

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**



Sistema de Riego por Aspersión en la Unidad de Riego Denominada  
la Fortaleza de Río Tenate de Buena Vista, A.C., Oaxaca.

**Por:**

**DAVID VASQUEZ GARCIA**

**TRABAJO DE OBSERVACIÓN**

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2021

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE**

Sistema de Riego por Aspersión en la Unidad de Riego Denominada  
la Fortaleza de Río Tenate de Buena Vista, A.C., Oaxaca.

POR:

DAVID VASQUEZ GARCIA

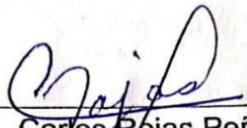
TRABAJO DE OBSERVACIÓN

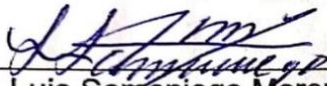
**QUE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO**


DE:

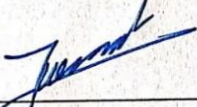
**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

APROBADO POR:

  
MC. Carlos Rojas Peña  
Asesor Principal

  
Dr. Luis Samaniego Moreno  
Coasesor

  
MC. Tomas Reyna Cepeda  
Coasesor

  
MC. Sergio Sánchez Martínez  
Coordinador de la División de Ingeniería



Buenvista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre de 2021

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS.** En primer lugar, quiero darle las gracias infinitas al señor Jesucristo por darme la vida y permitir que siga existiendo para poder hacer realidad este sueño de ser Ingeniero que tuve desde niño, le agradezco por guiarme en el camino correcto, cuidar de mí persona y darme las fuerzas necesarias para poder continuar en los momentos más difíciles de mi vida.

**A mi “ALMA MATER”.** Por ser la institución que me abrió sus puertas para brindarme las herramientas y el apoyo necesario, y así poder formarme profesionalmente.

**A mis profesores.** A todos mis profesores del departamento de riego y drenaje y de otras carreras quienes me compartieron sus conocimientos durante en desarrollo de mis estudios en la universidad, gracias a todos ellos que me brindaron las herramientas básicas para poder enfrentarme profesionalmente en el campo laboral.

**A mis asesores.** Al MC. Carlos Rojas Peña, al Dr. Luis Samaniego Moreno, al MC. Tomas Reyna C. por el apoyo brindado en la realización de este trabajo.

**A la empresa HIDSА.** Por abrirme las puertas y permitirme ser parte de su equipo de trabajo, gracias a todos los integrantes de la empresa por compartirme sus conocimientos de la vida real como profesionista en campo.

## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de provecho y de superación, gracias por darme la herencia más valiosa que es el estudio.

**A MI PADRES:** Sr. Laurentino Vásquez Cruz

Sra. Jacinta García Velasco

Por brindarme todo el apoyo necesario durante mi formación profesional para no darme por vencido y seguir luchando día con día, agradezco todo el cariño, comprensión y amor que me han dado siempre, por todos los consejos y regaños que me ayudaron a realizar la más grande de mis metas, sobre todo los valores que me inculcaron para ser una mejor persona, por los sacrificios y desvelos que hicieron por mí. Gracias por la confianza que me depositaron para que todos sus esfuerzos no fueran en vano, quiero que sientan que este objetivo logrado también es de ustedes, es tan grande el amor que les tengo que nadie podrá ocupar sus lugares en mi corazón y siempre estaré eternamente orgulloso de tener a los mejores padres, por todas estas cosas y por muchas más mil gracias papás.

**A MIS HERMANOS:** Arcelia Irais Vásquez, Pilar Briceida Vásquez, Daniel Vásquez Deysi Anahí. Vásquez y Kevin Emmanuel. Vásquez. A todos ellos mil gracias por todo el apoyo que me han brindado durante mis estudios y en toda la trayectoria de mi vida, por estar conmigo en los momentos más difíciles que he pasado y por alentarme con sus palabras de motivación cuando más los necesito. Espero que con el paso del tiempo pueda seguir compartiendo todos mis logros con cada uno de ustedes y por ser el hermano mayor siempre cuidare de ustedes y contarán conmigo en todo momento.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DESARROLLO DEL TEMA .....</b>	<b>5</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO .....	5
4.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	5
4.3 COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SEMIFIJO POR DESNIVEL .....	8
4.3.1 Obra de toma .....	8
4.3.2 Tren de descarga .....	9
4.3.3 Línea de conducción .....	10
4.3.3.1 Tubería de PEAD.....	10
4.3.3.2 Tubería de PVC .....	11
4.3.4 Piezas en línea principal .....	12
4.3.5 Válvulas de seccionamiento.....	13
4.3.6 Válvulas de aire.....	14
4.3.7 Hidrantes.....	14
4.3.8 Tuberías laterales .....	15
4.3.9 Aspersores .....	15
4.4 VENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SEMIFIJO.....	15
4.5 DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SEMIFIJO .....	16

4.6	MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN SEMIFIJO .....	16
4.6.1	Obra de toma .....	16
4.6.2	Tubo colector .....	17
4.6.3	Desarenador .....	18
4.6.4	Caja de válvulas.....	19
4.6.4.1	Válvula principal.....	20
4.6.4.2	Medidor de flujo .....	23
4.6.5	Tubo demasías .....	24
4.6.6	Línea de conducción .....	24
4.6.6.1	Tubería de PEAD.....	25
4.6.6.2	Tubería de PVC .....	27
4.6.7	Válvulas de aire.....	29
4.6.8	Válvulas de seccionamiento.....	30
4.6.9	Hidrantes.....	31
4.6.10	Codos de arranque.....	32
4.6.11	Tuberías laterales.....	33
4.6.12	Aspersores .....	33
4.7	OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN .....	34
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b>	Plano general del sistema de riego por aspersión semiportatil. ....	6
Figura 4.2	Presupuesto definitivo de la obra. ....	7
<b>Figura 4.3</b>	Plano general de la obra de toma indirecta de manantial. ....	9
Figura 4.4	Croquis de tubería de pead fundido a presión correcta. ....	11
<b>Figura 4.5</b>	Representación del chaflán, marca tope, longitud total del tubo y longitud total de la campana formada o integrada. ....	12
<b>Figura 4.6</b>	Representación de la cámara de dilatación, marca tope y transición. ....	12
<b>Figura 4.7</b>	Croquis de válvula mariposa con brida. ....	13
<b>Figura 4.8</b>	Válvula hidrante de PVC. ....	14
<b>Figura 4.9</b>	Obra de toma indirecta de manantial. ....	17
<b>Figura 4.10</b>	Tubo colector en obra en obra de toma. ....	18
<b>Figura 4.11</b>	Caja de válvulas en obra de toma. ....	19
<b>Figura 4.12</b>	Válvula mariposa instalada en campo. ....	21
<b>Figura 4.13</b>	Componentes de una válvula mariposa. ....	22
<b>Figura 4.14</b>	Medidor de flujo instalado en campo. ....	23
<b>Figura 4.15</b>	Tubo de masías en obra. ....	24
<b>Figura 4.16</b>	Línea principal tubería PEAD. ....	25
<b>Figura 4.17</b>	Línea de tubería principal de PVC. ....	27
<b>Figura 4.18</b>	Válvula de aire en tubería de PVC. ....	29
<b>Figura 4.19</b>	Válvula de seccionamiento. ....	30
<b>Figura 4.20</b>	Válvula alfalfera. ....	31
<b>Figura 4.21</b>	Codo de arranque. ....	32
<b>Figura 4.22</b>	Riego por aspersión semifijo. ....	34

# 1. INTRODUCCIÒN

Los sistemas de riego juegan un papel muy importante en el ciclo de la producción agrícola en la actualidad, es por eso que cada vez los agricultores buscan el sistema más adecuado para poder elevar sus utilidades y reducir sus costos de producción, al mismo tiempo contribuir a la conservación del agua y a darle un mejor uso.

Los sistemas de riego por aspersión semifijo se caracterizan principalmente por adaptarse en terrenos con mucha pendiente o de difícil acceso, debido a esta ventaja de estos métodos de riego se han estado implementando con mayor frecuencia en diferentes partes del país, principalmente en la zona sur.

Una de las grandes desventajas que presentan los sistemas de riego es la operación y el mantenimiento preventivo que se requiere, por lo anterior si no se cumplen correctamente con estas acciones, se ocasiona problemas como son: Obstrucciones de tuberías, problemas de presión, roturas de tuberías, fugas de agua, entre otros. Ocasionando una reducción de la vida útil de los equipos y materiales, encarecimiento de las reparaciones y por lo tanto una pérdida de dinero para el productor.

La correcta operación y el mantenimiento adecuado de los sistemas de riego cumplen un papel muy importante en la agricultura, debido a que, si llega a fallar alguna pieza principal del sistema por la mala operación tienden a pararse todas las actividades por lo tanto los cultivos irrigados en el momento tienen el riesgo de someterse a estrés hídrico hasta de secarse según el daño a reparar ya que hay piezas que son difíciles de conseguir rápidamente.

En el presente trabajo se da una explicación breve sobre las instrucciones que el usuario debe de realizar antes, durante y después de operar el sistema de riego



y de esta forma lograr un buen funcionamiento, evitando daños que se dan por un inapropiado mantenimiento.

El empleo del manual de operación en sistemas de riego por aspersión por desnivel para la agricultura conduce a proteger y conservar las obras, que nos permite, una disminución de costos en la operación y aumentar la vida útil de todos sus componentes, lo cual asegura un incremento en el rendimiento de sus cosechas que redundan en bienestar económico de los agricultores.

El propósito de este trabajo es que sea útil como material de consulta y apoyo para agricultores, asociaciones de usuarios, para alumnos de la carrera de irrigación y para todo aquel que tenga algún interés en el tema.

## **2. OBJETIVOS**

### **General**

- Establecer las actividades de operación y mantenimiento de un sistema de riego por aspersión, empleando prácticas fáciles de realizar para el uso y manejo apropiado de los equipos.

### **Específicos**

- Orientar a productores para una correcta operación y mantenimiento de sistemas de riego por aspersión por desnivel.
- Brindar material de apoyo en donde se describen procedimientos y operaciones necesarias para un buen funcionamiento del sistema.
- Suministrar información básica para la reparación del sistema de riego según sus requerimientos.

### **3. METODOLOGÍA**

El presente trabajo se desarrolló tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Consultas en diferentes fuentes de información.
- Experiencia laboral en campo: trabajos de ejecución.
- Métodos prácticos: Platicas y exposiciones
- Métodos teóricos.

## **4. DESARROLLO DEL TEMA**

### **4.1 Descripción de los sistemas de riego**

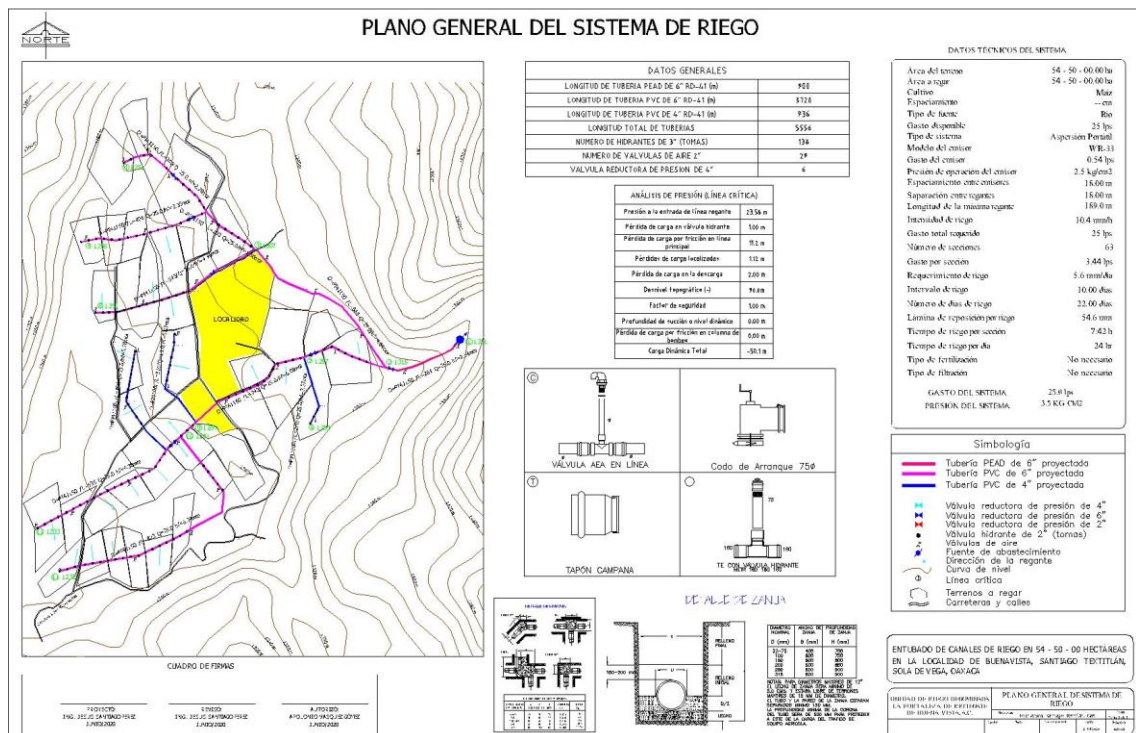
Existen distintos métodos de riego, cada uno con ventajas y desventajas. Lo importante es lograr que el sistema de riego sea lo más eficiente posible para tener mayor disponibilidad de agua a disposición del cultivo. La elección del sistema de riego por instalar dependerá de cada situación particular, como puede ser el tipo de cultivo, el tipo de suelo, las condiciones topográficas, la disponibilidad de agua, de los recursos económicos del productor, entre otros factores. Los métodos de riego se pueden clasificar en: riego por gravedad o superficie, riego presurizado y riego por sub-irrigación, en el primero, se encuentran el riego por melga y el riego por surco, en el segundo se distinguen el riego por goteo, aspersión y micro aspersión, y finalmente el riego con cinta enterrada.

### **4.2 Localización del proyecto**

La obra se localiza en La Unidad De Riego Denominada La Fortaleza De Rio Tenate De Buena Vista, A.C., misma que se encuentra en la localidad de Buena Vista, Municipio de Santiago Textitlán, Estado de Oaxaca. Políticamente está ubicado en la región sur del Estado, en el distrito de Sola de Vega. Las coordenadas geográficas entre las que se encuentra situado son las que se muestran a continuación: los paralelos 16° 41' latitud norte respecto al trópico de cáncer y los meridianos 97° 15' longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. El territorio que constituye la totalidad del municipio de Santiago Textitlán es de unos 244.25 kilómetros cuadrados. Debido a que se encuentran montañas de diferentes alturas y algunos cerros, su altitud promedio oscila entre los 1,710 metros sobre el nivel del mar.

La Unidad De Riego cuenta con una superficie total de 54.50 hectáreas, de las cuales se técnico con la obra denominada “Suministro e instalación de tubería de PVC de 6” de diámetro, tubería de PEAD de 6” de diámetro y tubería de PVC de 4” de diámetro, medidor de flujo, manómetro e hidrantes con todas sus piezas especiales para su buen funcionamiento”. La obra se realizó mediante una mezcla de recurso entre la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y usuarios de la Unidad de Riego, derivado del “PROGRAMA DE APOYO A LA INFRAESTRUCTURA HIDROAGRICOLA 2020”, “subprograma: Rehabilitación, Tecnificación y Equipamiento de Unidades de Riego”. La Unidad de Riego posee derechos de agua del título de concesión de N° 05OAX158391/20AADA16, por un volumen de 218,000.00 metros cúbicos anuales. El cultivo que los beneficiarios establecen es el maíz, ya que es el primer eslabón de la cadena alimenticia del ser humano.

**Plano general del sistema de riego por aspersión (Figura 4.1).**



**Figura 4.1 Plano general del sistema de riego por aspersión semiportatil.**

## Presupuesto de la obra (Figura 4.2).

TIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	"SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC DE 6" DE DIÁMETRO, TUBERÍA DE PEAD DE 6" DE DIÁMETRO Y TUBERÍA DE PVC DE 4" DE DIÁMETRO, MEDIDOR DE FLUJO, MANÓMETRO E HIDRANTES CON TODAS SUS PIEZAS ESPECIALES PARA SU BUEN FUNCIONAMIENTO"				\$2,289,000.00
2	EQUIPO DE FILTRACIÓN (NO NECESARIO)				\$0.00
4	OBRA DE TOMA				\$112,882.58
4.1	EXCAVACIÓN POR MEDIOS MANUALES DE MATERIAL COMUN PARA OBRA DE TOMA	M3	2	\$767.53	\$1,535.05
4.2	TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO	M2	12	\$514.15	\$6,169.80
4.3	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE CAPTACIÓN DE 1.0X1.0X1.0 M CON DESARENADOR DE 0.5 M. INCLUYE RESPIRADERO Y TAPA DE LÁMINA	PZA	1	\$30,079.95	\$30,079.95
4.4	CONSTRUCCIÓN DE CAJA DE VÁLVULAS DE 1.0X1.0X1.3 M A BASE DE TABIQUE JUNTEADO CON MORTERO, CEMENTO Y CAL	PZA	2	\$15,137.85	\$30,275.70
4.5	CONSTRUCCIÓN DE ATRAQUE DE CONCRETO CON ZAPATA DE 0.8X0.8X0.2 M Y SECCIÓN DE 0.5X0.5 M CON ALTURA DE 1.0 M	PZA	4	\$3,420.02	\$13,680.08
4.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULA MARIPOSA DE 6" SOBRE LÍNEA DE PEAD DE 6"	PZA	1	\$7,292.00	\$7,292.00
4.7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE FLUJO DE 6" SOBRE LÍNEA PEAD DE 6"	PZA	1	\$14,250.00	\$14,250.00
4.8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO COLECTOR DE 12 M DE LONGITUD CON PEAD DE 6" DE DIÁMETRO, INCLUYE FILTRO, STUB END, BRIDAS Y TORNILLOS	PZA	1	\$9,600.00	\$9,600.00
5	LINEA PRINCIPAL				\$1,033,189.20
5.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PEAD DE 6" RD-26	M	900	\$213.00	\$191,700.00
5.2	SUMINISTRO DE TUBERÍA HIDRÁULICA INGLESA DE 6" (160 MM) RD-41 CON CAMPANA	M	3,720	\$187.63	\$697,983.60
5.3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA HIDRÁULICA DE PVC DE 6" (160 MM)	M	3,720	\$13.34	\$49,624.80
5.4	SUMINISTRO DE TUBERÍA HIDRÁULICA INGLESA DE 4" (100 MM) RD-41 CON CAMPANA	M	936	\$92.05	\$86,158.80
5.5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA HIDRÁULICA DE PVC DE 4" (100 MM)	M	936	\$8.25	\$7,722.00
6	PIEZAS EN LINEA PRINCIPAL				\$32,550.00
6.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO HIDRÁULICO DE 6X90° RD-26	PZ	2	\$1,200.00	\$2,400.00
6.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TE HIDRÁULICA DE 6"X6" RD-26	PZA	5	\$1,650.00	\$8,250.00
6.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO HIDRÁULICO DE 6X45° RD-26	PZA	4	\$1,125.00	\$4,500.00
6.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CODO HIDRÁULICO DE 6X22° RD-26	PZA	8	\$1,050.00	\$8,400.00
6.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COUPLE REPARACIÓN HIDRÁULICO DE 6" RD-26	PZ	10	\$900.00	\$9,000.00
7	VALVULAS DE SECCIONAMIENTO				\$31,500.00
7.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VÁLVULA MARIPOSA CON BRIDAS DE 4"	PZ	6	\$5,250.00	\$31,500.00
8	VALVULAS DE AIRE				\$99,700.00
8.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VALVULA DE AIRE DE 2" PLASTICA DOBLE EFECTO	PZ	29	\$1,700.00	\$49,300.00
8.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TE HIDRÁULICA DE 6"X2" PARA VALVULA DE AIRE DE 2"	PZ	25	\$1,800.00	\$45,000.00
8.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TE HIDRÁULICA DE 4"X2" PARA VALVULA DE AIRE DE 2"	PZ	4	\$1,350.00	\$5,400.00
9	HIDRANTES				\$539,550.00
9.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TE HIDRANTE DE 6X3 PARA VÁLVULA HIDRANTE DE 3"	PZ	120	\$3,720.00	\$446,400.00
9.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TE HIDRANTE DE 4X3 PARA VÁLVULA HIDRANTE DE 3"	PZ	18	\$3,300.00	\$59,400.00
9.3	SUMINISTRO DE CODO DE ARRANQUE PARA HIDRANTE DE 3"	PZ	9	\$3,750.00	\$33,750.00
10	EXCAVACIÓN, RELLENOS Y ATRAQUES (OBRA CIVIL)				\$439,628.22
10.1	TRAZO TOPOGRÁFICO EN CAMPO DE TUBERÍAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS	M	5,556	\$4.50	\$25,002.00
10.2	EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMUN CON RETROEXCAVADORA	M3	3,111.00	\$78.30	\$243,591.30
10.3	COLOCACIÓN DE PLANTILLA Y AFINE A MANO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	194	\$82.00	\$15,908.00
10.4	ARROPE COMPACTADO DE TUBERÍA CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN	M3	778	\$101.89	\$79,270.42
10.5	RELLENO A VOLTEO CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION	M3	2,333.00	\$30.50	\$71,156.50
10.6	FABRICACIÓN Y COLADO DE CONCRETO DE UN F'c =100 KG/CM2 PARA 8 ATRAQUES DE 0.5X0.6X0.85 METROS	M3	2	\$2,350.00	\$4,700.00
				SUBTOTAL	\$2,289,000.00
				I.V.A.	\$ -
				TOTAL	\$2,289,000.00

Figura 4.2 Presupuesto definitivo de la obra.

### **4.3 Componentes principales del sistema de riego por aspersión semifijo por desnivel**

Los componentes de una instalación de riego varían de acuerdo al tipo de sistema que el usuario desea emplear, a continuación, mencionaremos las partes esenciales de un sistema de riego por aspersión semifijo por desnivel en la Unidad De Riego Denominada La Fortaleza De Rio Tenate De Buena Vista, A.C., que comprende desde la captación, conducción y distribución de agua para beneficiar a la zona agrícola.

#### **4.3.1 Obra de toma**

La obra de toma indirecta de manantial consiste en una captación de forma individual con tubería de PEAD (Polietileno de Alta Densidad) de 6" de diámetro con una distancia de 12 metros de longitud que se une a un cárcamo desde donde se inicia la conducción. La pila de captación está formada por un muro de concreto armado de un  $F'c$  250 kg/cm<sup>2</sup> con una dimensión de 1.0x1.0x1.0 m con desarenador de 0.5 m. incluye respiradero y tapa de lámina, en la parte superior del muro va colocado un vertedor, misma que está situado a la altura de la superficie libre del agua para no provocar sobre descarga en el manantial y está protegido con rejillas para evitar la entrada de animales o algún otro material que pudiera dañar el sistema.

En un concepto general, la obra de toma consta de una pila de almacenamiento aislada del manantial para evitar la contaminación con agentes extraños.

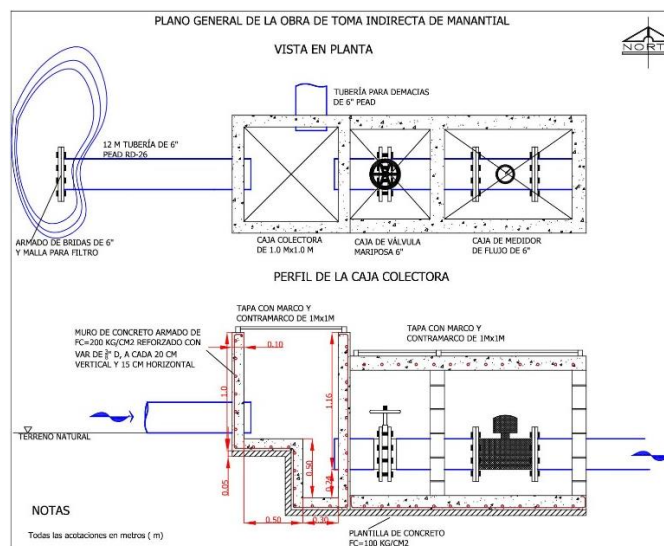
De acuerdo a la SAGARPA (2011) antes de realizar el proyecto estructural de la obra de toma, es necesario tomar en cuenta diversos factores de la naturaleza que en su momento pueden afectar a la obra en campo, al momento de la ejecución y el funcionamiento de la misma, para esto es necesario realizar una serie de investigaciones para tener una vida útil adecuada y rentable de la obra,

a continuación, se enlista cada una de los aspectos que se deben de tomar en cuenta para el diseño hidráulico:

- Los caudales promedio, máximo y mínimo del escurrimiento en el cauce.
- Velocidad y pendiente del cauce.
- Los niveles asociados al caudal máximo, medio y mínimo de operación.
- Topografía de la zona de captación.
- Geología del suelo.
- Estimación del arrastre de sedimentos a lo largo del cauce.
- Calidad del agua en la fuente.

### 4.3.2 Tren de descarga

El tren de descarga también conocido como tren de válvulas o piezas especiales, esta se ubica a la salida de la fuente de abastecimiento adosado al muro de la obra de toma, consta de una caja de válvulas de 1.5x1.0x1.0 m a base de tabique con mortero, cemento y cal, en donde se encuentra instalada la válvula mariposa para controlar la entrada o salida del agua en la conducción (inicio de la línea de conducción) y el medidor de flujo para poder determinar el volumen de agua consumidos anualmente o según se requiera (Figura 4.3).



**Figura 4.3 Plano general de la obra de toma indirecta de manantial.**



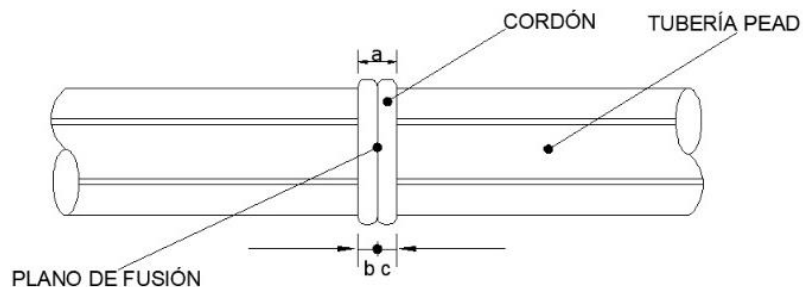
### **4.3.3 Línea de conducción**

La conducción consiste en transportar el agua desde el sitio de la obra de toma hasta el área de riego. En la actualidad se requiere conducirla mediante conductos cerrados de diferentes materiales como pueden ser tubería de P.V.C. (Policloruro de Vinilo), PEAD (Polietileno de Alta Densidad), etc., esto según las condiciones topográficas del terreno, se emplean estas tuberías con la finalidad de conducir de una manera más eficiente el recurso y al mismo tiempo tener el máximo aprovechamiento. La línea de conducción de la obra consta de dos tramos de diferentes materiales, la primera es de PEAD y la segunda sección es de material de PVC.

#### **4.3.3.1 Tubería de PEAD**

El primer tramo de la línea de conducción es de material de polietileno de alta densidad de 6 pulgadas de diámetro RD-26, con una distancia de 900 metros de tubería, se empleó este tipo de conducto debido a las características geológicas y topográficas del terreno, este tipo de tubo se adapta a lugares de difícil acceso como lo es el caso del proyecto, la tubería es de pared sólida e interior liso es muy liviana y flexible, adaptándose a terrenos irregulares y soportando cargas dinámicas, lo que conlleva a su facilidad de instalación de bajo costo.

La red de tubería está instalada sobre la superficie del terreno a la intemperie debido a que no es posible enterarla por el tipo de material rocoso que hay en el sitio. La instalación de la tubería se realizó por termofusión a tope con una temperatura de entre 180°C a 230°C, método con el cual se consigue una unión monolítica más resistente que la tubería misma 100% hermética (Figura 4.4).

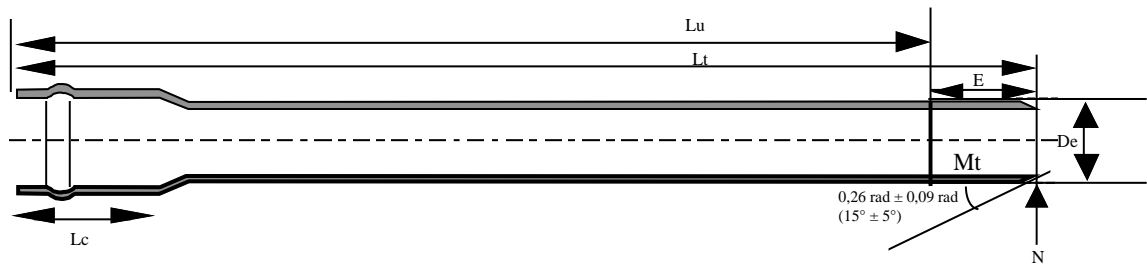


**Figura 4.4 Croquis de tubería de PEAD fundido a presión correcta.**

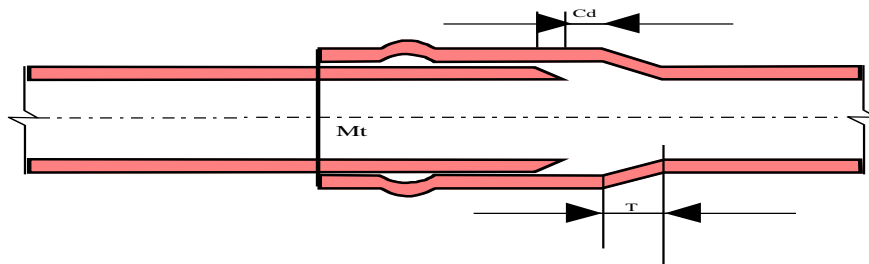
#### **4.3.3.2 Tubería de PVC**

La línea de conducción del segundo tramo es de tubería hidráulica inglesa de P.V.C. de 6" (150 mm) RD-41 con campana con una longitud de 4,656 metros, esta red se encuentra situado en la parte donde el terreno es plano y con pendiente ligera, se tiene acceso por buenos caminos de tal forma que la maquina puede entrar, para realizar la correcta excavación en donde va enterrada la tubería. Se trata de una tubería de pared exterior perfilada e interior liso, fabricado a base de PVC rígido no plastificado como material, entendiéndose como este componente no plastificado la resina del cloruro de polivinilo técnicamente puro (menos del 1% de impurezas), y en un 96% exento de plastificantes de valor nutriente (Figura 4.5).

La instalación consiste en alinear la tubería y empujar a tope la espiga horizontalmente utilizando lubricante para tubos de PVC con empaque para poder facilitar la unión (Figura 4.6). Las juntas deben ser instaladas con las campanas dirigidas aguas arriba, para una instalación adecuada. Generalmente los tubos deben ser colocados iniciando desde el extremo de aguas abajo y trabajando hacia aguas arriba. La tubería de diámetros pequeños, usualmente puede ser instalada empujando la espiga hacia la campana de la junta a mano. Los diámetros mayores, 300 mm (12") a 1520 mm (60"), pueden necesitar el uso de una barra o un equipo especial para empujar.



**Figura 4.5 Representación del chaflán, marca tope, longitud total del tubo y longitud total de la campana formada o integrada.**



**Figura 4.6 Representación de la cámara de dilatación, marca tope y transición.**

#### 4.3.4 Piezas en línea principal

Rubio (2017) menciona que las piezas especiales en las redes de riego, son los elementos que nos permiten resolver la continuidad de las tuberías en los puntos singulares.

Los puntos singulares más importantes son:

- Codos.
- Tés de derivación: ventosa, hidrante, derivación.
- Cruces.
- Reducciones.
- Elementos de unión: carretes de anclaje, carretes de desmontaje, bielas.

Todas las piezas especiales correspondientes son de PVC, debido a que la línea principal de distribución es de este material, sin embargo, estas pueden ser de

otros materiales como son acero, PRFV, hormigón camisa de chapa, fundición, PEAD, etc., esto según se requiera.

#### 4.3.5 Válvulas de seccionamiento

De acuerdo a la CONAGUA (2015) las válvulas son dispositivos mecánicos que son empleados para detener, iniciar o controlar las características del flujo en conductos a presión. Pueden ser accionadas manualmente o por medios automáticos o semiautomáticos.

Las válvulas hidráulicas son elementos muy utilizados en redes hidráulicas y ahora en los sistemas de riego. Su simplicidad constructiva, unida a su carácter multifuncional resuelve un buen número de problemas que se presentan en estas instalaciones.

Según el diseño de la obra y tomando en cuenta parámetros como son gasto, presión, entre otras consideraciones, las válvulas de seccionamiento pueden ser: de compuerta, de mariposa o de asiento (cilíndrico, cónico o esférico). Las válvulas de asiento pueden realizar ambas funciones. Para esta obra se utilizaron válvulas mariposas de 6" de diámetro y de 4" de diámetro (Figura 4.7).

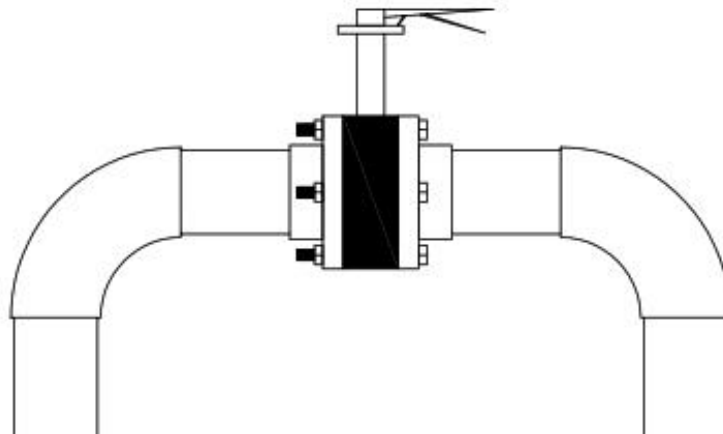


Figura 4.7 Croquis de válvula mariposa con brida.

#### 4.3.6 Válvulas de aire

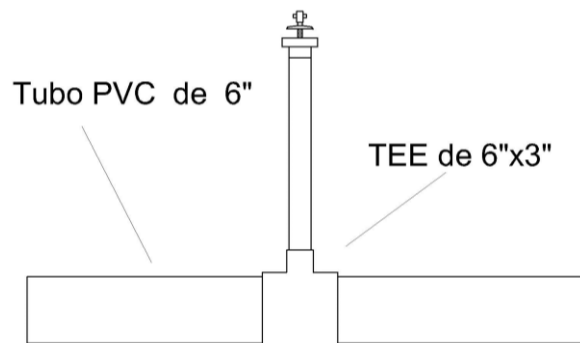
Las válvulas de aire son elementos indispensables en las líneas de conducción de agua para tener un sistema de riego duradero, eficaz y de alto rendimiento, en la actualidad existen diferentes tipos de válvulas y de diversas marcas en el mercado, la idea es suministrar en la obra la más adecuada y de mayor resistencia según se requiera.

Para este caso se utilizaron válvula de admisión y expulsión de aire continuo de plástico 2" Wade Rain.

#### 4.3.7 Hidrantes

Las válvulas alfalferas en el área de riego, se define como un sistema de válvula integrada que se colocan sobre los hidrantes, que están diseñados para asegurar el suministro de agua a una red comunitaria desde una red de distribución presurizada que se localiza generalmente bajo tierra.

Los hidrantes para el riego por aspersion semifijo se colocan al pie de la parcela, en las líneas de conducción en donde la presión es muy alta, se tiene que contar con una válvula reductora de presión de tal forma que el agua que llegue a la parcela sea la necearía y a la presión requerida para que el sistema funcione adecuadamente. Se utilizaron hidrantes de 3" de diámetro (Figura 4.8).



**Figura 4.8 Válvula hidrante de PVC.**

#### **4.3.8 Tuberías laterales**

Las laterales o regantes son las tuberías que van conectado desde la línea secundaria o línea principal de riego, para después suministrar el agua a los cultivos mediante un aspersor. En los sistemas de riego por aspersión semifijo se utilizan como línea regante tubos de aluminio, o mangueras de poliducto negro según se requiera. En el caso del proyecto se utilizó un sistema de tubería de aluminio, con el fin de mantenerlas instaladas durante el ciclo del cultivo y levantarlas para preparar el terreno o para cambiarlas de sitio.

#### **4.3.9 Aspersores**

Son elementos o accesorios provistos de una o más boquillas montadas sobre un cuerpo central, por las que sale el agua a presión. El movimiento del aspersor es provocado por la presión del agua que, al salir, se dispersa en forma de gotas mojando una superficie más o menos circular, cuyo alcance depende de la presión del agua y del tipo de aspersor.

#### **4.4 Ventajas del sistema de riego por aspersión semifijo**

Las ventajas del riego por aspersión se fundamentan principalmente en dos aspectos: uno, el control del riego sólo está limitado por las condiciones climáticas; y dos, la uniformidad de aplicación del agua es independiente de las características del suelo (Fernández et al., 2010).

- Permite regar terrenos ondulados o poco uniformes sin necesidad de una nivelación o preparación previa del mismo, al contrario de lo que ocurre en el sistema de riego por gravedad o superficie.
- Se puede aprovechar mayor superficie de cultivo.

- Es un método de riego que se adapta muy bien a ciertos cultivos durante las primeras etapas de su desarrollo.
- También es un método muy útil para dar riegos de auxilio y especialmente eficaz en la lucha contra heladas.
- Se adapta a la rotación de los cultivos, siempre y cuando el diseño de la red de distribución se realice para el cultivo que tenga mayores necesidades de agua.

#### **4.5 Desventajas del sistema de riego por aspersión semifijo**

- La principal desventaja del riego por aspersión es de carácter económico debido a que requiere de una alta inversión inicial.
- El aporte de agua en forma de lluvia puede tener efectos negativos sobre algunos cultivos, ya que al humedecerse la parte aérea del cultivo aumenta el riesgo de desarrollo de enfermedades.
- El viento dificulta el reparto uniforme del agua haciendo disminuyendo la uniformidad de aplicación y la eficiencia del sistema de riego.
- Algunos cultivos pueden sufrir quemaduras en las hojas.

#### **4.6 Mantenimiento de los componentes del sistema de riego por aspersión semifijo**

A continuación, se describe las funciones de cada uno de los componentes que integran al sistema de riego y las practicas más comunes que se debe de realizar para que tengan una adecuada operación y una vida útil larga de los materiales.

##### **4.6.1 Obra de toma**

Las obras de toma son diseñadas conforme a las condiciones del lugar, estas estructuras se encuentran ubicadas en la fuente de abastecimiento, sirven para

asegurar la desviación de una cantidad de agua de forma controlada, regulada y oportuna. Su importancia radica en que es el punto de inicio en el abastecimiento del agua, por lo tanto, debe de ser diseñada cuidadosamente.

Esta estructura tiene los siguientes componentes: Tubo colector (1), desarenador (2), caja de válvulas (3) y tubo de demasías (4) (Figura 4.9).



**Figura 4.9 Obra de toma indirecta de manantial.**

#### **4.6.2 Tubo colector**

El tubo colector sirve para conectar la fuente de abastecimiento con el desarenador, dicho tubo se encuentra sobre el cauce del arroyo, el agua fluye sobre el tubo colector por diferencia de nivel (Figura 4.10).

En la entrada del tubo se encuentra una malla que sirve para filtrar partículas que lleva el agua como hojas, basura, animales que puedan entrar al sistema de riego que afecta su funcionamiento.





**Figura 4.10 Tubo colector en obra de toma.**

#### Mantenimiento de tubo colector

Se recomienda que a la malla se le de mantenimiento periódicamente, quitando los objetos que estén obstruyendo el flujo del agua y que nos permita tener un gasto constante en la obra.

En tiempos de lluvia, la punta del tubo colector se tiene que sacar del arroyo, sujetándolo sobre el margen derecho o izquierdo, para evitar que las avenidas o crecientes causen algún daño sobre la estructura.

#### **4.6.3 Desarenador**

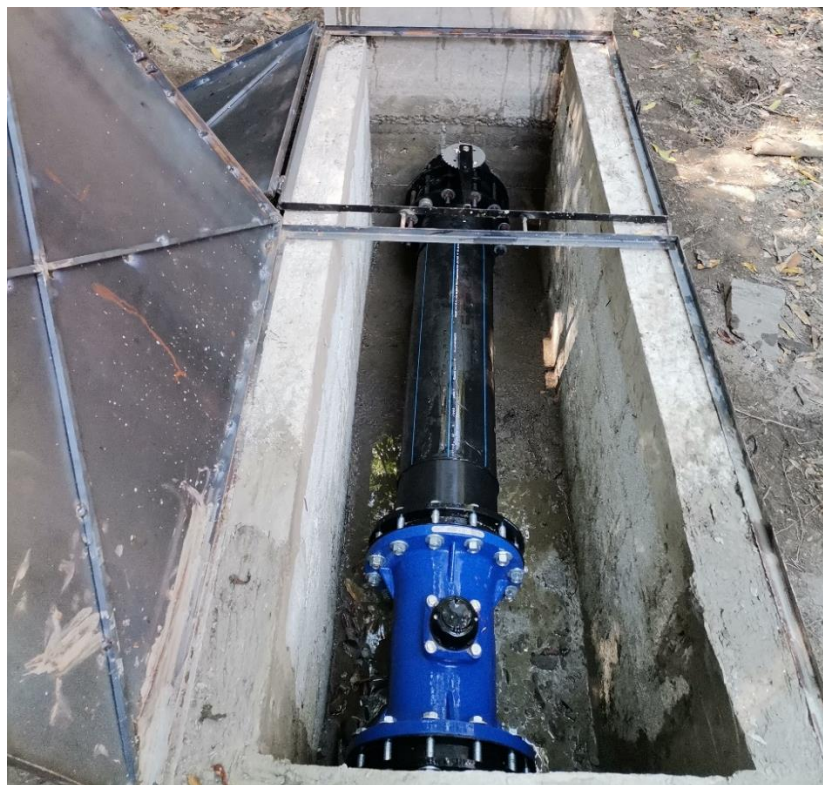
Es una estructura hidráulica, que permite retener y evacuar los sedimentos como arenas y gravas que traen las aguas superficiales captadas, y así poder evitar que estos ingresen a la línea principal de riego. Su función es sedimentar las partículas en suspensión que trae el agua superficial, eliminando las de cierto tamaño de la captación al sistema y al mismo tiempo proteger la línea de conducción equipos y accesorios instalados aguas debajo de la captación, evitando problemas de acumulación de materiales que pueden producir desgastes en los componentes del sistema.

Es una caja de concreto armado, el agua llega a esta estructura, haciendo que el fluido pierda turbulencia y los sedimentos desciendan hasta el fondo

acumulándose en el depósito para lodos, de esa manera el agua que entra a la tubería del sistema de riego sea agua limpia.

#### **4.6.4 Caja de válvulas**

En esta estructura se resguarda o protege la válvula mariposa y el medidor de flujo. Cuenta con tapas metálicas para dar el mantenimiento dentro de la caja, se recomienda mantenerla cerrada y con candado para asegurar que no entre ningún agente extraño o mover alguna de las piezas que se encuentran en el interior, de lo contrario se estaría produciendo una alteración en el caudal de la línea de conducción y esto puede dañar a los demás accesorios del sistema (Figura 4.11).



**Figura 4.11 Caja de válvulas en obra de toma.**

#### **4.6.4.1 Válvula principal**

Esta válvula de control sirve para regular el flujo de agua que entra en el sistema de riego, también puede cortar completamente el flujo del agua para poder hacer cualquier mantenimiento sobre la línea de tuberías. Las válvulas tipo mariposa con palancas son utilizadas comúnmente para apertura y cierre, estos dispositivos al disminuir el área de paso, aumentan la pérdida de carga local en la válvula, reduciendo el flujo.

El funcionamiento de estas válvulas se basa en una pala o disco llamado "mariposa" la cual, rotando sobre su eje, impide o no, el paso del fluido. Los números sobre la placa superior de la válvula indican la abertura, van desde 0 a 9, la palanca de seguridad debe estar en "0" (completamente cerrado) y para abrirlo, la palanca de seguridad debe jalarse hacia arriba juntándolo con la palanca superior y abrirla hasta "9" (completamente abierta) o según se requiera durante la operación. Estas válvulas, se puede decir que, tienen una gran resistencia al desgaste, sin embargo, no se pueden utilizar en fluidos que tengan en suspensión sólidos, ya que estos impiden que el dispositivo se cierre totalmente y por consiguiente se quede en una posición estancado y permitiendo siempre el paso del caudal.

#### Ventajas

- Bajo costo.
- Presentan una pérdida de carga muy baja cuando están totalmente abiertas.
- Cuerpo de la válvula no se encuentra en contacto directo con el fluido de paso.
- Facilidad para darle mantenimiento y limpieza.
- Autolavable.

## Desventajas

- Una desventaja es que alguna porción del disco se presenta siempre a la dirección del flujo, incluso cuando está completamente abierta.

Estos dispositivos se adaptan a diferentes tipos de bridas y van atornillados, para este caso son colocados en una línea de conducción de tubería de PEAD, se utilizan bridas del mismo material, con una contra brida de fierro para poder formar una extremidad de ambos lados y así poder adosar la válvula. Para la correcta instalación de estos dispositivos, en primer lugar, se debe de colocar la válvula con la palanca totalmente abierta en dirección del flujo, para ajustar los tornillos, el disco debe tener una apertura mínima para que se ajuste correctamente y no tenga ninguna obstrucción al momento de abrir y cerrar, después de asegurarnos que el disco de la válvula gire libremente entonces se procede a girar completamente las tuercas (Figura 4.12).



**Figura 4.12 Válvula mariposa instalada en campo.**

## Mantenimiento de válvula mariposa

Revisar periódicamente que no tenga fugas en los empaques, o que los tornillos se aflojen. Por otra parte, no se requiere una lubricación periódica debido que están diseñadas para la apertura y cierre constante, a menos que sea necesaria, todos los componentes de la válvula se reemplazan en el lugar, no se requieren ajustes. Si los componentes requieren reemplazo, se puede quitar la válvula de la línea mediante la colocación del disco en la posición casi cerrada, sosteniendo luego la válvula y quitando los tornillos de la brida.

Componentes de una válvula mariposa tipo palanca (Figura 4.13)



**Figura 4.13 Componentes de una válvula mariposa.**

#### 4.6.4.2 Medidor de flujo

El medidor de flujo cuantifica la cantidad de agua que pasa en la tubería y al mismo tiempo el volumen acumulado en metros cúbicos. Estos registros nos aportan un control y/o monitoreo preciso de lo que pasa por la tubería (Figura 4.14).

Para tener una correcta instalación de este dispositivo, se tiene que checar que la dirección del flujo coincida con la dirección de la flecha en el medidor de flujo, las bridas de acoplamiento se mantienen simétricas y paralelas axiales, se deben usar juntas adecuadas, es importante observar que, durante la instalación, la caratula o pantalla del medidor volumétrico debe mirar a los usuarios, para que se facilite la toma de datos cuando sea necesario. En las juntas del medidor y de la brida se debe de colocar un empaque de neopreno para que tenga un buen sellado y no se presente ninguna fuga.



**Figura 4.14 Medidor de flujo instalado en campo.**

#### Mantenimiento de medidor de flujo

Revisar periódicamente que no tenga fugas en los empaques, o que los tornillos se aflojen, revisar continuamente que la carátula esté midiendo los volúmenes acumulados.

#### **4.6.5 Tubo demasías**

Sirve para desfogar los excedentes de agua que entra hacia el sistema de riego es recomendable colocarle una malla al tubo para que no entren impurezas y agentes extraños en la pila de captación (Figura 4.15).



**Figura 4.15 Tubo de masías en obra.**

Mantenimiento en tubería de demasías

Revisar y verificar constantemente si tiene objetos que obstruyan el desfogue del agua hacia el cauce del arroyo, para limpiarla y ponerla en condiciones de trabajo.

#### **4.6.6 Línea de conducción**

La conducción consiste en transportar el agua desde el sitio de captación hasta el área de riego. Como generalmente la disponibilidad de agua es reducida, se hace necesario transportarla por medio de ductos cerrados y de esta manera poder optimizar el recurso.

Las líneas de conducción de agua se calculan siguiendo varios procedimientos existentes. Su diseño en general consiste en definir el diámetro en función de las pérdidas de carga, a partir del gasto que se conducirá y el material de la tubería. Las pérdidas de carga, se obtienen aplicando las ecuaciones de Darcy-Weisbach, Scobey, Manning o Hazen-Williams (SAGARPA 2011).

#### 4.6.6.1 Tubería de PEAD

La tubería de PEAD se fabrica por medio de extrusión de polietileno, el cual es un termoplástico no polar, semi-cristalino con distintos grados de reticulación, que se obtiene por medio de la polimerización del gas etileno, producto del craqueo de la nafta del petróleo, y plastificantes, los cuales incluyen negro de humo para protección solar. Esta tubería está diseñada para una vida útil mínima de 50 años considerando que trabajaran con temperaturas de 20° C. y generalmente enterradas (Figura 4.16).



**Figura 4.16 Línea principal tubería PEAD.**

#### Mantenimiento de tubería de PEAD

A medida que pasa el tiempo las tuberías se deterioran, y esto hace que tengamos que estar pendiente para tener un mantenimiento de ellas. Algunos de los desgastes con el paso del tiempo pueden ser los siguientes:

- Algunas incrustaciones.
- Pérdida generalizada de la resistencia de la tubería.
- Asentamiento de tuberías.
- El deterioro de uniones entre tubos.



- Penetración de raíces en el interior de la tubería.

Con el paso del tiempo la calidad va disminuyendo, lo que hace que aparezcan efectos no deseables para la tubería, así que hay que mantener siempre una supervisión de las líneas de conducción.

Para el mantenimiento de las tuberías es necesario seguir una serie de pasos:

1. Inspeccionar la tubería. Esta inspección se puede hacer de varias maneras:

- Forma visual, que es el sistema más tradicional recorriendo la línea para ver donde hay fugas.
- Inspección de manera acústica.
- Registro de las características de la tubería.

2. La limpieza de la tubería. Algunas técnicas que se deben hacer habitualmente para limpiar la tubería son las siguientes:

- Limpiar la tubería con productos químicos.
- Limpiarla con agua a presión.
- Limpieza por agua y aire comprimido
- Limpieza de la tubería mediante el método del sifón.

Es recomendable limpiar la tubería al final de cada ciclo de riego y así dejarla lista para la temporada siguiente.

3. Reparaciones de las tuberías. Esto hace referencia a las tareas que están dentro del mantenimiento de las tuberías, encaminadas a reparar las pequeñas fugas en los tubos o los daños que vayan apareciendo durante las actividades en la aplicación del riego.

- La rehabilitación de uniones. Las uniones se pueden romper por un mal proceso de termofusión, se tiene que limpiar las puntas para volverlas a pegar con la máquina alineadora.
- La rehabilitación de tubos. Por lo general, se tienen que cortar el tramo a reparar y colocar un tramo nuevo para que se puedan hacer las uniones debidamente por termofusión.

#### 4.6.6.2 Tubería de PVC

Tubería de PVC hasta 235 psi de resistencia y desde ½ hasta 48 pulgadas de diámetro ideales para el transporte de agua potable y sistemas de irrigación para aplicaciones en la agricultura.

Existen varios tipos de uniones entre secciones de Tubería de PVC. Entre los cuales podemos mencionar cementada y combinación de campana y anillo. Ambos tipos de unión proporcionan una superficie interior lisa que permite el libre flujo de líquidos y desechos lo que los hace ideales para la conducción de agua (Figura 4.17).



**Figura 4.17 Línea de tubería principal de PVC.**

## Mantenimiento de tubería de PVC

Al igual que los demás tipos de tuberías conforme va aumentando su vida de trabajo el material va tomado desgaste y esto hace que se produzcan fugas en la línea, en ocasiones suelen pasar estos tipos de problemas, pero esto se debe a lo siguiente:

- Presencia de raíces.
- Manejo de presiones altas no recomendables.
- Mala instalación.
- Tubería de mala calidad.
- Causas externas.

Existen fugas visibles y no visibles, en caso de la primera se debe elaborar un programa de inspección en ruta, en caso de que sea una fuga no visible es necesario aplicar técnicas de caída de presión y localización con los equipos como son los manómetros. La reparación se realiza haciendo excavaciones, sustituyendo el tramo dañado.

Es necesario hacer recorridos frecuentes sobre toda la línea de conducción para observar si no existe ningún tipo de daño que pueda perjudicar al riego, si llega a existir algún tipo de inconveniente, es importante reportar inmediatamente con el personal adecuado, debido a que en ocasiones se perjudican piezas especiales que los distribuidores comerciales no las tienen en existencia, por lo tanto, esto retrasa la reparación, trayendo como consecuencia que se detenga el riego, lo cual puede perderse total o parcialmente la cosecha del cultivo establecido. Al final de cada ciclo de riego, es indispensable hacer un vaciado total de la tubería para evitar la presencia de sarro, si no se hace, como consecuencia se tendrá una acumulación año con año de estas sustancias y esto genera un tapado total de la línea a través del tiempo.

#### 4.6.7 Válvulas de aire

Estos dispositivos son instalados a lo largo de la línea principal y secundaria de riego para evitar los problemas causados por la entrada y salida de aire, se instalan en las redes de distribución de agua las denominadas válvulas de aire doble efecto. Una vez instaladas se convierten en una parte del sistema, interaccionando con otros componentes del sistema (Figura 4.18).

Durante el proceso de llenado de la tubería, el flujo de aire es forzado a salir a través del orificio cinético de la válvula. Una vez que el agua entra en la cámara de la válvula, el flotador impulsado hacia arriba hace que el orificio cierre. La estructura aerodinámica única del cuerpo de la válvula y el flotador se asegura de que el flotador no se puede cerrar antes que el agua llega a la válvula.



**Figura 4.18 Válvula de aire en tubería de PVC.**

#### Mantenimiento de válvulas de aire

Estas válvulas se tienen que revisar periódicamente de manera visual o auditiva, si en ella se ve que hay fugas de agua constantemente, tiene la posibilidad de que un objeto este obstruyendo el cierre completo de la misma o simplemente el flotador no se acomodó para cerrar. En ese caso, con una varilla de plástico hay que remover el flotador, hasta que el agua limpie o remueva los objetos y

acomode correctamente el flotador. También se tienen que revisar las piezas con la que está unido a la tubería principal, cambiarlas si es necesario.

#### **4.6.8 Válvulas de seccionamiento**

Las válvulas de mariposa son elementos indispensables para la gestión y control de la red de tuberías, permitiendo aislar tramos, atender labores de mantenimiento y/o daños en la línea, así como gestionar sectorizaciones, entre otras muchas cosas (Figura 4.19).

Al momento de operar alguna de estas válvulas se debe realizar de manera paulatinamente es decir primero abrir al número 2, esperar de dos a tres minutos y continuar abriendo al número 4, esperar otros dos minutos y continuar abriendo al siguiente número, así sucesivamente hasta llegar al número deseable de operar.



**Figura 4.19 Válvula de seccionamiento.**

Mantenimiento de válvula de seccionamiento

El mantenimiento más común es el de revisar periódicamente que no tenga fugas en los empaques, o que los tornillos se aflojen.

#### 4.6.9 Hidrantes

Los hidrantes son conexiones especiales de la red que se ubican a cierta distancia, los cuales están distribuidos de 1 a 2 en cada parcela, esto según el área. Dichos dispositivos son los encargados de suministrar la cantidad de agua en cada área, permite la conexión de mangueras y equipos necesarios para aplicar el agua de riego directamente a la parcela (Figura 4.20).

Para la operación de los hidrantes, cuando no se cuenta con codo de arranque, simplemente se abre la compuerta, es decir la oreja de la válvula alfarera para que desfogue el agua hacia la parcela.



**Figura 4.20 Válvula alfarera.**

#### Mantenimiento de hidrantes

Un hidrante consta de varias partes, tornillos, empaques, etc. Constantemente hay que revisar que el empaque del hidrante este completo para que cierre totalmente el flujo del agua, que los tornillos tengan buena cuerda para que el cierre o apertura de la válvula sea más fácil.

Si se detecta algunas fugas entre la válvula y el adaptador macho, se tiene que enroscar más para que selle y ya no tire agua, en caso de que alguna refacción de la válvula alfalfera se deteriore, es mejor comprar refacciones originales para que el equipo funcione correctamente.

#### **4.6.10 Codos de arranque**

El codo de arranque es un equipo de riego que va puesto sobre el hidrante, permite abrir o cerrar el dispositivo fácilmente, además permite adaptar un tubo para conducir y distribuir el agua en la línea regante hasta el punto requerido.

En esta pieza se coloca el tubo de aluminio para el riego por aspersión o riego rodado, una vez puestas se sostiene con los ganchos que viene integrado en el codo y se abre el hidrante con el volante superior (Figura 4.21).

La ubicación de estas piezas está en diferentes alturas respecto a cada uno, esto se debe a la pendiente del terreno, debido a esto se complica la operación de más de un hidrante al mismo tiempo, ya que el que tiene menos altura tendrá la mayor cantidad o total del agua que entra al sistema de riego, por lo que se recomienda operar uno solo a la vez, y se va cambiando conforme a las necesidades de los usuarios.



**Figura 4.21 Codo de arranque.**

Mantenimiento de codos de arranque

Si se presenta fugas entre la válvula alfalfera y el codo, se tiene que apretar más los ganchos para que selle y así evitar que se produzcan desperdicios de agua, en caso de que alguna refacción del codo de arranque se deteriore, es mejor comprar refacciones originales para que el equipo funcione correctamente.

#### **4.6.11 Tuberías laterales**

En los sistemas de riego por aspersión semifijo se utilizan tuberías de aluminio para las líneas regantes, esto debido a que estas son de peso ligero y fácil de mover de una parcela a otra, estos tubos tienen una longitud total de 6 metros, en cada tramo tiene un orificio roscable en donde va colocado el elevador para el aspersor, en cada una de las perforaciones se cuenta con una tapa roscable para cubrir la apertura cuando sea necesario. Estas tuberías van conectadas a los codos de arranque de cada parcela, y posteriormente son distribuidos de acuerdo al arreglo de cada terreno.

#### **4.6.12 Aspersores**

Es un emisor de agua para riego agrícola, aplicando el agua y distribuyéndola en forma de lluvia, su operación depende directamente de la cantidad de agua y presión disponible en el sistema de riego. Los aspersores tienen un rango de operación, por lo que es importante ver el modelo y boquillas instaladas, para su operación es importante saber que presión llega a los hidrantes y guiarse conforme a la ficha técnica de aspersor (Figura 4.22).

Mantenimiento de aspersores

Generalmente el mayor problema de operación de los aspersores se presenta cuando no se tienen un equipo de filtrado especial en el sistema de riego, ocasionando el taponamiento en las boquillas, cuando esto sucede se recomienda en primer lugar cerrar la válvula en el hidrante para después poder



quitar y limpiar el aspersor roscado para eliminar el objeto que obstruye la salida del agua.



**Figura 4.22 Riego por aspersión semifijo.**

#### **4.7 Operación del sistema de riego por aspersión**

Los equipos de riego por aspersión deben de tener una operación correcta para lograr un funcionamiento satisfactorio, de tal manera que los productores o los beneficiarios, logren los objetivos que se proponen al utilizar sistemas de riego tecnificado, para lograr esto, es necesario seguir una serie de recomendaciones para que se ejecuten adecuadamente y de esta manera obtengan mejores rendimientos de sus cultivos, menor riesgo en la distribución del agua por causas de una mala operación en el manejo del sistema.

Cuando el sistema de riego sea utilizado por primera vez, o cuando sea necesario por alguna razón de mantenimiento, al restablecer su funcionamiento después de un corte, es recomendable realizar un correcto llenado y vaciado de las tuberías con la finalidad de evitar un daño por causa de la presión.

Para realizar el llenado correcto del sistema se debe de seguir los siguientes pasos:

- Informar a todos los beneficiarios del sistema de riego con la debida oportunidad.
- Se le debe de indicar a la persona que le toca regar que tenga listo y conectado las líneas de las tuberías regantes junto con los aspersores.
- Desde la válvula principal que se encuentra en la obra de toma, se debe de iniciar lentamente el llenado de la tubería, con una pequeña parte del caudal total que el sistema requiere.
- Se debe de vigilar que en las válvulas de aire no se tapen por alguna basura u otro objeto para que funcionen correctamente.
- Se debe de verificar que el agua llegue completamente a la válvula hidrante en la que se está trabajando, si no está llegando completamente se debe de recorrer todos los hidrantes que se encuentran aguas arriba y detectar en donde está la falla.
- Desde la válvula principal aumentar el caudal hasta la cantidad que es requerida por el usuario que se encuentra regando en esos momentos.
- Utilizar las válvulas de seccionamiento de acuerdo a la parcela que se desea regar, si para los primeros riegos desea empezar con las primeras tierras, es decir con las que tienen menos desnivel entonces, deberá cerrar la primera válvula mariposa para poder así alcanzar la presión suficiente en los terrenos más altos y al mismo tiempo evitar las pérdidas de carga, que pudiera haber en toda la línea, este procedimiento se repetirá cuando desee regar la siguiente parte baja, para este caso, es conveniente cerrar la válvula siguiente y así sucesivamente hasta llegar a la parte con más desnivel, de tal forma que se riegue por secciones para poder tener un sistema más eficiente.
- Cada temporada de riego se debe comenzar a tiempo, para que toda la profundidad de raíces del cultivo pueda alcanzar la capacidad de campo durante el primer riego.

Para realizar el vaciado correcto del sistema se debe de seguir los siguientes pasos:

- Informar a todos los integrantes de la Unidad de riego, sobre el día y la hora del corte del servicio, para que puedan programarse con anticipación.
- Revisar que las válvulas de aire funcionen correctamente durante el vaciado de las tuberías, esto con la finalidad de evitar roturas y el eventual colapso por aplastamiento.
- Cerrar lentamente la válvula principal.
- Procurar que el vaciado se realice lentamente.
- Se debe de revisar que, al momento de realizar el vaciado en la obra de toma, no entre ningún sedimento u objeto que pueda quedarse en la tubería, esto hará que el tubo se desgaste más rápido y que al momento de iniciar el nuevo ciclo de riego el sistema se tape.
- Vaciar totalmente las tuberías regantes que se encuentran operando en las parcelas y realizar un lavado de estos.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El mantenimiento y operación de todos los sistemas de riego son indispensables de realizar adecuadamente si se quiere lograr una vida útil de todos los componentes, es necesario seguir las indicaciones precisas que recomienda el personal calificado para no tener problemas que puedan causar daños innecesarios.

Tener un buen programa de mantenimiento en un sistema de riego ayuda al productor a no generar costos elevados por reparaciones de los equipos y accesorios.

La recopilación de información del presente manual facilita que los usuarios de la Unidad de Riego Denominada La Fortaleza De Rio Tenate De Buena Vista, A.C., comprendan el funcionamiento de cada uno de los dispositivos instalados, así como también le permitirá la capacitación para realizar el mantenimiento y operación para lograr un riego más eficiente y continuo en los cultivos establecidas en la Unidad, garantizando una buena calidad en los productos agrícolas de la región.

Actualmente el sistema de riego se encuentra operando en óptimas condiciones debido a que se realizó una correcta instalación de cada uno de los componentes tal y como se planteó en el diseño definitivo del proyecto, además se capacito a cada uno de los productores para la correcta operación y mantenimiento del sistema.

### **Recomendaciones**

- a. Realizar el mantenimiento del sistema de una manera oportuna, cuidadosa y puntual cuando se requiera.

- b. Revisar el manual de operación y preguntar con el personal técnico responsable si existe alguna duda.
- c. Cualquier falla o ruptura de los equipos por una mala operación o por daños naturales avisar y consultar inmediatamente con el personal autorizado.
- d. Capacitar y entrenar a todos los integrantes de la Unidad de riego, y a los que se vayan integrando sobre la operación del sistema.
- e. Tener iniciativa propia en aprender y consultar sobre el funcionamiento de cada uno de los componentes del sistema.
- f. Invertir tiempo para realizar recorridos en todo el sistema para verificar que no haya fugas pequeñas o que algún equipo no esté funcionando correctamente.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- CONAGUA.** 2015. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Obras de captación superficiales. Comisión Nacional del Agua. CONAGUA. México, D.F. 122 p.
- Fernández G. R.** 2010. Manual de riego para agricultores: módulo 3. Riego por aspersión. Junta de Andalucía. Instituto de investigación y formación agraria y pesquera. Consejería de agricultura y pesca. Sevilla. 116 p.
- Rubio, M. A.** 2017. Piezas especiales en las redes de riego. <[https://www.mapa.gob.es/images/es/piezasespeciales\\_center\\_v00\\_tcm30376218.pdf](https://www.mapa.gob.es/images/es/piezasespeciales_center_v00_tcm30376218.pdf)> (9, diciembre, 2021)
- SAGARPA.** 2011. Líneas de conducción por gravedad. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. SAGARPA. México, D.F. 29 p.
- SAGARPA.** 2011. Obras de toma para aprovechamientos hidráulicos. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. SAGARPA. México, D.F. 21 p.