**

SISTEMA DE RIEGO DE BOULEVARD GUILLERMO VALLE, TLAXCALA, TLAX.

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERÍA CIVIL**

**PRESENTA:**

**JORGE DAVID VILLORDO VALDESPINO**

**ASESOR:**

**LIC. SAC-BEH MILLÁN SAGREDO**



**APIZACO, TLAX., MARZO 2026**



**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**Instituto Tecnológico de Apizaco**  
Ciencias de la Tierra

Apizaco, Tlaxcala, **26/Septiembre/2025**

Oficio No. C.T./447/2025

Asunto: Liberación de Proyecto  
para Titulación integral

**CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA**  
**JEFA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**PRESENTE**

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

|                      |                                                                  |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|
| Nombre del Egresado: | JORGE DAVID VILLORDO VALDESPINO                                  |
| Carrera:             | Ingeniería Civil                                                 |
| No. de Control:      | 20370237                                                         |
| NOMBRE DEL PROYECTO: | "SISTEMA DE RIEGO DE BOULEVARD GUILLERMO VALLE, TLAXCALA, TLAX". |
| Producto:            | Titulación Integral Informe de Residencia Profesional.           |

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*

**EDUARDO CUATIANQUIZ LIMA**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
DEPARTAMENTO DE  
CIENCIAS DE LA TIERRA

**MTRO. SAC-BEH MILLAN SAGREDO**  
**ASESOR**

ccp. División de Estudios Profesionales (Comuníquese al interesado)  
Servicios Escolares  
Archivo

TEL/JLMH



**2025**  
Año de  
**La Mujer**  
**Indígena**

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,  
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241)  
4172010 Ext. 117, e-mail: ctierra@apizaco.tecnm.mx technm.mx |





**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**Instituto Tecnológico de Apizaco**  
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **14/Noviembre/2025**

**JORGE DAVID VILLORDO VALDESPINO**  
**EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CON NÚMERO DE CONTROL 20370237.**  
**P R E S E N T E.**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: "**SISTEMA DE RIEGO DE BOULEVARD GUILLERMO VALLE, TLAXCALA, TLAX.**", conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

#### **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

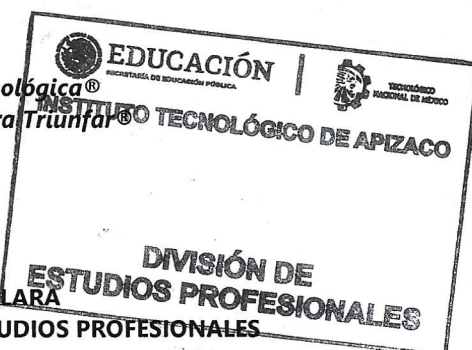
**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica®*

*Pensar para Servir, Servir para Triunfar*

**CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA**

**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**



ccp. Archivo  
CYAL/Gsc\*



**2025**  
Año de  
**La Mujer**  
**Indígena**

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,  
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010  
Ext. 304, e-mail: [dep\\_titulacion@apizaco.tecnm.mx](mailto:dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx) | [apizaco.tecnm.mx](http://apizaco.tecnm.mx)



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco profundamente al Instituto Tecnológico de Apizaco por brindarme la oportunidad de realizar mis residencias profesionales como una parte fundamental de mi formación académica y profesional.

Expreso mi sincero agradecimiento a la empresa SESAPYR S.A de C.V por abrirme sus puertas y permitirme formar parte de su equipo de trabajo durante este periodo. En especial al Ingeniero Arquitecto Roberto Pérez Lima, apoderado legal, por su valiosa orientación y apoyo en el desarrollo del proyecto.

Agradezco también al docente del Instituto Tecnológico, Sac Beh Millán Sagredo por su seguimiento, compromiso y consejos durante todo el transcurso de esta residencia.

Finalmente, a mi familia, mi pareja y amigos, por el apoyo emocional, la comprensión y motivación constante durante esta etapa.

## ÍNDICE

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMIENTOS.....                                                        | 2  |
| RESUMEN.....                                                                | 3  |
| ÍNDICE .....                                                                | 4  |
| INTRODUCCIÓN.....                                                           | 7  |
| DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y EL ÁREA DE TRABAJO .....                   | 8  |
| Misión .....                                                                | 9  |
| Visión .....                                                                | 9  |
| Valores.....                                                                | 9  |
| PROBLEMAS POR RESOLVER .....                                                | 11 |
| OBJETIVO GENERAL.....                                                       | 13 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                  | 13 |
| JUSTIFICACIÓN.....                                                          | 14 |
| MARCO TEÓRICO .....                                                         | 16 |
| Sistema de riego automatizado.....                                          | 16 |
| Riego por aspersión .....                                                   | 16 |
| Sistema hidráulico.....                                                     | 17 |
| Principales componentes hidráulicos de un sistema riego por aspersión ..... | 17 |
| Reservorio de agua.....                                                     | 18 |
| Cisterna .....                                                              | 18 |
| Red de distribución de tuberías .....                                       | 18 |
| Tubería de PVC .....                                                        | 19 |
| Tubería cedula 40 .....                                                     | 19 |
| Aspersores de riego.....                                                    | 20 |
| Modelo Hunter Pro-Spray .....                                               | 20 |
| Válvula solenoide.....                                                      | 20 |

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Válvula Solenoide Hunter PGV-201 (2") .....                                                                                       | 21 |
| PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....                                                                    | 22 |
| 1. Localización .....                                                                                                             | 22 |
| Macro localización.....                                                                                                           | 22 |
| Micro localización.....                                                                                                           | 23 |
| Área de estudio .....                                                                                                             | 24 |
| 2. Cálculo del sistema de riego automatizado.....                                                                                 | 26 |
| Caudal unitario del aspersor .....                                                                                                | 26 |
| Selección de diámetro de tubería del sistema de riego.....                                                                        | 26 |
| Pérdidas de carga en la red .....                                                                                                 | 27 |
| Presión requerida en los aspersores.....                                                                                          | 29 |
| Carga total requerida del sistema .....                                                                                           | 29 |
| Potencia hidráulica requerida.....                                                                                                | 30 |
| Válvulas solenoides .....                                                                                                         | 31 |
| 3. Supervisión de obra .....                                                                                                      | 32 |
| 4. Revisión de demolición y tendido de carpeta asfáltica .....                                                                    | 32 |
| 5. Colocación de tuberías hidráulicas PVC cedula 40 de 2" y 4" junto a<br>manguera de 1" para futura colocación de cableado ..... | 33 |
| 6. Instalación de hidro-tomas y aspersores con tubo de ½" .....                                                                   | 34 |
| 7. Colocación y conexión de válvulas solenoides .....                                                                             | 35 |
| 8. Ejecución de reportes fotográficos de avances de obra.....                                                                     | 36 |
| 9. Levantamiento topográfico in situ.....                                                                                         | 37 |
| 10. Tendido de cable de calibres 12 y 14 para control eléctrico.....                                                              | 38 |
| 11. Control y recepción de materiales .....                                                                                       | 39 |
| 12. Manejo y supervisión de herramienta y equipo .....                                                                            | 40 |
| 13. Contratación y capacitación de personal operativo.....                                                                        | 41 |
| 14. Supervisión de rehabilitación de la fuente denominada "Bergantines"<br>.....                                                  | 42 |
| 15. Control de la construcción de cisterna de 100 m <sup>3</sup> .....                                                            | 43 |
| 16. Control de pruebas y reparaciones .....                                                                                       | 45 |
| 17. Elaboración del plano de ubicación del sistema de riego.....                                                                  | 46 |
| RESULTADOS.....                                                                                                                   | 47 |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXOS .....                                                                  | 49 |
| Presupuesto de obra.....                                                      | 49 |
| Plano de tubería.....                                                         | 55 |
| Plano de ubicación de aspersores, válvulas solenoides y caja de control ..... | 57 |
| CONCLUSIONES .....                                                            | 59 |
| Conclusiones del Proyecto .....                                               | 59 |
| Recomendaciones .....                                                         | 59 |
| Experiencia Personal y Profesional Adquirida .....                            | 60 |
| Competencias desarrolladas y/o adquiridas .....                               | 61 |
| Competencias Técnicas.....                                                    | 61 |
| Competencias Transversales.....                                               | 61 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                              | 63 |

## INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el informe final correspondiente a la residencia profesional realizada en el periodo 7 de enero de 2025 al 16 de junio de 2025, en colaboración con la empresa SESAPYR S.A de C.V., teniendo como objetivo principal el diseño e implementación de un sistema de riego para el camellón central del Boulevard Guillermo Valle, ubicado en Tlaxcala, Tlaxcala.

Durante el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo diversas actividades, destacando: levantamiento topográfico, del área a trabajar, evaluación de las condiciones del terreno, análisis del tipo de vegetación existente y la que se iba a implementar junto al proyecto de embellecimiento y la determinación de los requerimientos hídricos necesarios para su adecuado mantenimiento. Así mismo se diseñó un sistema de riego automatizado, donde se consideró criterios técnicos como presión, caudal, eficiencia, cobertura, y la selección adecuada de materiales y equipos.

El proceso incluyo igualmente la elaboración de planos técnicos, presupuesto de obra, y recomendaciones de su mantenimiento y la operación de este.

La parte fundamental dentro de la residencia fue llevar a cabo toda la supervisión del proceso constructivo de todo el sistema donde se intervino en la resolución de imprevistos en obra, la gestión y control de la mano de obra, y la verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas durante la supervisión. También se colaboró en la capacitación del personal operativo, orientándolo sobre la correcta instalación de componentes y el funcionamiento del sistema.

Todas estas actividades se llevaron a cabo conforme a la normativa aplicable, con un enfoque en la eficiencia, sustentabilidad y durabilidad del sistema instalado.

Este reporte documenta cada una de las etapas del proyecto, desde su planeación inicial hasta la entrega de este, aportando una solución integral al mantenimiento de áreas verdes en uno de los corredores urbanos más importantes de la ciudad.

## **DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y EL ÁREA DE TRABAJO**

La empresa SESAPYR INGENIERÍA S.A de C.V. es una empresa especializada en la gestión, diseño, construcción, y mantenimiento de sistemas relacionados con el agua potable, comprometida con brindar soluciones integrales y sostenibles para el abastecimiento de agua en zonas urbanas, suburbanas y rurales.

Con una trayectoria de más de 5 años en el sector, la empresa se ha consolidado como una referencia en la región en cuanto a la infraestructura hidráulica, ofreciendo servicios que abarcan desde la instalación de redes de distribución, sistemas de captación y almacenamiento, hasta la automatización de sistemas de bombeo y tratamiento de agua.

Su equipo de trabajo está conformado por ingenieros, técnicos, y personal capacitado en las áreas de hidráulica, mecánica y civil, lo que garantiza un enfoque multidisciplinario en cada proyecto.

Entre sus principales áreas de servicio se encuentran:

- Diseño y construcción de redes de agua potable
- Instalación de plantas potabilizadoras
- Mantenimiento de infraestructura hidráulica
- Automatización y control de sistemas de distribución
- Asesoría técnica y supervisión de obra hidráulica

La empresa se distingue también por su capacidad de adaptación a contextos específicos, brindando soluciones a medida según las necesidades de cada cliente, y por su compromiso con la sustentabilidad del recurso hídrico, promoviendo el uso responsable y eficiente del agua.

### **Misión**

"Diseñar, construir y optimizar sistemas hidráulicos eficientes y sostenibles que garantizan el abastecimiento, distribución y manejo adecuado del agua en proyectos urbanos, industriales y agrícolas. Nos comprometemos con la innovación, calidad y

cumplimiento normativo, asegurando soluciones seguras y de alto rendimiento que contribuyan al desarrollo y bienestar de la sociedad."

### **Visión**

Ser una empresa líder a nivel regional en el desarrollo de soluciones integrales para sistemas de agua potable, reconocida por su calidad técnica, compromiso con el medio ambiente y capacidad de innovación. Aspiramos a contribuir al bienestar social mediante la gestión eficiente y sustentable del recurso hídrico, consolidándonos como un referente en la infraestructura hidráulica urbana y rural, ofreciendo siempre un servicio confiable, responsable y adaptado a las necesidades específicas de cada comunidad.

### **Valores**

Honestidad

Esfuerzo

Dedicación

Trabajo en equipo

Profesionalismo

Durante el periodo de residencia profesional, se me asignó al área técnica de la empresa, participando activamente en distintas fases del proyecto denominado Sistema de riego del boulevard Guillermo Valle, Tlaxcala, Tlax. Las actividades desarrolladas abarcaron tanto el ámbito de la supervisión como la ejecución técnica, administrativa y operativa. Con actividades tales como: supervisión de obra, revisión de la demolición y tendido de carpeta asfáltica, revisión y colocación de tuberías de diferentes diámetros (2 y 4 pulgadas), supervisión y control de colocación de hidro tomas e instalación de aspersores a través de tubería de 1/2 pulgada, colocación de toda la conexión de diversas válvulas solenoides a lo largo del sistema, ejecución de avances de obra a través de reportes fotográficos, levantamiento topográfico in situ, tendido de cable de calibre 12 y 14 para la alimentación el sistema de riego, control y recepción de materiales, manejo y

supervisión de herramienta y equipo, contratación y capacitación de personal, control de pruebas y reparación de cualquier daño realizado al sistema, supervisión de rehabilitación de fuente denominada “Bergantines” , control de la construcción de cisterna de 100 m<sup>3</sup> y la realización del plano de ubicación de todo el sistema de riego

## **PROBLEMAS POR RESOLVER**

Durante el desarrollo del proyecto de instalación del sistema de riego en el camellón central del boulevard Guillermo valle, se identificaron diversos problemas que requerían una solución para asegurar así la eficiencia, funcionalidad y durabilidad del sistema.

### **1. Ausencia de un sistema de riego eficiente**

La falta total de un sistema de riego tecnificado provocaba un deterioro progresivo en la vegetación del camellón, generando zonas secas, muerte de plantas y una mala imagen urbana. Este siendo el problema central del proyecto.

### **2. Riego manual ineficiente y costoso**

El riego era realizado de forma manual, sin un control de volumen, horarios ni cobertura, lo que implicaba un alto consumo de agua y recursos humanos sin resultados adecuados.

### **3. Falta de infraestructura hidráulica previa**

No existía una red de tuberías, válvulas o conexiones funcionales para distribuir el agua de manera uniforme en gran parte del camellón, lo cual obligo a diseñar el sistema desde cero.

### **4. Desnivel y características irregulares del terreno**

El camellón presentaba variaciones en el terreno que dificultaban una presión constante en las líneas de riego, requiriendo cálculos hidráulicos detallados y válvulas reguladoras.

### **5. Deficiencia en la capacitación del personal operativo**

Se detecto la necesidad de capacitar al personal que estaría a cargo del mantenimiento y operación del sistema de riego, para evitar el mal uso, daños o desgaste prematuro de los componentes.

### **6. Necesidad de control y supervisión en obra**

Durante la instalación fue necesaria la implementación de estrictos controles de calidad en la colocación de tuberías, emisores y conexiones para asegurar que el sistema funcionara según lo proyectado.

#### 7. Presupuesto limitado para la ejecución

Aunque este no fue un impedimento directo, las restricciones presupuestales obligaron a en ciertos momentos tener que detener el proceso constructivo y priorizar zonas clave del camellón para intervenir

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar, supervisar e implementar un sistema de riego tecnificado y funcional en el camellón central del Boulevard Guillermo Valle, en Tlaxcala, con el fin de garantizar el mantenimiento adecuado de las áreas verdes, optimizando el uso del recurso hídrico y mejorando la imagen urbana del entorno.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el levantamiento topográfico y el análisis físico del terreno para conocer las condiciones existentes y definir la mejor distribución hidráulica del sistema.
- Determinar las necesidades hídricas de la vegetación existente y futura, considerando factores como tipo de plantas, clima, tipo de suelo y horas de insolación.
- Diseñar el sistema de riego por sectores o zonas, estableciendo diámetros de tuberías, ubicación de válvulas, emisores y elementos de control de presión, de acuerdo con criterios hidráulicos y normativos.
- Supervisar el proceso constructivo del sistema de riego, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas, la correcta instalación de materiales y la resolución de imprevistos en obra.
- Capacitar al personal operativo en el manejo y mantenimiento del sistema, proporcionando instrucciones técnicas para garantizar su uso eficiente y prolongar su vida útil.
- Elaborar la documentación técnica del proyecto, incluyendo planos, memorias de cálculo, presupuesto, cronograma y manuales de operación.

## **JUSTIFICACIÓN**

El mantenimiento adecuado de las áreas verdes urbanas es fundamental para el equilibrio ambiental, la mejora del paisaje y la calidad de vida de los habitantes. En este contexto, el Boulevard Guillermo Valle, uno de los principales corredores viales del municipio de Tlaxcala, representa una zona estratégica para implementar acciones de rehabilitación paisajística y sostenibilidad urbana.

La falta de un sistema de riego tecnificado ha provocado el deterioro paulatino del camellón central, afectando la cobertura vegetal, disminuyendo el atractivo visual de la zona y contribuyendo a condiciones de aridez y polvareda en ciertos tramos. El mantenimiento manual, además de ser ineficiente, implica altos costos operativos, desperdicio de agua y resultados poco sostenibles.

Por esta razón, se considera necesaria la implementación de un sistema de riego eficiente y automatizado, que permita distribuir el recurso hídrico de manera controlada, uniforme y constante, reduciendo el consumo de agua y prolongando la vida de las especies vegetales. Este proyecto no solo atiende una necesidad técnica, sino que también se alinea con los principios de desarrollo sustentable, uso racional del agua, y mejoramiento del entorno urbano.

Asimismo, la participación del residente en este proceso contribuye directamente a su formación profesional, al involucrarse en todas las etapas del proyecto: desde el levantamiento de información y el diseño hidráulico, hasta la supervisión de obra, control de calidad, resolución de problemas en campo y capacitación de personal. La experiencia adquirida fortalece las competencias del egresado y aporta un valor real y medible a la comunidad y a la institución responsable de la obra.

En suma, este proyecto representa una solución técnica, viable y sostenible que responde a una problemática concreta y actual, con beneficios tanto ambientales como sociales.

## **MARCO TEÓRICO**

En ese apartado se presentarán los principales fundamentos teóricos correspondientes al proyecto realizado de sistema de riego empezando con dar información detallada de la localización del proyecto

### **Sistema de riego automatizado**

Se entiende por sistema de riego como varias estructuras trabajando en conjunto facilitan de gran manera la aplicación del agua en un área cultivada por plantas, haciendo capaz la racionalización del agua y el ahorro del tiempo y trabajo. (Ventura Palomino y Lima Esperilla 2024). La automatización del sistema de riego es cuando se agrega a este conjunto de estructuras dispositivos interconectados que permitan la regularización del agua a distribuir. Siendo este una práctica más constante en el sector industrial y urbano dando así varios beneficios tanto a la vida vegetal como a la practicidad de este. (Digebis, s.f.)

### **Riego por aspersión**

El riego por aspersión es la distribución del agua al suelo mediante la presión del agua que fluye por el sistema de tuberías llegando a su expulsión de este por medio de un aspersor simulando una lluvia artificial. El riego por aspersión presenta múltiples ventajas, entre ellas su adaptabilidad a terrenos con topografía irregular, ya que no requiere nivelación previa. Este método también reduce significativamente la necesidad de mano de obra en comparación con los sistemas tradicionales basados en la gravedad. Además, al imitar el patrón natural de la lluvia, minimiza la compactación y la formación de costras superficiales, permitiendo también la aplicación de fertilizantes o productos fitosanitarios a través del agua. En cuanto a sus desventajas, este tipo de riego suele implicar un mayor costo de instalación en comparación con los sistemas gravitacionales. También presenta un mayor consumo de agua frente a métodos localizados como el goteo o la cinta exudante, ya que en estos últimos el agua se aplica directamente al suelo. La pérdida de agua por evaporación y transpiración puede ser significativa. (Ventura Palomino y Lima Esperilla 2024).

## **Sistema hidráulico**

Este sistema se hace referencia a un método de operación que utiliza un fluido presurizado, por lo general agua, para accionar máquinas o mecanismos mecánicos. Estos sistemas están compuestos por diversos componentes interconectados, cuya función en conjunto es cumplir con un propósito específico para el cual han sido diseñados. Los elementos más comunes en este tipo de sistemas incluyen un depósito o tanque de almacenamiento, una red de tuberías de distintos diámetros para el transporte del fluido, así como válvulas de control que regulan el paso y la presión del agua dentro del sistema. (Ventura Palomino y Lima Esperilla 2024).

### **Principales componentes hidráulicos de un sistema riego por aspersión**

Ventura Palomino y Lima Esperilla (2024) Señalan que un sistema de riego por aspersión funciona gracias a la interacción coordinada de varios componentes hidráulicos. La fuente de agua provee el líquido que será impulsado por medio de una bomba, generando la presión suficiente para su distribución. El agua circula a través de un entramado de tuberías principales y secundarias, las cuales son controladas por válvulas que abren o cierran el paso hacia sectores específicos del terreno. En el punto final del sistema se ubican los aspersores, encargados de pulverizar el agua simulando la lluvia, logrando una distribución homogénea. Para asegurar un buen funcionamiento, se incorporan filtros que evitan que partículas sólidas dañen los emisores, y en algunos casos, se emplean sensores o manómetros para supervisar la presión. Todo esto puede ser gestionado de forma automática mediante un programador, facilitando la eficiencia y el ahorro de agua.

Componentes enlistados:

- Fuente de agua: Puede ser un pozo, red de agua potable, río, estanque o tanque de almacenamiento.
- Bomba hidráulica: Dispositivo que proporciona la presión necesaria para impulsar el agua a través del sistema.

- Tuberías principales y secundarias: Conducen el agua desde la fuente hasta los puntos de distribución.
- Válvulas de control: Regulan el flujo, presión y distribución del agua hacia las diferentes zonas de riego.
- Aspersores o emisores: Elementos que dispersan el agua en forma de lluvia artificial sobre la superficie a regar.
- Filtros: Eliminan impurezas del agua para proteger los componentes del sistema.
- Manómetros y sensores: Permiten monitorear la presión y otras variables hidráulicas.
- Programador o controlador: Dispositivo electrónico que automatiza los tiempos y frecuencia del riego.

### **Reservorio de agua**

Se le conoce reservorio a la estructura encargada de almacenar agua en cantidades grandes. Estos son utilizados para posteriormente suministrar el agua potable, generación de energía hidroeléctrica, riego agrícola, recreación, etc. Estos pueden ser elaborados de diferentes maneras ya sean en concreto, revestimiento de geomembrana o una simple excavación de tierra. (Ventura Palomino y Lima Esperilla, 2024)

### **Cisterna**

La cisterna es una de las estructuras llamadas reservorio la cual funge como antes mencionado para el almacenamiento de agua en grandes cantidades y la cual abastece está en el momento que sea requerida. (Rotoplas Centroamérica, s.f.)

### **Red de distribución de tuberías**

Se comprende como el conjunto de conductos encargados de transportar el agua desde una fuente principal de abastecimiento hasta los dispositivos en este caso de aspersión del agua, esto con un propósito de facilitar tareas en el riego y tener mejor supervisión del sistema. La infraestructura se compone de red principal, la cual distribuye el agua a lo largo de todo el sistema. Y la red secundaria o ramales de

aspersión encargados de llevar el agua a los aspersores y los cuales se encuentran ramificados a lo largo de la red (Ventura Palomino y Lima Esperilla, 2024).

Tubería de PVC

La tubería debe contar con cedula 40 la cual es fabricada de acuerdo a la ASTM D1785 la cual puede abarcar de diámetros de ½” hasta 16”. Este es suministrado con un extremo con bocina para cementar (campana) y así poder ahorrar el uso de un cople de instalación. La longitud promedio en la cual es suministrada la tubería son de 6.00 metros en color blanco. (EMMSA, s.f.)

Tubería cedula 40

Este cuenta con la aprobación de NSF 61 (National Sanitation Foundation) para asegurar su uso en agua potable aun y con agua con Ph < a 5, dándole así la propiedad de no oxidarse ni se corroe, dando una garantía de alto rendimiento a largo plazo y mínimo mantenimiento. (EMMSA, s.f.)

APLICACIONES:  
Ideal para aplicaciones Semi-Industriales, Riego Residencial y de Invernaderos, Albercas, Parques Acuáticos, Hidromasajes, Procesos Químicos, Plantas de Tratamiento, entre otras.

| Diámetro Nominal (Pulg) | Diámetro Exterior Promedio (Pulg) (mm) |       | Diámetro Interior Promedio (Pulg) (mm) |       | Espesor Mínimo de Pared (Pulg) (mm) |      | Presión de Trabajo a 23°C (PSI) (kg/cm²) |      | Peso Aproximado (Lbs/pie) (kg/m) |       |
|-------------------------|----------------------------------------|-------|----------------------------------------|-------|-------------------------------------|------|------------------------------------------|------|----------------------------------|-------|
| ½"                      | 0.840                                  | 21.3  | 0.609                                  | 15.5  | 0.109                               | 2.8  | 600                                      | 42.1 | 0.157                            | 0.23  |
| ¾"                      | 1.050                                  | 26.7  | 0.810                                  | 20.6  | 0.113                               | 2.9  | 480                                      | 33.7 | 0.210                            | 0.31  |
| 1"                      | 1.315                                  | 33.4  | 1.033                                  | 26.2  | 0.133                               | 3.4  | 450                                      | 31.6 | 0.310                            | 0.46  |
| 1 ¼"                    | 1.660                                  | 42.2  | 1.363                                  | 34.6  | 0.140                               | 3.6  | 370                                      | 26.0 | 0.420                            | 0.62  |
| 1 ½"                    | 1.900                                  | 48.3  | 1.593                                  | 40.5  | 0.145                               | 3.7  | 330                                      | 23.2 | 0.504                            | 0.75  |
| 2"                      | 2.375                                  | 60.3  | 2.049                                  | 52.0  | 0.154                               | 3.9  | 280                                      | 19.7 | 0.676                            | 1.00  |
| 2 ½"                    | 2.875                                  | 73.0  | 2.445                                  | 62.1  | 0.203                               | 5.2  | 300                                      | 21.1 | 1.070                            | 1.59  |
| 3"                      | 3.500                                  | 88.9  | 3.042                                  | 77.3  | 0.216                               | 5.5  | 260                                      | 18.3 | 1.410                            | 2.10  |
| 4"                      | 4.500                                  | 114.3 | 3.998                                  | 101.5 | 0.237                               | 6.0  | 220                                      | 15.4 | 2.000                            | 2.97  |
| 6"                      | 6.625                                  | 168.3 | 6.031                                  | 153.2 | 0.280                               | 7.1  | 180                                      | 12.6 | 3.520                            | 5.23  |
| 8"                      | 8.625                                  | 219.1 | 7.942                                  | 201.7 | 0.322                               | 8.2  | 160                                      | 11.2 | 5.390                            | 8.01  |
| 10" *                   | 10.750                                 | 273.1 | 9.976                                  | 253.4 | 0.365                               | 9.3  | 140                                      | 9.8  | 7.550                            | 11.22 |
| 12" *                   | 12.750                                 | 323.9 | 11.889                                 | 302.0 | 0.406                               | 10.3 | 130                                      | 9.1  | 10.010                           | 14.87 |
| 14" *                   | 14.000                                 | 355.6 | 13.126                                 | 333.4 | 0.437                               | 11.1 | 130                                      | 9.1  | 11.801                           | 17.53 |
| 16" *                   | 16.000                                 | 406.4 | 15.000                                 | 381.0 | 0.500                               | 12.7 | 130                                      | 9.1  | 15.431                           | 22.93 |
| * Se surte sobre pedido |                                        |       |                                        |       | Color: Blanco                       |      | Longitud: 20 pies (6.10 mts)             |      | Extremo Abocinado                |       |

Ilustración 1 tabla de especificaciones técnicas de tubería PVC cedula 40. Obtenida de manual de EMMSA.

## **Aspersores de riego**

Son aquellos dispositivos diseñados para distribuir de manera uniforme y controlada el agua dentro de zonas verdes (jardines, céspedes y campos deportivos). Estos lo hacen mediante la imitación del proceso de lluvia permitiendo regar grandes áreas sin una intervención directa (Bascomex, 2023).

### **Modelo Hunter Pro-Spray**

El Hunter Pro-Spray es un aspersor emergente de uso profesional diseñado para sistemas de riego en áreas verdes como jardines, parques y zonas públicas. Su función principal es distribuir el agua de manera uniforme en superficies específicas, utilizando una boquilla intercambiable que define el patrón y el alcance del riego.



*Ilustración 2 Imagen del modelo de aspersor ocupado.  
Fuente propia*

Este aspersor es parte de un sistema oculto, lo que significa que permanece bajo el nivel del suelo mientras no está en funcionamiento y emerge al activarse por presión del agua. Está disponible en distintas alturas de elevación (2", 4", 6" y 12"), lo que permite adaptarse a diferentes tipos de vegetación. (Hunter, 2018).

## **Válvula solenoide**

Es aquella que permite el control del flujo de líquido o gas dentro de un sistema de una forma remota y autónoma, esto ayudando a evitar la necesidad de abrir y cerrar

esta manualmente. Mejorando considerablemente la seguridad del sistema. (Hunter, 2018).

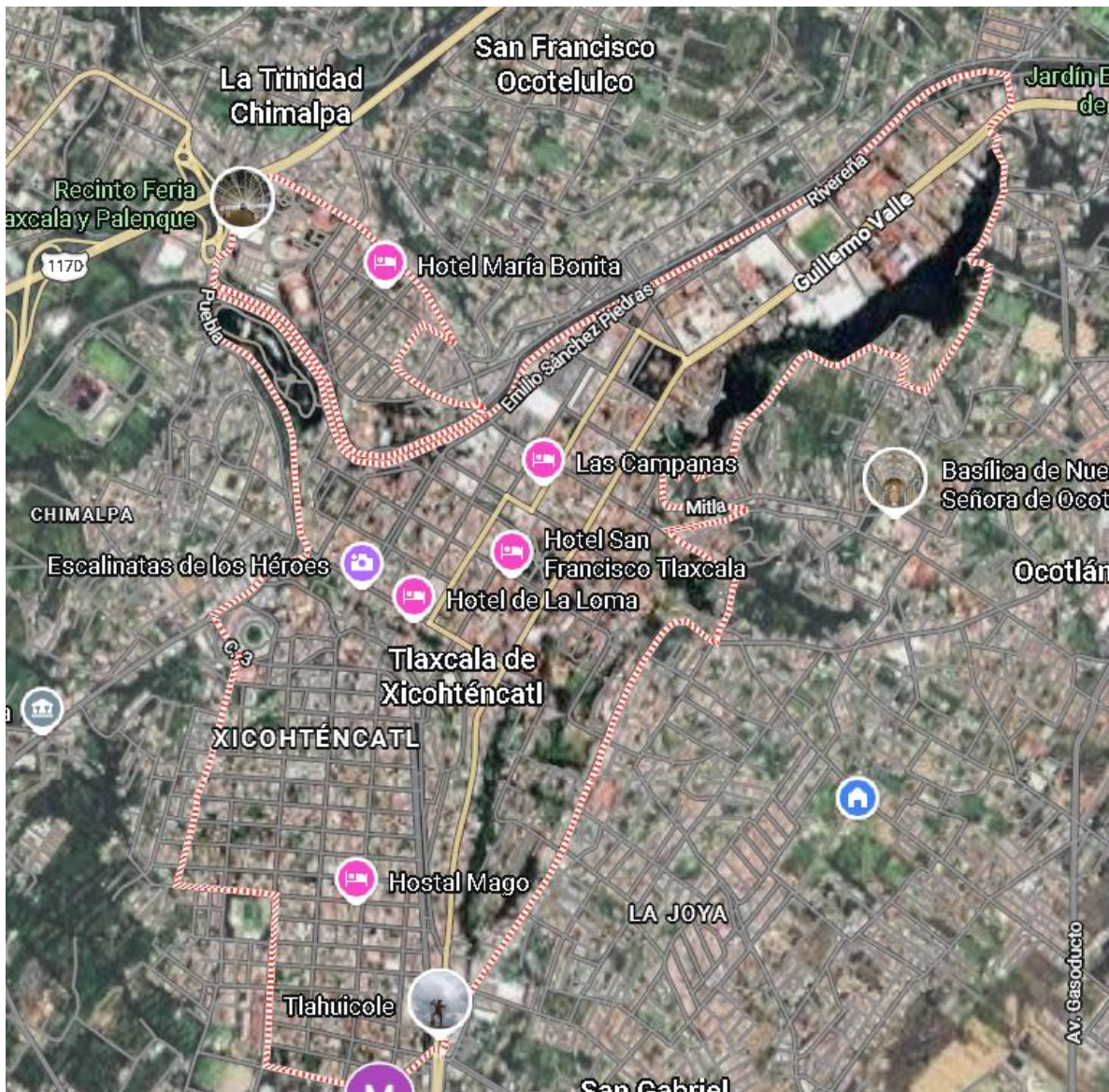
### **Válvula Solenoide Hunter PGV-201 (2")**

La válvula Hunter PGV-201 de 2 pulgadas está diseñada para aplicaciones profesionales en sistemas de riego tanto residenciales como comerciales de baja y media escala. Este modelo está disponible en configuraciones tipo globo o en ángulo y cuenta con conexiones roscadas de 2" en sus extremos. Además, incluye un regulador que permite ajustar el flujo de agua directamente en la válvula, lo que facilita un mayor control operativo del sistema. (Hunter, 2018).



*Ilustración 3 Imagen del modelo de válvula solenoide ocupada en el sistema junto toda la instalación requerida. Fuente propia*

*Ilustración 5 mapa de ubicación del Estado de Tlaxcala, Obtenida de la aplicación de Google maps.*



*Ilustración 6 mapa de ubicación del municipio de Tlaxcala de Xicohténcatl, Tlaxcala. Obtenida de la aplicación de Google maps.*

### **Micro localización**

De manera más específica, el área de estudio se sitúa en el camellón central del Boulevard Guillermo Valle, una de las principales vialidades de la ciudad de Tlaxcala.

Este boulevard atraviesa diversas zonas urbanas, conectando áreas residenciales, comerciales y gubernamentales, lo que lo convierte en un eje vial estratégico para la movilidad urbana. El tramo intervenido corresponde a una zona con alta afluencia

vehicular y peatonal, lo que incrementa la necesidad de mantener en óptimas condiciones las áreas verdes para mejorar la imagen urbana.

El proyecto se desarrolló específicamente sobre el camellón central, el cual funciona como una franja longitudinal destinada a áreas verdes, donde se implementó el sistema de riego automatizado para el mantenimiento eficiente de la vegetación existente.



*Ilustración 7 mapa de ubicación del boulevard Guillermo Valle, Tlaxcala, Tlax. Obtenida de la aplicación de Google maps.*

### **Área de estudio**

El área de estudio comprende aproximadamente 1,200 metros lineales de camellón central, donde se realizaron actividades de:

Instalación de tubería hidráulica (4", 2" y 1/2")

Colocación de aspersores

Instalación de válvulas solenoides

Tendido de cableado para automatización

Construcción de cisterna y rehabilitación de elementos hidráulicos complementarios



*Ilustración 8 mapa representativo de la línea de distancia de todo el sistema de riego ubicado en el boulevard Guillermo Valle, Tlaxcala, Tlax. Obtenida de la aplicación de Google maps.*

## **2. Cálculo del sistema de riego automatizado**

El sistema fue dividido en 6 zonas de riego independientes, cada una controlada por una válvula solenoide de 2", con el objetivo de:

- Mantener presiones uniformes
- Evitar sobrecarga de la bomba
- Optimizar el consumo energético

Cada zona cuenta con:

50 aspersores por zona (aproximadamente) y funcionamiento simultáneo únicamente dentro de su propia zona.

### **Caudal unitario del aspersor**

De acuerdo con las especificaciones técnicas del aspersor utilizado (Hunter Pro-Spray con boquilla estándar):

Caudal promedio por aspersor:

$$q=0.10 \text{ L/s}$$

### **Caudal total por zona**

Al operar 50 aspersores por zona:

$$Q_{\text{zona}}=50 \times 0.10=5.0 \text{ L/s}$$

Este valor representa el caudal de diseño, ya que las zonas no trabajan Selección del diámetro de tuberías

### **Selección de diámetro de tubería del sistema de riego**

Para un caudal de 5.0 L/s, se buscó mantener una velocidad del agua  $\leq 2.0 \text{ m/s}$ , valor recomendado para sistemas de riego a presión.

Tubo "Pre-seleccionado"

Tubería principal (PVC hidráulico 4")

Diámetro interno aproximado: 0.10 m

Área hidráulica:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Dando como resultado: 0.00785m<sup>2</sup>

Velocidad:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde Q siendo 5.0 L/s convertido a metros cúbicos:

$$\frac{5}{1000} = 0.005\text{m}^3$$

Sustituyendo:

$$V = \frac{0.005\text{m}^3/\text{s}}{0.00785\text{m}^2}$$

Dando como resultado= 0.6369 o 0.64m/s

### **Pérdidas de carga en la red**

Las pérdidas de carga representan la energía que el flujo de agua pierde al circular a través de las tuberías y accesorios del sistema. Basándonos en la distribución y estructura de este sistema, dichas pérdidas se generan principalmente por:

Fricción del agua contra las paredes internas de las tuberías de PVC hidráulico

Cambios de dirección del flujo (codos, tees y reducciones)

Elementos de control como válvulas solenoides y registros

Longitud total de conducción del sistema

La longitud aproximada del sistema hidráulico es de 1,200 m, considerando la línea principal de 4", redes secundarias de 2" y derivaciones hacia aspersores mediante tubería de 1/2".

Para el cálculo de pérdidas por fricción se puede emplear la fórmula de Hazen-Williams, ampliamente utilizada en sistemas de agua potable y riego presurizado con tuberías de PVC:

$$h_f = 10.67 \times \frac{L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

Donde:

$h_f$  = pérdida de carga (m)

$L$  = longitud de la tubería (m)

$Q$  = caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$D$  = diámetro interno (m)

$C$  = coeficiente de rugosidad (PVC  $\approx 150$ )

Al tratarse de una red con diferentes diámetros, las pérdidas se evaluaron por tramos, concentrándose el mayor porcentaje en la línea principal y red secundaria (2").

Además de la fricción lineal, el sistema cuenta con diversos accesorios que generan pérdidas adicionales, entre ellos:

Codos de 90° y 45°

Conexiones tipo "T"

Válvulas solenoides de 2"

Reducciones y adaptadores

Estas pérdidas se estimaron como un porcentaje adicional del total de pérdidas por fricción, lo cual es un procedimiento aceptado en sistemas hidráulicos cuando no se modela cada accesorio de forma individual.

Sumando las pérdidas por fricción en tuberías y las pérdidas por accesorios, se obtuvo un rango aproximado de:

$h_f \approx 18-22$  m.c.a.

### **Presión requerida en los aspersores**

De acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante Hunter para los aspersores tipo Pro-Spray, la presión recomendada de operación se encuentra en el rango de:

2.8–3.0 bar

Lo que equivale aproximadamente a:

28–30 m.c.a.

### **Carga total requerida del sistema**

La carga total es la altura manométrica que la bomba debe vencer para asegurar el correcto funcionamiento del sistema. Esta carga es la suma de varios componentes:

#### ***Componentes de la carga total***

Presión de operación de los aspersores

$H_1 = 30$  m.c.a.

Pérdidas de carga en la red hidráulica

$H_2 = 22$  m.c.a.

Margen de seguridad

Se consideró un margen adicional para compensar:

- Variaciones en la demanda
- Desgaste de la bomba
- Ensuciamiento de tuberías
- Incrementos no previstos en pérdidas

$$H_3 = 3 \text{ m.c.a.}$$

Carga total de diseño

$$H_{\text{total}} = H_1 + H_2 + H_3$$

$$H_{\text{total}} = 30 + 22 + 3 = 55 \text{ m.c.a.}$$

### Potencia hidráulica requerida

Se calcula con la expresión:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

Donde:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$Q = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 55 \text{ m}$$

$$\eta = 0.70 \text{ (eficiencia bomba-motor)}$$

$$P = \frac{\frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} * \frac{9.81 \text{ m}}{\text{s}^2} * \frac{0.005 \text{ m}^3}{\text{s}} * 55 \text{ m}}{0.70}$$

$$P = 3.85 \text{ kW}$$

Conversión a HP:

$$1 \text{ HP} = 0.746 \text{ kW}$$

$$P = 5.16 \text{ HP}$$

### ***Justificación técnica***

La bomba de 6 HP se considera óptima porque obtenemos beneficios no solo a corto si no a lo largo de la vida útil del sistema. Va desde cuestiones básicas como de superar el requerimiento máximo calculado (5 HP), temas un poco más específicos de compensar variaciones reales del sistema (desgaste, pérdidas adicionales, variaciones de presión), evita trabajar al límite de capacidad y sobre todo garantizar presión constante en los aspersores.

### **Válvulas solenoides**

El sistema de riego cuenta con seis válvulas solenoides de 2 pulgadas, las cuales permiten el control hidráulico del suministro de agua de manera independiente por zonas, optimizando así la operación del sistema y garantizando una distribución uniforme del caudal. Cada válvula fue diseñada para conducir un caudal aproximado de 5.0 L/s, valor adecuado para abastecer el conjunto de aspersores correspondientes a cada zona sin provocar pérdidas significativas de presión. La selección del diámetro nominal de 2 pulgadas resulta adecuada, ya que permite mantener bajas pérdidas de carga, asegura un funcionamiento eficiente en los ciclos de apertura y cierre, y evita posibles estrangulamientos del flujo que podrían afectar el desempeño hidráulico del sistema. Asimismo, el uso de válvulas solenoides de este diámetro contribuye a prolongar la vida útil de los componentes y a mejorar la eficiencia general del sistema de riego automatizado.

### 3. Supervisión de obra

La supervisión general consistió en el seguimiento continuo de todas las etapas constructivas del sistema de riego, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto. Esta tarea implicó la revisión diaria de frentes de trabajo, la verificación del uso correcto de materiales, control de calidad en las técnicas de instalación y coordinación con el residente de obra para la toma de decisiones en campo. Se llevó un registro fotográfico y de bitácora que documentó cada proceso constructivo, identificando áreas críticas, desviaciones y correcciones implementadas.



*Ilustración 9 Supervisión de obra. Fuente propia*

#### 4. Revisión de demolición y tendido de carpeta asfáltica

Antes de la instalación de tuberías y dispositivos, se llevó a cabo la demolición controlada de tramos de la carpeta asfáltica existente. Esta actividad fue evaluada bajo criterios de seguridad, delimitación de zonas de trabajo y protección de servicios existentes. Posteriormente, una vez concluidas las obras hidráulicas, se supervisó el tendido de la nueva carpeta asfáltica con mezcla caliente, verificando el espesor, compactación, alineación y nivel de superficie para garantizar una correcta restitución del pavimento.



*Ilustración 10 Ruptura de carpeta asfáltica en tramos de retorno. Fuente propia*



*Ilustración 11 rehabilitación y tendido de nueva carpeta asfáltica con espesor de 8 cm. Fuente propia*

## **5. Colocación de tuberías hidráulicas PVC cedula 40 de 2" y 4" junto a manguera de 1" para futura colocación de cableado**

Se realizó la instalación de tuberías de PVC hidráulico en diámetros de 2" y 4", utilizadas para la conducción del agua a lo largo del boulevard. El trabajo implicó el trazo y excavación de zanjas a una profundidad técnica adecuada, colocación de cama de arena, acoplamiento por medio de adhesivos especiales, alineación y prueba hidráulica para asegurar la estanqueidad del sistema. Las tuberías de 4" corresponden a la línea principal, mientras que las de 2" se destinaron a las ramificaciones secundarias hacia válvulas y donde se realizarían las hidro tomas a aspersores. Además, se iba colocando y uniendo la manguera de 1" en todo el sistema donde iría colocado todo el cableado necesario.



*Ilustración 12 Tendido de tubería PVC cedula 40 de 2 y 4 ". Fuente propia.*

## 6. Instalación de hidro-tomas y aspersores con tubo de ½"

En puntos estratégicos del sistema se instalaron hidro-tomas, que sirven como derivaciones del flujo principal hacia los puntos de riego. Desde estas tomas, se realizó la conexión hacia aspersores emergentes mediante tubería de ½", enterrada a profundidad controlada. Se utilizaron boquillas de distribución ajustada según el tipo de vegetación y cobertura del área. Este proceso requirió ajustes manuales de presión, orientación del chorro y prueba en campo para asegurar un riego uniforme. Como también fue necesario hacer toda la instalación pertinente para que la salida del aspersor quedara ubicado al centro de cada jardinera



*Ilustración 13 colocación de hidro tomas, elaboración del sistema de salida de aspersores. Fuente propia*

## 7. Colocación y conexión de válvulas solenoides

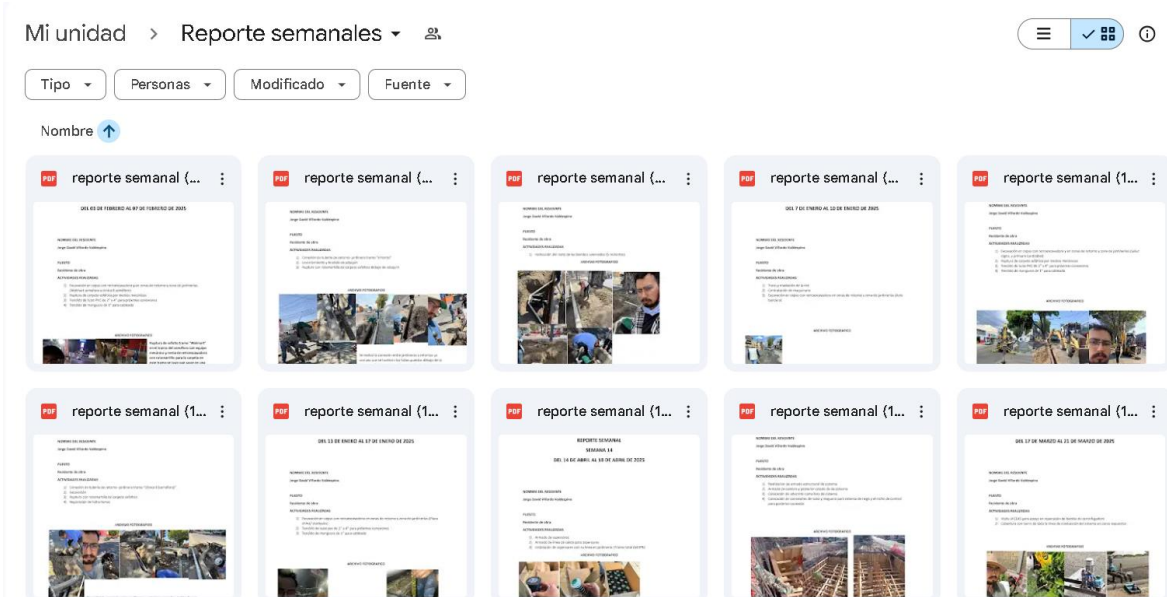
Se instalaron 6 válvulas solenoides Hunter PGV-201, ubicadas en cajas de válvulas con accesibilidad para mantenimiento. Estas válvulas permiten el control automatizado de distintas zonas del sistema. La instalación incluyó la conexión hidráulica y eléctrica, verificando el sentido del flujo, estanqueidad, cableado con conectores impermeables y vinculación con el programador maestro. Se realizaron pruebas de apertura y cierre manual y automático para asegurar su correcto funcionamiento.



*Ilustración 14 conexión de válvulas solenoides. Fuente propia*

## 8. Ejecución de reportes fotográficos de avances de obra

De forma continua se elaboraron reportes fotográficos documentando el progreso del proyecto. Las imágenes incluían fechas, descripción de frentes activos, detalles técnicos y evidencia de cumplimiento de normas y especificaciones dadas por la empresa a cumplir. Estos reportes fueron utilizados tanto como evidencia de avance físico como herramienta de control para reuniones de seguimiento y supervisión por parte de la empresa y autoridades municipales.



*Ilustración 15 Reportes semanales de conceptos realizados. Fuente propia*

## 9. Levantamiento topográfico in situ

Se efectuaron mediciones topográficas para validar cotas, pendientes y distancias de instalación. Se utilizó nivel de ingeniero y cinta métrica para realizar verificaciones in situ, especialmente para determinar alturas de válvulas, profundidad de zanjas y pendientes de escurrimiento. Esta información fue fundamental para asegurar la eficiencia del riego por gravedad o presión según el diseño del sistema.



*Ilustración 16 Toma de medidas a base de cinta. Fuente propia*

## 10. Tendido de cable de calibres 12 y 14 para control eléctrico

Para el control automatizado de las válvulas, se realizó el tendido de cableado eléctrico subterráneo utilizando conductores calibre 12 y 14 con recubrimiento resistente a la humedad. Se establecieron conexiones entre válvulas, programador central y caja de control, utilizando Manguera corrugada de 1" de diámetro y con guía a base de alambre acerado para poder resistir el peso del cableado. El cableado fue probado por continuidad y resistencia antes de su enterramiento. Siento así que de la caja de control a primera válvula pasaron 7 cables en total, posteriormente 6 y así sucesivamente hasta llegar a 2 cables para la última conexión de válvula.



*Ilustración 17 Tendido de cableado de diferentes calibres (12 y 14) por manguera corrugada de 1" por todo el sistema de riego. Fuente propia*

## 11. Control y recepción de materiales

Se participó en la recepción, revisión y almacenamiento de materiales. Esta actividad implicó la verificación de cantidades, marcas, condiciones físicas y cumplimiento de especificaciones técnicas. Se elaboraron listas de entrada, inventario y reportes de inconsistencias en caso de materiales dañados o incompletos, lo que permitió mantener un control riguroso del suministro en obra.



*Ilustración 18 recepción de diferentes materiales para diversos procesos constructivos a lo largo de la elaboración del sistema de riego. Fuente propia*

## 12. Manejo y supervisión de herramienta y equipo

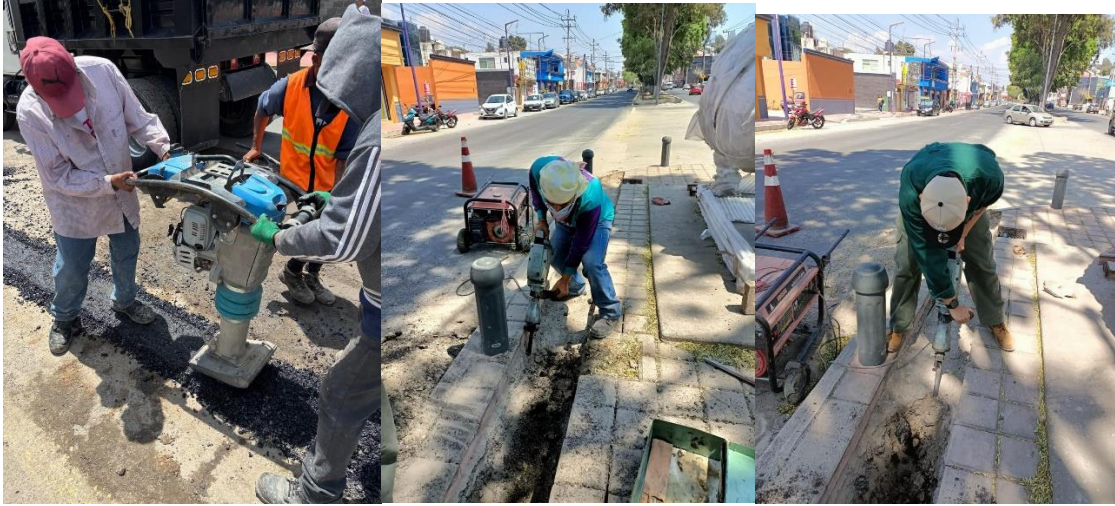
Durante la obra se hizo uso de herramienta especializada como cortadoras de PVC, prensas, cintas métricas, niveladoras, detectores y equipos eléctricos. Se controló su uso, mantenimiento y resguardo adecuado, evitando pérdidas o deterioros. También se aseguró que el personal capacitado hiciera uso correcto del equipo conforme a protocolos de seguridad.



*Ilustración 19 Supervisión del correcto manejo de equipo de trabajo. Fuente propia*

### 13. Contratación y capacitación de personal operativo

Se participó en el proceso de contratación de ayudantes, considerando su experiencia previa, disponibilidad y cumplimiento con normas de seguridad. A su ingreso, se brindó capacitación sobre las actividades a realizar, uso correcto del equipo, interpretación de planos y procedimientos de instalación, con el fin de asegurar una ejecución uniforme y de calidad.



*Ilustración 20 Dar explicación del uso de equipo especializado para su correcta ejecución en obra. Fuente propia*

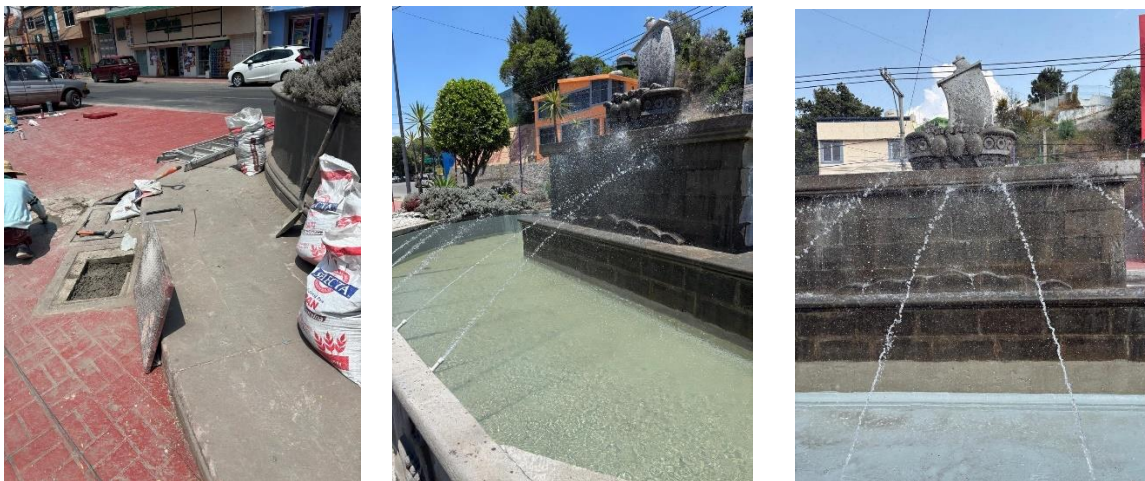
#### **14. Supervisión de rehabilitación de la fuente denominada “Bergantines”**

Como parte complementaria del proyecto hidráulico, se llevó a cabo la supervisión técnica de la rehabilitación de la fuente “Bergantines”, una estructura hidráulica de valor tanto funcional como urbano, ubicada dentro del ámbito de intervención del sistema de riego.

Esta actividad incluyó la inspección del estado estructural y operativo de la fuente, detectando problemas como fisuras, obstrucción de tuberías internas, acumulación de sedimentos, desgaste de acabados y fallas en el sistema de bombeo. Se dio seguimiento a los trabajos de demolición parcial, limpieza profunda, sellado de grietas y sustitución de accesorios hidráulicos, como válvulas y boquillas de salida.

Además, se coordinó la instalación de nuevas líneas de alimentación de agua desde el sistema principal, el reacondicionamiento del sistema de bombeo, y la integración estética del revestimiento final, y un sistema de salida a chorro de ambos lados dando un aspecto visual más llamativo asegurando que la fuente recuperara su funcionalidad con eficiencia hídrica y dentro del marco estético urbano.

Durante todo el proceso se documentaron los avances, se realizaron revisiones de calidad en las conexiones hidráulicas y eléctricas, y se emitieron observaciones técnicas para la corrección oportuna de detalles constructivos.



*Ilustración 21 Rehabilitación de fuente "Los Bergantines". Fuente propia.*

## **15. Control de la construcción de cisterna de 100 m<sup>3</sup>**

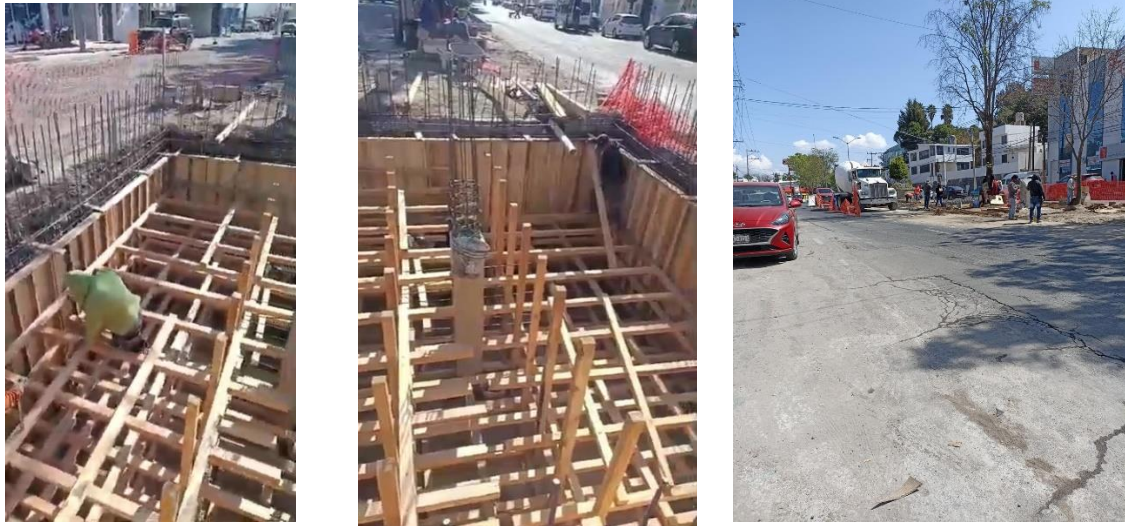
Otra de las actividades fundamentales fue el control técnico y administrativo de la construcción de una cisterna con capacidad de 100 metros cúbicos, destinada al almacenamiento y regulación del suministro de agua para el sistema de riego automatizado.

El proceso inició con la verificación del trazo y excavación, asegurando el cumplimiento de las dimensiones proyectadas, nivelación del terreno y medidas de seguridad para la excavación profunda. Posteriormente, se dio seguimiento a la colocación de acero de refuerzo, en losa de fondo y muros, supervisando el amarre, recubrimientos y disposición conforme a planos estructurales.

Se controló también el colado de concreto (tanto de la losa como de los muros), verificando tiempos de fraguado, vibrado adecuado y condiciones climáticas óptimas para evitar fisuras por retracción. Una vez endurecido el concreto, se inspeccionó la impermeabilización interna, aplicada con productos especializados para uso hidráulico, lo cual garantiza la estanqueidad del depósito.

Además, se revisó la instalación de tuberías de salida, la conexión con el sistema de bombeo, y la integración de una tapa de acceso con elementos de seguridad. Esta cisterna representa un elemento crucial en el funcionamiento del sistema, pues permite contar con una reserva constante de agua y regular el flujo hacia las válvulas y aspersores.

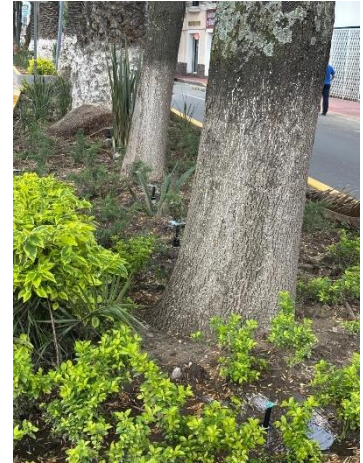
Durante toda la ejecución se llevaron controles de calidad, bitácoras diarias y coordinación constante con contratistas y responsables técnicos para asegurar que la estructura cumpliera con los criterios de diseño, seguridad y durabilidad.



*Ilustración 22 Proceso constructivo de cisterna de 100m<sup>3</sup>. Fuente propia.*

## 16. Control de pruebas y reparaciones

Una vez instaladas las líneas principales y secundarias, se realizaron pruebas de presión y funcionamiento para identificar posibles fugas, errores de instalación o conexiones defectuosas. Ante cualquier falla detectada, se ejecutaron reparaciones inmediatas, incluyendo sellado de uniones, reemplazo de piezas y ajustes en válvulas o aspersores. Todo esto se documentó para su seguimiento.



*Ilustración 23 realización de pruebas, programación de equipo. Fuente propia.*



*Ilustración 24 Realización de reparaciones causadas a lo largo del sistema. Fuente Propia.*

## **17. Elaboración del plano de ubicación del sistema de riego**

Como parte del trabajo técnico desempeñado, se realizó la elaboración del plano de ubicación general del sistema de riego automatizado instalado en el boulevard Guillermo Valle. Esta actividad implicó el levantamiento y registro de la disposición exacta de todos los componentes del sistema, incluyendo:

- La línea principal de conducción (tubería de 4 pulgadas).
- Las derivaciones secundarias hacia válvulas solenoides (tubería de 2 pulgadas).
- Las conexiones hacia aspersores mediante tubería de ½ pulgada.
- La ubicación de la cisterna de 100 m<sup>3</sup>.
- Detalle de conexión de aspersor y de válvulas solenoides

Para su elaboración, se utilizó información del levantamiento topográfico, junto con datos obtenidos directamente en campo. El plano fue generado mediante software CAD y se entregó como parte de la documentación técnica final del proyecto, con el fin de facilitar futuras labores de mantenimiento, ampliación o supervisión por parte de la entidad responsable del sistema.

*NOTA: Visualizar los planos en sección de anexos, página 52.*

## RESULTADOS

| Actividad realizada                           | Porcentaje de avance (%) | Observaciones                          |
|-----------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|
| Instalación de red principal de tubería de 4" | 100%                     | Completada y en operación              |
| Instalación de ramales secundarios de 2"      | 100%                     | Sistema funcionando correctamente      |
| Instalación de tubería de ½" para aspersores  | 100%                     | Conexiones completas                   |
| Colocación de aspersores                      | 100%                     | Distribución uniforme                  |
| Instalación de válvulas solenoides            | 100%                     | Operación automatizada                 |
| Tendido de cableado eléctrico (cal. 12 y 14)  | 100%                     | Sistema energizado                     |
| Construcción de cisterna de 100 m³            | 100%                     | Estructura concluida y funcional       |
| Rehabilitación de fuente "Bergantines"        | 100%                     | Restaurada y en operación              |
| Levantamiento topográfico                     | 100%                     | Información aplicada a planos          |
| Elaboración de planos del sistema de riego    | 100%                     | Entregados en formato digital          |
| Supervisión de obra                           | 100%                     | Control total del proceso constructivo |
| Control de calidad                            | 100%                     | Cumplimiento de especificaciones       |
| Control y recepción de materiales             | 100%                     | Registro completo                      |
|                                               |                          |                                        |

|                                              |      |                               |
|----------------------------------------------|------|-------------------------------|
| Manejo y supervisión de herramienta y equipo | 100% | Uso adecuado en obra          |
| Contratación y capacitación de personal      | 100% | Personal capacitado           |
| Elaboración de reportes fotográficos         | 100% | Evidencia documental completa |
| Pruebas hidráulicas y reparación de fallas   | 100% | Sistema sin fugas             |
|                                              |      |                               |

# ANEXOS

## Presupuesto de obra

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |              |               |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|--------------|---------------|
| OBRA:                              | SISTEMA DE RIEGO DE BOULEVARD GUILLERMO VALLE, TLAXCALA, TLAX.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |       |              |               |
| MUNICIPIO: TLAXCALA                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |              |               |
| ESTADO: TLAXCALA                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |              |               |
| MAYO DE 2024                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |              |               |
|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |              |               |
| PRESUPUESTO                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |              |               |
| NUM.                               | DESCRIPCION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | UNIDAD   | CANT. | P.U.         | IMPORTE       |
| VII EQUIPO DE BOMBEO POZO PROFUNDO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       |              |               |
| 70                                 | MANO DE OBRA POR INSTALACIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO TIPO SUMERGIBLE INCLUYE: TODAS LAS ADAPTACIONES NECESARIAS PARA SU BUEN FUNCIONAMIENTO, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                                                                                                                                                                                                | EQUIPO   | 1     | \$ 30,000.00 | \$ 30,000.00  |
|                                    | SUMINISTRO Y PUESTA EN OPERACIÓN MOTOBOMBA TIPO SUMERGIBLE DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO. Y/O SIMILAR. MOTOR MARCA KOR-ALTAMIRA DE 5 H.P. /220 VOLTS, TRES FASES, BOMBA MARCA KOR-ALTAMIRA PARA UN GASTO = 6.00 L.P.S. INCLUYE: ACOPLAMIENTO MOTOR-BOMBA, REVISIÓN DE LÍQUIDO AL MOTOR, FABRICACIÓN DE MUFA, - CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD. INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T. | EQUIPO   | 1     | \$ 25,000.00 | \$ 25,000.00  |
|                                    | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA DE ACERO AL CARBÓN CEDULA 40 DE 4" X 6.40 M. DE LARGO. INCLUYE: COPLE CUERDAS CÓNICAS EN AMBOS LADOS. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                                                                                                                                                                                      | PZA      | 2     | \$ 15,000.00 | \$ 30,000.00  |
|                                    | SUMINSTRO Y COLOCACION DE CABEZAL DE DESCARGA (CUELLO DE GARZA) FABRICADO CON TUBO GALVANIZADO C-40 ROSCADO EN AMBAS PARTES CON CODO DE 4"x90 Y/O 45 GDS. NIPLE DE 0.30 CMS. DE 4" DE Ø. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                                                                                                                                       | PZA      | 1     | \$ 9,500.00  | \$ 9,500.00   |
|                                    | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CABLE TRIFÁSICO SUBMARINO 3FX12 AWG PARA MOTOBOMBA SUMERGIBLE MARCA CONDUMEX O SIMILAR. INCLUYE: MANGUERA NEGRA CED. 40 DE 1" DE Ø. CABLE TW 10 PARA AMARRES, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                                                                                                                                       | ML       | 10    | 55.00        | \$ 550.00     |
|                                    | ARRANCADOR SUAVE TRIFASICO 220 VOLTS. TRES FASES, PARA 5 H.P. EN NICHOS DE CONTROLES, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                                                                                                                                                                                                                                           | PZA      | 1     | 35,000.00    | \$ 35,000.00  |
|                                    | REHABILITACION DE ACOMETIDA DE CORRIENTE TRIFASICA 220 VOLTS., INCLUYE: REHABILITACION DE DUCTOS, CABLE Y MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                                                                                                                                                                                                                               | COMETIDA | 1     | 10,000.00    | \$ 10,000.00  |
|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |       | SUB TOTAL    | \$ 140,050.00 |

| LINEA DE CONDUCCION: |                                                                                                                                                                                                                                                    |     |          |             |               |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|-------------|---------------|
|                      | TRAZO Y NIVELACION PARA ESTABLECER EJES Y REFERENCIAS DEFINITIVAS, INCLUYE: MADERA PARA CRUCETAS, CAL PARA INDICACION DE ANCHOS, VARILLAS, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                   | M2  | 447.85   | \$ 11.80    | \$ 5,284.63   |
|                      | EXCAVACION EN CEPAS CON RETROEXCAVADORA, ZONA DE RETORNOS; INCLUYE AFINE DE TALUDES, MATERIAL SECO TIPO II, ZONA B, (TEPETATE); HASTA 1.50 M DE ALTURA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.   | M3  | 63       | \$ 164.29   | \$ 10,350.27  |
|                      | EXCAVACION EN CEPAS CON RETROEXCAVADORA, ZONA DE JARDINERAS; INCLUYE AFINE DE TALUDES, MATERIAL SECO TIPO II, ZONA B, (TEPETATE); HASTA 1.50 M DE ALTURA, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T. | M3  | 52       | \$ 164.29   | \$ 8,543.08   |
|                      | TENDIDO DE CAMA DE ARENA DE ESP. 5 CMS. EN CEPAS PARA TENDIDO DE TUBERIA, INCLUYE ACARREO, ACOSTILLADO Y AFINE DE CAMA DE ARENA, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. P.U.O.T.      | M3  | 44.7     | \$ 19.78    | \$ 884.17     |
|                      | SUMINISTRO E INSTALACION VALVULA DE SELENOIDE DE 2" A 100 VOLTS. INCLUYE: PEGAMENTO HDO PVC, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR. Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                 | PZA | 6.00     | \$ 4,000.00 | \$ 24,000.00  |
|                      | SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO P.V.C. 4" DE Ø. HIDRAULICO RD-32.5 CON CAMPANA DE 100 MM. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                            | M   | 1,089.00 | \$ 171.13   | \$ 186,360.57 |
|                      | SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO P.V.C. 2" DE Ø. 51 MM.,HIDRAULICO RD-32.5 CON CAMPANA INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                | M   | 930.00   | \$ 75.00    | \$ 69,750.00  |
|                      | SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO P.V.C. HIDRAULICO RD-26 CON CAMPANA DE 1" de diam., INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                  | M   | 119.00   | \$ 30.00    | \$ 3,570.00   |
|                      | SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO P.V.C. HIDRAULICO RD-26 CON CAMPANA DE 1/2" de diam., INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                | M   | 796      | \$ 20.00    | \$ 15,920.00  |
|                      | SUMINISTRO E INSTALACION TEE DE PVC HIDRAULICO DIAM. 4" X 4" PARA CEMENTAR CED 40 INCLUYE: PEGAMENTO HDO PVC, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR. Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                | PZA | 6        | \$ 391.99   | \$ 2,351.94   |
|                      | SUMINISTRO E INSTALACION TEE DE PVC HIDRAULICO DIAM. 2" X 2" PARA CEMENTAR INCLUYE: PEGAMENTO HDO PVC, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR. Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                       | PZA | 6.00     | \$ 80.00    | \$ 480.00     |
|                      | SUMINISTRO E INSTALACION TURCA UNION DE 2" CED. 40 DE 2" CED 40 DE P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODOLO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                        | PZA | 12       | \$ 300.00   | \$ 3,600.00   |
|                      | SUMINISTRO E INSTALACION DE REDUCCION BUSHING DE 4" X 2" DE P.V.C. RD-26, INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                        |     | 6        | \$ 200.00   | \$ 1,200.00   |
|                      | SUMINISTRO E INSTALACION REDUCCION BUSHING CEMENTAR 2 X 1" CED 40 DE P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                     | PZA | 4        | \$ 150.00   | \$ 600.00     |
|                      | SUMINISTRO E INSTALACION COPLE CRE DE 2" DE DIAM, CED. 40 DE P.V.C. INCLUYE: PEGAMENTO HDO PVC, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR. Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                              | PZA | 12.00    | \$ 200.00   | \$ 2,400.00   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          |                  |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|------------------|---------------|
| SUMINISTRO E INSTALACION COPLE CRE DE 1/2" CED 40 DE P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                                                       | PZA | 1,056.00 | \$ 15.00         | \$ 15,840.00  |
| SUMINISTRO E INSTALACION COPLE CEMENTAR 2" CED 40 DE P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                                                       | PZA | 4        | \$ 50.00         | \$ 200.00     |
| SUMINISTRO E INSTALACION CODO DE 2 X45 GDS. CEMENTAR 2" CED 40 DE P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                                          | PZA | 24       | \$ 100.00        | \$ 2,400.00   |
| SUMINISTRO E INSTALACION CODO DE 1/2"X90 GDS CED 40 DE P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                                                     | PZA | 528.00   | \$ 15.00         | \$ 7,920.00   |
| SUMINISTRO E INSTALACION HIDROTOMA DE 2" CON SALIDA DE 1/2" INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR. Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T..                                                                                          | PZA | 488.00   | \$ 130.00        | \$ 63,440.00  |
| SUMINISTRO E INSTALACION HIDROTOMA 1" P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                                                                      | PZA | 40       | \$ 80.00         | \$ 3,200.00   |
| SUMINISTRO E INSTALACION TAPON HEMBRA CEMENTAR 2" CED 40 DE P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                                                | PZA | 8        | \$ 50.00         | \$ 400.00     |
| SUMINISTRO E INSTALACION TAPON HEMBRA CEMENTAR 1" CED 40 DE P.V.C., INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T.                                                                                                | PZA | 4        | \$ 30.00         | \$ 120.00     |
| RELLENO DE MATERIAL A VOLTEO PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN Y COMPACTADO CON PISÓN METÁLICO DE MOTOR (BAILARINA) INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, ACARREOS A PIE EN PENDIENTES PROLONGADAS, HERRAMIENTA MENOR. Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, P.U.O.T. | M3  | 63       | \$ 190.76        | \$ 12,017.88  |
| LIMPIEZA DURANTE LA EJECUCIÓN Y AL FINAL DE LA OBRA., INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                                                  | M2  | 936      | \$ 11.21         | \$ 10,492.56  |
| RECUPERACION DE PAVIMENTO ASFALTICO EN CALIENTE, DE 10 CMS. DE ESPESOR INCLUYE COMPACTACION (BAILARINA), MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                        | m2  | 90       | \$ 328.53        | \$ 29,567.70  |
| CORTE DE CARPETA DE PAVIMENTO ASFALTICO CON EQUIPO DE CORTE MANUAL. HASTA 15 CM DE PROFUNDIDAD, INCLUYE: EQUIPO DE CORTE, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                       | m   | 450.28   | \$ 45.00         | \$ 20,262.60  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |          | <b>SUB TOTAL</b> | \$ 501,155.40 |

|                                                                                                                                                                                                                                      |     |     |                  |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------------------|---------------|
| <b>ASPERSORES:</b>                                                                                                                                                                                                                   |     |     |                  |               |
| SUMINISTRO Y COLOCACION DE ASPERSOR Y/O ROCIADOR PROFESIONAL EMERGENTE GIRO 360 GRADOS Y 3.00 MTS DE ALCANCE DE ROCIAR. INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T. | PZA | 528 | \$ 328.53        | \$ 173,463.84 |
|                                                                                                                                                                                                                                      |     |     | <b>SUB TOTAL</b> | \$ 173,463.84 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                 |     |          |                  |                      |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|------------------|----------------------|
|  | <b>AUTOMATIZACION SISTEMA DE RIEGO:</b>                                                                                                                                                                                                         |     |          |                  |                      |
|  | SUMINISTRO E INSTALACION DE LINEA ELECTRICA CON CABLE AWG 12 DE CONTROL PARA ALIMENTACION DE VALVULAS SOLENOIDE NUM 5, 6, 7, Y 8., INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T. | MTS | 3,668.55 | \$ 25.00         | \$ 91,713.75         |
|  | SUMINISTRO E INSTALACION DE LINEA ELECTRICA CON CABLE AWG 14 DE CONTROL PARA ALIMENTACION DE VALVULAS SOLENOIDE NUM 1, 2, 3 Y 4., INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.  | MTS | 828.61   | \$ 20.00         | \$ 16,572.20         |
|  | SUMINISTRO E INSTALACION DE MANGUERA CORRUGADA DE 1"., INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                             | MTS | 534.55   | \$ 40.00         | \$ 21,382.00         |
|  | SUMINISTRO E INSTALACION DE MANGUERA CORRUGADA DE 3/4"., INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN. P.U.O.T.                                                                           | MTS | 489.45   | \$ 30.00         | \$ 14,683.50         |
|  | SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTROLADOR DE RIEGO HUNTER DE 8 ZONAS Y/O SIMILAR INCLUYE: PROGRAMACION, RELAYS PARA CONTROL Y FUERZA, PRUEBAS DE BUEN FUNCIONAMIENTO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACION                             | PZA | 1        | \$ 35,000.00     | \$ 35,000.00         |
|  | SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO CAJA RECTANGULAR DE 12"X19" PARA VALVULAS DE RIEGO PREFABRICADO INCLUYE PISO DE GRAVA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACION                                                                     | PZA | 10       | \$ 1,100.00      | \$ 11,000.00         |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                 |     |          | <b>SUB TOTAL</b> | <b>\$ 190,351.45</b> |

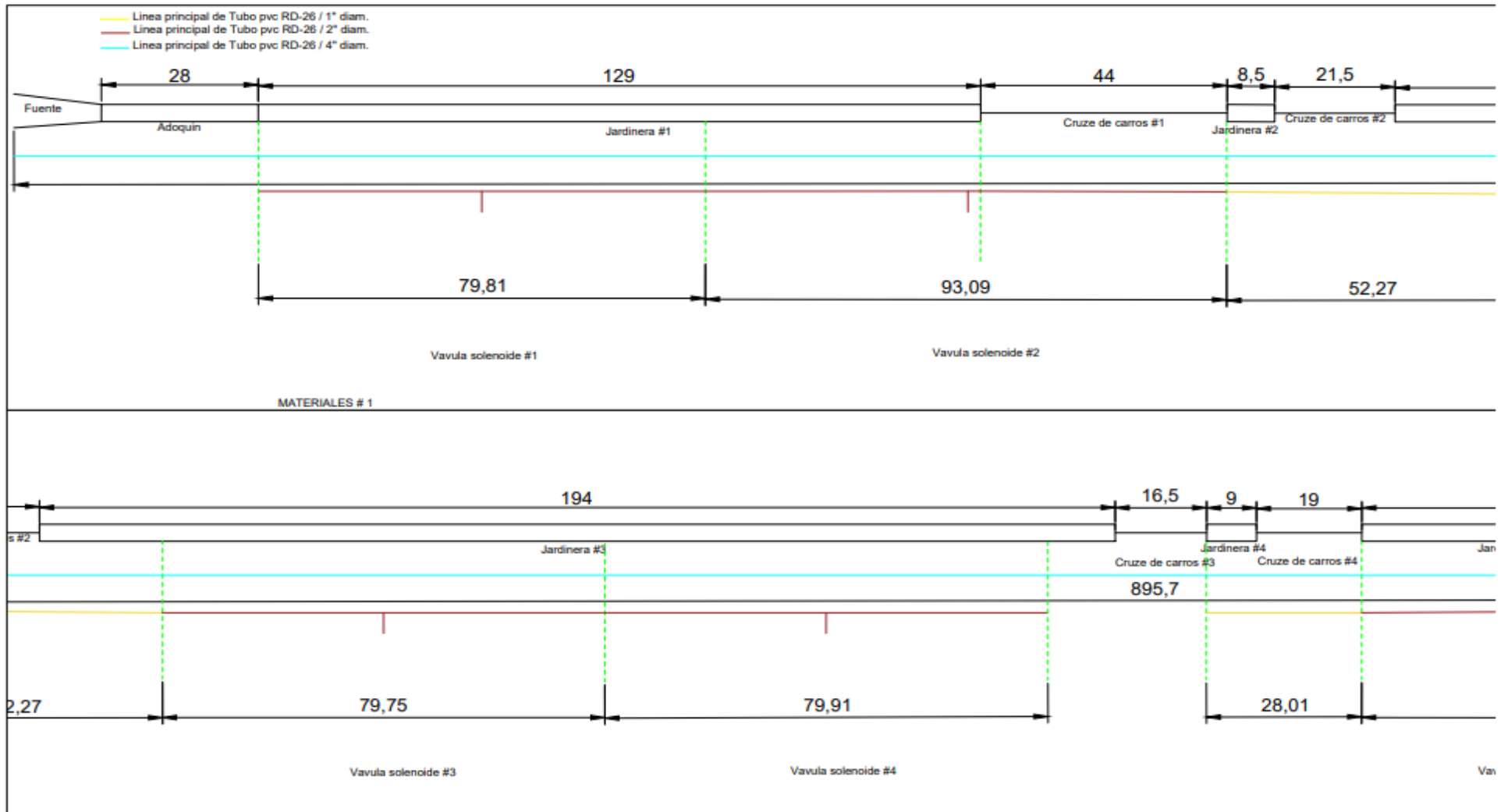
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |   |                  |                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|------------------|---------------------|
|  | <b>MURETE DE MEDICION:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |   |                  |                     |
|  | SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MURETE PREFABRICADO Y/O SIMILAR DE 2.00x1.00x0.70 mts. PARA CONTROLES, MEDICIÓN TRIFASICO 220 VOLTS., INCLUYE: BASE PARA MEDIDOR, CENTRO DE CARGA, INTERRUPTOR GENERAL, TUBERIA LICUATITE, TUBO CONDUIT, CONECTORES RECTO, PUERTA DE ALUMINIO LOCAL SUPERIOR Y REJA CON CUADRADO DE 1/2", BISAGRAS Y CONTRAMARCO DE SOLERA DE 1-1/4"X 3/16" EN LOCAL INFERIOR INCLUYE MANO DE OBRA, MATERIALES, HERRAMIENTA MENOR Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION P.u.o.T | PZA | 1 | \$ 35,000.00     | \$ 35,000.00        |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |   | <b>SUB TOTAL</b> | <b>\$ 35,000.00</b> |

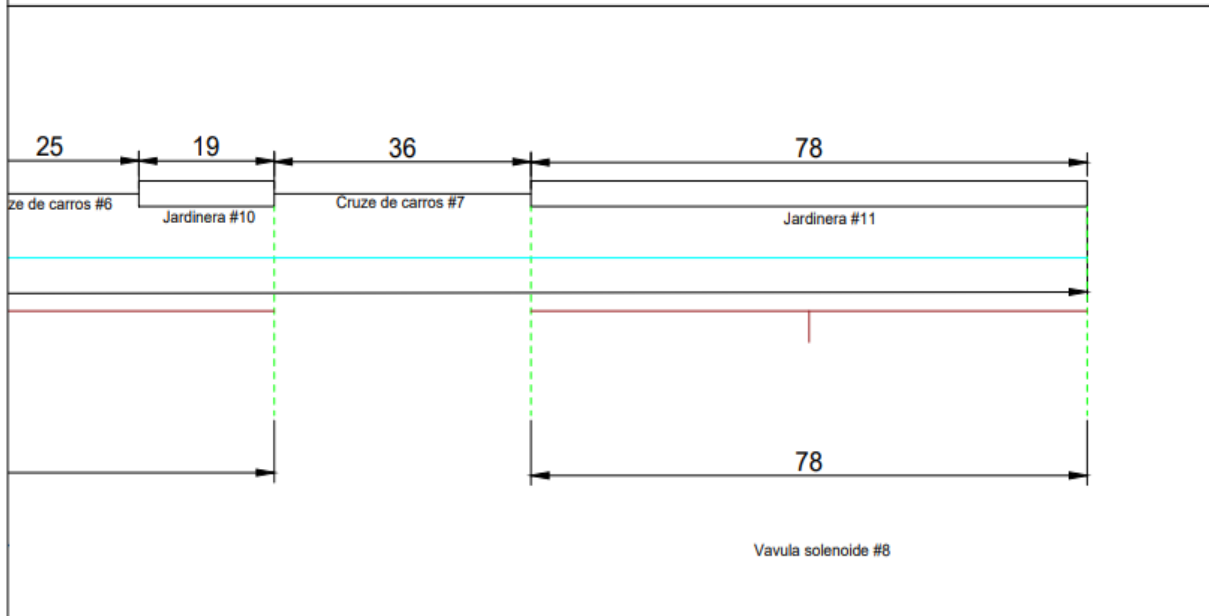
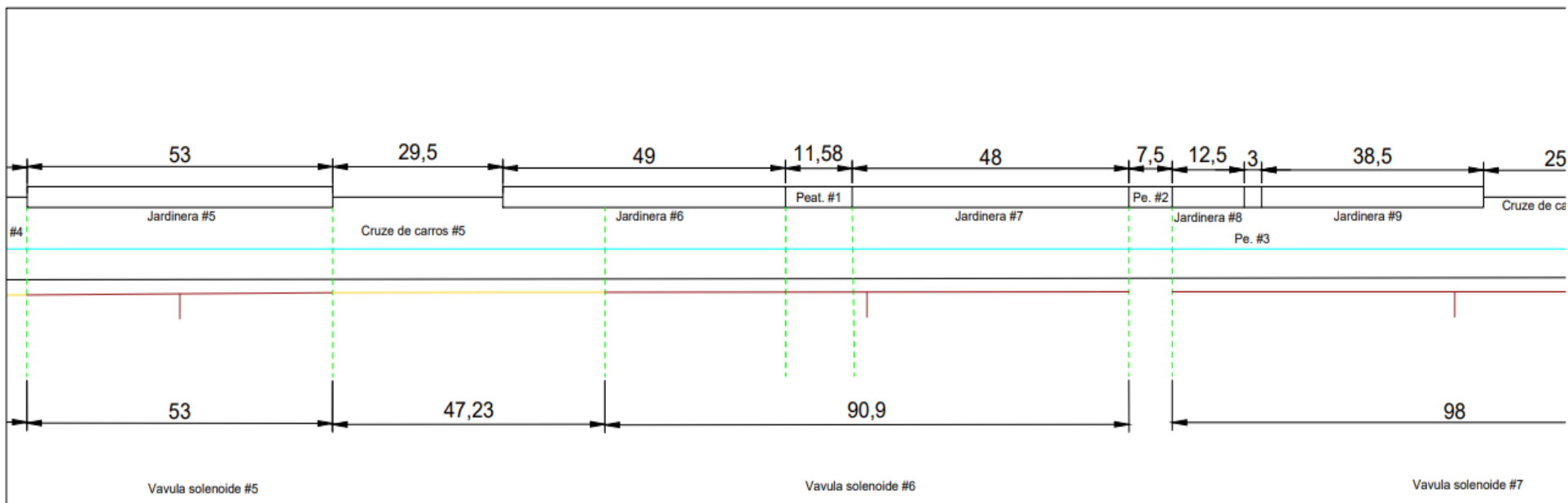
|  |                                                                                                                                                                                                                                                  |         |          |             |                      |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|-------------|----------------------|
|  | <b>CONSTRUCCION DE CISTERNA DE 100 M3.</b>                                                                                                                                                                                                       |         |          |             |                      |
|  | OBRAS PRELIMINARES                                                                                                                                                                                                                               |         |          |             |                      |
|  | TRAZO Y NIVELACIÓN EN TERRENO PLANO, ESTABLECIENDO EJES DE REFERENCIA Y BANCOS DE NIVEL, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.                                                                                                | m2      | 36       | \$ 10.51    | \$ 378.36            |
|  | LEVANTAMIENTO DE ADOCRETO CON RECUPERACION PARA VOLVER A INSTALAR SOBRE LOSA DE CISTERNA QUE INCLUYE: MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA                                                                                                         | M2      | 36       | \$ 55.00    | \$ 1,980.00          |
|  | COLOCACION DE ADOCRETO RECUPERADO PARA INSTALAR SOBRE LOSA DE CISTERNA QUE INCLUYE: ARENA FINA, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA                                                                                                               | M2      | 36       | \$ 95.00    | \$ 3,420.00          |
|  | DESMONTAR LUMINARIA DE POSTE COMPLETA Y CAMBIARLA DE LUGAR QUE INCLUYE: CABLEADO DUCTOS, BASE, INSTALACION Y CONEXIÓN, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA                                                                                        | PZA     | 1        | \$ 5,000.00 | \$ 5,000.00          |
|  | EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MECANICOS DE 0 A -3.00 M, EN MATERIAL TIPO 2-A, 0- 100-0, ( 0% TIERRA, 100% TEPETATE, 0% ROCA), ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA                                                       | m3      | 100.8    | \$ 86.20    | \$ 8,688.96          |
|  | RELLENO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN EN CAPAS DE 20 CM DE ESPESOR, A VOLTEO PARA CUBRIR TUBERIA DE RIEGO SOLO UNA CAPA INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.                                                                               | m3      | 1 80     | \$ 180.00   | \$ 32,400.00         |
|  | <b>CIMENTACION, MUROS Y LOSA</b>                                                                                                                                                                                                                 |         |          |             |                      |
|  | PLANTILLA DE CONCRETO F'C= 100 KG/CM2, CON UN AGREGADO MÁXIMO DE 20 MM RESISTENCIA NORMAL, DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUYE ACARREO 20.00 MTS. TENDIDO Y AFINE.                                                                                       | m2      | 36       | \$ 302.10   | \$ 10,875.60         |
|  | CONCRETO EN ESTRUCTURA BOMBEABLE EN OBRA , PARA PISO, MUROS Y COLUMNAS Y LOSA F'C= 250 KG/CM2 38 MM REVENIMIENTO DE 8 A 10, EN ELEMENTO VERTICAL DE 3.00 MTS DE ALTURA. INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.               | m3      | 29.16    | \$ 4,353.50 | \$ 126,948.06        |
|  | ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, DEL NO. 3 Y 4 ( 3/8 Y 1/2" DE Ø ) EN CIMENTACIÓN, HABILITADO Y ARMADO, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.                                                                              | kg      | 2,350.00 | \$ 39.82    | \$ 93,577.00         |
|  | CIMBRA EN CIMENTACIÓN, ACABADO APARENTE EN MUROS, COLUMNAS Y LOSA CON PERALTES DE HASTA 3.00 MTS., INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.                                                                                    | m2      | 173.36   | \$ 194.25   | \$ 33,752.88         |
|  | ACARREO SOBRE CAMIÓN DE VOLTEO DE 7 M3 DE MATERIAL TIPO A, PRIMER KILÓMETRO, SOBRE CAMINO DE TERRACERÍA, CARGA A MAQUINA, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.                                                             | m3      | 111      | \$ 310.45   | \$ 34,459.95         |
|  | PINTURA DE BASE EPOXICA PARA ALBERCAS Y TANQUES DE LA LÍNEA ALBER-TAWER EPOXICA Y /O SIMILAR, APLICADA A DOS MANOS, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.                                                                   | m2      | 67.2     | \$ 450.00   | \$ 30,240.00         |
|  | SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO DE CONCRETO DE 14" DE Ø. ECOLOGICO PARA CARCAMO DE BOMBEO (ALOJAR EQUIPO DE BOMBEO VERTICALMENTE) QUE INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.                                                 | PZA     | 1        | \$ 4,900.00 | \$ 4,900.00          |
|  | SUMINISTRO Y COLOCACION DE SISTEMA DE FILTRACION CON REJILLA DE ACERO INOXIDABLE DE 1 A 2 MM. DE PASO QUE CUBRIRA ATODO EL EQUIPO DE BOMBEO, 12" DE DIAMETRO Y 1 MTO. APROX. DE ALTO. INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA. | SISTEMA | 1        | 15,000.00   | \$ 15,000.00         |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                  |         |          |             | <b>\$ 401,620.81</b> |

| REHABILITACION TOTAL A FUENTE DE LOS BERGANTINES |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |   |                  |                      |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|------------------|----------------------|
|                                                  | REHABILITACION TOTAL A FUENTE DE LOS BERGANTINES QUE INCLUYE: REPARACION DE PISO, LIMPIEZA DE MUROS DE PIEDRA LABRADA, PISO DE CONCRETO REPARAR, TUBERIAS DE FUENTE, EQUIPO DE BOMBEO, ARRANCADOR Y TIMER, LIMPIEZA DE CARCAMO DE BOMBEO Y CARCAMO ELCTRICO INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA. | FUENTE | 1 | 110,000.00       | \$ 110,000.00        |
|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |   | <b>SUB TOTAL</b> | <b>\$ 110,000.00</b> |

| RESUMEN GENERAL: |                                                  |  |  |                  |                        |
|------------------|--------------------------------------------------|--|--|------------------|------------------------|
| 1                | EQUIPO DE BOMBEO:                                |  |  |                  | \$ 140,050.00          |
| 2                | LINEA DE CONDUCCION:                             |  |  |                  | 501,155.40             |
| 3                | ASPERSORES:                                      |  |  |                  | 173,463.84             |
| 4                | AUTOMATIZACION:                                  |  |  |                  | 190,351.45             |
| 5                | MURETE DE MEDICION:                              |  |  |                  | 35,000.00              |
| 6                | CONSTRUCCION DE CISTERNA DE 100 M3.              |  |  |                  | 401,620.81             |
| 7                | REHABILITACION TOTAL A FUENTE DE LOS BERGANTINES |  |  |                  | 110,000.00             |
|                  |                                                  |  |  | <b>SUB TOTAL</b> | <b>\$ 1,551,641.50</b> |

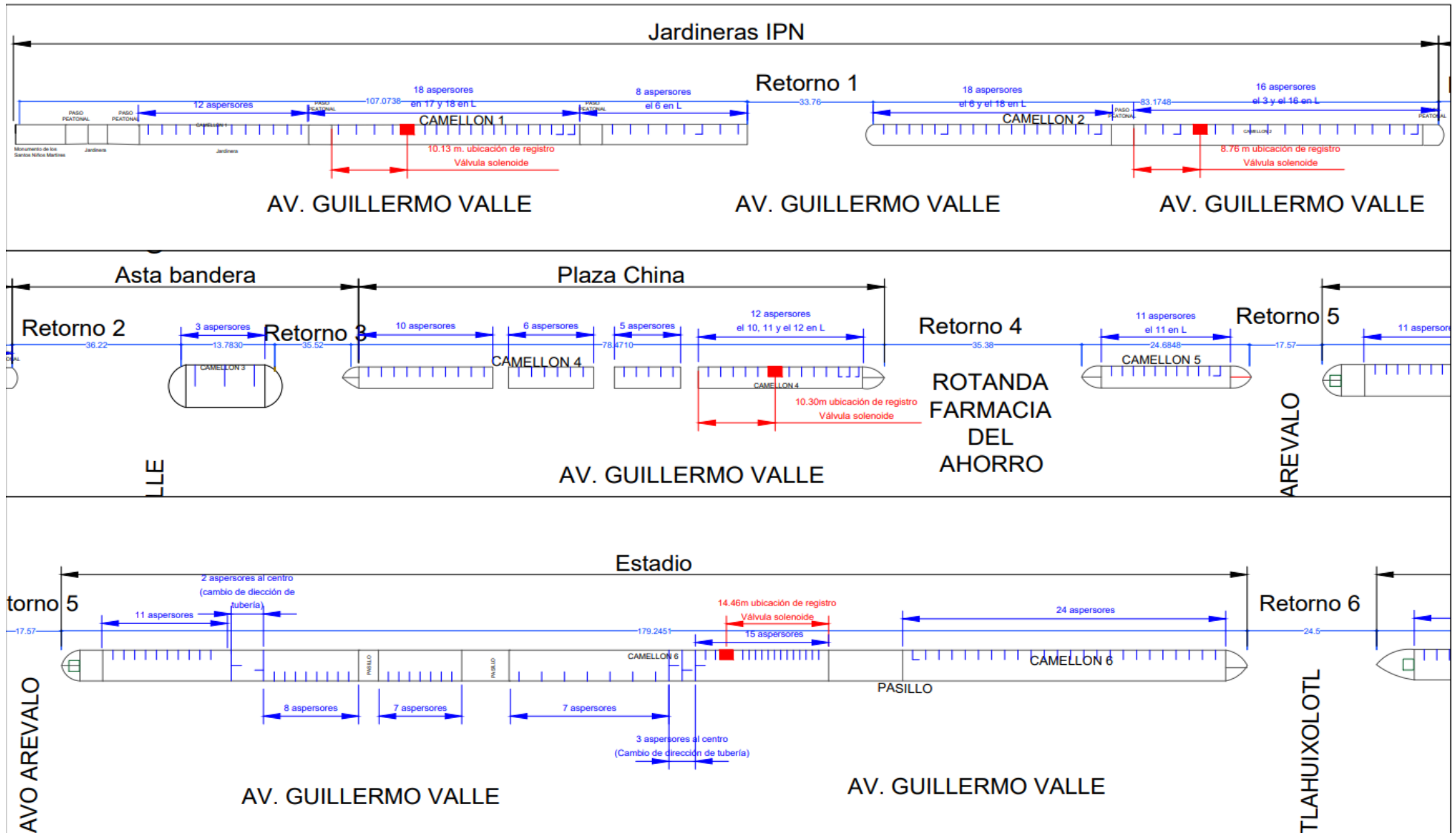
## Plano de tubería

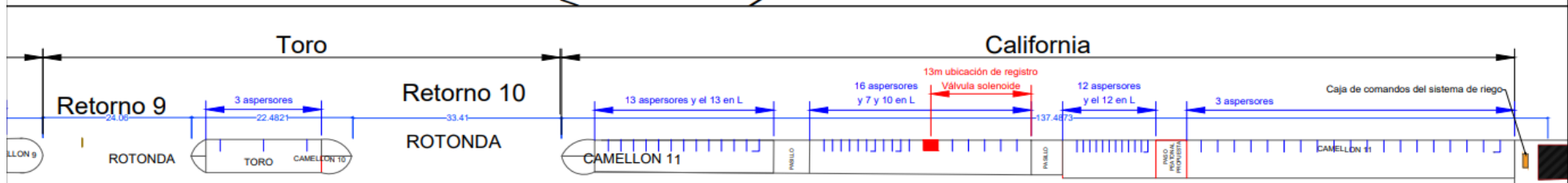
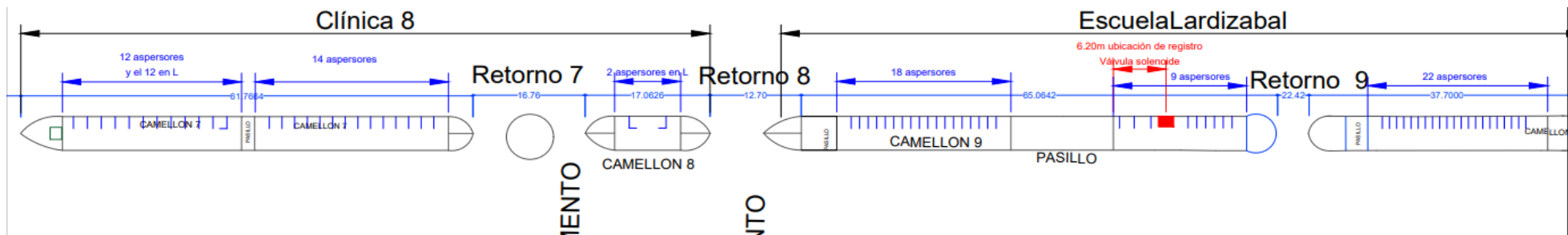




- |                                                |        |
|------------------------------------------------|--------|
| 1 TEE DE 4"x4" CED 40 CEMENTAR                 | PZA 1  |
| 2 REDUCION BUSHING DE 4X2 CEMENTAR             | PZA 1  |
| 3 TEE DE 2"x2" CED 40 CEMENTAR                 | PZA 26 |
| 4 TUBO 2" HDO RD 26                            | MTS 53 |
| 5 REDUCION BUSHING DE 2"x $\frac{1}{2}$ "      | PZA 26 |
| 6 CODO DE $\frac{1}{2}$ " CED CEMENTAR         | PZA 34 |
| 7 COUPLE MACHO CRE DE $\frac{1}{2}$ " CEMENTAR | PZA 34 |
| 8 TUBO $\frac{1}{2}$ " CED 40                  | PZA 90 |
| 9 COUPLE 2" CED 40 CEMENTAR                    | PZA 2  |
| 10 REDUCCION BUSH. 2"x1"                       | PZA 2  |
| 12 TAPON 1" HEMBRA CED 40 CEMENT.              | PZA 2  |
| 13 TUBO 1" HDO                                 | MTS 76 |
| 14 TEE DE 1"x1" CED 40 CEMENTAR                | PZA 9  |
| 15 REDUCCION BUSH 1"x $\frac{1}{2}$ "          | PZA 9  |

## Plano de ubicación de aspersores, válvulas solenoides y caja de control

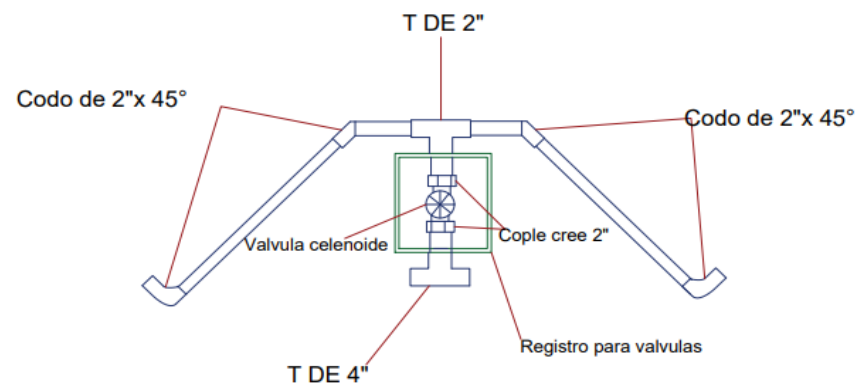
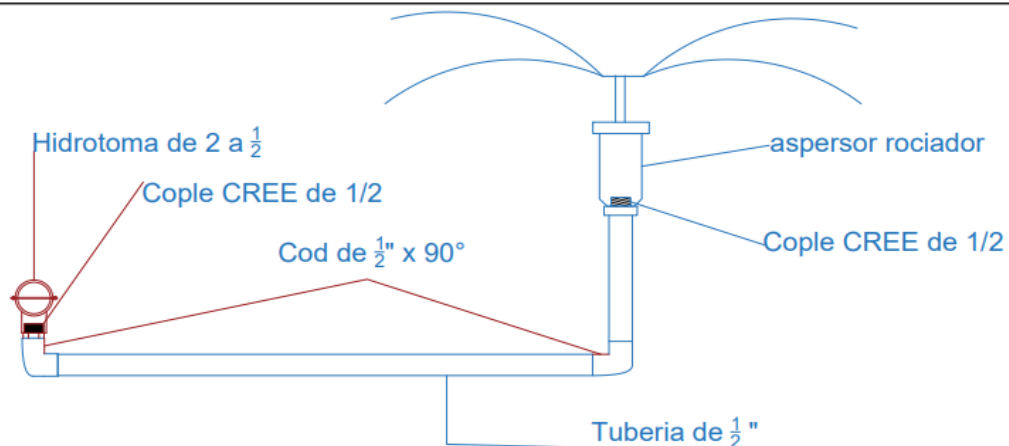




AV. GUILLERMO VALLE

AV. GUILLERMO VALLE

AV. GUILLERMO VALLE



# **CONCLUSIONES**

## **Conclusiones del Proyecto**

La ejecución del Sistema de Riego del Boulevard Guillermo Valle, Tlaxcala, Tlax., permitió constatar la importancia de integrar soluciones hidráulicas eficientes en entornos urbanos. La instalación de un sistema automatizado con aspersores, válvulas solenoides, una cisterna de almacenamiento y control eléctrico contribuyó no solo a la optimización del recurso hídrico, sino también al mantenimiento sustentable de áreas verdes.

Asimismo, el seguimiento técnico en obra permitió identificar y resolver problemáticas durante el proceso constructivo, tales como ajustes en la nivelación del terreno, reorganización de rutas de tubería por interferencias, y reparaciones puntuales por daños menores. La rehabilitación de la fuente “Bergantines” añadió un valor cultural y visual al entorno, mientras que la cisterna de 100 m<sup>3</sup> consolidó el abastecimiento eficiente del sistema.

En conjunto, se cumplió con los objetivos planteados en el diseño y ejecución, validando la funcionalidad del sistema mediante pruebas hidráulicas, revisión de presiones y sincronización de válvulas, lo que permitió la puesta en operación sin contratiempos.

## **Recomendaciones**

- Mantenimiento periódico del sistema, especialmente en filtros, válvulas y aspersores, para evitar obstrucciones y pérdidas de eficiencia.
- Implementar un sistema de monitoreo remoto, que permita la detección de fallas o fugas sin necesidad de inspección directa.
- Establecer un programa de capacitación continua para el personal operativo en temas de operación, reparación básica y control del sistema automatizado.

- Considerar la posibilidad de expansión futura del sistema por todo el boulevard, por lo que se recomienda dejar registros claros y accesibles de la instalación eléctrica e hidráulica.
- Documentar de forma técnica todos los cambios hechos durante la ejecución para facilitar futuras intervenciones.

De igual manera se realizó un manual de uso y mantenimiento el cual fue otorgado a personal de ayuntamiento quienes serán los responsables del futuro uso y funcionamiento de este.

### **Experiencia Personal y Profesional Adquirida**

Durante el desarrollo del proyecto, mi participación en el área técnica fue clave para fortalecer competencias profesionales relacionadas con la supervisión de obra, manejo de personal, control de calidad de materiales, levantamiento topográfico y resolución de problemas constructivos.

Particularmente, la experiencia de colaborar activamente en la colocación de tuberías, instalación de válvulas y aspersores, trazado de redes hidráulicas, tendido de cableado, así como en la ejecución de la cisterna y rehabilitación de la fuente, me permitió integrar conocimientos teóricos con la práctica real en campo.

El trato directo con trabajadores, contratistas y supervisores también mejoró mis habilidades de comunicación técnica, liderazgo, toma de decisiones bajo presión y planificación de actividades por etapas, elementos esenciales para mi formación como ingeniero.

Este proyecto consolidó mis habilidades en el ámbito de la infraestructura hidráulica urbana, reafirmando mi interés por el diseño y supervisión de soluciones sostenibles para el manejo eficiente del agua.

## **Competencias desarrolladas y/o adquiridas**

### **Competencias Técnicas**

- Interpretación de planos e información técnica: Se desarrolló la capacidad para leer e interpretar planos topográficos, hidráulicos y constructivos, facilitando la ejecución correcta de actividades en campo.
- Supervisión de procesos constructivos: Se aplicaron conocimientos para controlar la instalación de tuberías, válvulas, cableado eléctrico y sistemas de riego, garantizando que cada proceso cumpliera con las especificaciones de calidad.
- Aplicación de normativas técnicas: Se emplearon criterios técnicos con base en normas de hidráulica urbana, selección de materiales adecuados y control de pruebas de funcionamiento.
- Uso de herramientas y equipos especializados: Se desarrolló destreza en el manejo de instrumentos de medición, equipo topográfico, herramientas para la instalación hidráulica y eléctrica, así como en la operación de sistemas automatizados.
- Elaboración de reportes técnicos: Se mejoraron las habilidades para documentar avances, registrar incidencias y elaborar evidencias fotográficas de obra.

### **Competencias Transversales**

- Trabajo en equipo multidisciplinario: Se trabajó de manera constante con personal de distintas áreas (técnicos, operadores, supervisores), desarrollando una comunicación efectiva y capacidad de colaboración.

- Resolución de problemas en campo: Se fortaleció la toma de decisiones rápidas ante imprevistos técnicos, como ajustes en rutas de tuberías, reparación de daños y reorganización de actividades por factores externos.
- Liderazgo y gestión de personal: Se adquirieron habilidades en la coordinación y capacitación de cuadrillas de trabajo, promoviendo la eficiencia, seguridad y cumplimiento de los objetivos diarios.
- Organización y planificación: Se desarrolló la capacidad de programar actividades, controlar materiales y prever necesidades operativas para asegurar la continuidad del proyecto.
- Responsabilidad y ética profesional: Se reforzó el compromiso con la calidad del trabajo, la puntualidad, el cumplimiento de normas de seguridad, y el respeto al entorno urbano e institucional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bascomex. (31 de agosto de 2023). *¿Qué son los aspersores de riego?* [Revisado en <https://bascomex.com/blogs/news/que-son-los-aspersores-de-riego> el 7 de junio del 2025].

Digebis. (s.f.). *Sistemas de riego para parques y jardines municipales*. [Revisado en <https://digebis.com/blog/sistemas-riego-jardines-municipales/> el 7 de junio del 2025].

EMMSA. (2025). *IHS3-SALIDA\_HID\_WC*. [Revisado en [https://dia.unison.mx/wp-content/uploads/2025/01/IHS3-SALIDA\\_HID\\_WC.pdf](https://dia.unison.mx/wp-content/uploads/2025/01/IHS3-SALIDA_HID_WC.pdf) el 7 de junio del 2025].

Hunter Industries. (2018). *Pro-Spray Specifier*. [Revisado en <https://www.hunterirrigation.com/sites/default/files/rc-070-br-pro-sprayspecifier-us-web.pdf> el 8 de junio del 2025].

Rotoplas Centroamérica. (s.f.). *¿Qué es una cisterna y para qué sirve?* [Revisado en <https://rotoplascentroamerica.com/que-es-una-cisterna/> el 7 de junio del 2025].

Ventura Palomino, R., y Lima Esperilla, F. A. (2024). *Diseño de un sistema automatizado de riego por aspersión con generación fotovoltaica para optimizar el consumo del recurso hídrico en un terreno de cultivo de aguaymanto en el CPM de Mayobamba-2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Repositorio Institucional de la Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14202>