



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INDAP - PRODECOP  
INIA INTIHUASI

BOLETIN TECNICO

ISSN: 0717 - 4829

# OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE EQUIPOS DE RIEGO PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES



LEONCIO MARTÍNEZ B.



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
INDAP - PRODECOP  
INIA INTIHUASI

BOLETIN TECNICO

ISSN 0717 - 4829

---

# OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE EQUIPOS DE RIEGO PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES

---

Leoncio Martínez Barrera

Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Centro Regional de Investigación Intihuasi

La Serena, Chile, 2000

OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE EQUIPOS DE RIEGO PARA PEQUEÑOS  
AGRICULTORES

Autor:

Leoncio Martínez Barrera  
Ingeniero Agrónomo Ph.D.  
Especialista en Riego  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Director Responsable:

Alfonso Osorio Ulloa  
Ingeniero Agrónomo M.Sc.  
Centro Regional de Investigación Intihuasi

Comité Editor:

Alfonso Osorio Ulloa  
Roberto Salinas Yasuda  
Carlos Sierra Bernal  
Ingenieros Agrónomos  
Centro Regional de Investigación Intihuasi, INIA

Alejandra Marín Alvarado  
Ingeniera Agrónoma  
Prodecop

Ilustraciones:

Viviana Véliz Veas  
Cecilia Ladrón de Guevara  
Leoncio Martínez Barrera

Este boletín fue editado como parte de un convenio de capacitación entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP, Proyecto de Desarrollo Rural de Comunidades Campesinas y Pequeños Productores de la IV Región, Prodecop; y el Centro Regional de Investigación Intihuasi, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA; entidades del Ministerio de Agricultura de Chile.

Cita bibliográfica correcta:

MARTÍNEZ B., L. 2000. Operación y mantenimiento de equipos de riego para pequeños agricultores. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Proyecto de Desarrollo Rural de Comunidades Campesinas y Pequeños Productores de la IV Región, e Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile). Centro Regional de Investigación Intihuasi (La Serena). Boletín Técnico, 28 p.

Diseño y diagramación: Binden Art.

Impresión: Gráfico Suisse

Cantidad de ejemplares: 500

La Serena, Chile, año 2000

# CONTENIDOS

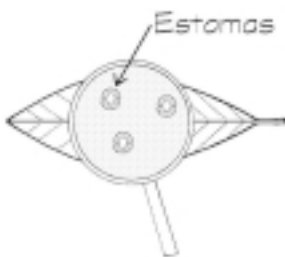
1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADOS .....	5
3.	FUENTE DE PRESIÓN .....	6
4.	EMISORES .....	8
5.	FILTROS .....	10
5.1	Filtros de malla .....	12
5.2	Filtros de grava .....	12
5.3	Filtros de anillas .....	13
6.	LIMPIEZA DE FILTROS .....	13
7.	INYECCIÓN DE FERTILIZANTES .....	15
8.	VALVULAS DE CONTROL DE FLUJO .....	18
8.1	Válvulas de acción manual .....	18
8.2	Válvulas de acción por pulso eléctrico .....	18
8.3	Otros tipos de válvulas .....	19
8.3.1	Válvulas de pie o “sapo” .....	19
8.3.2	Válvula de no retorno o “check” .....	19
8.3.2	Válvulas reguladoras de presión .....	19
9.	INSTALACIÓN DE VÁLVULAS .....	20
10.	TUBERÍAS Y MANGUERAS .....	20
11.	LAVADO DE TUBERÍAS .....	22
12.	APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO .....	23
13.	CONTROL DE ALGAS Y LAMA EN LOS ESTANQUES .....	24
14.	CONSUMO DE AGUA DE LOS CULTIVOS .....	25

# 1. INTRODUCCIÓN



Las plantas, como todo ser vivo, requieren de agua para vivir. El agua cumple diversas funciones, entre otras, de servir como mecanismo de regulación de la temperatura interna del vegetal.

Cuando hace calor, la planta no tiene posibilidad de ponerse a la sombra como lo haría un animal, o beber agua o un refresco como lo haríamos nosotros. La evaporación de agua desde las hojas, proceso conocido como transpiración, ayuda a controlar la temperatura interna de la planta.



En días calurosos, la planta tiene que evaporar mucha agua para evitar un aumento desmedido de la temperatura. Si el suelo está húmedo, el agua pasa desde el suelo a la planta a través de las raíces y luego es conducida hacia las hojas donde se evapora a través de los estomas. Los estomas son pequeñas “ventanas” que posee la hoja para el intercambio de oxígeno, anhídrido carbónico y vapor de agua.



Cuando el suelo tiene poca humedad, el flujo de agua se hace lento y puede detenerse. En ese momento, la planta cierra los estomas y detiene la fotosíntesis (fabricación de alimentos) hasta que se produzcan mejores condiciones ambientales (descenso de la temperatura).

Al regar todos los días, se repone el agua utilizada por la planta en el proceso de transpiración, más la que se evapora directamente desde el suelo. Evapotranspiración es el termino utilizado para referirse al agua transpirada por el cultivo mas la evaporada directamente desde la superficie del suelo.



El riego diario es lo que más le gusta a la planta ya que le permite estar cómoda durante las horas de calor y fabricar los hidratos de carbono (nuestro alimento) durante más tiempo. Esto se manifiesta en plantas con muy buen crecimiento y cosechas de excelente calidad.

El riego diario no es posible realizarlo por métodos de riego tradicionales ya que se requiere gran cantidad de agua, el manejo del cultivo se dificulta por exceso de barro en el

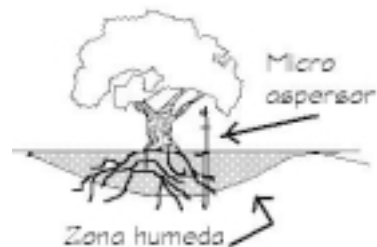
suelo y se crean condiciones altamente favorables para el desarrollo de enfermedades.

El riego localizado (goteo, cintas, microaspersores y microjets), es el único que permite la aplicación diaria de agua sin provocar problemas, ya que se utilizan tuberías y mangueras para conducirla. Las cantidades de agua son las mismas que el cultivo requiere para satisfacer sus necesidades y el manejo del equipo es muy fácil: basta abrir y cerrar válvulas para regar.

El lado no tan favorable de los sistemas localizados es que son de alto costo, por lo tanto, se trata de una inversión que debe ser utilizada de buena forma para lograr los máximos beneficios económicos.

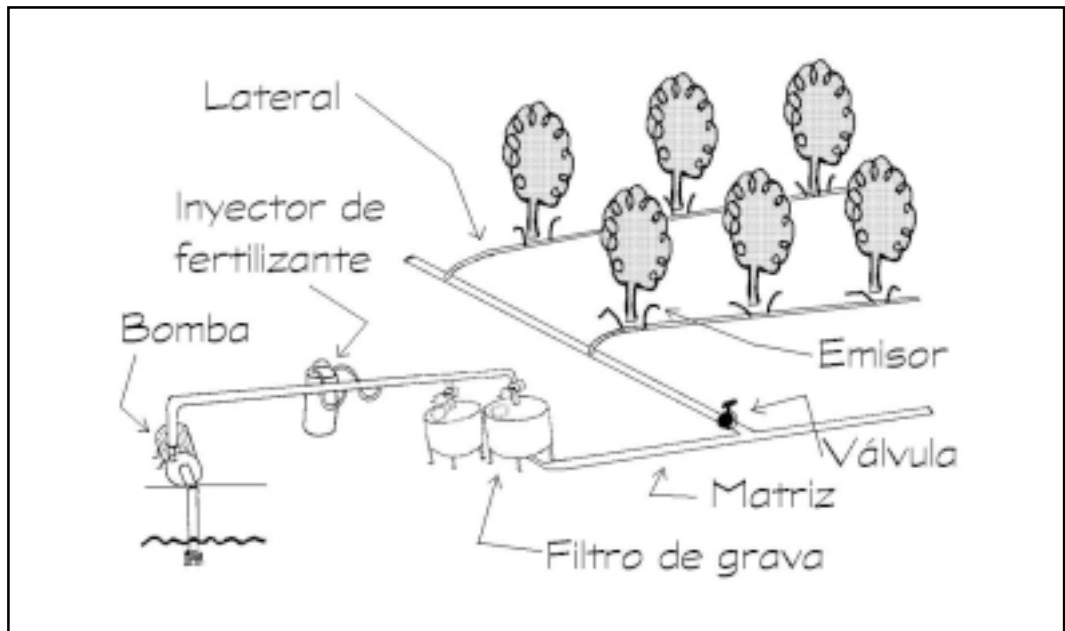
Como todo sistema mecánico, los componentes de un sistema de riego localizado se van deteriorando con el paso del tiempo. También, la operación poco cuidadosa del sistema contribuirá a un deterioro más acelerado e incrementará los costos de operación.

El Proyecto de Desarrollo para Comunidades Campesinas y Pequeños Productores de la IV Región (PRODECOP) ha contribuido en la instalación de sistemas de riego mecánicos entre los agricultores de la Región de Coquimbo. El presente Boletín Técnico es un esfuerzo conjunto de los profesionales de PRODECOP e INIA para lograr una adecuada capacitación de los usuarios de estos sistemas y prolongar en el tiempo su buen funcionamiento.



## 2. SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADOS

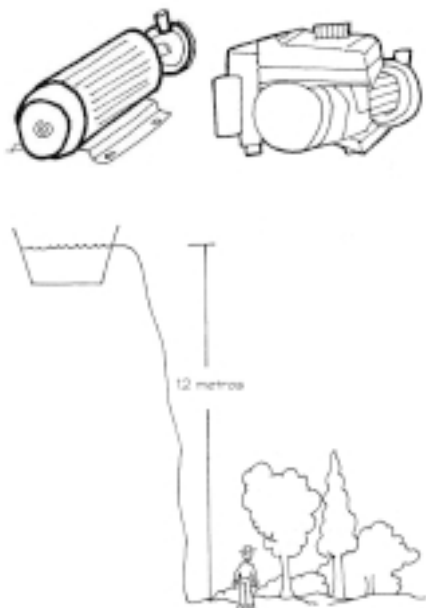
Un sistema de riego presurizado cuenta con diversos componentes. **La Figura N°1** muestra un diagrama de una instalación típica. En ella se puede visualizar la fuente de presión, representada por el uso de una bomba; el sistema de filtros, el sistema de inyección de fertilizantes, el sistema de control, conformado por diferentes tipos de válvulas y reguladores de presión; las tuberías matrices, tuberías secundarias, tuberías portalaterales y las laterales de riego.



**Figura N° 1. Esquema de un sistema de riego presurizado.**

Para el buen funcionamiento de todo el equipo, este se debe operar en forma apropiada y realizar la mantención de acuerdo a las especificaciones técnicas de los fabricantes de cada una de las piezas. Es posible que el equipo presente desperfectos, los cuales deben ser reparados rápidamente para no suspender por un tiempo prolongado la aplicación de agua y así evitar daños al cultivo.

### 3. FUENTE DE PRESIÓN



La forma más común de generar presión es el uso de una bomba conectada a un motor eléctrico o bencinero. Además de una bomba impulsora del agua, también puede utilizarse como fuente de presión para operar estos equipos de riego, la diferencia de altura entre un canal elevado y el potrero donde se encuentra el cultivo. Como regla general, la diferencia de altura debe ser de 12 metros como mínimo.

La bomba debe estar bien instalada para asegurar su buen funcionamiento, pero el primer paso antes del funcionamiento de la bomba es que esté “cebada”, es decir, el cuerpo de la bomba y la tubería de succión debe estar llena de agua. Algunos modelos de bombas son “autocebantes” y no requieren ser cebadas. La mayoría de los modelos sí lo requiere.

**No se debe hacer funcionar una bomba sin cebarla,** debido a que algunos componentes de la bomba se lubrican con el agua que circula por ella. Si no hay agua, algunos componentes internos pueden deteriorarse.

El cebado debe realizarse cada vez que funciona la bomba. Para evitar hacerlo todos los días, es conveniente utilizar una válvula denominada “de pie” o “sapo”, instalada donde comienza la tubería de succión. Una vez cebada la bomba, la válvula de pie impide que se pierda la columna de agua y esta puede funcionar en cualquier momento.

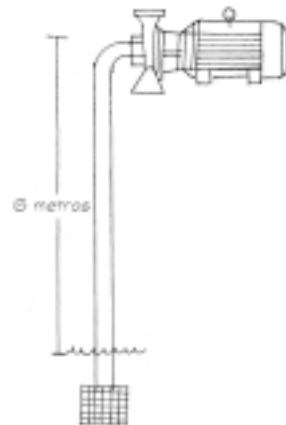
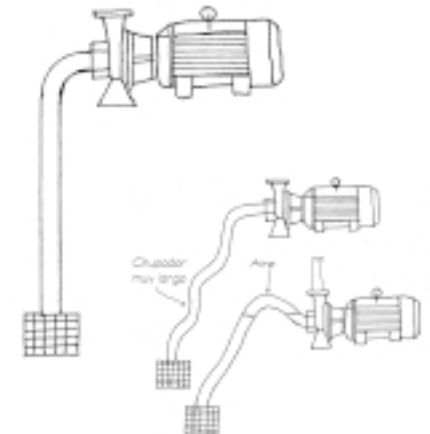
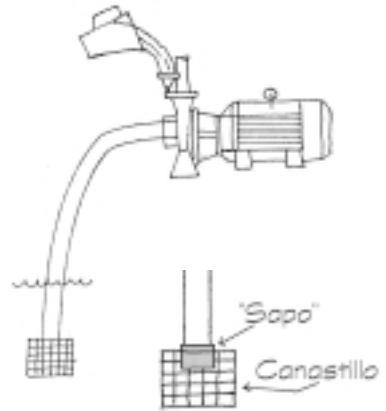
Si se ha instalado una válvula de pie y la bomba pierde la columna de agua, es muy probable que la válvula de pie no funcione correctamente. En esa situación se recomienda desarmar la válvula, limpiarla y volverla a instalarla. Si el problema persiste, es conveniente reemplazarla.

Tampoco la bomba funcionará correctamente si hay aire atrapado al interior de la tubería de succión. Para evitar este problema, la tubería de succión debe ser lo más corta posible y con pendiente hacia la fuente de agua.

En condiciones normales, la bomba puede succionar agua hasta 6 metros de profundidad. Por ello es recomendable **evitar succionar agua más allá de 6 metros**, ya que la bomba cavitará, es decir, producirá un ruido intenso y la bomba tendrá una vida útil muy corta.

Todos los motores eléctricos aumentan de temperatura cuando funcionan. Al tocar el motor con la mano, la sensación de calor debe ser “tibio”. Cuando la sensación de calor al tacto es muy alta y “quema”, algo anormal está ocurriendo. En ese caso se sugiere:

- Revisar el tubo de succión que puede estar obstruido.
- El agua puede estar el límite de succión de la bomba (aproximadamente 6 metros).
- El motor es pequeño en relación a la potencia demandada por la bomba.
- El diámetro de la tubería de succión es menor que el de descarga de agua.





En el caso de detectar sobrecalentamiento del motor, se sugiere consultar a alguien con experiencia en bombas para que proponga una solución al problema. Si el motor trabaja sobrecargado, es muy probable que se quemé en poco tiempo.

En el caso de motores a bencina, las revoluciones del motor deber ser adecuadas para generar la presión de trabajo adecuada para el buen funcionamiento del sistema. Si la aceleración no es suficiente, la bomba no generará la presión requerida. Por el contrario, si las revoluciones del motor son muy altas, el motor consumirá mayor cantidad de combustible aumentando el costo de operación.

La forma de conocer cual es la aceleración adecuada es instalar un manómetro para medir la presión a la salida de la bomba o a la salida de los filtros. La presión correcta es aquella que permite tener entre 8 a 10 metros de presión en el sector de riego más alejado de la bomba, aquel que presenta condiciones más desfavorables. En cintas de riego, la presión es entre 5 a 7 metros.



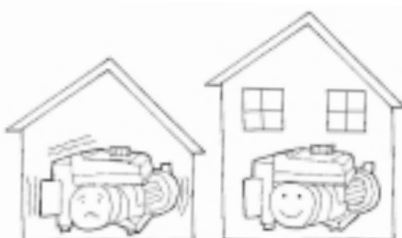
En cuanto a los cuidados de los motores, aquellos que funcionan con bencina deben recibir la mantención rutinaria de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Los aspectos más importantes son:

- Revisar el nivel del aceite cada 8 horas de funcionamiento.
- Cambio de aceite del motor cada 50 horas.
- Limpiar filtro de bencina cada 50 horas.
- Cambio de bujía cada 100 horas.
- Mantener libre de suciedad los resortes y cables de mando.



En periodos donde el equipo no se utiliza por más de 30 días, se debe vaciar el estanque de combustible.

Los motores eléctricos no requieren tanta mantención. Se debe procurar mantenerlos limpios y protegerlos de la humedad construyendo una pequeña caseta como centro de control.



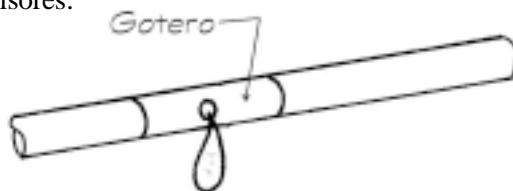
Otro aspecto importante es la buena ventilación de las casetas, especialmente en aquellos sistemas que funcionan con alto contenido de gases producidos por la combustión de motores bencineros.

## 4. EMISORES

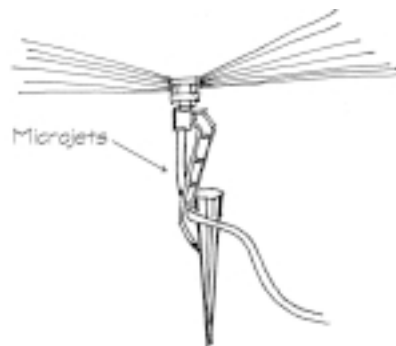
En sistemas de riego presurizados hay tres tipos de emisores:

- Goteros
- Microaspersores y microjets
- Aspersores

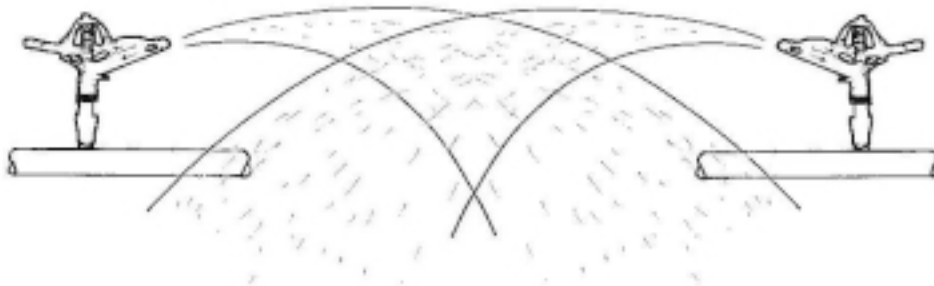
Los goteros son dispositivos responsables de aplicar el agua en forma de gota. Para lograrlo, el gotero está diseñado con laberintos y membranas que dificultan el paso del agua. A través del recorrido, el agua entra en contacto con las paredes del emisor perdiendo presión por roce. La salida del agua es por un orificio pequeño muy fácil de taparse, por lo tanto, el filtrado del agua es extremadamente importante.



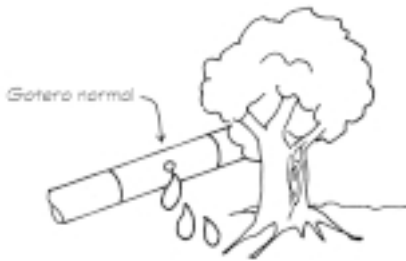
Este sistema se utiliza mucho en frutales con árboles de gran diámetro de copa (nogales, paltos, etc). Los microaspersores y microjets aplican el agua como una lluvia muy fina en las cercanías de la planta, pero no mojan todo el suelo. El orificio de salida del agua es más grande que en goteros, permitiendo la salida fácil de pequeñas partículas presentes en el agua. No es tan exigente en filtración como el sistema de riego por goteo.



El tercer tipo de emisor es el aspersor utilizado principalmente en empastadas. En este sistema de riego, el suelo se moja totalmente. El orificio de salida del agua es de varios milímetros, por lo tanto, no requieren sistema de filtrado cuando el agua está libre de residuos orgánicos como hojas y ramillas. Para lograr el mojado uniforme de todo el suelo, los chorros de agua de dos aspersores contiguos deben traslaparse.



## 5. FILTROS



En riego por goteo y cinta, los filtros son elementos muy importantes ya que tienen la función de impedir el paso de una gran cantidad de impurezas presentes en el agua de riego (algas, semillas, insectos, restos de hojas, pequeñas basuras, arena, etc.). Estas partículas pueden tapan los pequeños orificios de los emisores que permiten la aplicación de agua gota a gota.

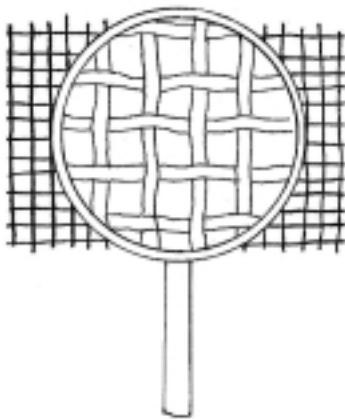


Cuando los emisores se tapan, aquellas plantas ubicadas cerca de donde ocurre el problema reciben muy poca agua y fertilizantes, por lo tanto, presentan problemas de crecimiento y producción.

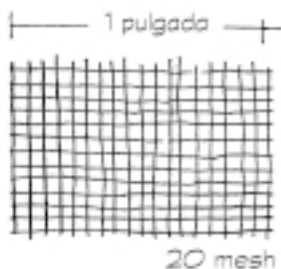


Un taponamiento severo de emisores puede obligar a un recambio total de las cintas y emisores, lo que requiere de una inversión importante.

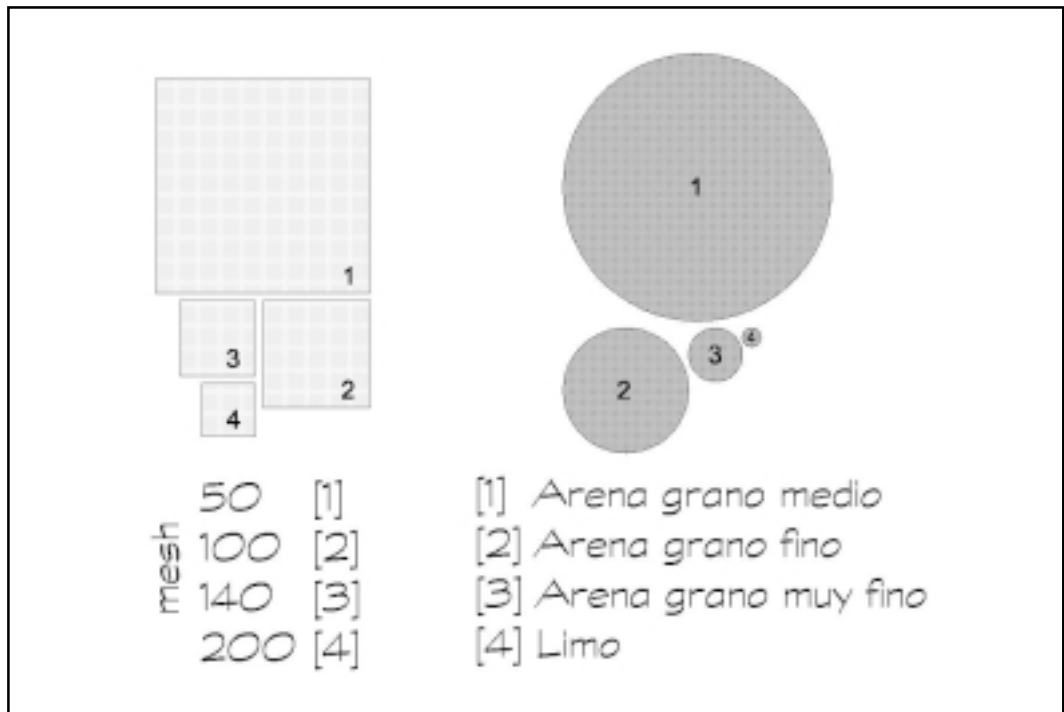
Para evitar taponamientos, el filtro debe retener partículas más grandes que el tamaño de los orificios. Cualquier partícula de tamaño menor, pasará sin problemas por el emisor.



Los filtros se clasifican por el tamaño del orificio de una malla. Como la abertura del orificio es muy pequeña, se utiliza la denominación “mesh” para medirlo. El numero mesh hace referencia a la cantidad de hilos de la malla por pulgada de longitud. 10 mesh significa que la malla tiene 10 hilos por cada pulgada. De este modo, una malla de 80 mesh tiene 80 hilos por pulgada lineal. A medida que aumenta el número mesh, más pequeña es la abertura, por lo tanto, retiene partículas de menor tamaño.



Las partículas en el agua de riego tienen diferentes tamaños, algunas de ellas pueden ser pequeñas basuras en el rango de 1 a 2 milímetros (restos de hojas, insectos, semillas). Otras son de menor tamaño, como pequeños granos de arena fina y muchas de ellas son microscópicas como partículas de limo, arcilla, algas y bacterias. La **Figura N° 2** muestra en términos relativos el tamaño de una abertura de malla en diferentes mesh y el tamaño medio de las partículas más comunes presentes en las aguas de riego.

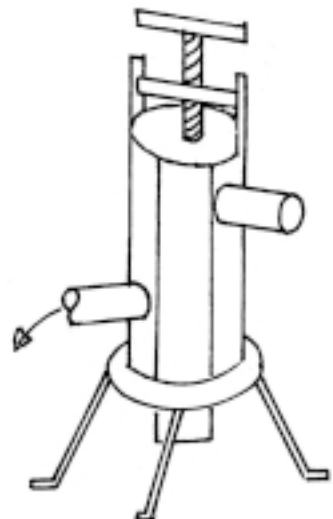


**Figura N° 2. Tamaño relativo de aberturas de mallas y partículas**

Como se puede observar en la **Figura N° 2**, una malla de 50 mesh puede retener una partícula de arena de grano medio, pero deja pasar prácticamente todas las partículas de arena de grano fino y muy fino. La malla de 200 mesh es capaz de retener partículas del tipo arena muy fina pero deja pasar todas las partículas microscópicas como limo, arcilla, hongos, bacterias y virus.

Todos los fabricantes de goteros y cintas recomiendan la utilización de filtros con un determinado número mesh. Muchos de ellos sugieren 150 a 200 mesh, que corresponde a una malla muy fina. Como referencia, una malla “mosquitera” tiene entre 25 y 50 mesh y resulta insuficiente para realizar una filtración adecuada para la mayoría de los tipos de emisores disponibles en el comercio.

Algunos agricultores intentan solucionar el problema colocando doble o triple malla mosquitera o utilizan medias pantyes de nylon en desuso. En realidad, estas prácticas ayudan a reducir el problema, pero no lo solucionan ya que partículas que pueden tapar goteros logran traspasar estas barreras.



La solución es utilizar filtros de buena calidad con mallas metálicas que son de larga duración. Estas unidades son de mayor costo, pero es una inversión que se justifica plenamente. Es preferible un buen filtro a cambiar decenas de metros de cinta cada año por taponamiento generalizado.

Otra opción es la utilización de mallas de nylon que tienen apariencia de una seda muy suave. Cuando se opta por este camino es conveniente tener unidades extras de repuesto para el caso de roturas.

### 5.1 Filtros de malla

El filtro de malla está constituido por dos cilindros, uno externo que constituye el cuerpo de la unidad y uno interno que actúa como soporte de la malla. El cuerpo puede ser metálico o de un plástico resistente. El soporte generalmente es un tubo de PVC con perforaciones para permitir el paso del agua. También puede ser de una combinación de malla y alambre grueso de alta resistencia.

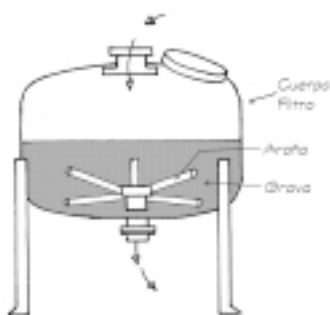


En unidades donde la malla tiene apariencia de media de mujer, la instalación debe ser cuidadosa para evitar que ésta se desprenda e ingrese hasta las tuberías. Cuando esto ocurre, es muy difícil determinar el punto donde quedó atrapada. La malla siempre debe quedar enfrentando al flujo de agua.

Otros tipos de filtros son los de grava y de anillas. Ambos modelos pueden ser asociados a números de mesh igual que los filtros de mallas.

### 5.2 Filtros de grava

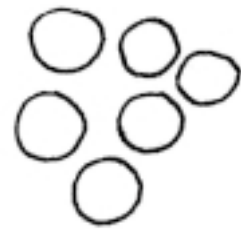
Los filtros de grava son estanques rellenos con arena de cuarzo. Entre los granos de arena se forman pequeños canalículos en donde quedan retenidas las partículas gruesas. Como estos canalículos no son de un diámetro uniforme, las partículas de gran tamaño quedan retenidas en la superficie, las de menor diámetro quedan retenidas en la cama de arena. El agua ingresa al filtro por la parte superior, atraviesa la cama de arena y sale limpia por la parte inferior. Importante es una estructura denominada “araña” que es un filtro de malla con forma de estrella y tiene por finalidad evitar el paso de grava al interior del sistema de riego.



El tipo de arena o grava a utilizar en los filtros debe ser de bordes afilados; no utilizar arena de río que es de granos

redondeados. Los granos de bordes afilados producen canalículos de diferente diámetro y tortuosidad, mientras que el grano redondeado produce canalículos de diámetro uniforme y poco tortuosos. Los filtros con arena de río se taponan más fácilmente que los de cuarzo y, por lo tanto, deben ser limpiados más a menudo.

Una vez concluida la temporada de riego, todo el cuarzo del filtro debe extraerse y ser lavado. Es posible que la acción conjunta de las sales disueltas en el agua; los fertilizantes y los microorganismos bacterias formen “terrones” endurecidos que es necesario romper. También se debe revisar la pintura interior y el estado del colector de fondo (araña). Cuando sea necesario, hay que raspar el interior del filtro con las herramientas apropiadas y aplicar una capa de pintura epóxica. Un trabajo complementario es revisar las válvulas de retrolavado y repararlas cuando presenten fugas de agua.



Arena de río

### 5.3 Filtros de anillas

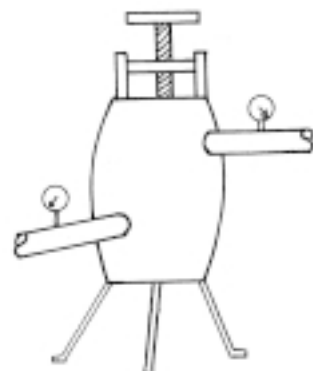
Este tipo de filtro está conformado por un cilindro externo que es el cuerpo de la unidad y un cilindro interno formado por muchos discos de plástico con pequeños surcos irregulares en su superficie. Al juntarse varios discos forman un cilindro poroso con capacidad de retener las partículas grandes en su superficie y en los canalículos internos las partículas más finas. Este tipo de filtro tiene la misma apariencia que un filtro de malla pero se obstruye con menos facilidad.

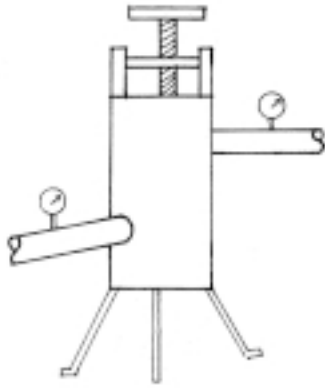


## 6. LIMPIEZA DE FILTROS

A medida que el filtro se “ensucia”, los orificios se obstruyen dificultando el paso del agua. Mientras más suciedad queda atrapada en el filtro, menor es el paso de agua a través de él, pudiendo, en determinado momento, no permitir el paso del agua.

Para restablecer el flujo, se debe limpiar los filtros. La limpieza debe efectuarse cada dos o tres horas dependiendo de la calidad del agua. Aguas muy sucias provenientes de canales con mucha vegetación o tranques con mucha lama y totora pueden requerir limpiarlos con más frecuencia.



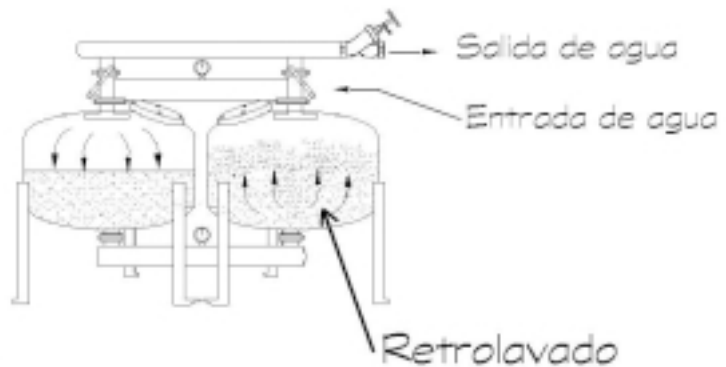


Es necesario instalar dos manómetros en los sistemas de filtros, uno a la entrada del agua y el otro a la salida. Cuando los filtros están limpios, la diferencia de presión entre los dos manómetros es pequeña, alrededor de 1 a 2 metros columna de agua (m.c.a.). A medida que los filtros se ensucian, la diferencia de presión aumenta. Si el filtro se tapa por exceso de suciedad, la presión que marcará el manómetro instalado a la salida del agua será cero. **El lavado de los filtros se debe realizar cuando la diferencia de presión registrada entre los manómetros es de 5 m.c.a.**

En filtros de malla, ésta debe sacarse y ser lavada con una escobilla suave y detergente. Las basuras se incrustan en los orificios, por lo tanto, no es fácil eliminarlas sin escobillarlas.

El tiempo que dura la limpieza puede ser entre 5 a 10 minutos ya que se debe detener el sistema de riego, drenar el agua que ha quedado en el interior del filtro, sacar la malla, lavarla y luego armar nuevamente el sistema.

En filtros de grava se debe hacer circular el flujo en sentido inverso manipulando correctamente las válvulas de retrolavado. El agua sucia se puede verter a un canal de riego, retornarla nuevamente al estanque o depositarla en un lugar donde no produzca problemas.



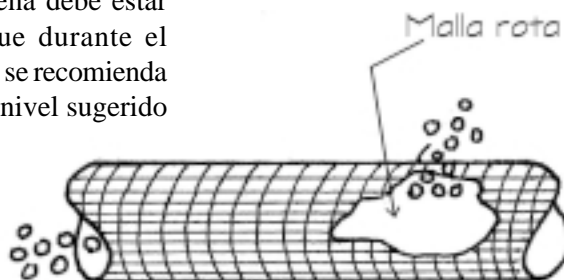
Todos los filtros de grava tienen válvulas que permiten efectuar el retrolavado, que puede durar entre dos o tres minutos. Al comienzo el agua sale muy turbia; a medida que pasan los segundos, el agua se aclara hasta que sale limpia. En ese momento se detiene el retrolavado para que prosiga el riego.

Durante el retrolavado no hay paso de agua hacia los sectores de riego, por lo tanto, este tiempo no debe ser considerado como “tiempo de riego”. Por ejemplo, el tiempo de riego fue de 60 minutos y el equipo se retrolavó durante 3 minutos, el tiempo de riego efectivo fue de 57 minutos.

Sistemas que disponen de filtros de anillas también requieren la detención del equipo para limpiarlos. En estos modelos, se debe realizar los mismos pasos indicados para el filtro de malla. El cilindro conformado por muchas anillas debe limpiarse; para ello, es necesario soltar una tuerca que permite separarlas. En un balde con agua se procede a lavar las anillas. Este proceso tarda muy pocos minutos. Es más fácil lavar un filtro de anillas que uno de malla.

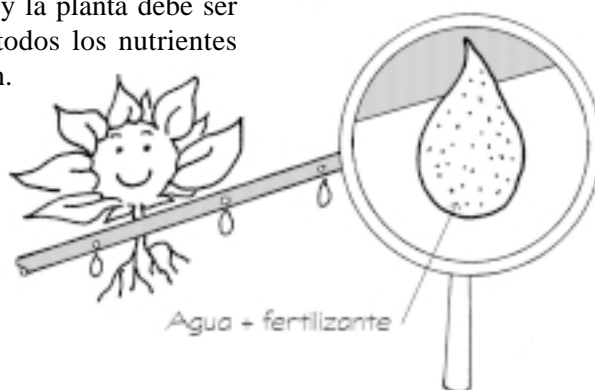


En cuanto a cuidados especiales, se debe verificar que la malla no presente roturas, en esos casos, el filtro deja pasar mucha suciedad. En filtros de grava, la arena debe estar suelta y libre de terrones. Es posible que durante el retrolavado se pierda algo de arena, por lo que se recomienda rellenar el filtro para mantener constante el nivel sugerido por el fabricante.



## 7. INYECCIÓN DE FERTILIZANTES

El éxito de los sistemas de riego presurizado se basa en la aplicación periódica de agua y fertilizantes. No hay éxito en el largo plazo si no hay aplicación de fertilizantes junto al agua de riego. El problema se origina debido a que en condiciones de riego localizado, las raíces se concentran en el volumen de suelo humedecido y la planta debe ser capaz de absorber en poco tiempo todos los nutrientes almacenados en ese pequeño volumen.



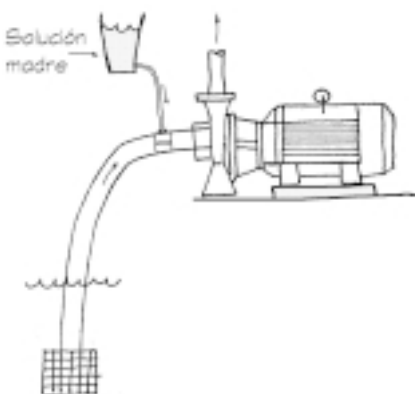




En la aplicación de fertilizantes el primer paso consiste en disolver el fertilizante en agua para proceder a su inyección. Todo el fertilizante tiene que estar disuelto para poder inyectarlo al sistema. Como es muy difícil lograrlo ya que hay productos que contienen impurezas de baja o nula solubilidad, es necesario que el punto de inyección sea antes de los filtros, así, cualquier impureza quedará retenida.



La cantidad de fertilizante a preparar depende de la superficie del sector de riego, el tipo de cultivo y del estado de desarrollo que se encuentre. Hay especies que requieren mayor cantidad de nutrientes que otras. Para determinar la dosis a aplicar se sugiere consultar con el extensionista local acerca de los productos y dosis a utilizar.



Hay diversas formas de inyectar los fertilizantes, el mecanismo más fácil es hacerlo a través del tubo de succión de la bomba. En este punto, hay presión negativa (succión), por lo tanto es fácil hacerlo. Para ello hay que conectar el tubo de succión con el estanque donde se encuentra el fertilizante disuelto en agua. Mediante la abertura y cerrado de una válvula, se controla la cantidad de solución a aplicar. Por ningún motivo se debe permitir que el estanque que contiene los fertilizantes quede sin agua ya que ello produce ingreso de aire a la bomba y la suspensión temporal del flujo. Esto puede sobrecalentar la bomba y poner en riesgo su buen funcionamiento.

Estanque inyector



Este es un sistema fácil de implementar y de bajo costo. Con este inyector, todos los fertilizantes pasan por la bomba. Algunos productos son corrosivos para los metales, por lo tanto, se debe realizar una mantención muy rigurosa a la bomba. Una vez en el año, esta debe ser revisada para determinar si requiere reparaciones.

Una segunda opción es utilizar un estanque por donde circula parte del agua que disuelve el fertilizante en el

estanque. La dosis de fertilizante se coloca previamente en el estanque y luego se cierra herméticamente. Una válvula instalada en la tubería matriz debe ser cerrada parcialmente para provocar que parte del flujo pase por el estanque.

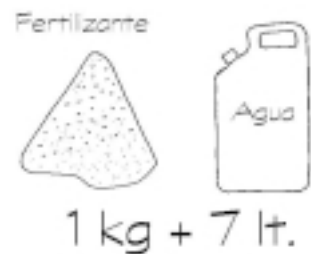
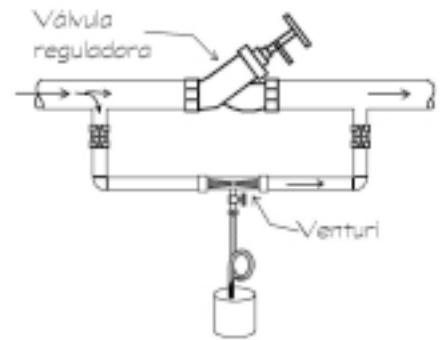
El principal problema de este método es que no todo el fertilizante se diluye totalmente y es aplicado al sistema durante el tiempo de riego. Un “concho” permanece en el estanque y no es aplicado.

Un tercer método es el uso de un dispositivo denominado “Venturi”. También se instala junto a la tubería matriz y requiere de una válvula de compuerta para obligar a que parte del agua pase por el dispositivo. A medida que pasa agua por el Venturi, se produce una succión que es aprovechada para inyectar la solución que contiene los fertilizantes.

Toda aplicación requiere una buena disolución del fertilizante. Por ejemplo, disolver 1 kilo de urea, nitrato de potasio, nitrato de calcio y nitrato de amonio, se puede utilizar 7 litros de agua, como regla general. Productos de baja solubilidad, como el superfosfato normal o superfosfato triple, no deben ser aplicados por el riego.

La solución fertilizante con agua debe ser bien agitada antes de la inyección. En estanques pequeños, la agitación es manual revolviendo vigorosamente la solución. En estanques grandes, se debe utilizar un agitador mecánico.

La duración de la inyección no puede durar todo el tiempo de riego. Se debe esperar unos minutos después de iniciado para estabilizar las presiones. Tampoco puede finalizar junto con el riego debido a que todo el fertilizante debe ser aplicado y no puede quedar nada dentro de las tuberías. Para ello se debe detener la aplicación varios minutos antes para dar la oportunidad de aplicar todo el fertilizante. Utilizar como referencia “la regla de la mano” para estimar la duración de la inyección. La mano tiene cinco dedos, entonces dividir el tiempo de riego por cinco. El primer quinto (un dedo) se deja para estabilizar la presión, dos quintos (dos dedos) para aplicar el fertilizante y el tiempo restante (dos dedos) para permitir que todo el fertilizante salga del sistema. Si un invernadero se riega durante media hora, cada dedo representa 6 minutos. Los primeros seis se utilizan para estabilizar la presión, los 12 minutos siguientes para inyectar el producto y los doce minutos restantes para permitir la salida de todo el producto y lavar las mangueras.



## 8. VALVULAS DE CONTROL DE FLUJO

Las válvulas son dispositivos que permiten regular el flujo. Existen dos tipos de válvulas: las de acción manual y las de acción por pulso eléctrico.

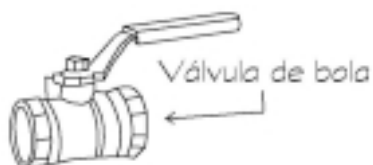
### 8.1 Válvulas de acción manual

Es el tipo más común de válvulas que se instalan en los sistemas de riego. Las hay de compuerta, de bola y de mariposa.

La válvula de compuerta es utilizada en aquellos puntos donde no es necesario abrirlas y cerrarlas a cada rato. El uso frecuente de estas válvulas produce un rápido desgaste del vástago y es común verlas goteando. Son ideales para regular presión ya que se necesita girar muchas veces la manilla para abrirla o cerrarla completamente; siendo posible girarla media vuelta y regular el caudal o la presión en forma precisa. Son ideales para regular presión en inyectoros de fertilizantes y en las tuberías matrices. También es de tipo compuerta la válvula que se instala a la salida de los estanques acumuladores



La válvula de bola se utiliza en aquellos puntos donde se necesita abrirla o cerrarla continuamente. Basta girar la manilla 1/4 de vuelta para que ésta se cierre o abra completamente. Estas válvulas no sirven para regular presión. Se instala como válvula controladora de sectores de riego y al final de las tuberías matrices para efectuar el lavado.



La válvula de mariposa está formada por una compuerta giratoria. Cuando la compuerta está perpendicular al flujo, la válvula está cerrada y cuando está en la dirección del flujo, está abierta. Se utiliza para controlar el flujo en tuberías con diámetro superior a 110 milímetros. Para estos diámetros, no hay válvulas de bola tan grande.



### 8.2 Válvulas de acción por pulso eléctrico

Estas válvulas se abren por un pulso eléctrico enviado desde un programador electrónico. Se utilizan en sistemas de riego automáticos.

Para que estas válvulas funcionen correctamente, el voltaje que llega a ellas desde el programador debe ser 24 volts. Cuando el voltaje baja un poco, la válvula sigue funcionando

pero emite un zumbido desagradable, pero si el voltaje baja demasiado (unos 5 volts) la válvula no abre a pesar de existir energía eléctrica.

La mejor forma de saber si el voltaje es el adecuado es medirlo, para ello se debe utilizar un tester operado en el rango de corriente alterna. Cuando hay problemas de caída de voltaje, dos pueden ser las causas mas frecuentes: Insuficiente diámetro de los cables eléctricos y pérdidas de energía por deterioro de los cables o conexiones defectuosas. Se debe revisar los cables para poder corregir la causa. Si los cables son de pequeño diámetro, será necesario reemplazarlos.

### 8.3 Otros tipos de válvulas

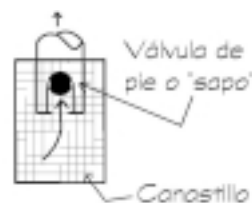
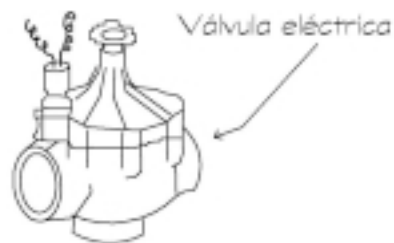
Válvulas de aire: Se utilizan para que salga aire desde dentro de la cañería cuando se está llenando de agua y para que entre aire cuando la cañería se está vaciando. Estas válvulas funcionan con un flotador. Cuando llega el agua, el flotador cierra el paso y produce el cierre.

El flotador se puede pegar por acción de insectos, por lo tanto, se debe mantenerlas limpias. Es conveniente aplicarles un producto spray para lubricarlas y evitar que se queden pegadas.

Válvulas de pie o sapo. Se utiliza para evitar que la bomba pierda la columna de agua cuando no está funcionando. También requiere de una mantención mínima.

Válvula check. Esta válvula protege a la bomba frente a paradas repentinas. Las bombas están hechas de fierro fundido. A pesar que es un material muy duro, es quebradizo frente a cambios repentinos de presión que ocurren cuando la bomba se detiene. Esta válvula no es necesaria en todas las instalaciones.

Válvulas reguladoras de presión. La presión del agua en un determinado punto del sistema no es constante y puede sufrir variaciones dependiendo del numero de sectores regados en forma simultanea. Este tipo de válvula no permite que la presión aumente mas allá de cierto límite determinado por el diseño de la misma, pero si permite el paso del agua. Esta válvula es muy útil en invernaderos donde el exceso de presión puede romper las cintas.

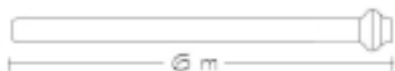


## 9. INSTALACIÓN DE VALVULAS



La mayoría de los tipos de válvulas utilizadas en equipos de riego presurizado son con hilo interior. Una deficiente instalación de la válvula causará una gotera permanente. Para evitar la gotera, la conexión entre hilo macho y hembra debe hacerse con TEFLÓN, una delgada lamina sintética que facilita el contacto entre las dos piezas. También puede utilizarse una delgada capa de silicona que es un tipo de goma líquida que se endurece en contacto con el aire.

## 10. TUBERÍAS Y MANGUERAS



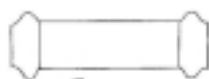
Las tuberías son las responsables de distribuir el agua por todo el sistema de riego. Las tuberías pueden ser de PVC, polietileno, fierro o rocalit. Si la tubería ha sido calculada e instalada correctamente no debería presentar fallas. Las tuberías más utilizadas en sistemas de riego presurizados son de PVC.



Cuando hay roturas o deficiencias en la instalación (tuberías mal pegadas, uniones tipo campana con la goma mordida), el agua sale humedeciendo toda el área afectada (falla pequeña) o en forma de chorro si la rotura es grande.



Las roturas y filtraciones, hay que repararlas inmediatamente. Como la tubería va enterrada, se debe descubrirla haciendo una excavación en forma muy cuidadosa para no romperla. Las fallas en las tuberías pueden ser pequeñas, en ese caso, se corta la sección dañada y se reemplaza por un trozo nuevo. Para cañerías de PVC, existen coplas especiales de reparación para diámetros de 63 mm o superiores. En fallas grandes, la tubería se raja por varios metros y en ese caso hay que reemplazar toda la tira.



Copla de reparación

Las tuberías de PVC vienen en trozos de 6 metros denominadas "tiras". La conexión entre tiras puede ser del tipo cementar (tubos de 50 mm de diámetro o menor) y acople campana-goma (tubos de 63 mm o mayores).



Unión campana



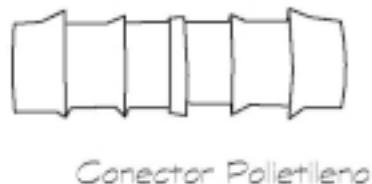
Unión cementar

En la conexión "cementar" se utiliza un pegamento especial que disuelve parcialmente el material y al secarse une las

dos piezas en forma definitiva. La unión campana-goma es un acople rápido en donde no se utiliza pegamento. Para facilitar el acople entre cañerías, se utiliza un lubricante que se disuelve con el agua y tiene aspecto de grasa de auto. **No se debe utilizar grasa de auto para hacer las conexiones** debido a que no se disuelve con el agua y tiende a separar las cañerías cuando están con presión.



Las tuberías de polietileno también son utilizadas en sistemas de riego presurizados. La tubería se comercializa en rollos de varios metros de longitud. La conexión entre secciones se hace con coplas. Antes de instalar una copla se debe calentar la tubería con un soplete o con agua caliente. Es conveniente reforzar la unión con una abrazadera que puede ser confeccionada con alambre galvanizado.



Las tuberías de polietileno pueden estar a la intemperie ya que aguantan en mejor forma el calor y los rayos del sol. La tubería de PVC no resiste los rayos del sol y se vuelve quebradiza. Se recomienda instalar la tubería bajo el suelo y pintar aquellas partes expuestas al sol. La pintura se debe reparar cada cierto tiempo para protegerla y aumentar su durabilidad.



Las laterales de riego son todas de polietileno negro. Los diámetros mas utilizados son 12 y 16 mm aunque en sistemas de riego por microjets, la lateral puede ser de 20 mm. Las laterales son los elementos que causan mas problemas, aunque estos son fáciles de solucionar. Los problemas más comunes son pequeñas roturas del material, desajustes en el punto donde se inserta el gotero o desacoples de las coplas de reparación. Debido a la presión de trabajo, sale un chorro de agua en el lugar donde se produce la falla. Las roturas deben ser reparadas tan pronto sean detectadas. Es conveniente revisar el estado de las laterales todos los días. El agricultor debe disponer de elementos como coplas de repuesto, una cortapluma y un alicate para efectuar la reparación. La forma de trabajar es cortar el lugar que provoca problemas e instalar una copla de reparación. Cuando las coplas se salen, reforzarlas con una abrazadera de alambre.

Tuberías de polietileno

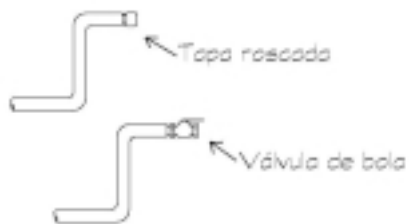


## 11. LAVADO DE TUBERÍAS



Es de muy alto costo adquirir un filtro que retenga todas las partículas presentes en el agua de riego. Para bajar los costos de los equipos a valores razonables, se utilizan filtros que dejan pasar una cierta cantidad de partículas, todas ellas de muy pequeño diámetro. A pesar que son elementos microscópicos, por acción de las algas y bacterias que producen sustancias pegajosas que actúan como pegamento, se pueden formar agregados de mayor tamaño que pueden obstruir los emisores.

Para reducir el riesgo de taponamiento, tanto las tuberías matrices como las laterales de riego se deben “lavar”. El lavado consiste en abrir el final de la tubería y dejar escurrir el agua por varios segundos para eliminar los residuos que se han acumulado.



Las tuberías matrices tienen una válvula que al abrirla permite el lavado. Como una forma de disminuir el costo de la inversión inicial, se sustituye la válvula por un terminal con hilo exterior y una tapa de PVC atornillada; en este caso se debe desatornillar la tapa y dejar escurrir el agua. Para volver a colocar la tapa, se debe detener el funcionamiento del equipo de riego debido a la presión del agua. Intentar colocar la tapa con presión implica recibir una “ducha” inesperada. Se recomienda instalar una válvula de bola en reemplazo de la tapa atornillada.



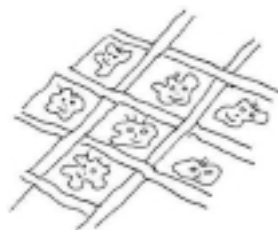
Para el lavado de las laterales se procede de igual forma. Hay que abrir “la cola” de la lateral para que el agua fluya por algunos minutos. Cuando el agua sale limpia, se cierra la lateral y se procede a abrir la siguiente.

Tanto el lavado de matrices como laterales debe hacerse cada dos o tres semanas. En lugares donde el agua es sucia, será necesario lavar todas las semanas. Por el contrario, cuando el agua es de muy buena calidad, por ejemplo agua de pozo, la limpieza puede efectuarse más distanciadamente.

Es necesario que el agricultor revise en forma permanente el grado de suciedad de las tuberías eligiendo al azar una tubería o lateral y lavarla. Cuando la suciedad acumulada es notoria, hay que lavar todos los sectores de riego.

## 12. APLICACIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO

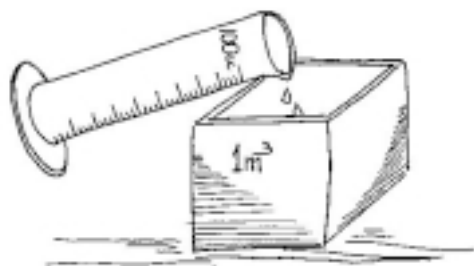
Las algas y bacterias son de tamaño muy pequeño y logran traspasar sin problemas los filtros. Al interior del sistema de riego ellas comienzan a multiplicarse y pueden formar “colonias” de un tamaño suficiente como para obstruir los emisores.



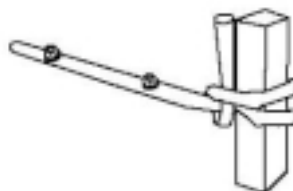
Este problema se corrige aplicando un producto que controle los microorganismos. El producto más fácil de adquirir es el hipoclorito de sodio, el mismo utilizado en el lavado de ropa. El hipoclorito se inyecta al sistema de riego 10 a 15 minutos antes que termine de funcionar el equipo. Eso significa que una vez concluido el riego, las tuberías están llenas de agua que contiene hipoclorito de sodio. Se debe dejar esta solución por 8 horas y después lavar tuberías y laterales de riego para eliminar los residuos. Siempre se debe lavar las tuberías después de aplicar hipoclorito de sodio. El hipoclorito sólo mata las algas, no elimina los cadáveres, por lo tanto, es necesario el lavado de laterales después de la aplicación.



La cantidad de hipoclorito a utilizar es 100 cc por cada  $m^3$  de agua. Para estimar el volumen de agua a tratar se debe recurrir a información de diseño del equipo. El plano de instalación debe indicar los caudales de trabajo. El extensionista agrícola del área podrá ayudar al agricultor a determinar la dosis de hipoclorito a inyectar. Como referencia, un equipo de riego para un invernadero (4 naves) podrá requerir entre 100 a 200 cc de hipoclorito de sodio en los últimos 15 minutos de riego.



La frecuencia con que el agricultor realice la inyección de hipoclorito dependerá de la calidad del agua. Cuando esta proviene de estanques acumuladores con alto nivel de algas, el tratamiento deberá realizarse cada dos semanas. Con aguas de mejor calidad, la aplicación puede ampliarse a tres o cuatro semanas.

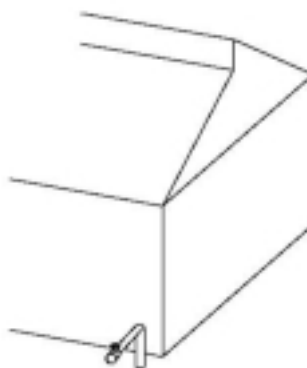






Algunos agricultores ponen amarras con cable eléctrico, alambre u otro tipo de amarra en la cola de los laterales dificultando el trabajo de lavado. Para facilitararlo, se recomienda un dobléz simple en las mangueras de polietileno y el uso de un “candado” que consiste en un trozo de cañería o manguera que mantiene el dobléz en su lugar.

En invernaderos, se debe procurar que las colas de las tuberías matrices queden fuera del invernadero para evitar la acumulación de barro que dificulta el normal trabajo dentro del invernadero. Respecto a las cintas, es recomendable que estas sean un poco más largas para que al lavarlas, el agua sea evacuada fuera del invernadero.



### 13. CONTROL DE ALGSA Y LAMA EN LOS ESTANQUES

Cuando la presencia de algas en los estanques es muy alta, no se gana mucho aplicando hipoclorito de sodio al sistema de riego ya que la reposición de microorganismos es casi instantánea. El paso correcto es reducir el contenido de algas dentro del estanque aplicando sulfato de cobre.



Cuando el estanque está limpio y se desea aplicar el producto en forma preventiva, la dosis debe ser de 1 a 2 gramos por m<sup>3</sup> de agua almacenada. Si hay algas (el agua es de color verde) pero no hay lama en la superficie, aumentar la dosis a 4-5 gramos/m<sup>3</sup>. Cuando hay lama en la superficie, aumentar la dosis a 10 gramos/m<sup>3</sup>.

En estanques muy sucios, con exceso de lama, totora y vegetación acuática, el tratamiento debe ser severo y consiste en vaciar parcialmente el estanque hasta dejar sólo un pequeño volumen almacenado y luego aplicar una dosis

fuerte de 30 gramos/m<sup>3</sup> de sulfato de cobre. Dejar reposar por 8 a 12 horas y luego llenar el estanque hasta su máxima capacidad antes de reiniciar el riego. Este tratamiento se debe repetir cada vez que el nivel de algas en el estanque sea excesivo. No se debe esperar a que el estanque este con mucha lama para aplicar el tratamiento por segunda vez. Después se recomienda aplicar dosis menores entre 2 y 5 gr/m<sup>3</sup> dependiendo del estado del tranque.

El sulfato de cobre mata las algas, estas dejan de reproducirse, pero no elimina los cadáveres que se acumulan como un polvo muy fino en el fondo.

Es conveniente secar el estanque completamente 1 vez al año para limpiarlo. El trabajo debe realizarse con escobilla y detergente en el caso de disponer de estanques revestidos con membrana vinimanta o cemento.

Previo al lavado, el estanque debe ser secado. Para ello, este debe poseer una válvula de fondo conocida como “despiche” para vaciarlo. Siempre el agricultor debe exigir que se instale un despiche en todo estanque acumulador.

En estanques en que no hay despiche, hay que sacar el agua utilizando una bomba y un balde en los tramos finales.

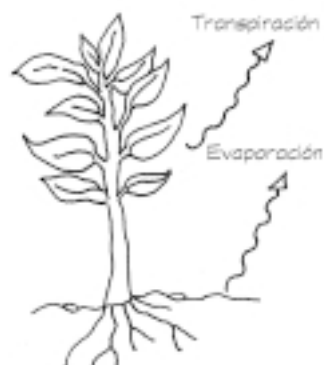
Otra forma de reducir el crecimiento de algas es instalar una malla RUSHELL sobre el estanque para reducir la luz solar sobre el agua. Mientras más sombra produzca, mejor. Este método no elimina las algas, solo retarda su desarrollo. Un control combinado sobre la base de sulfato de cobre y malla rushell es ideal para controlar el problema.



## 14. CONSUMO DE AGUA DE LOS CULTIVOS

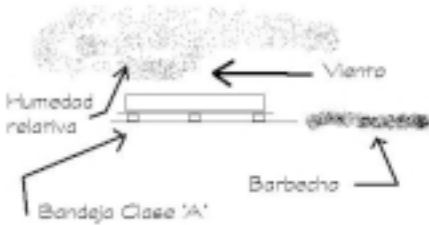
Los requerimientos de agua de los cultivos varían dependiendo de la especie, de la variedad y del período fenológico en que se encuentren. También influye la época del año. En verano, una pradera requiere mas agua que en invierno o primavera.

Para determinar el consumo de agua de un cultivo, se utiliza como patrón de comparación una pradera bien abastecida de agua y libre de plagas y enfermedades. El agua consumida por el pasto mas la evaporada directamente desde



el suelo constituye la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) o evapotranspiración potencial.

La ET<sub>o</sub> varía con la época del año y con el lugar, por lo tanto, no es posible dar recomendaciones generales sin conocer las características del área donde se encuentra el cultivo. Un buen instrumento utilizado para estimar la ET<sub>o</sub> es la bandeja de evaporación clase A. Estas bandejas se encuentran instaladas en estaciones experimentales, aeropuertos, escuelas agrícolas y organizaciones de regantes.



La ET<sub>o</sub> en las condiciones agroecológicas de la Cuarta Región es del orden de 8 mm/día en verano. Un milímetro es igual a 1 litro de agua por metro cuadrado de suelo. Este valor es equivalente a 80 metros cúbicos de agua por hectárea.

Para que la producción sea óptima, se debe aplicar agua en las cantidades que el cultivo lo requiere. Menos agua implica someter al cultivo a un déficit que dependiendo de la duración, puede afectar la producción. Aplicar mayor cantidad de agua no es beneficioso para el cultivo. Dependiendo del tipo de suelo, excesos resultan perjudiciales, especialmente en suelos arcillosos donde hay riesgo de asfixia radicular y mayor incidencia de enfermedades. En suelos arenosos, el agua percola en profundidad arrastrando nutrientes que no son aprovechados por el cultivo.



El agricultor debe aplicar el agua en el volumen adecuado de acuerdo a la especie cultivada, el estado de desarrollo y las condiciones climáticas. El tiempo de riego determina la cantidad de agua a aplicar de acuerdo a las características propias del equipo. Puede ocurrir que dos sistemas de riego vecinos no apliquen la misma cantidad de agua en igual tiempo de operación. La cantidad de agua aplicada por unidad de tiempo esta determinada por el caudal del emisor, la presión de trabajo, la separación de los emisores sobre la lateral y la separación entre laterales.

El agricultor debe consultar con el extensionista local para que lo ayude a determinar la intensidad de aplicación de agua del equipo. Este valor característico determinará en definitiva, el tiempo de riego de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo.





