

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**MANUAL DE UTILIZACIÓN DE ACCESORIOS EN LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE
MINIRIEGO, GRAVEDAD Y ASPERSIÓN.**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

ESDRAS ESWIN OROZCO CASTAÑÓN

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

GUATEMALA, febrero de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. FRANCISCO JAVIER VASQUEZ VASQUEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. DANILO ERNESTO DARDON AVILA
VOCAL CUARTO	P. FOR. MIRNA REGINA VALIENTE
VOCAL QUINTO	BR. BOANERGES GUZMAN AQUINO
SECRETARIO	Ing. Agr. EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

GUATEMALA, febrero de 2008

Guatemala, febrero de 2008

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

**MANUAL DE UTILIZACIÓN DE ACCESORIOS EN LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE
MINIRIEGO, GRAVEVEDAD Y ASPERSIÓN.**

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

En espera que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,

Esdras Eswin Orozco Castañón

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** “Ser supremo” quien me ha bendecido al prestarme la vida y capacidad para triunfar.
- MIS PADRES** Florencio Rosendo Orozco García
Celedonia Eleuteria Castañon Bautista
Quienes no han limitado el apoyo múltiple a mi superación.
- MI ESPOSA** Wendy Lucrecia
Quien me instó a llegar a este momento satisfactorio.
- MI HIJA** Andrea Berenice
Por identificarse con su ternura e inocencia para motivar mi esfuerzo.
- MIS HERMANOS Y HERMANAS** Uriel, Elfa, Ruth, Epsiba, Jocabed, Celita y Ana.
Quienes creyeron en mi anhelo, apoyándome incondicionalmente en todo momento.

Por haber compartido momentos agradables e inolvidables. Con especial cariño.
- MIS ABUELOS** Juan Orozco y Evarista García, Matías Castañón y Felipa Bautista. Gracias por darme esos sabios consejos.
- MI FAMILIA EN GENERAL** “Dios los bendiga” por contar con cada uno de ustedes.
- MIS AMIGOS** Profesionales Jacobo, Miguel, Silben, Marlon y Oscar
Quienes unieron apoyo a mi esfuerzo. Gracias.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

Mi patria Guatemala.

Champollap, en el departamento de San Marcos.

La Facultad de Agronomía

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por haberme brindado los conocimientos superiores.

Mi familia, personas y organizaciones que contribuyeron a mi formación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pag.
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 MARCO CENCEPTUAL	3
3.1.1 Mini riego	3
3.1.2 Diseño	3
3.1.3 Acueducto	3
3.1.4 Accesorio	3
3.1.5 Aplicaciones de los accesorios	4
3.1.6 Pérdidas por fricción	4
3.1.7 Presión	5
3.1.8 Funciones de los accesorios	5
3.2 MARCO REFERENCIAL	7
3.2.1 Cabecera departamental de San Marcos	7
3.2.2 Influencia comercial de los accesorios	7
4. OBJETIVOS	8
4.1 General	8
4.2 Específicos	8
5. METODOLOGÍA	9
5.1 Identificación de datos técnicos y detalle informativo	9
5.2 Fundamentos importantes	9
5.3 Directrices	9
5.3.1 El conjunto básico de accesorios	9
5.3.2 Resistencia	10
5.3.3 Preferencia	10
5.3.4 Eficiencia	10
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
6.1 Datos técnicos que garantizan la eficiencia	11
6.1.1 La marca y procedencia	11
6.1.2 Diámetros comerciales	11
6.1.3 Unidades de presión	11
6.1.4 Identificación de la presión en accesorios PVC y metálicos	12
6.1.5 Efecto de temperatura	14
6.1.6 Diferencias de durabilidad, capacidad de resistencia y costo	15
6.2 Descripción de los accesorios	17
6.2.1 Filtro	18
6.2.2 Válvula de compuerta	19
6.2.3 Válvula de globo	20
6.2.4 Válvula de aire	22
6.2.5 Adaptador	23
6.2.6 Válvula de flote	24
6.2.7 Codo	25
6.2.8 Válvula de esfera	26

6.2.9 Te	27
6.2.10 Reducidores	28
6.2.11 Válvula de Presión	28
6.2.12 Aspersor	29
6.3 Grupo de accesorios de uso actual	31
7. CONCLUSIONES	32
8. RECOMENDACIONES	32
9. BIBLIOGRAFÍA	33
10. A N E X O	34

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	Pag.
1.	Pérdidas por fricción convertidas a metros en accesorios PVC utilizados en sistemas de miniriego por gravedad y aspersión.	4
2.	Pérdidas por fricción convertidas a metros en accesorios metálicos utilizados en sistemas de miniriego por gravedad y aspersión.	5
3.	Nominaciones que caracterizan a los accesorios de PVC y metálicos, identificando una magnitud de presión de trabajo.	12
4.	Accesorios con las inscripciones más importantes, utilizados en mini-riego.	13
5.	Listado de accesorios básicos y aplicaciones que constituyen los sistemas típicos de miniriego en el altiplano marquense.	17
6.	Accesorios y marcas que han generado los mejores resultados en los sistemas de mini riego en el departamento de San Marcos.	31
7.	Cálculo hidráulico de dos secciones del proyecto de miniriego por gravedad y aspersión demandantes de accesorios. Yamoj, San Marcos.	38
8.	Resumen, especificaciones técnicas del diseño agronómico	44

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	Pag.
1.	Resistencia o esfuerzo y tensión de falla motivadas por presiones hidrostáticas, dentro de tuberías de PVC, en función del tiempo para una temperatura de 23 °C.	13
2.	Patrón del comportamiento de la resistencia cuando las válvulas de bola se someten a cambios de temperatura a su respectiva capacidad de presión.	14
3.	Filtro de captación.	19
4.	Válvula de compuerta.	20
5.	Válvula de globo.	21
6.	Válvula de aire.	23
7.	Adaptador macho y hembra de PVC.	24
8.	Válvula de flote.	25
9.	Codo de 90 y 45 grados.	26
10.	Válvula de esfera.	27
11.	Te normal, te reductora.	28
12.	Reductor bushing.	28
13.	Válvula reguladora de presión de PVC.	29
14.	Aspersor de presión moderada.	30

MANUAL DE UTILIZACIÓN DE ACCESORIOS EN LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE MINIRIEGO, GRAVEDAD Y ASPERSIÓN.

HANDBOOK OF USING OF ACCESORIES FOR IRRIGATION AND GRAVITY-SPRAYING SYSTEMS.

RESUMEN

Tomando en cuenta las actividades agrícolas del departamento de San Marcos dentro de estas las relacionadas con miniriego, se determinó que el 80 % de los artículos para miniriego se distribuyen hacia el altiplano marquense desde la cabecera departamental. El problema es que se desconoce si los agricultores reciben las instrucciones adecuadas de parte del vendedor que generalmente no es especializado. Para esta situación, se planteó la elaboración de este manual que contiene información técnica de los accesorios especialmente para los sistemas típicos de aspersión y gravedad, los cuales son 15 accesorios básicos con los que se puede facilitar la interconexión de la tubería del sistema; filtro, válvula de compuerta, válvula de globo, válvula de aire, adaptador macho, adaptador hembra, válvula de flote, codo de 90 y 45 grados, válvula de esfera, te normal, te reductora, reductor bushin o campana, válvula reguladora de presión, aspersor de presión moderada.

La información contenida en el Manual de accesorios para la instalación de sistemas de miniriego gravedad y aspersión consiste en: a) Identificar parámetros que definen la eficiencia en operación, b) Elaborar una descripción de cada uno de los accesorios, c) Identificar características de durabilidad y capacidad de resistencia, d) Determinar el conjunto de accesorios requeridos en proyectos de miniriego.

En función del primer objetivo se determinó que la marca, la procedencia, diámetros comerciales y las unidades de presión, son los indicadores técnicos típicos que pueden garantizar la eficiencia de los accesorios en operación. El segundo objetivo permitió un listado de 15 accesorios típicos en miniriego. El tercer objetivo permitió definir que el PVC, hierro galvanizado, cobre y latón son los materiales usados en la construcción de accesorios para la consistencia y resistencia a factores de presión y corrosión. El cuarto objetivo permitió establecer que dentro del mundo de accesorios existen de más circulación comercial generada por una preferencia del usuario y confirmado por capacidad de duración en comparación con otras conocidas en la región.

Los accesorios son responsables del diez por ciento en pérdidas de energía necesaria para la conducción del agua de riego, pero son importantes para propiciar la operatividad del sistema de mini riego gravedad y aspersión, de lo contrario se trataría de tendidos de tuberías sin subdivisiones y directas desde las fuentes.

1. INTRODUCCIÓN

En el departamento de San Marcos se pueden diferenciar tres regiones geográficas: el altiplano, la meseta central y la zona costera. Actualmente, se ha manifestado una demanda de artículos de riego como efecto del aumento del uso de las fuentes de agua para la producción agrícola. Es notable la variada calidad de los insumos dentro de los cuales se incluyen accesorios que interconectan los segmentos de tubería de un sistema de miniriego, a efecto de manejar eficientemente el agua.

La comercialización de materiales relacionados con la implementación de sistemas de miniriego incluye tubería y los respectivos accesorios en PVC, HG (Cloruro de Polivinil, Hierro Galvanizado), cobre y aluminio en diámetros que varían desde 3/4 hasta 12 pulgadas (10).

Según registros de distribución de accesorios en la cabecera departamental, se manifiesta un comportamiento en el movimiento comercial de 35% hacia el área del altiplano, 45% hacia la meseta central y 20% hacia la región costera. Esta demanda motiva a garantizar los artículos con asesoría y buena manufactura, estos dos aspectos se obtienen a través del respaldo de empresas importadoras que contribuyen con productos y capacitaciones al personal dependiendo del artículo que producen.

En consecuencia de las relaciones comprador-vendedor, técnico-beneficiario y personas cuyas actividades contempla instalación de accesorios en sistemas de miniriego, surge la necesidad del presente documento que incluye información que contribuirá a garantizar la eficiencia en operación. Para integrarlo, fué necesario plantear los objetivos siguientes: a) Identificar los indicadores técnicos recomendados en garantizar la eficiencia en operación, b) Elaborar una descripción de cada uno de los accesorios, c) Identificar características de durabilidad y capacidad de resistencia, d) Determinar un conjunto de accesorios requeridos en proyectos de miniriego.

El uso de la información que acompaña a los accesorios es fundamental por que no hay una fuente específica para orientar las relaciones comerciales y técnicas en la satisfacción de la demanda del sector miniriego cuando la necesidad se presenta y lograr diferenciar que la calidad de los accesorios es dependiente de la dureza y proporción de la materia prima, de la procedencia o país de fabricación y de su capacidad de resistencia a los efectos naturales. Además se logró comprender que un sistema de miniriego gravedad-aspersión requiere de 15 tipos de accesorios básicos para que funcione satisfactoriamente.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los accesorios utilizados en los sistemas de miniriego no han sido sustituidos por largos períodos en la historia, se han dado modificaciones especializadas tales como los materiales para su construcción (Cobre, acero inoxidable y PVC) y algunas formas automáticas, pero el accesorio propiamente dicho no ha dejado de usarse por la función especial que desempeñan cuando se interconecta la tubería.

Para la instalación de los accesorios se necesita consultar la información técnica de los usos con el propósito de aplicarlos en las mejores condiciones. La información necesaria se encuentra disponible en los comercios de mayoreo, en fábricas, en forma individualizada lo que hace difícil el acceso para estudiantes, técnicos del área agrícola, distribuidores independientes y agricultores, quienes requieren de las especificaciones técnicas de los accesorios de un sistema de miniriego porque no existe un documento que informe en conjunto. Tal situación causa inseguridad en la aplicación que se extiende hacia las pérdidas económicas en los recursos del agricultor, efectos ambientales en el área de trabajo, retribución de desconfianza en el artículo y desprestigio sobre el distribuidor principalmente cuando se es independiente sin respaldo directo de una fábrica.

Ante tales circunstancias surge la necesidad de este documento, con el que se pretende contribuir con actividades de instalación de miniriegos, criterios básicos importantes en instalaciones, capacitaciones y reparaciones de sistemas. De lo contrario, las instalaciones seguirán siendo en forma empírica influido por el precio bajo no importando la calidad y técnica adecuada.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Miniriego-gravedad-aspersión

Describe las características del riego minifundista, incluye el conjunto de acueductos interconectados que conducen un caudal de agua por derivación desde una fuente hasta el área de cultivo de los agricultores para ser aplicado por un aspersor. Según registros (4,10) se caracterizan por utilizar caudales máximos de 20 litros por segundo, generalmente se comparte con diferentes agricultores que poseen áreas de terreno menores a 5 cuerdas (0.04375 ha). Se divide en captación, conducción y distribución, instalado especialmente en las comunidades de extrema pobreza del área rural del país (12,15). Según la clasificación de los métodos de riego por Sandoval (12) el miniriego es una aplicación de agua a presión en forma aérea o aspersión mediante un sistema fijo.

3.1.2 Diseño

Conjunto de estudios, análisis y conclusiones que orientan la construcción del sistema de miniriego, consiste básicamente en estudio topográfico, hidráulico, de presupuesto y socioeconómico (11,14).

3.1.3 Acueducto

Es el conjunto de ductos o tubos interconectados mediante los accesorios que a la vez constituyen el sistema de miniriego. Se diferencian en diámetros y presiones de capacidad principalmente, construidos de PVC (Cloruro de Polivinilo) y HG (Hierro Galvanizado) e instalados según lo requiera la situación del área y diseño (7,14).

3.1.4 Accesorio

Son conectores que dan mayor libertad en el diseño e instalación de las tuberías. Al propiciar un buen diseño e instalación evita que los cambios de dirección longitudinal pasen a ser una limitación en tuberías enterradas (7,14). Se encuentran en presentaciones de PVC, cobre, HG y diferentes diámetros (1,11)

3.1.5 Aplicaciones de los accesorios

Aplicaciones más importantes según las experiencias de fabricación e instalaciones (7,14,15).

- A. Diferencia en la altura de una válvula o estructura a la que la tubería esta rígidamente conectada.
- B. Irregularidades en el encamamiento de la tubería.
- C. Variaciones estacionales en las condiciones del suelo debido a cambios de humedad.
- D. Procedimientos inadecuados de instalación.

3.1.6 Pérdidas por fricción

Los accesorios son piezas que evitan limitantes en el cambio de dirección longitudinal en las redes de miniriego, también influyen negativamente en el desplazamiento del agua lo que determina las llamadas pérdidas por fricción por accesorios, cuadro 1.

Cuadro 1. Pérdidas por fricción convertidas a metros en accesorios PVC utilizados en sistemas de miniriego por gravedad y aspersión.

Accesorio/Diámetro nominal	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	6"	8"
Codo 90 °	1.1	1.2	1.5	2	3.2	3.4	3.7	3.9	4.3	5.4	6.5
Te	0.7	0.8	0.9	1.5	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.8	5
Codo 45 °	0.4	0.5	0.7	1	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	2.6	3.5
Curva 90 °	0.4	0.5	0.6	0.7	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.8
Curva 45 °	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.4
Válvula de globo	11.1	11.4	15	22	35.8	37.9	38	40	42.3	56.7	72.1
Válvula de compuerta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	1	1.2	1.4

Fuente: Tubovinil (15).

La información del cuadro 1 es importante ya que en los diseños de sistemas de miniriego no se pueden omitir pérdidas de carga por accesorios sabiendo que influyen directamente en la operación del sistema, por lo que en la práctica es considerado en un 10% de la carga de fricción del segmento independiente si es de PVC o metálico (6).

En el cuadro 2 se presentan valores que en gran parte fueron calculados por Azevedón (2), basados en la fórmula de Darcy Weisbach en su presentación americana adoptando valores precisos de pérdidas locales, si bien han sido calculadas para casos de tuberías de fierro y acero, podran ser aplicadas con aproximación razonable al caso de tubos de cobre y latón.

Cuadro 2. Pérdidas por fricción convertidas a metros en accesorios metálicos utilizados en sistemas de miniriego por gravedad y aspersión.

Accesorio/Diámetro nominal	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	6"	8"
Codo 90 ° radio largo	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	3.4	4.3
Te salida bilateral	1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	10	13
Codo 45 °	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	2.3	3
Curva 90 °	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.9	2.4
Curva 45 °	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	1.1	1.5
Válvula retención liviano	1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	12.5	16.0
Val. retención pesado	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	19.3	25
Válvula de globo	4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21	26	34	51	67
Válvula de compuerta	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	1.1	1.4

Fuente: manual de hidráulica (2).

3.1.7 Presión

Es la fuerza que influye sobre un área y esa fuerza, es la magnitud del efecto de un cuerpo por unidades en aceleración (9). Las fábricas han escogido el sistema de unidades de medidas a su conveniencia por lo que los accesorios de la misma función traen una presión de trabajo que puede ser de diferente magnitud (14).

3.1.8 Funciones de los accesorios

- **Codo de 90° y Codo de 45°**

Son piezas preparadas para hacer continuar el flujo en condiciones de cambios de orientación longitudinal (15).

- **Te**

Pieza preparada para hacer continuar el flujo en condiciones de líneas perpendiculares (15).

- **Valvula de globo**

Pieza preparada para hacer continuar el flujo en ubicaciones donde es necesario la regulación del caudal (6).

- **Válvula de compuerta**

Limita o permite la continuidad del flujo total por medio de su pieza laminar o compuerta circular (6).

- **Válvula reductora de presión**

Tienen por objeto limitar la presión en una rama de circuito a un valor inferior a la presión de trabajo del circuito principal. Permiten que un mismo sistema trabaje a dos presiones con la consiguiente economía en los componentes de la parte de baja presión. Lleva 2 resortes (Fig. 13), uno fuerte en la parte superior y otro

débil en la base. Este último solamente sirve para mantener el émbolo en posición. El líquido entra en la válvula, según se indica en la figura, desde la línea de alta presión, fluye por debajo y alrededor de la parte estrecha del émbolo y sale por otro lado de la válvula a la línea de baja presión. La alta presión de la entrada actúa hacia arriba en la superficie inferior del émbolo en *A* y hacia abajo en la superficie lateral de la válvula *B*. Estas superficies son tales que ambas fuerzas se equilibran, con lo que la acción de la válvula es independiente de la presión en la línea de entrada. Esta válvula mantiene presión constante a la salida, aunque la presión en la línea de entrada sea fluctuante. En efecto, la presión que actúa en la parte inferior del émbolo en *C* actúa contra el resorte superior, el cual se gradúa a la presión que se desea en la línea de baja presión de la válvula; si aumenta la presión en la línea de alta presión, aumenta también la presión debajo del émbolo, con lo que éste se elevará hacia arriba estrangulando el flujo en la línea de alta presión, de manera que la presión a la salida de la válvula se mantiene en el valor deseado (8) .

- **Válvula de flote**

Permite el paso del flujo dependiendo del consumo del caudal en cajas rompedoras (11).

- **Adaptadores**

Son piezas que permiten la continuidad del flujo en secciones de tubería roscada (3).

- **Aspersor**

Pieza especializada que permite el flujo de agua a los cultivos en forma de lluvia fina (12,14).

- **Resistencia**

Se entiende por resistencia al efecto que se opone por la acción de una fuerza, la cuantificación se determina mediante el sometimiento de accesorios a acciones mecánicas externas y químicas (9,15).

- **Preferencia**

Se considera como preferencia a la atracción de elegir un accesorio, aquí cuenta el grado de ventajas que puedan ser adaptadas a la necesidad (9).

- **Eficiencia**

La eficiencia es la seguridad en adecuar un accesorio de acuerdo con sus características técnicas y económicas principalmente, a la necesidad en particular (9).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Cabecera departamental de San Marcos

Se ubica a 14° 58' Latitud Norte y 91° 47' Longitud Oeste, a una altura de 2,300 metros sobre el nivel del mar y dista 250 kilómetros de la ciudad capital, vía ruta interamericana (5). Simmons (13) la constituye en la división fisiográfica de los suelos de la Altiplanicie Central, en la cual más del 50% de la superficie presenta relieve escarpado a plano lo que facilita la utilización de las fuentes de agua para uso agrícola a nivel de minifundio por medio de la implementación de sistemas de miniriego por gravedad y aspersión. El departamento se encuentra bajo una recarga hídrica de 1,026.5 mm anual en un régimen de lluvias de mayo a noviembre (10).

3.2.2 Influencia comercial

Las empresas ubicadas en la cabecera departamental están relacionadas por la comercialización de accesorios con los sectores que se diferencian de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar. Se encuentra un sector alto o altiplano que va de los 3,400 hasta los 2,600 msnm. se caracteriza por ser de ambiente frío, temperaturas menores de 10 °C. La meseta central con altitudes de 2,600 a 2,000 msnm. de ambiente frío-templado y una temperatura entre 10 y 24 °C. La zona costera con altitudes a menores de 2,000 msnm. y temperaturas mayores de 24 °C.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Contribuir en la elección adecuada de accesorios en sistemas de miniriego gravedad y aspersión.

4.2 Específicos

1. Identificar parámetros que definen la eficiencia en operación.
2. Elaborar una descripción de cada uno de los accesorios usados en miniriego.
3. Identificar características de durabilidad y capacidad de resistencia de cada accesorio.
4. Determinar el conjunto de accesorios requeridos en proyectos de miniriego.

5. METODOLOGÍA

5.1 Identificación de datos técnicos y detalle informativo

Se integró observando los accesorios en puntos de venta y en funcionamiento, tomando en cuenta fuentes informativas sobre características técnicas de los accesorios, catálogos de tubería y accesorios en PVC, válvulas construídas en metal, registros comerciales, listado de precios y lo referente a diseño y construcción de proyectos de miniriego. Esta información fué obtenida con la colaboración de 8 ferreterías y constructoras dentro de ellas el mayor aporte por PAFYDYA y Distribuidora del Oeste por contar con la infraestructura más afin al tema de miniriego en la cabecera departamental.

5.2 Fundamentos importantes

Para reforzar los fundamentos hidráulicos, fué necesario relacionar contenidos de manuales de hidráulica y riego, con ello se logró ampliar las nomenclaturas y conceptos de presión.

5.3 Directrices

Los ejes principales que rigieron la integración de la información relacionada con los accesorios del miniriego, se complementaron mediante los siguientes argumentos o definiciones.

5.3.1 *El conjunto básico de accesorios*

Se estableció el grupo de accesorios simples con el pleno conocimiento de los usuarios, capaces de conformar la instalación de un sistema de miniriego para su funcionamiento, por lo que se eligieron 15 accesorios con sus respectivos nombres genéricos, los cuales se encuentran descritos en el cuadro 4, evitando repitencia o confución. Por ejemplo una válvula de compuerta automatizada pasaría a otro nivel de discusión como accesorio alternativo por ser una válvula modificada respecto la convencional, la cual no cabría en el listado de miniriego.

5.3.2 *Resistencia*

Para integrar las características de resistencia fué necesario utilizar criterios en función de los materiales de construcción, presión de trabajo y pruebas de evaluación descritas.

5.3.3 Preferencia

Fue necesario establecer o dividir la preferencia en NIVEL 1, NIVEL 2 y NIVEL 3, con la finalidad de explicar la competencia entre accesorios de la misma función pero de diferente marca; el NIVEL 1 está determinado por la mayor moda o repitencia en su venta según el registro, tomando de referencia los accesorios vendidos en el último año de funciones de las intituciones bases (3,6,10).

5.3.4 Eficiencia

Está determinada por el prestigio de la procedencia, la duración, la metodología que se usa en su elaboración, el tiempo promedio observado en operación. En función de lo anterior será de mejor eficiencia cuando un accesorio logra operar más del 50% en el período de vida útil del sistema, este período es igual a 20 años (3,6,10).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 INDICADORES TÉCNICOS QUE GARANTIZAN LA EFICIENCIA

Para lograr un criterio de confianza de los accesorios es importante conocer la respuesta bajo los efectos hidráulicos en un período de tiempo máximo de 15 años, por lo que un accesorio es 100% eficiente si cumple con la vida útil de diseño del proyecto. Las fábricas especializadas inscriben indicadores técnicos como parámetro de la garantía en operación, los identificados más sobresalientes se describen a continuación.

6.1.1 Marca y procedencia

En el segmento 6.2 se encuentra la marca y procedencia de 15 accesorios. Estas características orientan y dan una primera idea sobre el grado de garantía. Con la marca se está logrando alrededor de un 20% de credibilidad en congruencia con el país de procedencia, sin embargo este último criterio tiene su variabilidad cuando se trata de un país en subdesarrollo industrial por el prestigio que pueda provocar debido a los antecedentes de su industria. Por ejemplo, los accesorios de cobre chino tienen menos credibilidad o confianza que un italiano, y este menos que un alemán o estadounidense, etc. Las marcas identificadas y mencionadas en las figuras 4 al 15 gozan de suficiente credibilidad en nuestro medio ya que se ha observado su estabilidad en operación con la condición que sus diferencias específicas se expresan en costos de compra.

6.1.2 Diámetros comerciales

Es la segunda característica práctica para recomendar determinado accesorio, en el caso de diámetros no comerciales se toma una decisión de acuerdo a la cantidad para su elaboración específica o bien si corresponde recomendar la combinación de reductores, con la recomendación adecuada de los diámetros las empresas están agregando alrededor de un 15% de asesoría por dar la alternativa al necesitado. Dentro de los diámetros para accesorios comerciales de miniriego se manejan de 3/4", 1", 1-1/4", 1-1/2", 2", 2-1/2", 3", 4", 6", 8", 10".

6.1.3 Unidades de presión

La marca, los diámetros comerciales y las unidades de presión son los datos que determinan la selección de los accesorios, cada uno aporta un porcentaje de convencimiento en la distribución comercial, es parte de la asesoría técnica hacia el consumidor final. Dicho porcentaje se desglosa en 20, 15, 60 % respectivamente. Los accesorios de PVC, han logrado un primer lugar de uso porque fueron impulsados en el momento que aparece la tubería PVC en sustitución de tubería galvanizada, manteniéndose como una buena alternativa por la durabilidad y costo, sin embargo de acuerdo a la necesidad como por ejemplo los pasos aéreos, acometidas, válvulas, secciones rocosas, se complementan PVC-HG -cobre.

Los accesorios especializados son útiles bajo el concepto de sistema de riego, los cuales se ubican en extensas áreas donde la automatización es clave para garantizar la eficiencia y rentabilidad. Esto hace la principal diferencia con el concepto de sistema de miniriego (seg. 3.1.1).

Con el conocimiento de las unidades de presión se orienta la capacidad de resistencia máxima en operación, permite tener una idea general del punto de ubicación para su instalación y lo que pueda estar sucediendo cuando se trata de reposición del accesorio, esto sucede especialmente en válvulas cuando se instala inadecuadamente.

6.1.4 Identificación de la presión en accesorios PVC y metálicos

Se expresa técnica y comercialmente en unidades PSI, unidades WOG, unidades SWP, unidades PN y unidades en atmósferas.

Cuadro 3. Nominaciones que caracterizan a los accesorios de PVC y metálicos, identificando una magnitud de presión de trabajo.

Orden	Inscripción en accesorio	Descripción	Descripción específica
A	PSI	Pounds per square inch	libras por pulgada cuadrada
B	WOG	Water, oil, gas	Agua, aceite, gas
C	SWP	Sten, working, pression	Vapor, trabajo, presión
D	PN	presión nominal	Presión nominal en bar

Fuente: AMANCO, ITAP, TOWN (1,6,14).

- a) PSI. Indica la presión en libras por pulgada cuadrada en base al sistema inglés de medidas de presión, se observa en la mayoría de los accesorios PVC.
- b) WOG. Es otra inscripción que aparece en un grupo de accesorios elaborados a base de cobre, manifiesta la presión en libras por pulgada cuadrada indicando que además de estar evaluadas en agua, también en aceite y gas.
- c) SWP. Es una inscripción que aparece en otro grupo de accesorios a base de cobre indicando que la magnitud de trabajo está en libras por pulgada cuadrada bajo las condiciones de vapor de agua.
- d) PN. Presión nominal en unidades bar, esto se encuentra en algunos accesorios a base de cobre y (fig 3).

Cuadro 4. Accesorios con las inscripciones más importantes, utilizados en miniriego.

Inscripción	Tipo de accesorio	Presión máxima PSI	Condiciones de uso
125 PSI	Codo, te, adaptador, copla, ye, Válvula de presión; de PVC, Flote cobre-pvc	125 libras por pulgada cuadrada	En flúidos de agua a temperatura ambiental
250 WOG	Válvula de compuerta, cobre	250 libras por pulgada cuadrada	Flúidos de agua, aceite, gas a T° ambiental.
125 SWP	Válvula de globo, cobre	125 libras por pulgada cuadrada	Flúidos de agua a T° menores a evaporación.
50 PN	Válvulas de compuerta, flote; de cobre	50 bar equivalente a 725 PSI	Flúido de agua a T° máxima de 80 °C

Fuente: Distribuidora (3).

Tomando de base el comportamiento de la tubería PVC, en la figura 1 se muestra el grado de soporte en libras por pulgada cuadrada que pueden alcanzar los artículos de PVC de buen prestigio, utiliza un rango de esfuerzo máximo de 6,100 libras por pulgada cuadrada en presencia de una temperatura máxima de 23 °C.

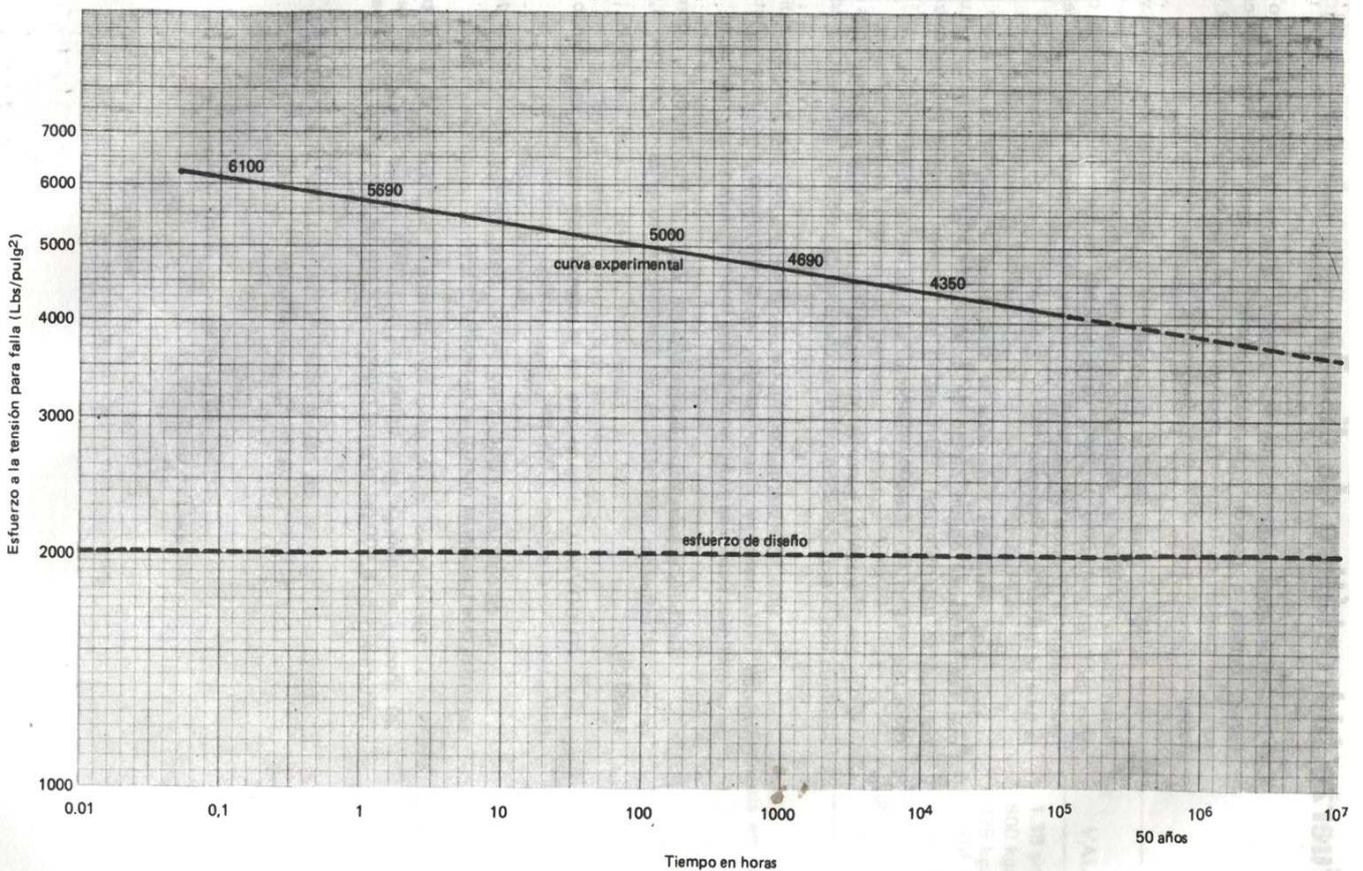


Figura 1. Resistencia o esfuerzo y tensión de falla motivadas por presiones hidrostáticas, dentro de tuberías de PVC en función del tiempo para una temperatura de 23 °C.

Con esta información se instala con libertad y seguridad cualquier accesorio, no permitirá la falla en un segmento con una presión menor a 6,100 libras por pulgada cuadrada, sin embargo esta resistencia disminuye a 4,350 libras por pulgada y quedar inservible cuando el uso alcanza los 50 años o la temperatura aumenta de 23 °C, por tal motivo la cuantificación de la presión es importante en los diseños de sistemas de miniriego, optando por reducirla cálculo hidráulico, el cual permite optimizar los recursos.

6.1.5 Efecto de la temperatura

Dentro de los factores que generan tensión a los accesorios de miniriego, se encuentra la temperatura, esta provoca cambios físicos. Se analiza que sucede en una válvula de cobre, el calor se distribuye rápidamente y deteriora los empaques muy tempranamente, igual con un accesorio de PVC cuando la temperatura es mayor de 23 °C tiende a fracturar la superficie del mismo (figura 2).

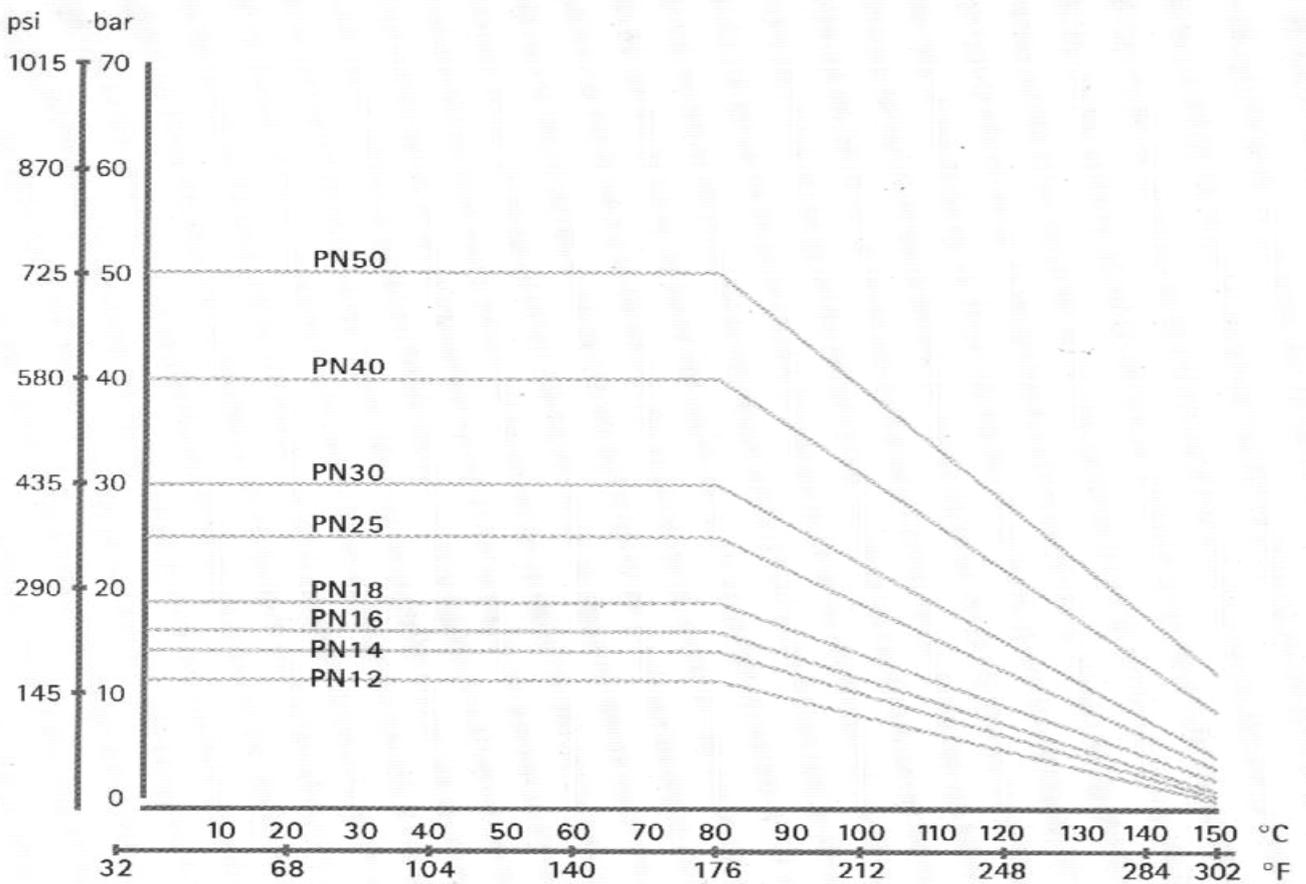


Figura 2. Patrón del comportamiento de la resistencia cuando las válvulas de bola se someten a cambios de temperatura a su máxima capacidad de presión, tomado de Itap (6).

Para artículos metálicos se presenta en la figura 2 el comportamiento de 8 magnitudes de presión nominal (PN) relacionando la magnitud equivalente en libras sobre pulgada cuadrada (PSI). Se observa que la resistencia de la válvula de bola es constante en respuesta a la presión aplicada cuando se someten a prueba de falla con temperatura variable menor a 80 °C. Esta característica demuestra garantía y confiabilidad al utilizar los accesorios que presentan originalidad de su fábrica, información que permite instalar en los sistemas de miniriego sabiendo que no se conducirá agua a más de 80 °C .

6.1.6 Diferencias de durabilidad, capacidad de resistencia y costo

Es importante el tiempo de desempeño de los accesorios, tomando como referencia el período de operación efectiva, el que generalmente es de 15 a 20 años.

6.1.6.1 Relación dureza y resistencia

La dureza es la propiedad de oposición que poseen los materiales a ser desintegrados por los factores del entorno. En el caso de accesorios que están bajo factores internos y externos que intervienen o permiten mediante el paso del fluido generan una oposición integrada por cada elemento de su composición; por lo tanto, la resistencia es el efecto de la dureza a las fuerzas que actúan cuando éstos están en trabajo, esto implica períodos amplios de tiempo.

6.1.6.2 Fundamentos de resistencia en accesorios PVC

- A. El propósito de utilizar materiales de PVC se debe a que con estos materiales se logra alta resistencia a la corrosión, alta capacidad de flujo con bajas pérdidas de carga y operan en amplio margen de presiones.
- B. Los accesorios de PVC son elaborados bajo las experiencias de ASTM (Asociación Americana de Pruebas y Materiales), mediante estas normas se utiliza un código numérico relacionando el Tipo (Resistencia a impacto), Grado (Resistencia química) y esfuerzo hidrostático de diseño (cada/100 psi) (15).
- C. Los accesorios PVC son elaborados bajo el monitoreo del Instituto de Conductos Plásticos quienes norman los siguientes esfuerzos hidrostáticos de diseño; 2000 PSI, 1600 PSI, 1200 PSI y 1000 PSI. Un esfuerzo hidrostático de diseño de 2000 PSI en la elaboración de artículos es usado como patrón para calcular espesores de pared en tuberías, con la finalidad de garantizar que trabajarán dentro de su rango elástico. Por ejemplo, si el ducto se mantiene a un esfuerzo de 2000 PSI por un período de 20 años, y al cabo de este tiempo se le somete a falla entre 60 – 90 segundos, la presión de ruptura será de 6400 PSI, o sea el mismo valor que los artículos recién fabricados (15).

6.1.6.3 Beneficio esperado por los accesorios

- A. Capacidad que permite mantener al accesorio en operación en períodos mayores a 2 años, estos para que los agricultores puedan soportar gastos de operación y puedan contar con un ingreso de retorno de por lo menos una cosecha y darle una solución de forma urgente, de lo contrario sería de una forma forzada y el sistema corre el riesgo de ser modificado de acuerdo al criterio del agricultor. Se espera que un accesorio funcione ininterrumpidamente al menos durante 7 años, aproximadamente el 50 % del período de vida útil de diseño que oscila entre 15 – 20 años.
- B. Las empresas importadoras y distribuidoras procuran satisfacer las necesidades de los clientes a través del comercio garantizado.
- C. Se confía en una empresa cuando se sabe que la misma está incluyendo pruebas de presión localmente y monitoreo de calidad.

6.1.6.4 Fundamentos de resistencia en accesorio metálicos

- A. Los materiales que se utilizan para la fabricación de accesorios son; Bronce (aleación de Cobre y Estaño), latón (aleación de Cobre y Zinc), aluminio, acero inoxidable y hierro galvanizado. El objetivo primordial del uso de estos materiales es de proporcionar resistencia a los factores naturales e hidráulicos, incluyendo la corrosión por oxidación y efecto microbiano durante un período de diseño promedio de 15 años.
- B. Son más confiables cuando están elaborados como mínimo bajo las normas de ASTM e ISO (Organismo Internacional de Estandarización) en aplicaciones actualizadas. ISO constituye los organismos internacionales verificadores de la calidad de los productos, tomando en cuenta la protección del consumidor de acuerdo a su condición económica y natural (15).
- C. El proceso de evaluación en fábrica consiste en determinar la capacidad de resistencia en función de temperatura mínima y máxima, utilizando fluidos de prueba entre ellos gas, aire, aceite y vapor de agua (15).

6.1.6.5 Influencia del costo.

El costo de los accesorios es directamente proporcional a la calidad y el prestigio que adquiere en los procesos de elaboración y por el conocimiento de su función en operación (firmeza o solidez). Esto genera una clara diferencia entre accesorios de la misma función pero de diferente marca. Un ejemplo se da en la preferencia comercial que se observa en válvulas de compuerta, sí el interesado ha tenido resultados rentables así elegirá la de mejor calidad, con fines de ejemplificar y por la experiencia mayor de 7 años elegirá la marca NIBCO no importando su costo mayor, bajo este concepto el efecto del costo es directamente

proporcional a la calidad.

6.1.6.6 Preferencia

Está determinado por el conocimiento que se tenga del accesorio especialmente en rendimiento. Las empresas que comercializan los accesorios determinan su preferencia procurando tener el mejor respaldo en todas las características, la originalidad, resistencia a los golpes en transporte y operación, variedad de diámetros, disponibilidad, duración, asesoría al momento de la compra, marca altamente reconocida por entidades y personas. En cuanto a los consumidores finales, prefieren siempre los accesorios duraderos de acuerdo al conocimiento que tengan, en función de la experiencia obtenida durante la vida útil del sistema. En base a ello se logró determinar un parámetro de eficiencia (E) lo que permitió establecer un conjunto de accesorios de preferencia tanto de comercialización como del consumidor para los sistemas de miniriego por lo que se les ha llamado grupo de uso actual.

6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ACCESORIOS

En el cuadro 5 se describen 16 accesorios típicos utilizados en los sistemas de “mini-riego”, mencionando el material de elaboración, con referencia en el punto típico de aplicación según lo requiera el diseño, otras cualidades en tamaño y tecnología escapan al alcance del presente documento. Como ilustración se encuentran integrados en las secciones de un sistema real, correspondiente a la aldea Yamoj, que se presenta en el anexo.

Cuadro 5. Listado de accesorios básicos y aplicaciones en los sistemas típicos de de miniriego.

No.	Accesorio	Material de construcción	Punto de instalación y función	Diámetros Comunes, Pulgadas
1	Filtro	PVC, Cu	Captación, evita ingreso de partículas indeseables	1, 1.5, 2, 3, 4, 6, 8
2	Válvula de compuerta	PVC, Cu	Toma de agua, permite o evita caudal total	0.75, 1, 1.5, 2, 3, 4
3	Válvula de globo	PVC, Bronce	Toma de agua, regulación de presión, paso parcial o total del fluido	0.75, 1, 1.5, 2, 3, 4
4	Válvula de aire	PVC, Cu	Acumulación de aire, salida de aire para fluidez constante	1, 2, 4, 8
5	Adaptador macho	PVC	Complementa instalación de válvulas, acople Pvc-Hg	0.75, 1, 1.5, 2, 3, 4
6	Adaptador hembra	PVC, HG	Complementa instalación de válvulas, acople Pvc-Hg	0.75, 1, 1.5, 2, 3, 4
7	Válvula de flote	PVC, Cu	Cierre en cajas de caudales acumulados, evita desperdicio	0.75, 1, 1.5, 2, 3
8	Codo en 45 °	PVC, HG	Acople a 45°, facilita la instalación de la línea longitudinal	0.75, 1, 1.5, 2.5-8
9	Válvula de esfera	Ni., Al, Cu	Acometidas, cierre o apertura total	0.75, 1
10	Codo en 90 °	PVC, HG	Acople en instalaciones a 90 °, facilita en grandes diámetros	0.75, 1, 1.5, 2.5-8
11	Te	PVC, HG	En subdivisiones de red, divide caudal, válvulas de aire	1, 2, 4, 8
12	Reducidor	PVC, HG	Acople de tubos, cambios de diámetro	0.75 X 1, 2, 3, 4-8
13	Copla	PVC, HG	Unión de segmentos, cuando se carece de extremo campana	0.75, 1, 1.5, 2, 3, 4
14	Válvula de presión	PVC, Cu	Conexiones prediales, regula presión en subderivaciones	1, 2, 3
15	Aspersor	PVC, Cu	En la parcela, suministro de agua por aspersión	0.75 X 0.5

Fuente: PAFYDYA (10).

En la descripción individual se encuentran marcas y características con sus iniciales. **M.c.** es el Material de construcción básica del accesorio, **N.p.** Nivel de preferencia, catalogado por 1, 2, 3 los cuales están determinados por el menor, medio y mayor grado de comercialización, **I.p.** Inscripción de Presión nominada.

6.2.1 Filtro de captación

Accesorio que funciona evitando el ingreso de sólidos mayores de 3 mm de diámetro, se caracteriza por estar compuesto de un segmento cilíndrico perforado y adherido a un adaptador de acople. Tratándose bajo el enfoque de miniriego se identificaron 2 tipos, el de fábrica y el “hechizo”. El de fábrica se refiere cuando son de metal, generalmente se constituye de una regilla cilíndrica de cobre unida a una pieza roscada de plástico para ser aplicada a un adaptador (fig.3) y el hechizo es el ensamble de un segmento de tubo no mayor de 30 cms de largo del diámetro de diseño a un tapón hembra perforándolo con broca.

A. Criterios de selección

- Evaluar la cantidad y diámetros de las clases de basuras que inevitablemente ingresan a la captación para determinar el diámetro de regilla, ésta solo debe ser de sólidos orgánicos que aparecen disueltos en el agua. Sí aparecen inorgánicos se debe a falta o eficiencia de contra cuneta, la mayoría de arenas quedan en el “desarenador”.
- El precio difiere dependiendo del material y la presentación adecuada a la función que desempeñará. Generalmente los elaborados de cobre poseen un precio mayor, sin embargo por ser metálicos la degradación por oxidación inicia cuando entra en contacto con el agua, mientras que con productos PVC la duración es mayor por su consistencia plástica evitando una oxidación temprana.

B. Instalación

Se instala por junta roscada cuando se selecciona un filtro como el ejemplo de la figura 3 y acople fijo con pegamento cuando se arma con partes de PVC.

C. Lugares típicos de uso

Este accesorio es necesario en el tubo de ingreso de la captación del agua y en las cajas romp presión.

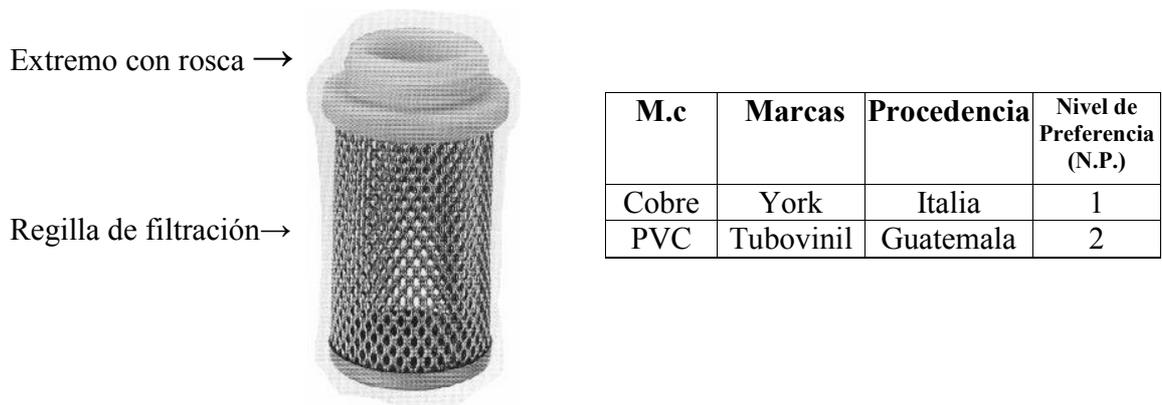


Figura 3. Filtro de captación.

6.2.2 Válvula de compuerta

Es un accesorio útil para administrar el paso libre o el cierre total del fluido de agua. Se caracteriza por estar constituida de un cuerpo cilíndrico, una corona de maniobra y una pieza laminar-circular robusta conocida como compuerta encargada directamente del paso o liberación del fluido.

A. Criterios de selección

- Por la presión generada en el punto de su ubicación, la válvula de compuerta debe seleccionarse a una capacidad de resistencia 5 a 10% mayor a la generada, según la experiencia se ha usado hasta de 400 PSI.
- Por la marca la válvula puede catalogarse como reconocida de buen prestigio, esto no quiere decir que otras marcas no sirvan, sin embargo el desconocimiento del rendimiento evita una referencia de confianza, es por lo que se presentan algunas alternativas en la figura 5, que consta satisfactoriamente la eficiencia en base a la experiencia de varios años en la implementación de sistemas de miniriego.
- Por el diámetro requerido, esto depende del diseño del proyecto, generalmente va directamente relacionado con el diámetro de tubería del punto donde se instale, los cuales son generalmente de $\frac{3}{4}$ “, 1” , 1-1/4” , 1-1/2” , 2” , 2-1/2” , 3, 4, 6, 8” 10” .
- Por el tiempo de vida útil, mayor o menor de 10 años de operación constante, esto depende básicamente de los materiales de construcción en el porcentaje de material básico. Por ejemplo, se sabe que las válvulas de compuerta NIBCO garantizan el mayor período de trabajo más de 10 años en respuesta por hacer uso de más del 50 % de cobre en aleación con otros metales, otro aspecto es el grueso de las paredes palpablemente son mayores que otras marcas.
- Por el precio las válvulas se diferencian y generalmente están relacionados con las marcas. De acuerdo a los ejemplares la NIBCO ocupa el precio más alto, la italiana ocupa el segundo lugar y cercana alfa con el tercer lugar.

B. Instalación

Las más útiles en miniriego son aquellas con extremos roscados internamente, por lo que requieren de dos adaptadores machos sobre tubería PVC o dos partes roscadas para el ensamble en tubería HG. Para un mejor acople usar teflón, permatex o sellaroscas.

C. Maniobras importantes

Sirve para abrir o cerrar totalmente el flujo lentamente, se recomienda que debe manipularse a una vuelta por cada 30 segundos, no se recomienda dejar más de un minuto expuesta la compuerta, es decir evitar dejar por largo tiempo a media carrera la válvula cuando esté pasando el fluido ya que puede causar destrucción a la misma .

D. Lugares típicos de uso

La válvula de compuerta es muy necesaria para la liberación del fluido del área de captación hacia la línea de conducción abasteciendo la red de distribución. Es útil en las estructuras de limpieza del sistema.



M.c	Marcas	Procedencia	N.p	I.p	Presiones
Cobre	NIBCO	USA	1	WOG	200 psi
Cobre	ALFA	USA	2	WOG	200 psi
Cobre	ITALY	ITALIA	2	PN	18 bar

Figura 4. Válvula de compuerta.

6.2.3 Válvula de globo

Es un accesorio adecuado para la regulación de caudales y vienen preparadas para soportar el golpe directo del fluido en el cierre parcial. Está dotada de una estructura protectora conocida como cortina la que evita el golpe directo al tornillo regulador de cierre y apertura, permitiendo regular caudales.

A. Criterios de elección

- Dependiendo donde se necesite interceptar el caudal la válvula esta capacitada para soportar 125, 200, 400 hasta 600 PSI y regular el caudal para evitar el paso del flujo.
- Por la marca la válvula de globo puede ser de buen prestigio en cuanto a su eficiencia en operación referenciado por el historial que se ha desarrollado en el mercado y funcionamiento obteniendo confiabilidad al utilizarla. Por lo que se logró integrar en la figura 6 tres marcas de las más conocidas.
- Por precio las marcas difieren entre sí, sin embargo es importante darse cuenta la originalidad para poder comprar una válvula de globo. De acuerdo a la proporción del material base (cobre, PVC, Fe), materiales en aleación, el ensamble firme a simple vista, el historial de referencia combinado con la procedencia, el precio de la válvula toma un nivel de alto, mediano o bajo. En los ejemplares de la figura 6 se integran las marcas más conocidas donde ALFA-USA tienen el mejor prestigio con precio mayor a las marcas URREA y Grival.
- Por el diámetro del punto de necesidad, la válvula puede ser de 3/4 “, 1”, 1-1/4”, 1-1/2” , 2”, 2-1/2”, 3, 4, 6, 8” 10”.

B. Instalación de la válvula de globo

Las más usadas vienen dotadas de superficies roscadas internas en los dos extremos del cilindro base, se acopla con adaptadores macho cuando se usa tubería PVC y con los extremos roscados de la tubería HG. Para asegurar la instalación se necesita de aditivos sellantes como teflón, permatex, sellaroscas.

Tornillo regulador →



Extremo cortina →

M.c	Marcas	Procedencia	N.p	I.p	Presiones comunes
Cobre	ALFA	USA	1	WOG	125 psi
Cobre	URREA	México	2	SWP	125 psi
Cobre	Grival	Salvador	3	Sin indicador	-----

Figura 5. Válvula de globo.

C. Lugares típicos de uso. Las válvulas de globo son utilizadas en los sistemas de miniriego en las captaciones cuando no es requerible el ingreso de todo el caudal que produce la fuente, conviene ubicarlas en ramales para equilibrar el flujo hacia los beneficiarios y como llave de paso a los servicios de aspersión. Es un accesorio hecho intencionalmente para interceptar el paso del flujo de agua, por lo que se considera que

causa una mayor pérdida de carga por fricción debido que su estructura es necesaria, se han registrado desde 4.9 m en un diámetro de ½” hasta 51 m en un diámetro de 6”.

6.2.4 Válvula de aire

Estructura especializada en liberar el aire que se va acumulando por desplazamiento del agua dentro del sistema. Con la aplicación de este accesorio se logra proteger la tubería y sistemas de bombeo del colapso por exceso de presión permitiendo un desplazamiento normal del agua. Está constituida por una pieza circular o esferoidal libre dentro de una cavidad cilíndrica que se mueve hacia el extremo contrario cuando se genera la acumulación de aire por el paso del fluido. El uso de este accesorio asegura el intercambio adecuado del aire en forma automática sin efectos perjudiciales.

A. Criterios de elección

- Por el material de construcción para miniriego se usan en orden de prioridad el de PVC, latón niquelado, hierro colado, Cobre.
- Por el precio se diferencian claramente entre marcas. De los mencionados en la figura 7 el accesorio VBK posee la mayor preferencia dado su precio menor en 40% que la marca ARI. Ambos son idénticos en materiales con una diferencia mínima en el diámetro de la parte cilíndrica, también se encuentra como tercera opción la válvula de aire metálica .
- Para la selección del diámetro se sugiere que a diámetros de tubería hasta 8” corresponde utilizar válvulas entre 1 y 2”, y hasta 20” corresponde una válvula de 4” .
- Respecto al historial de referencia las válvulas de aire VBK, ARI, son los de mayor preferencia, dado su funcionamiento de alrededor de 7 años en sistemas de riego.

B. Instalación

Requiere de una T, niple y adaptador hembra de tal manera que permita ubicarla perpendicular a la línea longitudinal, tomando en cuenta los criterios establecidos que se usan para aplicarlos a sistemas de miniriego.

C. Lugares típicos de uso

- En todos los puntos altos.
- En todos los puntos de inclinación variable en tramos ascendentes.
- En todos los puntos de variación de declive en tramos descendentes.
- En puntos intermedios de tramos ascendentes muy largos.
- En puntos intermedios de tramos horizontales muy largos a distancias máximas de 100 metros.

- ❑ En puntos intermedios de tramos descendentes muy largos.
- ❑ En puntos iniciales y finales de tramos horizontales.
- ❑ En los puntos iniciales y finales de tramos paralelos a la línea piezométrica.



M.c	Marcas	Procedencia	N.p	I.p	Φ "
PVC	VBK/ API	USA	1	PSI	1
PVC	ARI	Israel	2	Bar	1,2,3
Latón niquelado	VASA	Italia	3	Bar	1, 2, 3

Figura 6. Válvula de aire de PVC.

6.2.5 Adaptador PVC

Es un accesorio exclusivo de PVC, cilíndrico, que hace posible la unión de dos segmentos de la línea continua en longitudes desde 5 a 30 centímetros, dotado de un extremo liso de junta o acople (A) y otro con rosca que puede ser externo (B) o interno (C) para convertirlo en adaptador macho y hembra. Idéntico a los ya descritos se encuentra el adaptador hembra reducido, exclusivo para adaptar aspersores de una sección de tubo de $\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " .

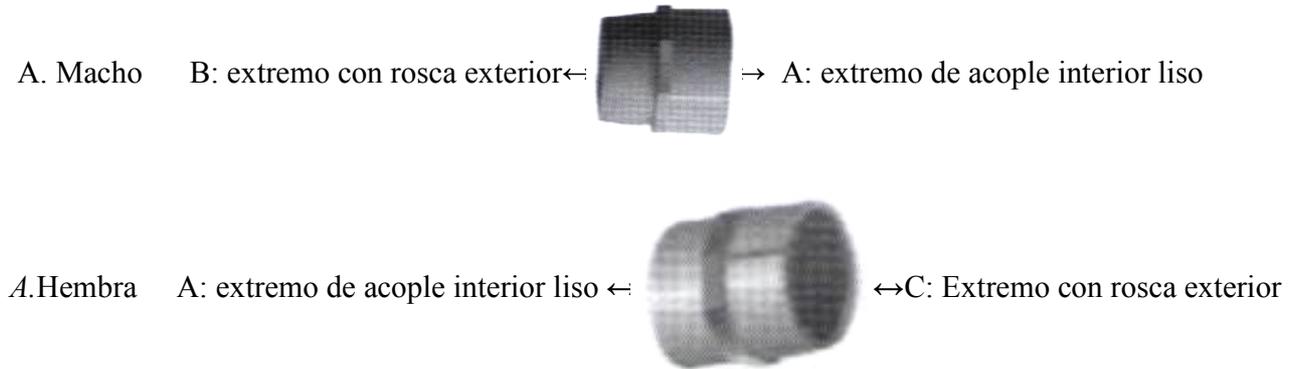
A. Criterios de selección

- Por el precio no requiere mayor análisis, pues las dos marcas integradas en la figura 8 son de alto reconocimiento en nuestro medio.
- Por el tiempo útil, las dos fábricas aluden que se encuentran redes de tubería en buen estado con sus accesorios de PVC por más de 60 años en Guatemala.
- Por el diámetro, depende del diámetro de diseño de la tubería, comercialmente para miniriego se pueden seleccionar entre; $\frac{3}{4}$ " , 1" , 1-1/4" , 1-1/2" , 2" , 2-1/2" , 3 , 4 , 6 , 8" 10" , sin embargo en miniriego se han usado frecuentemente de $\frac{3}{4}$ hasta 8 pulgadas.

B. Instalación

El extremo liso se acopla con la sección de tubería continua y el otro extremo por medio de rosca con el extremo roscado de otra sección que puede ser tubo HG, válvula, otro adaptador de rosca

complementaria u otro accesorio. Es necesario el uso de teflón, permatex o sellaroscas. Se utilizan con válvulas, unión tubo PVC-HG y para ubicar otro accesorio con extremos roscados.



M.c	Marca	Procedencia	N.p	I.p	Φ "	Presiones
PVC	Tubovinil	Guatemala	1	PSI	$\frac{3}{4}$ - 8	160-315 psi
PVC	Tubofort	Guatemala	2	PSI	$\frac{3}{4}$ - 8	160-315 psi

Figura 7. Adaptador macho y hembra PVC.

6.2.6 Válvula de flote

Es un accesorio para liberar o evitar el paso total del caudal, está constituida por un extremo o cabezal con rosca interna o externa unido a una esfera por medio de una varilla. La esfera permite sensibilidad de movimiento vertical de cierre y se abre a medida que se usa el agua o baja el nivel del mismo en el depósito.

A. Criterios de elección

- Por la marca se pueden encontrar dos de las usadas en miniriego, las cuales se mencionan en la figura 9. Helbert se ve consistente, una coloración rojiza determinada por la base de cobre en la aleación, trae incorporado un adaptador hembra o macho según la marca.
- Por el precio, actualmente la marca Helbert poseen un precio mayor, también el primer nivel de preferencia, argumentado por su procedencia y elaborado a base de cobre para proporcionar una dureza a las fuerzas mecánicas así como la corrosión. Esto no indica que las otras no sirvan, pero están elaboradas con menor cantidad de cobre lo que podría dañarse a menos de 7 años, es el período promedio mínimo que los agricultores desean que sus accesorios desempeñen su función, razón descrita en el segmento 6.3.3.
- Según el diámetro de interés, pueden elegirse entre los comerciales $\frac{3}{4}$, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4 pulgadas

B. Instalación

Mediante el uso de adaptadores macho o hembra y niples, la válvula se instala al sistema en diferentes partes de acuerdo a las necesidades, principalmente determinada por la presión generada por el fluido, con el proposito de evitar roturas de las tuberías.

C. Puntos típicos de uso

El punto típico de aplicación es en segmentos de alta presión por pendientes fuertes; revisando la presión de llegada del cálculo hidráulico o por observación en las pendientes se justifica la construcción de una estructura de concreto llamada caja rompe presión, según los criterios típicos usados por entidades como el FIS (4) deben ser de 1 metro cúbico en conducciones o distribuciones principales y de 0.5 m³ en distribuciones pequeñas o ramales.



M.c	Marcas	Procedencia	N.p	I.p	Φ "
Cobre	Helbert	USA	1	160PSI	3/4-4
Cobre-PVC	Essen	ITALIA	2	160PSI	3/4-4

Figura 8. Válvula de flote.

6.2.7 Codo

Accesorio elaborado para unir dos segmentos que por el cambio de dirección longitudinal es difícil seguir instalando los ductos del sistema. Son de 5 a 30 centímetros de largo proporcionando las alternativas de 90 y 45 grados. Son muy utilizados los de PVC y HG (15).

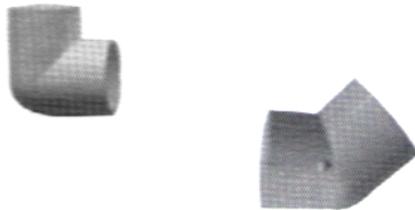
A. Criterios de selección

- Por el precio, son más económicos los de PVC, sin embargo cuando es necesario por las condiciones que no puede proporcionar el PVC se utilizan los de HG.
- Las condiciones que se pueden obtener por el tiempo de utilidad, el HG se corroe en menor tiempo que el PVC, sin embargo los dos logran pasar un período útil de 7 años.

B. Instalación

En PVC los dos extremos de acople son lisos o roscados y en HG son únicamente roscados

internamente, por lo que se necesita el uso de cemento solvente, teflón, permatex o cualquier sellaroscas. Se aplican generalmente en zanjas, pasos aéreos, caminos, etc.



M.c	Marcas	Procedencia	N.p	I.p
PVC	Tubovinil	Guatemala	1	PSI
PVC.	Tubofort	Guatemala	2	PSI
HG	Tailandés/mexicano	T/M	2	SPI

Figura 9. Codo de 90 y 45 grados.

6.2.8 Válvula de esfera

Es un accesorio alternativo para regular el caudal mediante cierre total o parcial en forma rápida o lenta; está dotado de una manecilla unida a una esfera vacía de acero lo que le ha dado también el nombre de V. de bola ensamblada a una base cilíndrica con roscas en los extremos para su acople (14). En el contexto de miniriego se conoce una sola marca que aparece en la figura 11.

A. Criterios de selección

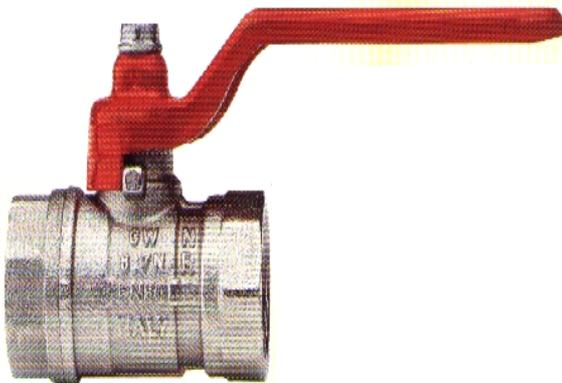
- Por su diseño estructural proporciona una maniobra de apertura y cierre total con solo 180° por desplazamiento de la manecilla, en comparación con una de compuerta, globo o grifo que necesitan de realizar hasta cuatro vueltas.
- Es otra alternativa como llave de paso en los suministros de agua de riego a nivel predial.
- Es frecuente usarlo como grifo por fácil maniobra e instalado a la altura adecuada para el uso correspondiente en riego a nivel predial.

B. Instalación

La más usada viene dotada de rosca hembra en ambos extremos para ser adaptada a rosca macho, utilizando cualquier sellaroscas. Es recomendable anteponerle una válvula de expulsión de aire en pendientes pronunciadas, pues su diseño genera riesgos de colapso por acumular el efecto del “golpe de ariete”.

C. Puntos típicos de uso

Por su movimiento de cierre y apertura a un desplazamiento de la manecilla de 180° el lugar más frecuente de uso esta en las conexiones prediales como grifo de suministro o como llave de paso.



M.c	Marca	procedencia	N.p	I.p	Φ "
Latón niquelado	Mundial	Italia	1	14-18 PN	3/4,1

Figura 10. Válvula de esfera.

6.2.9 Te

Es una sola pieza en forma de “ T ” de PVC y HG habilitada para unir segmentos de tuberías en forma perpendicular de un solo diámetro o reducido (15).

A. Criterio de selección

- Por el precio, son más económicos los de PVC, sin embargo cuando es necesario por las condiciones que no puede proporcionar el PVC se utilizan los de HG.
- Las condiciones que se pueden obtener por el tiempo de utilidad, el HG se corroe en menor tiempo que el PVC, sin embargo los dos logran pasar un período útil de 7 años.

B. Instalación

Por medio del cemento solvente se instala la Te de PVC, cuando es con rosca se utiliza teflón y cuando es de HG se enrosca con los respectivos niples, adaptadores o tubos del mismo material en este caso se utiliza permatex.

C. Puntos típicos de uso

Aplicable en las ramificaciones del sistema al derivar un diámetro igual o menor; en las conexiones con válvulas especialmente las de aire, compuerta y globo; en la conexión con aspersores.

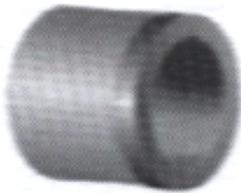


Figura 11. Te normal, Te reductora.

M.c	Marcas	Procedencia	N.p.	I.p	Φ "
PVC	Tubovinil	Guatemala	1	160-315psi	3/4-8
PVC	Tubofort	Guatemala	2	160-315psi	3/4-8
HG	Tailandés y Mexicano	T/M	2	160-315psi	3/4-8

6.2.10 Reducidores

Son accesorios útiles para empalmar tuberías de diferentes diámetros dentro de la red. Vienen en dos presentaciones básicas; en bushin que se caracteriza por un acople en traslape y campana por acople continuo. Vienen preparadas para resistir altas presiones que se generan por el cambio de diámetro.



M.c	Marcas	Procedencia	N.p	I.p	Φ "
PVC	Tubovinil	Guatemala	1	160-315psi	3/4-8
PVC	tubofort	Guatemala	2	160-315psi	3/4-8
HG	Tailandes	Tailandia	2	160-315psi	3/4-8

Figura 12. Reducidor bushin.

6.2.11 Válvula de Presión

Accesorio especializado para regular la presión del agua. La realiza mediante una serie de etapas o espacios en forma de laberinto que se encuentra acondicionado internamente en un cilindro semicónico. Para fines de miniriego hay dos presentaciones usadas, una de PVC y la metálica a base de latón niquelado (figura 14).

A. Criterio de selección

- Por el precio, pueden haber diferencias generadas por la procedencia y material de construcción, se ha determinado que los de PVC tienen un precio medio y su procedencia ha determinado un primer nivel de preferencia. Los de latón niquelado poseen un diseño para ser calibrados en el momento de la instalación por lo que son de mayor precio lo que determina una preferencia mediana. Son alternativos cuando no es justificable la construcción de una caja rompresión.
- Por el tiempo de operatividad es más duradero el de PVC, pero la forma de ensamblaje que caracterizan a las válvulas reguladoras de presión permiten mayor riesgo de colapso con aguas arenosas o con sólidos diluidos.

B. Instalación

Están dotadas de roscas internas para su acople práctico en los dos extremos, vienen calibradas para regular un caudal de 20 a 30 psi, útil para predial en riego. En el caso de las plásticas como la Senninger traen inscritas la capacidad de presión, las RINOX vienen preparadas para adaptarles un manómetro que marque la presión, la que puede manipularse por medio de un tornillo específico.

C. Puntos típicos de uso

Se aplica en pasos donde las pendientes son muy pronunciadas y no es posible el uso de una caja rompedor, generalmente ubicadas en las líneas de distribución y en las conexiones prediales. Los sistemas de riego en la región escarpada generan presiones mayores de 30 psi al momento de la distribución a unidades de trabajo distanciadas y separadas entre beneficiarios ó demaciadas cercanas lo que el uso de varias cajas rompe presión sería antieconómico, generalizado, es por esto que se regula la presión en forma individualizada, pues el equipo del beneficiario generalmente trabaja a 30 psi como máximo.



M.c	Marcas	Procedencia	N.p	I.p	Φ "
PVC	Senninger	USA	1	30PSI	3/4-1.25
Latón niquelado	RINOX	Italia	2	10Bar	3/4 -1.25

Figura 13. Válvula reguladora de presión PVC.

6.2.12 Aspersor

Es uno de los dispositivos que caracterizan a los sistemas de miniriego por el cual el agua llega por aspersión o gotas finas hasta las áreas de cultivo. Están dotados por un resorte especial para darle una flexibilidad constante de rotación mediante la presión de salida, de una boquilla que permite un caudal máximo de emisión, un parte gotas adherido al brazo oscilante que como extremo opuesto tiene un contra peso. Lo anterior ensamblado sobre un eje giratorio con efecto horizontal.

A. Criterios de selección

- El criterio básico para su selección es en base a la presión y caudal en el área de aplicación establecido en el diseño general del proyecto. Los que más se ajustan a la realidad de los minirriegos son aquellos que trabajan con presiones al rededor de 20 PSI, cuyas marcas más conocidas se indican en la figura 14, coincidente con la clasificación de aspersores de presión moderada citado por Sandoval (12) quien indica un intervalo de 15 a 30 PSI. A presiones menores del sugerido el efecto puede no ser eficiente por las necesidades de humedad en un tiempo normal y arriba, el efecto puede ser riesgoso a pérdidas directas sobre la consistencia del cultivo y suelo.
- Las marcas que han dado buenos resultados se encuentran en la tabla de la figura 14.
- La procedencia determina en parte la diferencia de precios, aunque la mayoría son de PVC.

B. Instalación

La topografía del área del altiplano marquense hace conveniente el uso de mangueras que proporcionan el manipuleo de mojado, esto requiere que los aspersores sean desmontables al finalizar la jornada, por tal razón son aconsejables aquellos que poseen acople con rosca los que se insertan en un adaptador hembra.



M.c	Marcas	Procedencia	N.p	I.p	Φ(“)	Φ moj. Max.	Q. max.	Espaciamientos comunes
PVC	NAAN	Israel	1	1.5 y 4 atm.	½	24 m	3.74 gpm	12 m
PVC	Senninger	USA	2	25-35.7 PSI	½	25 m	1.47 gpm	12 m
PVC	WOBBLER	USA	2	10 -25 PSI	½	16 m	1.21 gpm	10 m

Figura 14. Aspersor de presión moderada.

C. Puntos típicos de uso

En los sistemas de miniriego las áreas de cultivo son relativamente pequeñas oscilando en un promedio de 5 cuerdas (0.06 Mz) por familia o beneficiario, esto hace que los aspersores mencionados en la figura 14 sean los más usados.

6.3 Grupo de accesorios de uso actual

Al combinar la importancia del accesorio, el conocimiento sobre la marca, procedencia e información técnica que manifiesta la capacidad de función, permite la preferencia del accesorio, por lo que el costo es garantizadamente recompensable mediante el tiempo de duración. Los accesorios y marcas representativas de este concepto se identifican en el cuadro 4 asignándoles una eficiencia aproximada (e.a.) (15). La Eficiencia aproximada fué determinado de la siguiente manera; e.a. = años de duración del accesorio dividido por el período de vida útil de diseño y multiplicado por 100. Los años de duración fueron definidos bajo los siguientes criterios; a) se consultó el registro de ventas de distribuidores con el objetivo de determinar los accesorios y marcas con mayor movimiento, b) Se consultó con beneficiarios de sistemas de miniriego de la región a fin de verificar marcas más utilizadas y tiempo promedio de sustitución de accesorios especialmente válvulas. Al combinar los dos incisos caracteriza un comportamiento válido para la mayoría de sistemas de miniriego.

Cuadro 6. Accesorios y marcas con mejores resultados en miniriego gravedad aspersión.

Orden	Accesorio	Marca	Período mínimo de vida útil	Período de sustitución	e. a. %
1	Válvula de compuerta	NIBCO	15 años	9 años	60
2	Válvula globo	Urrea	15 años	10 años	67
3	Válvula de aire	VBK-API	15 años	9	60
4	Válvula reguladora de presión	Senninger	15 años	7	47
5	Válvula de esfera	Mundial	15 años	8	53
6	Válvula de flote	Helbert	15 años	10	67
7	Aspersor	NAAN	15 años	10	67
8	Accesorios básicos PVC	Tubovinil, tubofort	15 años	14	93

Fuente: Distribuidora del Oeste, investigación de campo.

Los accesorios básicos son aquellos que son suficientes para que un sistema de miniriego funcione, determinándose de esta manera un grupo fijo o estandar en cualquier proyecto de miniriego, desde una pichacha hasta un aspersor. Por lo se denomina grupo básico en el contexto de este documento al conjunto de accesorios del cuadro 5 y con la mayor frecuencia de uso el conjunto de accesorios del cuadro 6.

7. CONCLUSIONES

1. Un sistema de miniriego necesita básicamente 15 tipos de accesorios que al integrarlos adecuadamente son capaces de completar la red de riego y hacer eficiente el movimiento del agua desde una fuente hasta el servicio suministrado por aspersión. Estas piezas son importantes por la función específica que desempeñan y se denominan: filtro de captación, válvula de compuerta, válvula de globo, válvula de aire, adaptador macho, adaptador hembra, válvula de flote, codo de 90°, codo de 45°, válvula de esfera, te normal, te reducida, reduccion bushing o campana, válvula reguladora de presión, aspersor de presión moderada.
2. La calidad de los accesorios usados en los sistemas de miniriego depende del tipo y proporción de los materiales de construcción, de la procedencia o país de fabricación y de su capacidad de resistencia a los efectos naturales que influyen en los sistemas de miniriego durante un mínimo de 2 años, por considerar que los usuarios cuentan con un retorno de por lo menos un ciclo de producción y un máximo de 20 años, tiempo de vida útil de los proyectos de riego.

8. RECOMENDACIONES

1. El asesor en ventas de insumos para sistemas de riego debe analizar e interpretar las inscripciones de presión que los accesorios contienen, para garantizar adecuadamente la utilización del artículo que pretende instalar el interesado.
2. Es indispensable garantizar el accesorio mediante una buena selección, tomando en cuenta las características de funcionamiento adecuado, la procedencia de prestigio, el material de hechura y la capacidad de trabajo que el fabricante emite con su producto.
3. Es responsabilidad del asesor-vendedor exponer la información correcta para que los accesorios realicen el trabajo respectivo en una instalación de un sistema de miniriego por lo que se deben evitarse accesorios que no lleven recomendaciones específicas y un historial beneficioso.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMANCO, GT. 2003. Listado de precios al público y especificaciones de productos. Guatemala. 10 p.
2. Azevedón N, JM De; Acosta A, GA. 1973. Manual de hidráulica. 6 ed. Sao Paulo, Brasil. Edgard Blucher. 546 p.
3. Distribuidora del Oeste, GT. 2003. Registro de productos y precios comercializados. San Marcos, Guatemala. 50 p.
4. FIS (Fondo de Inversión Social, GT). Programa sistemas de mini-riego, infraestructura social II y desarrollo. Guatemala. 4 p.
5. IGM (Instituto Geográfico Militar, GT). 1988. Mapa topográfico de la república de Guatemala: San Marcos, no. 1860 IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
6. ITAP (Productos italianos, IT). 1999. Catálogo general de componentes hidráulicos garantizados. Italia. 107 p.
7. Kibbutz Kfar Charuv, Il. 1999. Accesorios de ARI para la agricultura. Israel. 2 p.
8. Mataix, C. 1970. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Madrid, Ediciones del Castillo. 573 p.
9. OCEANO, Es. 1999. Diccionario enciclopédico. España. 543 p.
10. PAFYDYA (Productos Agrícolas, Frescos y Deshidratados y Anexos). 2002. Memoria de proyectos construídos en el departamento de San Marcos. San Marcos, Guatemala. 175 P.
11. REGEPLAST, GT. 2003. Catálogo de productos de venta. Guatemala. 6 p.
12. Sandoval Illescas, JE. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 313 p.
13. Simmons, CH; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 997 p.
14. Town, HM; Huac, C. 1998. Línea completa de válvulas. Israel, Fu San Magner . 24 p.
15. Tubovinil, GT. 2003. Consideraciones de diseño para instalaciones con tubería PVC. Guatemala. 46 p.

10. ANEXO

Estructuras demandantes de accesorios

Captación de afluente: se captará el agua proveniente de una corriente derivada del río Tiumuca en la E.0

1. Embalse: debido a que es una captación directamente de río se realizará un pequeño embalse en la E.0 con muros de mampostería de 0.50 m de espesor, 1.0 metro de altura, 2.0 metros de cimentación y una longitud perpendicular al riachuelo de 4 metros. Además se instalará una compuerta de 10" X 10" X 1/16" para desagüe. El embalse permitirá la entrada del caudal de agua a través de un tubo de PVC de 8" con su pichacha hacia los desarenadores dispuestos en serie.

2. Desarenador: estructura de concreto reforzado de 5.0 m de longitud por 1.0 m de base que se hará con el objeto de eliminar la arena y partículas finas para evitar el sedimento en la tubería, este dispositivo será ubicado inmediatamente después de la presa y tendrá las siguientes especificaciones: se usará concreto de 210 kg/cm² a los 20 días con una relación agua/cemento 0.55 (o cargado), pedrín de 3/4-1", acero de refuerzo 2810 kg/cm² (grado 40 K), todos los recubrimientos indicados se medirán desde el rostro del refuerzo a la caída exterior del concreto, los desniveles del piso que forman los pañuelos se construirán con mezcla en proporción 1:3 x 1/10, todas las paredes y pisos deberán alisarse con sabieta en proporción 1:2 cemento arena de río. El refuerzo vertical deberá limpiarse de rebabas de concreto y/o lechada antes de fundir los muros. El tanque está diseñado para trabajar superficialmente o enterrado. La profundidad mínima de cimentación será de 0.60 metros si el material de base es arenoso, deberá impermeabilizarse con lechada de cemento, antes de fundir la losa interior, todo lo referente a las longitudes de anclaje y traslape del refuerzo, se hará cumpliendo con las especificaciones para la construcción de acueductos rurales de UNEPAR y el reglamento de construcción de concreto reforzado del ACI-318 en ningún caso se deberá tener trabadores en los puntos siguientes: al centro de la cama superior de la losa de cimentación. En una longitud de L/4 de refuerzo horizontal de los muros medido de las esquinas.

LINEA DE CONDUCCIÓN (11,073.72 m)

1. Cajas de válvula de limpieza: estructuras de 0.70 X 0.70 m que se colocarán en las estaciones 22.1, 25.1, 28.1, 36.1, 44.1, 74.1, 76.1, 81.1, 82.1, 86.1, 118.1, 126.1, 156.1, 157.1, 179.1, 182.1, 188, 215.1, 242. con base al cálculo hidráulico, servirá para la protección de la válvula de limpieza se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0.20 m, y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC de 3", y servirá para eliminar los sedimentos que contenga la línea de conducción.

2. Cajas de válvula de aire: estructuras de 0.70 X 0.70 m. que se colocarán en la línea de conducción en las estaciones 79, 106, 114, 130, 136, 144, 155, 171, 177, 181, 192, 195, 201, 238; después de una depresión, en la parte más alta de acuerdo al diseño hidráulico y servirá para la protección de la válvula de aire tipo ventosa. Esta se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0.20 m, y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula y accesorios de PVC se adaptarán a la tubería de PVC de 8" y 4", y servirá para eliminar el aire que pueda acumular la línea de conducción.

3. Instalación de tubería: estas en su mayoría serán de PVC, y estarán a una profundidad de 0.80 m si el terreno lo permite, a menos que en las bases especiales se diga lo contrario y con excavación de zanjas de 0.40 m de ancho y después de probada la tubería se tendrá que rellenar la zanja con el material extraído. En caso de suelos duros se harán hasta 0.6 m y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra. De la E.0 a E.6 se revestirá la tubería.

4. Pasos de zanjón: estas estructuras se instalarán en pequeñas depresiones o en paso de quebradas o ríos recubriendo la tubería con mampostería de piedra. En el proyecto se realizarán 92 pasos tipo "A" y 79 tipo "B", ubicados en la memoria del cálculo hidráulico y en planos.

RED DE DISTRIBUCION(31,700 m): son las tuberías que distribuirán el agua a las conexiones prediales, de los beneficiarios.

1. Instalación de Tubería: estas en su mayoría serán de PVC y HG en los pasos de zanjón y donde lo requiera el diseño, estarán a una profundidad de 0.8 m con excavación de zanjas de 0.4 m de ancho para la instalación y después de probada la tubería se tendrán que llenar con el material extraído. En caso e suelos duros se harán hasta 0.6 m y en suelos de piedra o con antecedentes de sales se revestirá con mampostería de piedra.

2. Caja Rompe presión: obra utilizada para colocar la presión al nivel de la presión atmosférica, compuesta por caja principal. Esta estructura servirá para romper la presión estática en el ramal de distribución con una capacidad de 0.5 m³ ubicadas en las estaciones indicadas en la memoria del cálculo hidráulico.

Especificaciones:

- La mampostería de piedra se hará de la siguiente manera: 33 % mortero y 67 % piedra bola.
- El mortero se hará en la proporción en volumen de 1:2 , cemento, arena de río respectivamente.
- El concreto será en la proporción en volumen de 1:2:3; cemento, arena de río y pedrín de ½ "

- Se repellará en el interior con sabieta, proporción en volumen de 1:2, cemento, arena de río con un recubrimiento mínimo de 1.5 cm y alisado interior y exteriormente.
- En las tapaderas se dejará un nivel necesario para drenar en el área de lluvia .
- El terreno bajo la losa del piso deberá ser perfectamente apisonado
- Se realizará un alisado interior de cemento arena de río en proporción 1:1, para impermeabilizar las paredes interiores de la caja.

CONEXIONES PREDIALES PARA RIEGO: es la obra que se prevee instalar en el inicio del predio donde se encuentra el área a regar se compone de lo siguiente:

1. Tubería de acometida: la conecta la línea de distribución con los accesorios de la conexión predial.

2. Accesorios de la conexión predial

1 llave de paso de 3/4"

1 llave de chorro 1/2"

1 codo galvanizado de 3/4" x 90°

1 codo adaptador PVC de 3/4" x 90°

1 Copla Galvanizada de 3/4"

1 Niple galvanizado de 3/4"x 0.20m

1 Niple galvanizado de 3/4" x 1.50m

2 adaptadores machos de PVC de 3/4"

Regulador de presión de 30 PSI

Aspersores Naan 427 AG de 30 PSI y Wobbler de 20 y 15 PSI

3. Materiales para conexiones prediales

Tubería y accesorios de PVC: deberá cumplir con todo lo especificado para esta clase de tubería, deberán tener una presión mínima de trabajo de 250 lbs/plg².

Llave de paso tipo globo de 3/4"; deberá ser de bronce para una presión de trabajo de 315 lbs/pulg², el tipo de unión será con rosca hembra, teniendo en el cuerpo impreso la marca de fábrica y la presión de trabajo.

Llave de Chorro: será de bronce, con rosca para manguera con el extremo de salida y para una presión mínima de 70 PSI.

4. Referencias de estructuras demandantes de accesorios

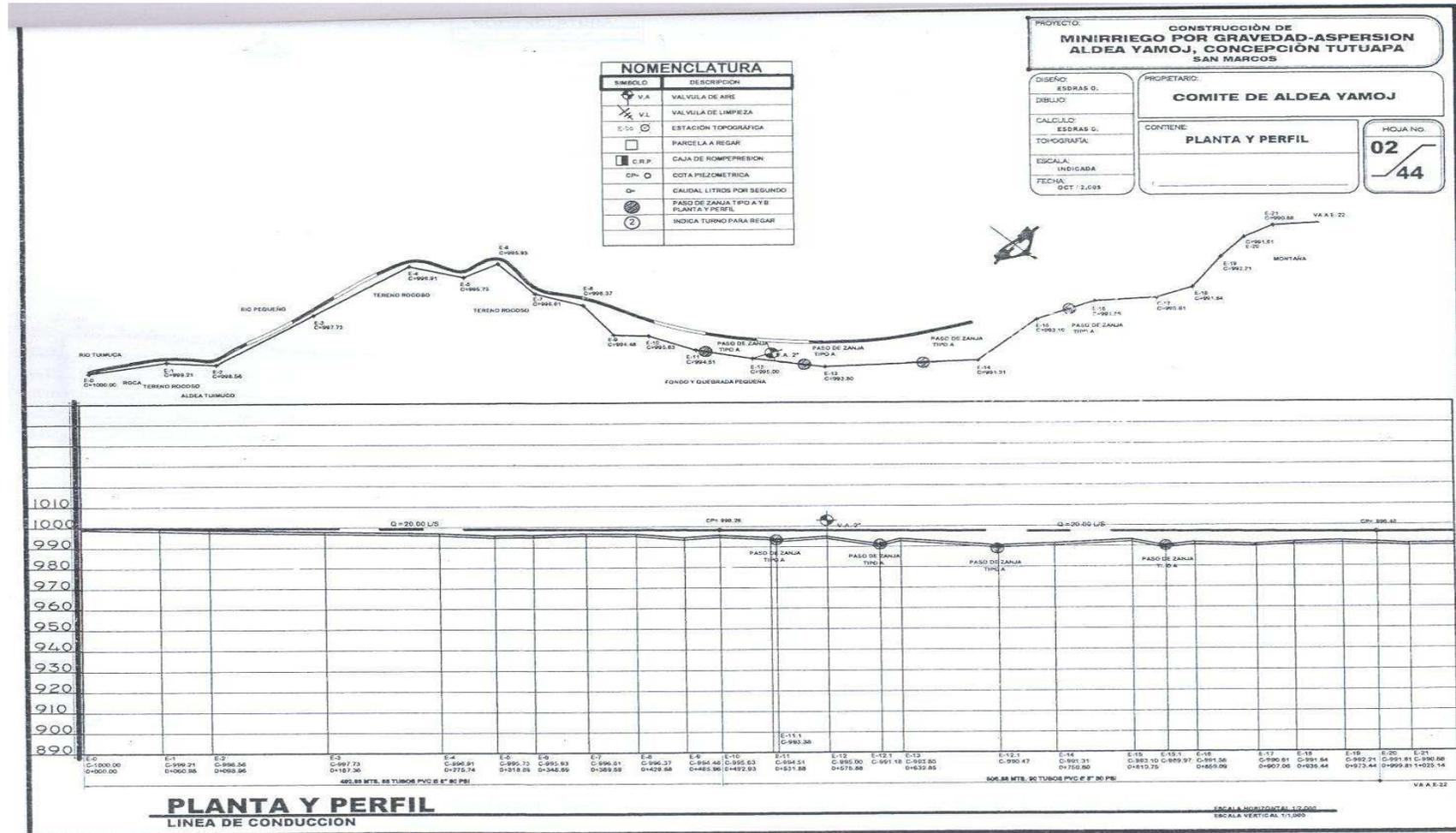
- Cuadro 7. Memoria hidráulica correspondientes a las secciones de las hojas 2/44 y 12/44, sistema de miniriego gravedad aspersión Yamoj.
- Hojas 2/44 y 12/44. Secciones de Planta y perfil de conducción y distribución del proyecto de mini-riego gravedad aspersión para aldea Yamoj, del municipio de Concepción Tutuapa. Departamento de San Marcos.
- 41/44, 42/44, 43/44. Planta y perfil de estructuras típicas que requieren accesorios PVC y metálicos.
- Esquema de parcela ideal con riego por aspersión fija; 02/07 correspondiente al primer turno, 03/07 segundo turno y 04/07 tercer turno.
- Hoja 05/07. Instalación predial típica de miniriego gravedad aspersión, válvula reguladora de presión alternativa cuando las presiones son mayores de 30 psi.
- Hoja 06/07. Sedimentador, demandante de accesorios e indispensable en los sistemas de miniriego.
- Hoja 07/07. Pasos de Zanja A,B y C típicos en los sistemas de miniriego.

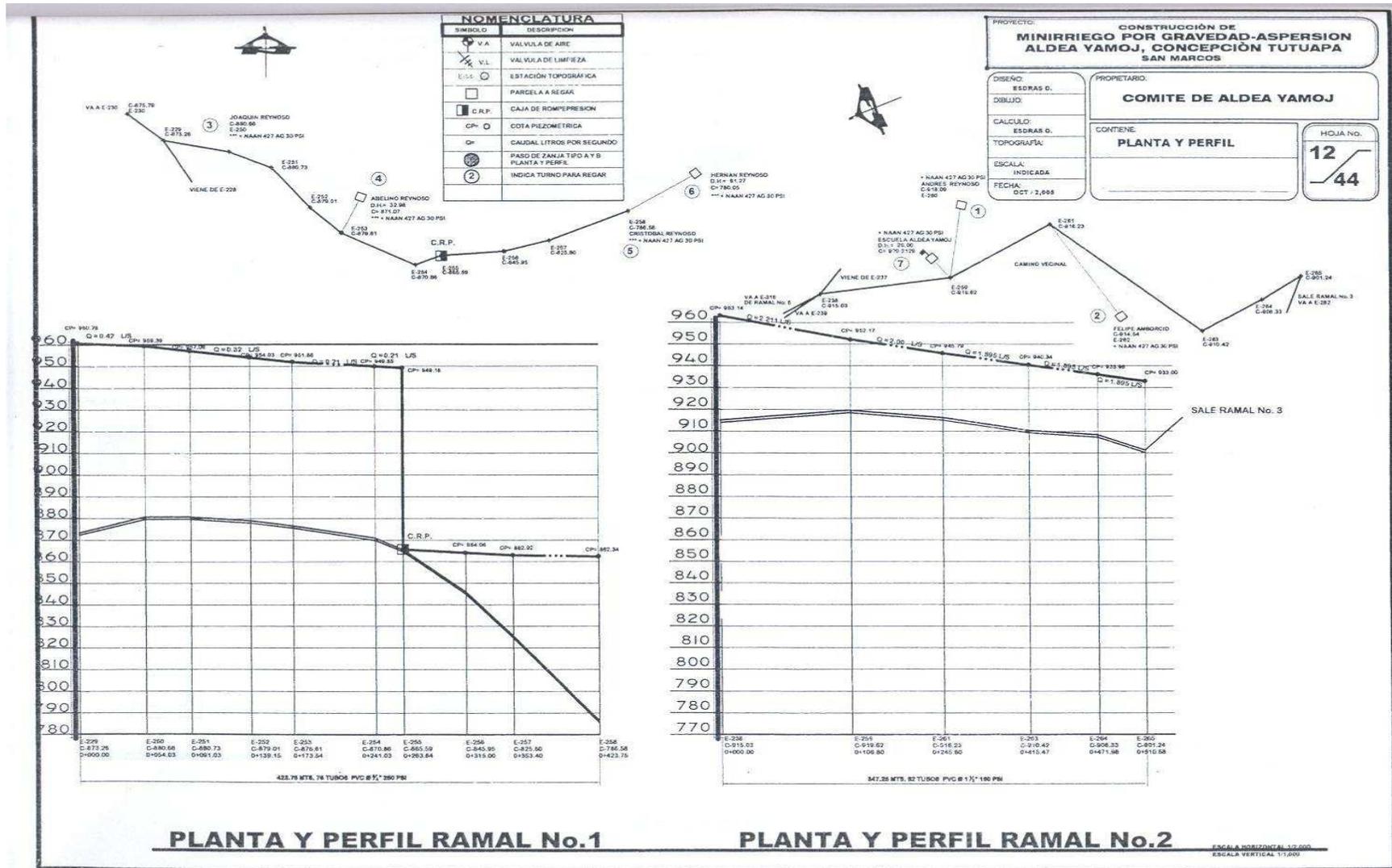
Cuadro No.7. Secciones del proyecto de miniriego gravedad aspersión demandantes de accesorios, Yamoj, San Marcos

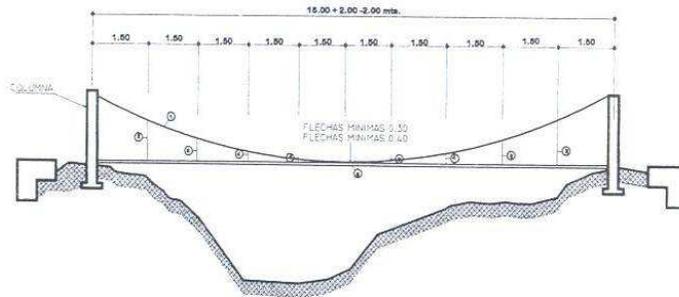
EST.	P.O	Cota de Inicio	Cota Final	D.H.	Caudal L/S	Ø interior	PRESION ESTATICA mca	PERDIDA FRICCION Mca	PERDIDA ACUMULADA mca	Velocidad m/s	GOLPE	Presión de tubería en PSI	Cota Piezométrica	Cant. De tubería	Tubería
											ARIETE				
0	10	1000.00	995.63	492.93	20	8.095	4.37	1.74	1.74	0.60	18.51	6.89	998.26	88	Pvc Ø 8" de 80 psi
10	20	995.63	991.61	506.88	20	8.095	8.39	1.78	3.52	0.60	18.51	13.23	996.48	90	Pvc Ø 8" de 80 psi
20	30	991.61	986.90	510.14	20	8.095	13.10	1.80	5.32	0.60	18.51	20.66	994.68	91	Pvc Ø 8" de 80 psi
229	250	873.26	880.66	54.03	0.42	0.926	119.34	5.79	40.71	0.97	47.67	188.21	959.29	10	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
250	251	880.66	880.73	37.00	0.32	0.926	119.27	2.39	43.10	0.74	27.67	188.10	956.90	7	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
251	252	880.73	879.01	48.12	0.32	0.926	120.99	3.11	46.20	0.74	27.67	190.80	953.80	9	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
252	253	879.01	876.61	34.39	0.32	0.926	123.39	2.22	48.42	0.74	27.67	194.59	951.58	6	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
253	253.1	876.61	871.07	32.98	0.21	0.926	128.93	0.98	49.40	0.48	11.92	203.33	950.60	6	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
253	254	871.07	870.86	67.49	0.21	0.926	129.14	2.00	50.42	0.48	11.92	203.67	949.58	12	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
254	255	870.86	865.59	22.61	0.21	0.926	134.41	0.67	51.09	0.48	11.92	211.98	948.91	4	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
238	259	915.03	919.62	106.80	2.211	1.754	80.38	10.97	47.39	1.42	102.63	126.77	952.61	19	Pvc Ø 1 1/2" de 160 psi
259	259.1	919.62	920.21	20.00	0.105	0.926	79.79	0.16	47.55	0.24	2.98	125.83	952.45	4	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
259	260	920.21	918.09	63.96	0.105	0.926	81.91	0.53	47.92	0.24	2.98	129.18	952.08	11	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
259	261	918.09	916.23	74.84	2.000	1.754	83.77	6.39	53.78	1.28	83.98	132.12	946.22	13	Pvc Ø 1 1/2" de 160 psi
261	262	916.23	914.54	99.37	0.105	0.926	85.46	0.82	54.59	0.24	2.98	134.77	945.41	18	Pvc Ø 3/4" de 250 psi
262	263	914.54	910.42	70.50	1.895	1.754	89.58	5.45	59.22	1.22	75.39	141.27	940.78	13	Pvc Ø 1 1/2" de 160 psi
263	264	910.42	908.33	56.51	1.895	1.754	91.67	4.36	63.59	1.22	75.39	144.57	936.41	10	Pvc Ø 1 1/2" de 160 psi
264	265	908.33	901.24	38.60	1.895	1.754	98.76	2.98	66.57	1.22	75.39	155.75	933.43	7	Pvc Ø 1 1/2" de 160 psi

Fuente: Estudio técnico del proyecto
Orozco Castañón, EE.

Sección 1: EN E-0 INICIA EJE CENTRAL Y TERMINA EN E-249
Sección 2: EN E-229 PARTE EL RAMAL No. 1 Y TERMINA EN E-258
Sección 3: EN E-238 PARTE EL RAMAL No. 2 Y TERMINA EN E-281



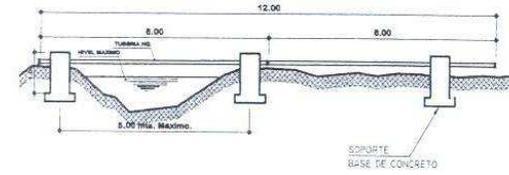




ELEVACION LATERAL

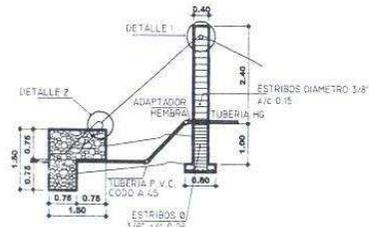
PASO AEREO DE 15.00 mts. DE LUZ

ESCALA: 1/75



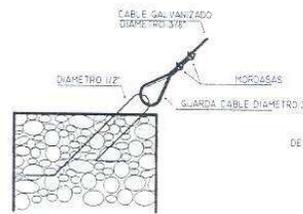
DETALLE DE SANJA TIPO B

ESCALA: 1/80



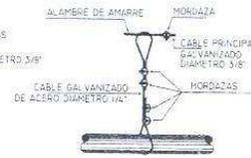
ELEVACION ANCLAJE PARA PASO AEREO

ESCALA 1/60



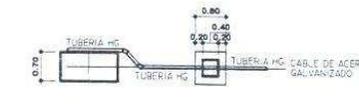
DETALLE DE ANCLAJE

ESCALA 1/30



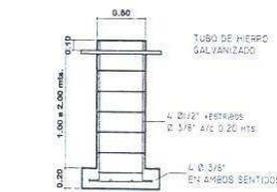
DETALLE DE SUSPENSION

ESCALA 1/30



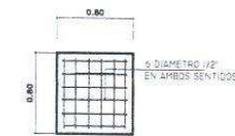
PLANTA ANCLAJE PARA PASO AEREO

ESCALA 1/60



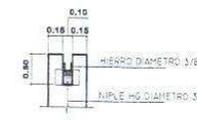
SECCION DE ZAPATA

ESCALA 1/30



PLANTA DE ZAPATA

ESCALA 1/30



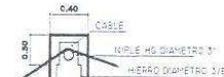
DETALLE 2 VISTA LATERAL

ESCALA 1/30



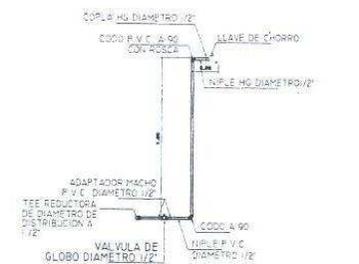
DETALLE DE COLUMNA

ESCALA 1/30



DETALLE 1 CORTE DE TOPE

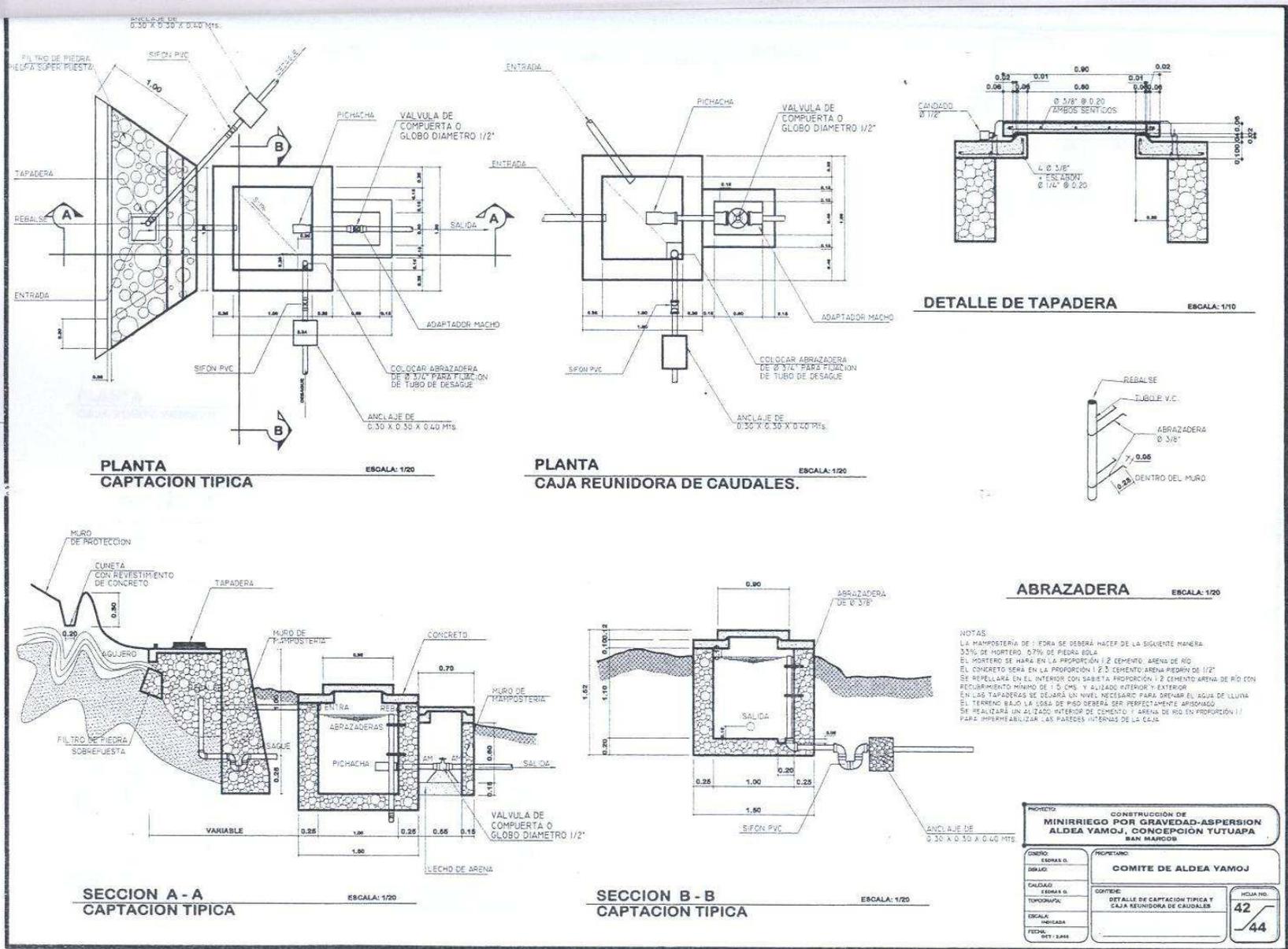
ESCALA 1/30



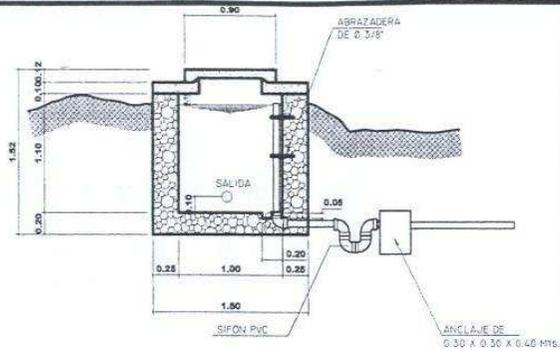
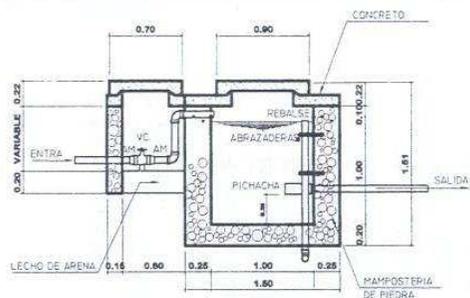
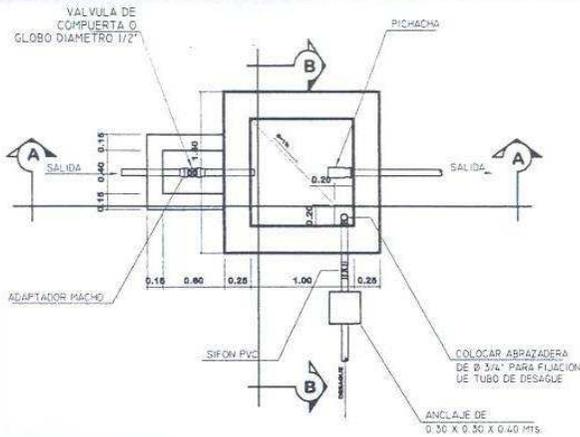
ELEVACION CONEXION DOMICILIAR

ESCALA 1/30

PROYECTO		CONSTRUCCION DE MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERSION ALDEA YAMOJ, CONEXION TITUAPA SAN MARCOS	
DISEÑO EMBAL S. CIBULO ENCARGO EMBAL S. TOPOGRAFIA ESCALA HEC-504 FECHA 01/11/2011	PROPIETARIO COMITE DE ALDEA YAMOJ CONTRATO DETALLE DE PASO AEREO DE 15.00 M PASO DE SANJON TIPO A Y CONEXION DOMICILIAR	HOJA NO. 41 44	



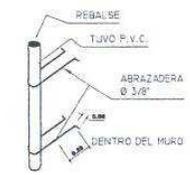
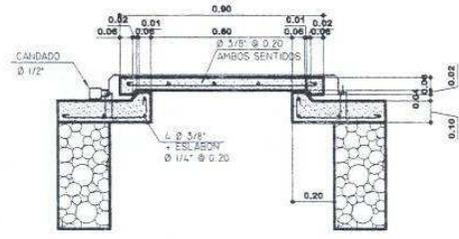
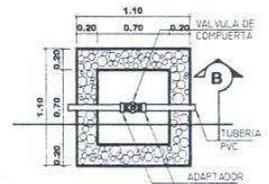
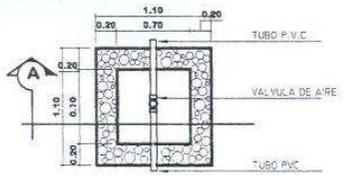
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERSION ALDEA YAMOJ, CONCEPCION TUTUAPA BAN. MARICÓN	
CENTRO: ESQUEMA D. DISEÑO: CALIBRO: ESCALA D. TOPOGRAFIA: ESCALA: INICIADA: FECHA: DIB. S.A.S.	PROPIETARIO: COMITE DE ALDEA YAMOJ CONTRATO: DETALLE DE CAPTACION TÍPICA Y CAJA REUNIDORA DE CAUDALES HOJA NO. 42 DE 44



SECCION A - A
CAJA ROMPE PRESION

SECCION B - B
CAJA ROMPE PRESION

PLANTA
CAJA ROMPE PRESION

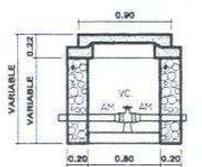
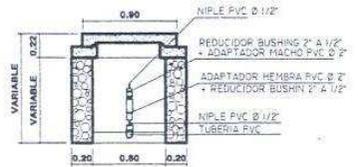


PLANTA
VALVULA DE AIRE

PLANTA
VALVULA DE LIMPIEZA

DETALLE DE TAPADERA

ABRAZADERA



SECCION A
VALVULA DE AIRE

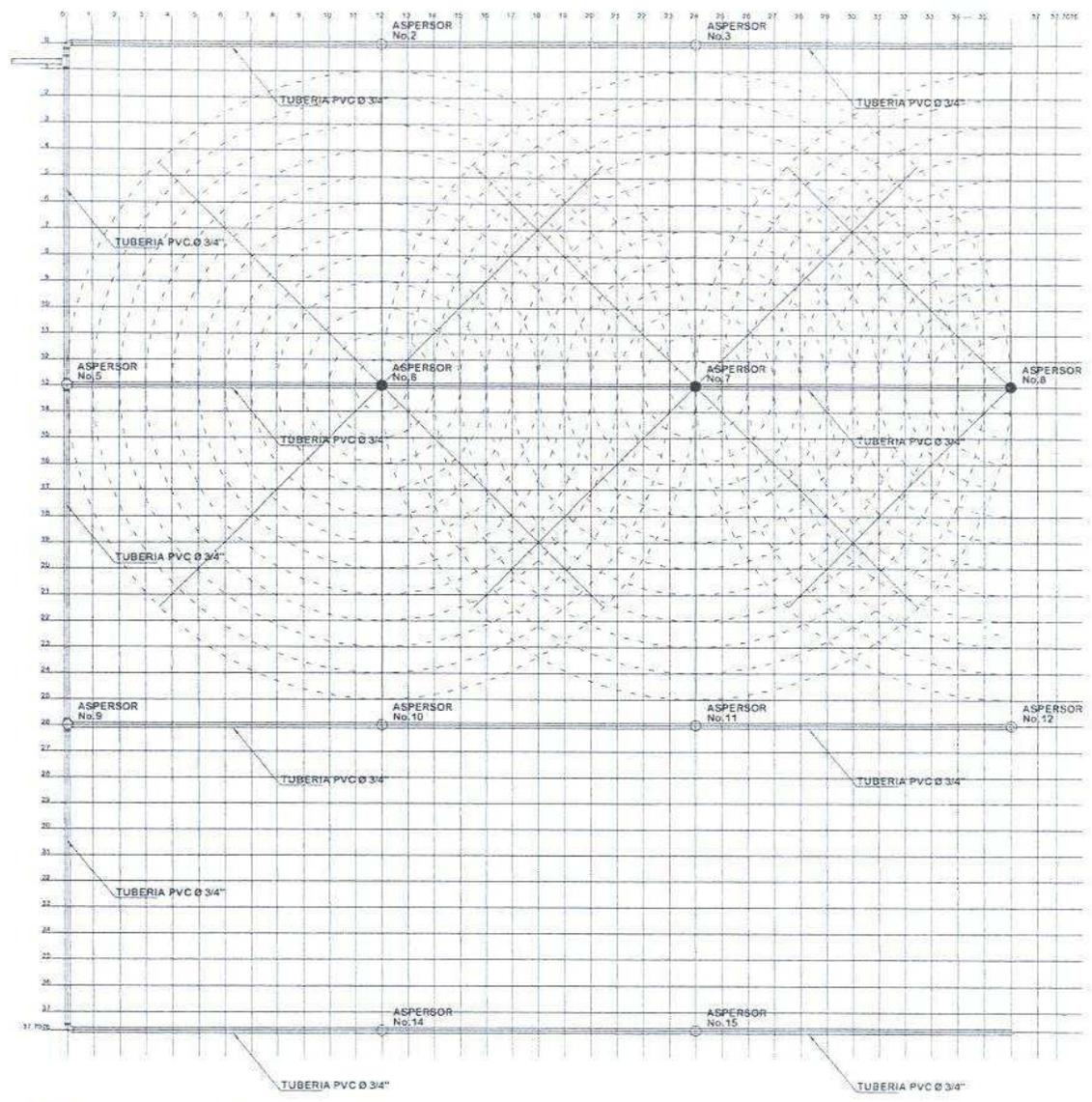
SECCION B
VALVULA DE LIMPIEZA

NOTAS
 LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE DEBERA HACER DE LA SIGUIENTE MANERA:
 23% DE PORTERO, 0.7% DE PIEDRA BOLA.
 EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO ARENA DE RIO
 EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO ARENA PIEDRA DE 1/2"
 SE REPELLARÁ EN EL INTERIOR CON SABETA PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO ARENA DE RIO CON REQUERIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMs. Y ALIZADO INTERIOR Y EXTERIOR.
 EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN NIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
 EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO
 SE REALIZAN UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERIORES DE LA CAJA.

PROYECTO		CONSTRUCCIÓN DE MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERSION ALDEA YAMOJ, CONCEPCION TUTUAPA SAN MARCOS	
USUARIO	ESQUEMA D.	PROPIETARIO	
DESEÑO		COMITE DE ALDEA YAMOJ	
CALCULO	ESQUEMA D.	CONFIRME	HOLANDA
TOPOGRAFIA		DETALLE DE CAJA ROMPEPRESION + CAJA DE VALVULAS	
ESCALA	INDETERMINADA		43
FECHA	DEC. 2011		44

Cuadro 8. Resumen de especificaciones técnicas del diseño agronómico

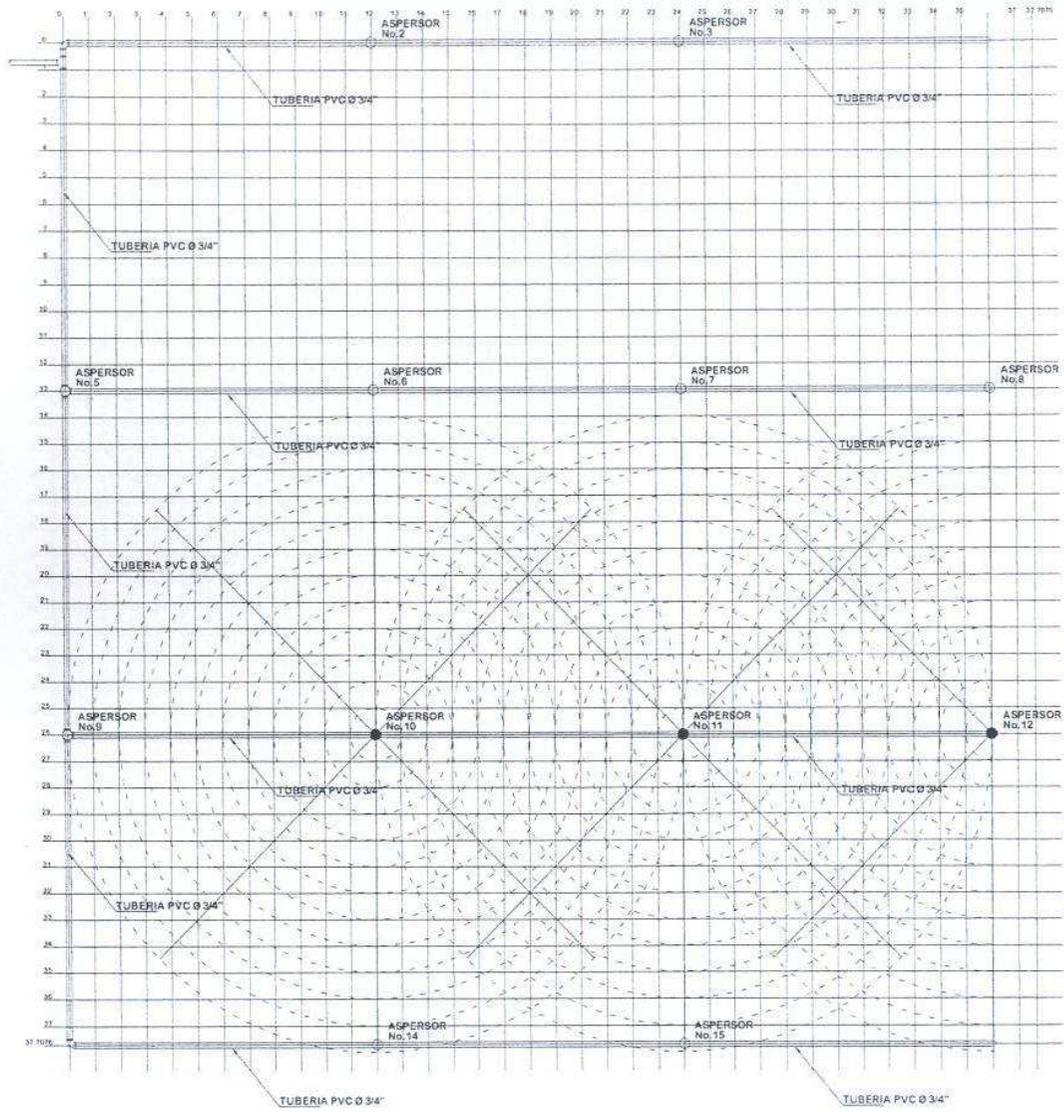
Precipitación Pluvial promedio	1,500 distribuidos de mayo a septiembre
Temperatura promedio	12° centígrados
Humedad relativa promedio	82.5%
Viento	3 m/seg.
Evapo transpiración diaria	4.4 mm
Suelo	Textura Franco Arcillosa $D_a = 1.35 \text{ g/cm}^3$
Zona radicular efectiva	60 cm
Lamina Bruta	4.16 cm
Lamina Neta	3.12 cm
Frecuencia de Riego	7 días
Área de riego diario	38,593.75 m ²
Área total de riego	270,156.25 m ²
Caudal de uso diario	20 l/seg.
Caudal disponible	20 l/seg.
Horas de riego/día	24 horas
Número de turnos	3
Numero de emisores diarios	83 (3 por beneficiario)
Fuente de suministro al sistema	Río
184 Aspersores NAAN 427-AG y 6 Wobbler	Plástico Boquilla 4 mm, caudal 0.85 m ³ /h, diámetro de mojado 24 m, presión operacional 2 atmósferas, peso 75 g Wobbler caudal 0.24 l/seg. y un diámetro de mojado de 15 m.



PROYECTO: MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERSION ALDEA YAMOJ, CONCEPCIÓN TUTUAPA SAN MARCOS	
DISEÑO: D.J.A.	PROPIETARIO: COMITE DE ALDEA YAMOJ
DIBUJO: D.J.A.	CONTIENE: UNIDAD PARCELARIA DE 3,25 CUERDAS + 12 POSICIONES DE ASPERSORES
CALCULO: APDAS	
TOPOGRAFIA: M.RECINOS	HUJIA No.: 02/07
ESCALA: INDICADA	
FECHA: OCT/2,005	

Turno 1

ASPERSORES No.6 Y No.7 GIRO DE 360 GRADOS 8 HORAS CADA UNO
 ASPERSOR No.8 GIRO DE 180 GRADOS 8 HORAS



PROYECTO:
**MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERSION
 ALDEA YAMOJ, CONCEPCION TUTUAPA
 SAN MARCOS**

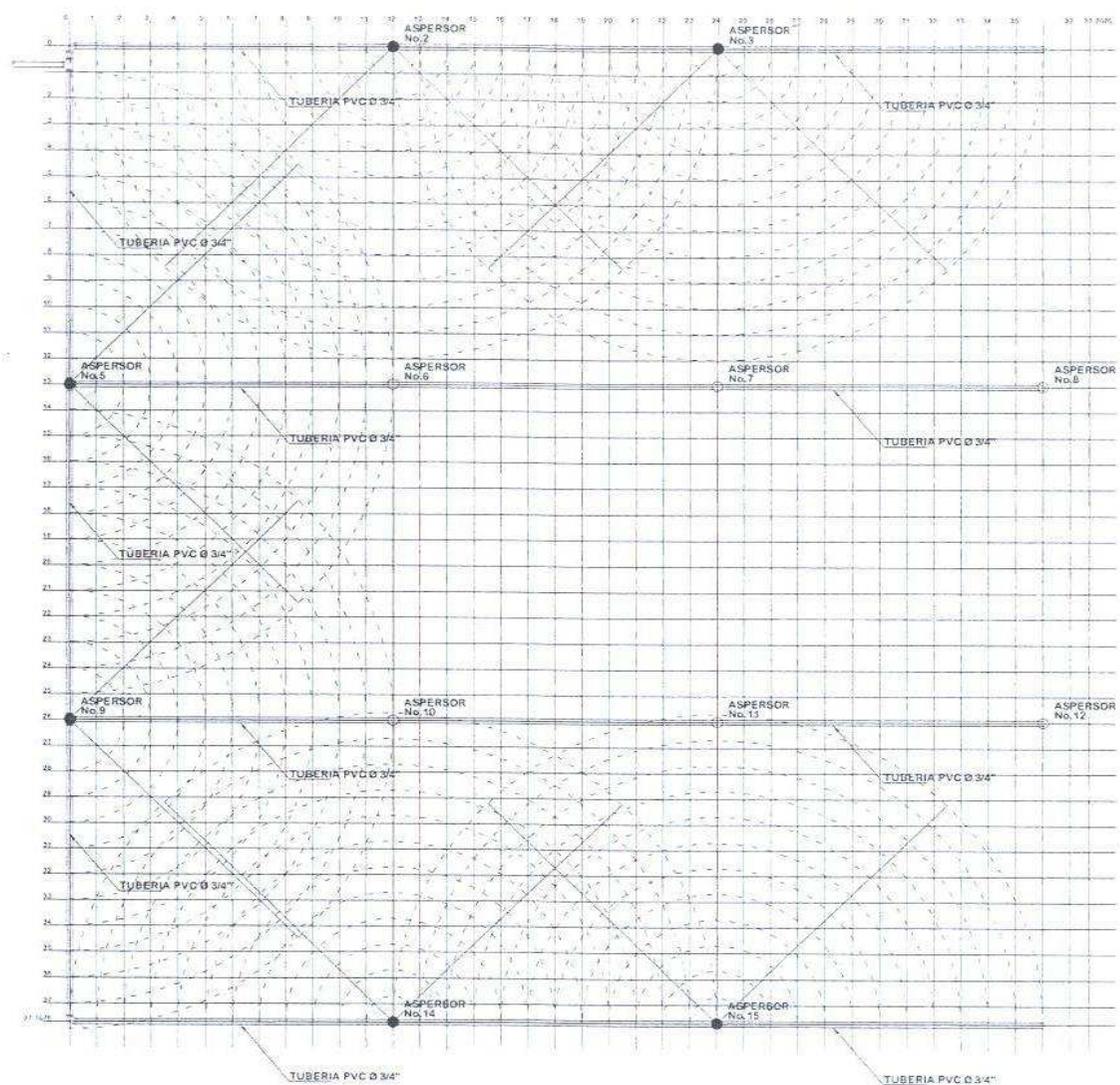
DISEÑO:
 APDAS
 DIBUJO:
 D.I.A
 CALCULO:
 APDAS
 TOPOGRAFIA:
 M. RECHINS
 ESCALA:
 INDICADA
 FECHA:
 OCT/2.005

PROPIETARIO:
COMITE DE ALDEA YAMOJ

CONTIENE:
 UNIDAD PARCELARIA DE 3.25 CUERDAS
 + 12 POSICIONES DE ASPERSORES

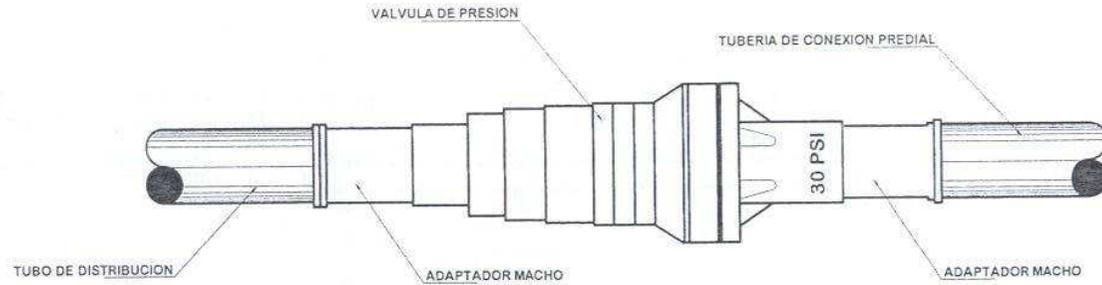
HOJA No
03
07

Turno 2
 ASPERSORES No.10 Y No.11 GIRO DE 360 GRADOS 8 HORAS CADA UNO
 ASPERSOR No.12 GIRO DE 180 GRADOS 8 HORAS



PROYECTO: MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERSION ALDEA YAMOJ, CONCEPCIÓN TUTUAPA SAN MARCOS	
DISEÑO: APDAS	PROPIETARIO: COMITE DE ALDEA YAMOJ
DIBUJO: D.J.A.	CONTIENE: UNIDAD PARCELARIA DE 3.25 CUERDAS + 12 POSICIONES DE ASPERSORES
CALCULO: APDAS	
TOPOGRAFIA: M. RECINOS	HOJA No: 04 / 07
ESCALA: INDICADA	
FECHA: OCT / 2,005	

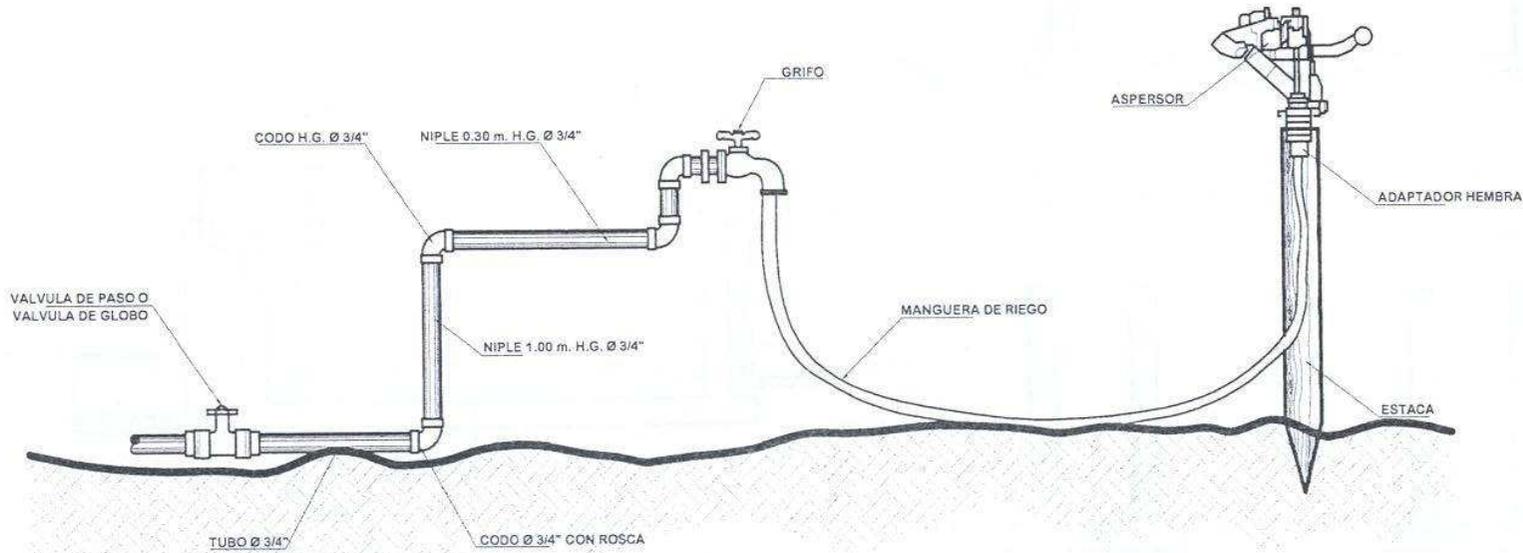
Turno 3
 ASPERSORES No.5, 9, 2, 3, 14, Y 15 GIRO DE 180 GRADOS
 ASPERSORES No.5 Y 9 8 HORAS
 ASPERSORES No.2, 3, 14, Y 15 2 HORAS CADA UNO



PROYECTO: MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERSION ALDEA YAMOJ, CONCEPCION TUTUAPA SAN MARCOS		
DISEÑO: APDAS	PROPIETARIO: COMITE DE ALDEA YAMOJ	HOJA No. 05 07
DIBUJO: DIA		
CALCULO: APDAS	CONTIENE: VALVULA DE PRESION Y CONEXION PREDIAL	
TOPOGRAFIA: M RECINOS		
ESCALA: INDICADA		
FECHA: OCT/12,006		

VALVULA DE PRESION DE 20 A 30 PSI

SIN ESCALA



CONEXION PREDIAL

LINEA DE CONDUCCION

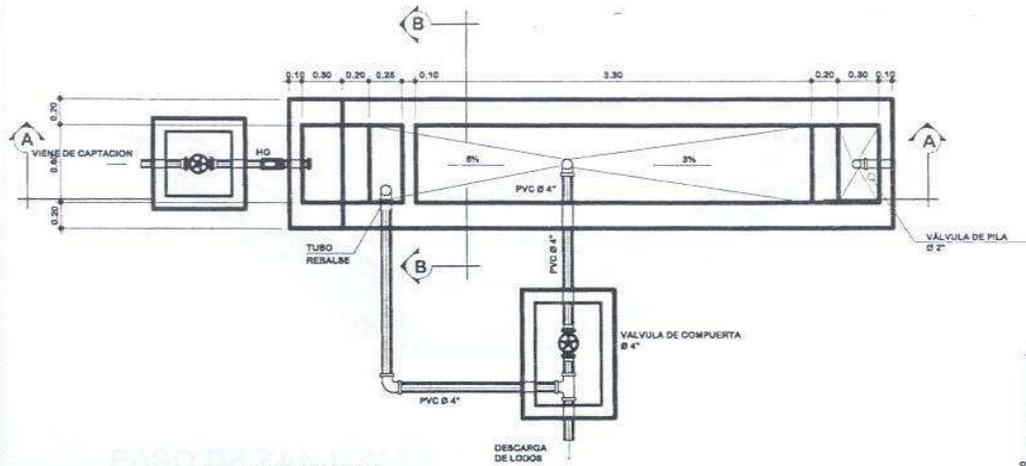
SIN ESCALA

PROYECTO:
**MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERSION
ALDEA YAMOJ, CONCEPCION TUTUAPA
SAN MARCOS**

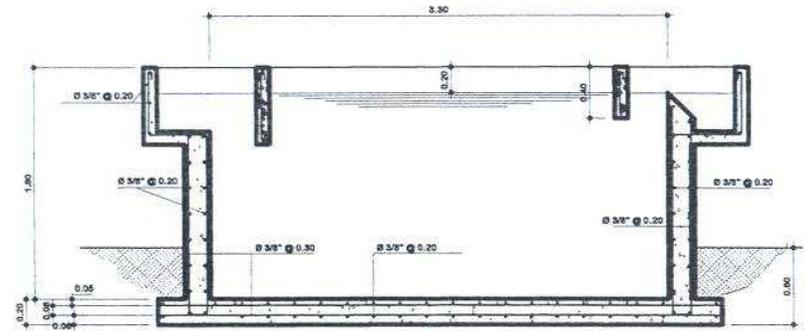
DISEÑO:	APDAS
DIBUJO:	D.J.A.
CALCULO:	APDAS
TOPOGRAFIA:	M.RECINOS
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	OCT / 2.005

PROPIETARIO:	COMITE DE ALDEA YAMOJ
--------------	------------------------------

CONTIENE:	DETALLE DE DESARENADOR
HQJA No.	06 / 07

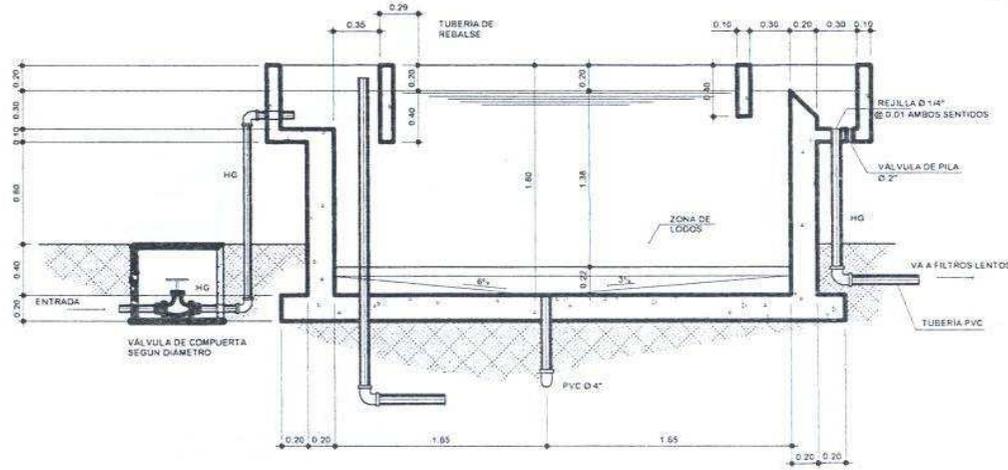


**DESARENADOR
PLANTA DE DESARENADOR**



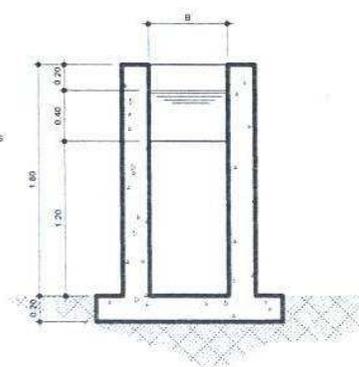
**DESARENADOR
DETALLE ESTRUCTURAL**

ESCALA: 1/25



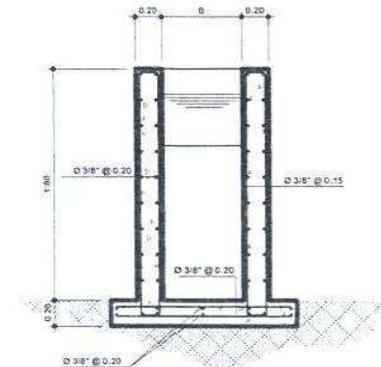
**DESARENADOR
SECCIÓN A-A**

ESCALA: 1/25



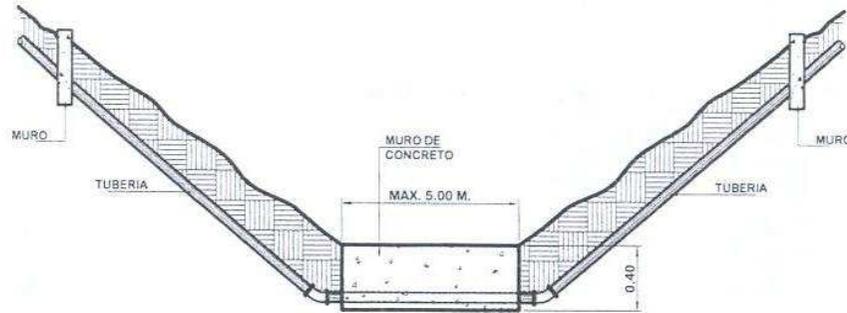
**DESARENADOR
SECCIÓN B-B**

ESCALA: 1/25



**DESARENADOR
DETALLE ESTRUCTURAL**

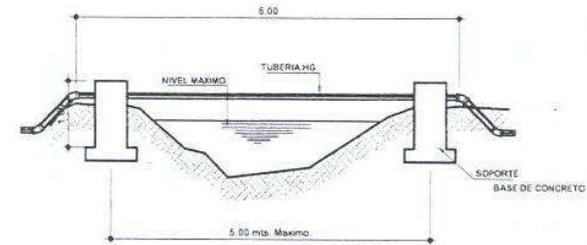
ESCALA: 1/25



PROYECTO: MINIRRIEGO POR GRAVEDAD-ASPERION ALDEA YAMOJ, CONCEPCION TUTUAPA SAN MARCOS	
DISEÑO: APDAS	PROPIETARIO: COMITE DE ALDEA YAMOJ
DIBUJO: D.I.A	
CALCULO: APDAS	CONTIENE: DETALLE DE PASOS DE ZANJON TIPOS "A", "B" Y "C"
TOPOGRAFIA: M. RECINOS	
ESCALA: INDICADA	HQJA No: 07/07
FECHA: OCT / 2, 005	

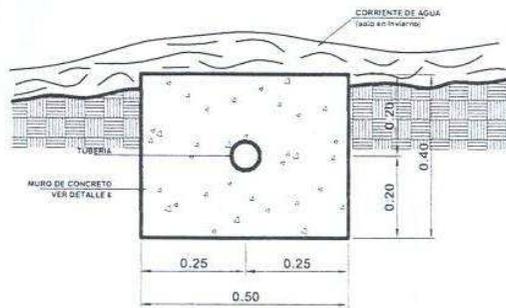
PASO DE ZANJON TIPO "A"
DETALLE LONGITUDINAL

SIN ESCALA



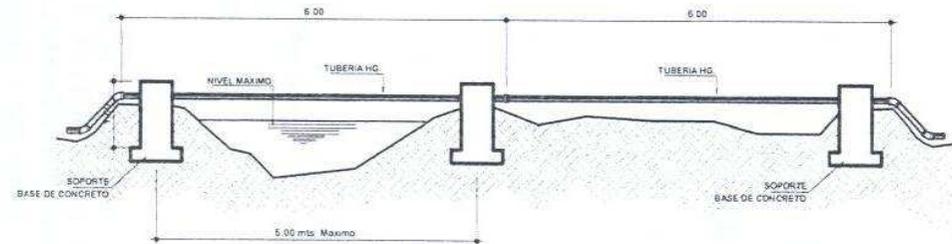
PASO DE ZANJON TIPO "B"

SIN ESCALA



PASO DE ZANJON TIPO "A"
DETALLE TRANSVERSAL

SIN ESCALA



PASO DE ZANJON TIPO "C"

SIN ESCALA