

RIEGO LOCALIZADO

Raúl Ferreyra E.
Ing.Agr., M.S.
Est.Exp.La Platina - INIA

1. INTRODUCCION

En 1860 en Alemania, se comenzó a aplicar el agua directamente a las raíces de las plantas, utilizando instalaciones de drenaje que en las épocas de sequía se hacían funcionar en forma inversa. Con ello se pretendía evitar las pérdidas de agua por evaporación. Esta fue la base del riego subterráneo, desarrollado posteriormente en U.S.A., el cual no tuvo un gran desarrollo a causa de la dificultad en la inspección y reparación del sistema enterrado y por las obturaciones provocadas, incluso por las raíces.

El riego por goteo, se basa en un principio similar al del riego subterráneo, que consiste en aplicar el agua en forma localizada a las plantas. La diferencia fundamental, se refiere a que los emisores (goteros, microaspersores, difusores) están colocados sobre el terreno, con lo cual pueden ser inspeccionados en forma rápida y oportuna.

Aunque este tipo de riego se empezó a utilizar en Inglaterra en el riego de macetas hace 25 años, los especialistas israelitas lo desarrollaron y gran parte del avance que ha experimentado se debe a ellos.

En 1974 durante el segundo Congreso Internacional de Riego por Goteo en San Diego, California, se dio la cifra de 75.000 has, como superficie regada por goteo en el mundo y se estimó que para 1980 llegaría a las 200.000 has figurando la mayor superficie en U.S.A.

Se estima que en Chile existen actualmente alrededor de 12.000 has regadas por goteo y otros sistemas de riego localizado, especialmente en frutales y parronales, tanto en los valles de los ríos Copiapó , Elqui, Aconcagua y Región Metropolitana.

En Chile se han instalado equipos desde hace 12 años, pero el mayor número data desde hace 5 años.

2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO

Este sistema de riego permite suministrar agua y abonos en forma localizada. El agua es conducida a cada planta a través de una red de tuberías, siendo los emisores (goteros, microaspersores, etc.) los encargados de disipar la presión de tal forma que el agua sea entregada gota a gota y en la misma cantidad a lo largo de las tuberías. En el terreno el agua se distribuye formando un bulbo de mojado cuya forma y tamaño depende del tipo de suelo, caudal del emisor y tiempo de riego.

Es una instalación típica de riego localizado, podemos encontrar las siguientes partes :

1. Cabezal de riego y aparatos de control hidráulico
2. Red de distribución.
3. Emisores (goteros, microaspersores, difusores, etc.).

3. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego o centro de control está formado por elementos que permiten controlar caudales y presiones, filtrar el agua de riego y aplicar productos químicos (Figura 1).

Las partes de un cabezal son : Equipos de bombeo, filtros, reguladores de presión y caudales e Inyectores de fertilizantes.

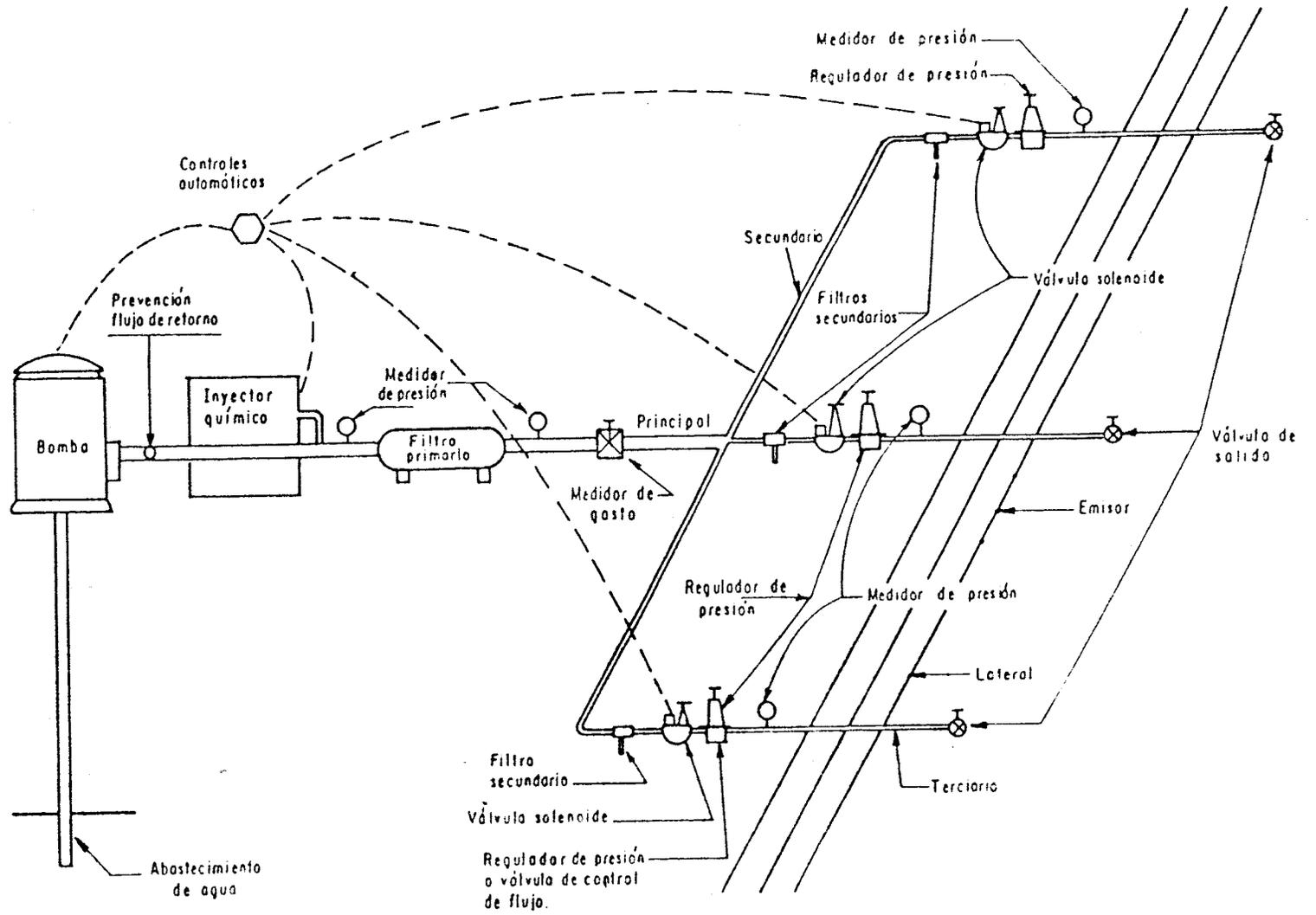
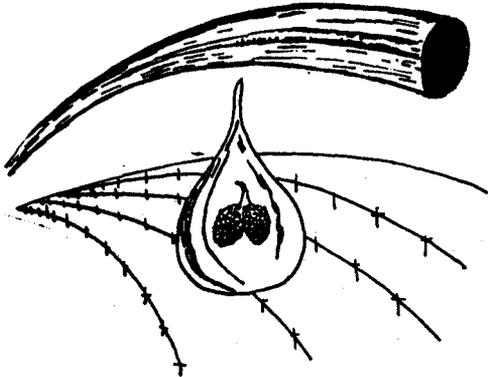


Figura. 1_ Esquema típico de un sistema de riego por goteo.

3.1 Equipos de filtrado

El problema más grave y frecuente en las instalaciones de riego localizado y en particular, las de goteo, es el de las obstrucciones . Para ello es importante estar seguro que el equipo tiene los filtros adecuados en cuanto a tipo y tamaño. El tipo o tipos de filtros necesarios en una instalación de riego localziado dependerá de la naturaleza y tamaño de las partículas contaminantes. En la Tabla 1 se indican los tipos de filtros apropiados para el tamaño y tipo de partículas contaminantes.



HIDROFIM
NUESTRA EXPERIENCIA Y ALTA TECNOLOGIA
PRESENTES EN EL
DESARROLLO AGRICOLA DE LA ZONA SUR

- PROYECTOS DE SUBSIDIO DE RIEGO
- RIEGO POR GOTEO
- MICROASPERSION
- ASPERSION
- INSTALACIONES ● IMPORTACIONES
- ASESORIAS ● SERVICIO TECNICO

Cienfuegos 23 - F:6988895 - 2231679 STGO.

Tabla 1. Selección de Filtros según el tamaño y tipo de contaminante

Contaminante	Hidrociclón Separador	Filtro de Grava	Filtro de Malla
Arena	X	-	X
Limo y arcilla	-	X	X
Orgánicos	-	X	X

Prefiltros sedimentores

Bajo condiciones de aguas muy contaminadas por sólidos, existe la alternativa de instalar estructuras de decantación, antes que el agua entre al cabezal de control. Como recomendación general, para tratar 200 m³/ha de agua contaminada con partículas de tamaño medio, puede utilizarse un estanque de 15 m de largo x 3 m de ancho, 1.25 m de profundidad, con pendiente prácticamente cero en superficie, que permitiría un recorrido del agua en 15 minutos de duración, tiempo suficiente para la decantación en la mayoría de los casos.

Separadores de Arena

Son aparatos que pueden hacer las funciones de prefiltros, aunque normalmente van incorporados al cabezal, se utilizan como sustitutos de filtro de grava, cuando el agua está contaminada fundamentalmente por arena (Figura 2). Se recomienda incluirlos en el cabezal cuando la fuente de agua proviene de pozos, ya que estas aguas generalmente arrastran considerable cantidad de arena.

Es importante que aguas abajo de estos separadores se coloquen filtros que eviten el paso de contaminantes a la instalación. Antes de que el flujo en el hidrociclón o separadores alcance su velocidad de funcionamiento.

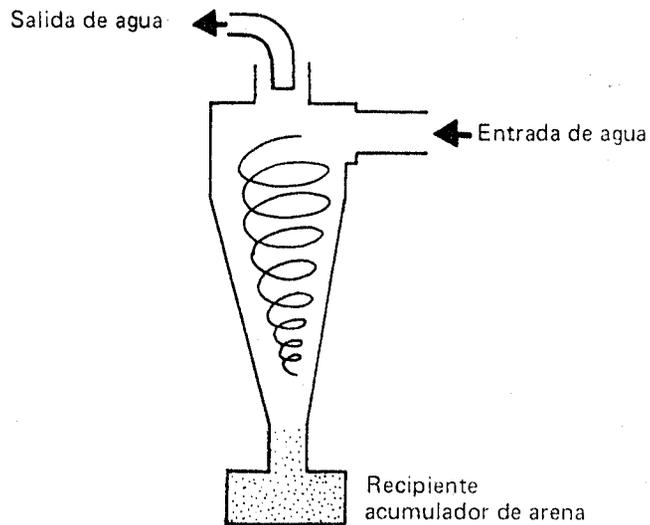


Figura 2. Esquema de operación de un hidrociclón.

El funcionamiento de los hidrociclones está basado en el principio de la fuerza centrífuga a través del cual es posible separar hasta el 98% de la arena que sería retenida por un tamiz de 200 mesh, logrando mantener constante la pérdida de carga a lo largo del tiempo, a diferencia de otros filtros en que éste va aumentando.

En las Figura 2a y 2b aparecen las pérdidas de carga de los distintos hidrociclones de acuerdo al caudal de entrada y del diámetro del hidrociclón o de la entrada del separador.

Filtros de Grava

Consiste en tanques metálicos o de plástico reforzado, capaces de resistir las presiones estáticas y dinámicas de la red, rellenos de arena o grava tamizada de un determinado tamaño. Cuando el agua atraviesa el estanque, la arena realiza su filtrado. Se usan para retener

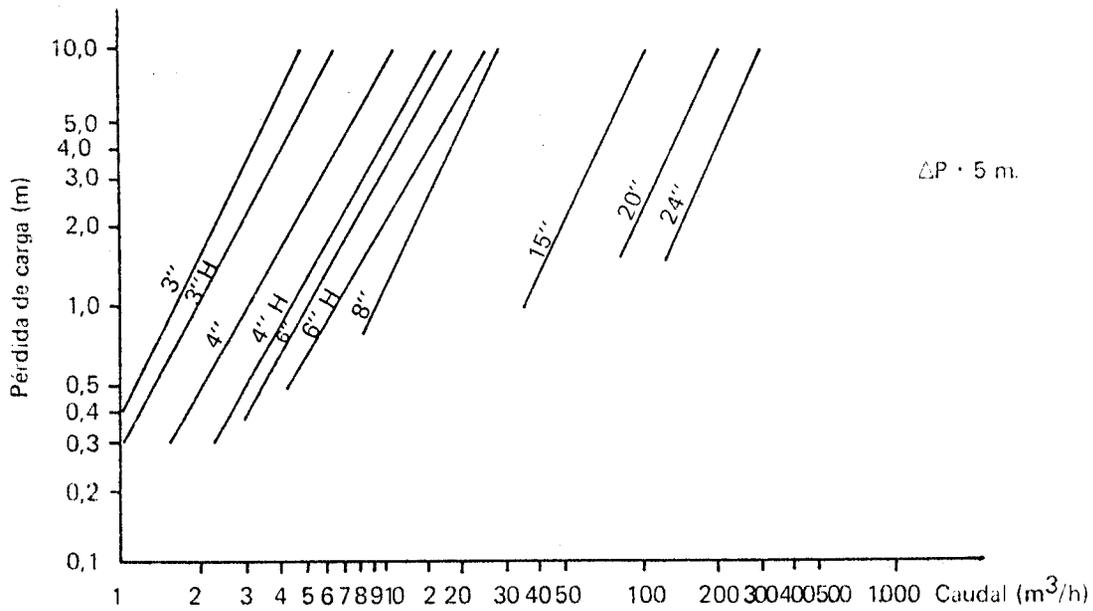


Figura 2a. Curvas caudal – Pérdida de carga en hidrociclones ($H = 0.33$).

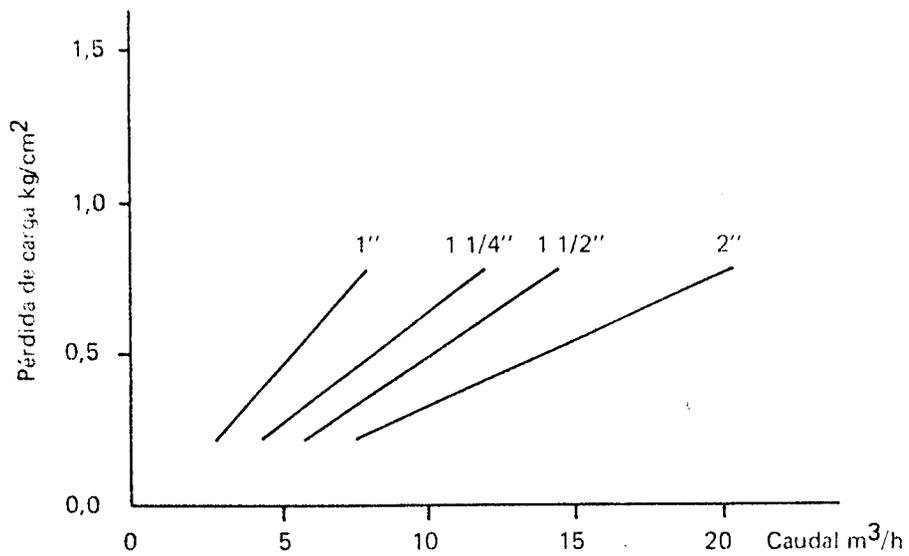


Figura 2b. Curvas caudal – Pérdida de carga en separadores.

cantidades de arcillas, arenas finas y materia orgánica.

El o los filtros de grava forman parte del cabezal o centro de control y deben ubicarse entre la válvula de compuerta y los filtros de malla. Es importante señalar que estos filtros no sustituyen a los de malla, sino que los complementa. Los filtros de grava son muy efectivos para retener la materia orgánica, pues pueden filtrar a través de todo el espesor de arena acumulando grandes cantidades de algas u otras partículas, antes de que sea necesario su limpieza.

El tamaño y tipo de grava que se utilizan en estos filtros dependen de las partículas a filtrar. La forma y dimensiones de los poros de la grava que controlan el filtrado (diámetro de poros) es aproximadamente de 1/7 a 1/10 de diámetro de la partícula a filtrar (Figura 2). La arena utilizada en los filtros de grava puede ser de granito o sílice.

Tabla 2. Tamaño de la partícula de arena del filtro de grava (mm) y del diámetro de poros que genera (mm)

MATERIAL	Ø medio arena (mm)	Ø efectivo (mm)	Ø de poros (mm)	Equivalente en mesh
Granito molido	1.90	1.50	0.214	70
Granito molido	1.00	0.78	0.111	140
Sílice	0.83	0.66	0.094	170
Sílice	0.55	0.46	0.066	230
Sílice	0.34	0.27	0.039	400

El tamaño mínimo de la partícula que queda retenida en el filtro es función del caudal y del tamaño de la arena utilizada en el filtro. En términos generales, todos los filtros de grava trabajan con 60 m³/h de caudal por m² de lecho de grava, son capaces de retener partículas 10 veces más pequeñas que el diámetro medio de sus gravas. Al aumentar

el caudal sobre el nominal, esta eficiencia disminuye por lo que se recomienda no sobrepasar los 70 m³/h por m² de lecho de grava (Tabla 3).

Tabla 3. Relación entre el caudal y la superficie de filtro de grava y malla

Superficie Filtrante (m ²)	Grava Caudal m ³ /h	Malla Fina Acero Inoxidable caudal m ³ /h	Malla Fina Plástica caudal m ³ /h
0.1	6	25	10
0.2	12	50	20
0.3	18	75	30
0.4	24	100	40
0.5	30	125	50
0.6	36	150	60
0.7	42	175	70
0.8	48	200	80
0.9	54	225	90
1.0	60	250	100
1.1	66	275	110
1.2	72	300	120
1.3	78	325	130
1.4	84	350	140
1.5	90	375	150

Nota : En filtros de grava se permite sobrepasar este caudal nominal en cifras menores al 16%. Los caudales en los filtros de malla son los máximos permitidos.

La profundidad o altura mínima de la grava fina en filtro debe ser 30-30 cm. Existiendo normalmente dos tendencias en cuanto al llenado de los filtros (Figura 3). El llenado en capas presenta la ventaja que se demora menos tiempo en colmarse, pero presenta el inconveniente que las arenas se mezclan al retrolavar el filtro, lo que disminuye la

capa fina filtrante.

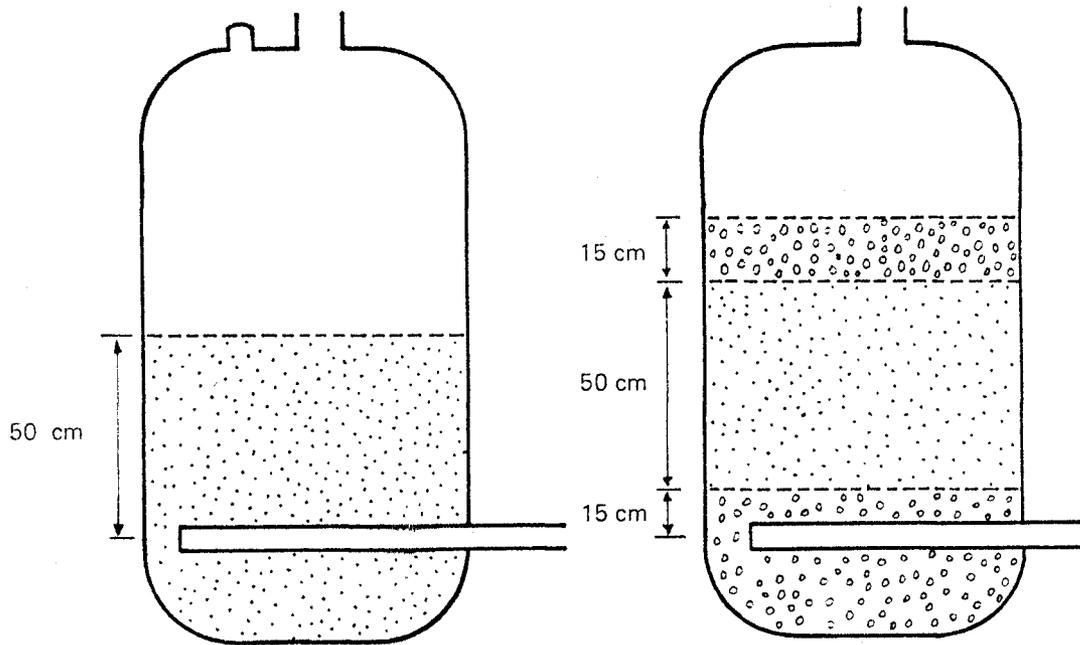


Figura 3. Disposición de la arena en los filtros de grava.

En las condiciones de llenado indicadas en la Figura 3, las pérdidas de presión en un filtro de grava cuando está limpio suele ser de 1-3,5 m debiéndose retrolavar antes que llegue a producirse una pérdida de carga equivalente a una presión de 0.6 Kg/cm^2 (6 metros de altura de agua). Cuando se usan dos o más filtros, es conveniente efectuar la limpieza (retrolado) de cada uno de ellos con agua filtrada.

Filtros de Malla

Normalmente se sitúan en el cabezal, inmediatamente después del tanque fertilizante. A diferencia de los filtros de grava que trabajan por superficie y profundidad, los filtros de mallas sólo lo hacen por superficie, por lo que pueden retener menos cantidad de partículas sólidas.

El caudal a tratar por un filtro de malla dependerá de la calidad de agua; la superficie de filtrado, el porcentaje de orificios de la malla y la pérdida de carga permitida. Para un filtro de malla fina se admite, normalmente, un caudal máximo de $250 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ (Tabla 3) de superficie filtrante de acero inoxidable y $100 \text{ m}^3/\text{h}$ para una malla de nylon para un mismo diámetro de orificio.

Es un filtro de malla (Figura 4) limpio, las pérdidas de cargas varían de 1 a 3 m y se debe limpiar cuando esta aumente en 3.5 m, lo que significaría una presión en la entrada del filtro de 4,5 a 6,5 m.

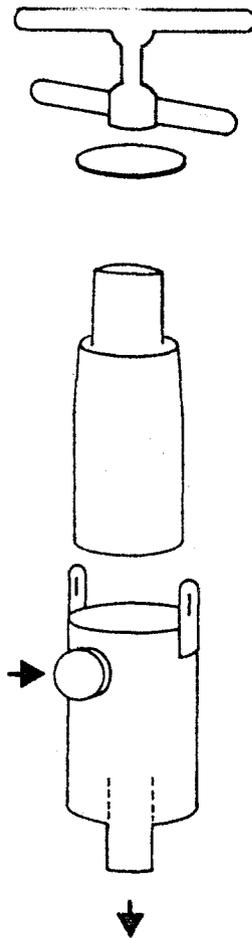


Figura 4. Filtro de malla doble.

3.2 Unidad de Fertilización

Tanto los abonos principales como los microelementos que el parrronal frutal o cultivo necesita, puede ser incorporado en el Agua de riego, siempre que éstos sean solubles en ella. También pueden aplicarse ácidos (ácidos sulfuroso, clorídrico, fosfórico, nítrico) y fungicidas, hipoclorito de sodio, etc.

Existen dos clases de aparatos para la incorporación de abonos al agua : los tanques de fertilización y los inyectores de abono.

Tanque de fertilización

Los tanques de fertilización, en general, son depósitos de 20-200 litros, en donde se coloca el abono. De acuerdo a como funcionan pueden dividirse en dos tipos :

- Tipo Venturi

Son unos dispositivos muy sencillos que consisten en una pieza en forma de T que en su interior tienen un mecanismo Venturi. Este dispositivo generalmente se instala en paralelo (Figura 5) debido a que el caudal que circula por el sistema rebasa la capacidad del propio Venturi, por lo cual los dispositivos más usados de este tipo se basan en una combinación del principio Venturi y de diferencia de presión. Si se decide instalar el Venturi en paralelo, se requerirá una diferencia de presión entre la entrada y salida del orden del 20%. Es necesario indicar que el tanque tipo Venturi tiene una capacidad de succión reducida, por lo que es recomendable e instalaciones pequeñas. La mayor ventaja de este tipo de fertilizador es su bajo costo y fácil mantención.

- Tipo Tanque en Paralelo

Son dispositivos cuya principal característica es la de poseer un depósito en donde se pone la solución concentrada de abono que

quiere incorporarse y, una vez cerrado, se alcanza en su interior la misma presión que en la red de riego. Por ello, el tanque debe ser metálico o de plástico reforzado se colocan en paralelo con relación a la conducción principal. En ésta se instalan dos tomas de en ganche rápido separada por una válvula para producir una diferencia de presión entre ellas (Figura 6).

Estos tanques son sencillos y de buen funcionamiento, si bien presentan el inconveniente de que no mantienen una aplicación uniforme ya que la concentración de abono va disminuyendo el riego hasta el final del mismo. Esto hace que deba recomendarse consumir una carga del tanque por unidad operacional de riego.

Inyector de Fertilizante

Los inyectores de fertilizantes, al igual que los fertilizadores tipo Venturi, utilizan un tanque abierto sin refuerzos, en los cuales se agrega el fertilizante y luego éste es succionado a la red a tra vés de :

- bomba de inyección eléctrica
 - bomba de inyección hidráulica
- Bomba de inyección eléctrica

Son bombas de diafragma con caudal variable en las que se puede regular con toda precisión la cantidad de solución de abono que se desea incorporar. El único inconveniente, aparte del costo es la ne cesidad de una fuente de energía.

- Bomba de inyección hidráulica

En este tipo de inyector (Figura 7) el motor eléctrico se susti tuye por uno de accionamiento hidráulico, que usa la propia energía del agua de la red para mover sus mecanismos. Se trata de bombas de tipo peristáltico que por tanto, producen una dosificación a impul-

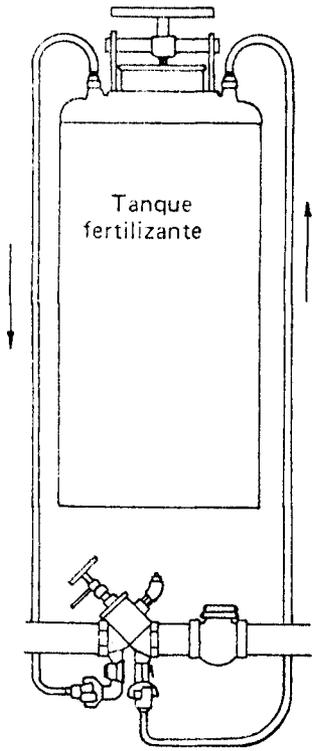


Figura 6. Tanque fertilizante en paralelo.

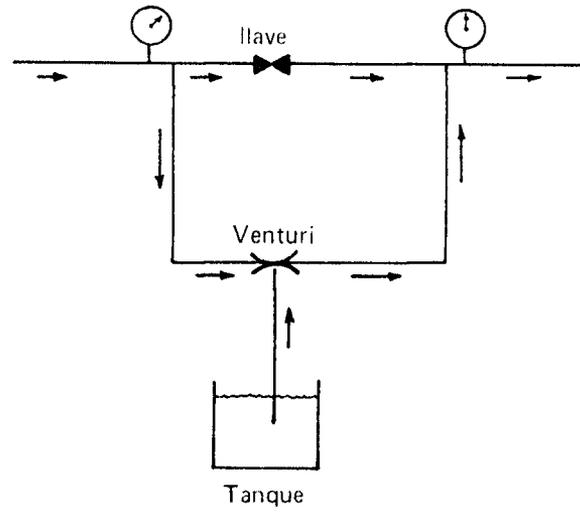


Figura 5. Fertilizador tipo Venturi.

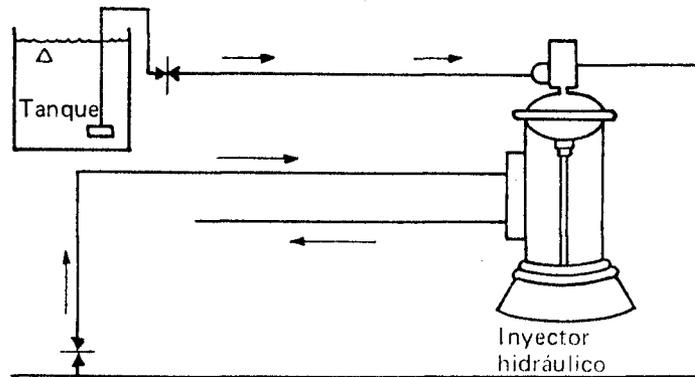


Figura 7. Inyector hidráulico.

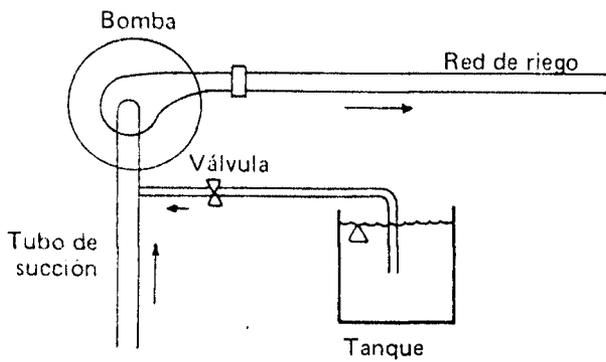


Figura 8. Inyección de fertilizante utilizando la bomba del sistema de goteo.

sos, inyectando en cada embolada un volúmen de solución igual a la capacidad de la cámara receptora. Por tanto, el control del ritmo de inyección se realiza variando el número de emboladas por unidad de tiempo.

La presión máxima de trabajo de los modelos existentes en el mercado puede variar entre 6 y 10 atm y su capacidad máxima de inyección suele estar entre los 200 y 300 l/h. En general este tipo de inyector consume de 2 a 3 veces el volúmen de líquido inyectado. El inconveniente que presenta en su difícil mantención.

Algunos agricultores e instaladores, usan como inyector de fertilizante la bomba del sistema de riego por goteo, es necesario indicar que este sistema tiene el inconveniente del deterioro en un tiempo menor del rotor de la bomba. (Figura 8).

3.2.1 Equipos auxiliares

Manómetros

Es necesario para una estación de bombeo ser equipada con manómetros en ambos lados de la bomba, en la tubería principal la succión y también en la tubería principal de descarga, en el caso de una estación de bombeo con más de una bomba en trabajo. Estos deben instalarse a una distancia equivalente a 5 veces el diámetro de la tubería, a partir de la bomba.

Los manómetros son necesarios para conocer la presión existente tanto en la succión como en la descarga de las bombas, además indican el estado de funcionamiento de cada bomba individual.

Medidores de Agua

Cada estación de bombeo debe ser equipada con un medidor de agua, con el fin de medir y registrar los volúmenes de aguas suminis-

tradas. Asimismo, el medidor ayuda a controlar y determinar la eficiencia del equipo de bombeo.

El mercado ofrece varios tipos de medidores con distintos grados de exactitud. En la elección del medidor hay que tomar en cuenta, entre otros, las condiciones locales en lo que se refiere a calibración periódica del medidor, repuestos, etc.

El medidor de agua debe instalarse de acuerdo a las indicaciones del fabricante en lo que se refiere a distancias, aguas arriba y aguas abajo de otros accesorios que podrían perturbar el flujo de agua. Se recomienda una distancia equivalente a 10 veces el diámetro de la tubería, a partir de la bomba.

Si las cualidades del agua requiere, los medidores deben ser previstos con filtros adecuados.

Válvulas de cheque o de retención

Las válvulas de cheque se instalan en la salida de cada bomba con el fin de impedir automáticamente el regreso del flujo hacia la bomba, cuando no está en trabajo. Las válvulas de cheque a veces previstas con un control especial paran inmediatamente el funcionamiento de la bomba cuando no pasa flujo de agua.

Válvulas

Las válvulas constituyen un equipo standard, de colocarse en ambos lados de una bomba.

Sirven para cortar completamente una bomba del resto de la instalación con fines de mantenimiento o reparaciones, mientras que el trabajo de otras bombas de la instalación no será afectado.

La válvula más común utilizada para estos fines es la válvula de compuerta, por ser muy eficiente.

Las siguientes son las ventajas de la válvula de compuerta :

- Barata, en comparación con las otras.
- Cuando está completamente abierta, las pérdidas de carga son casi nulas.
- No necesita mantenimiento.
- Es durable.
- Se encuentra fácil en el mercado.
- Es fácil para operación.

Otros tipos de válvulas existentes son : de globo, de aguja, de mariposa, etc.

Válvulas de aire

Las válvulas de aire se instalan en las estaciones de bombeo y especialmente en bombas de pozos profundos, donde se necesitan para evacuar el aire de la columna de la bomba, que cuando la bomba empieza a trabajar se encuentra acumulado en la columna encima del nivel del agua.

Estas válvulas permiten la entrada de aire en la columna cuando la bomba deja de funcionar.

Sin embargo, la decisión de instalar válvulas de aire queda a juicio del ingeniero planificador. Hay varios tipos de válvulas de aire todas sirven para los mismos fines. La más común y simple es de tipo bola flotante, que necesita poco mantenimiento.

4. RED DE DISTRIBUCION

La red de distribución es la encargada de conducir el agua desde el cabezal a las plantas. La red de distribución se puede dividir en tubería de conducción (tubería principal, secundaria y terciaria) (Figura 9). La tubería de conducción en general es de P.V.C. hasta diámetro

SIEMBRE TRANQUILO Y CONFIADO

SIEMBRE SEMILLAS INIA

PAPA: - DESIREE *
- ULTIMUS *
- PIMPERNEL *
- YAGANA
- KENNEBEC *

TRIGO: - LAUREL-INVERNAL
- LANCO-ALTERNATIVO
- PERQUENCO-ALTERNATIVO
- DALCAHUE-PRIMAVERA
- MALIHUE-PRIMAVERA

AVENA: LLAOFÉN

BALLICA: NUI *

TRITICALE: CALBUCO

PRODUCCION ANIMAL: TOROS Y VAQUILLAS HEREFORD FINOS

* Variedades no creadas por INIA.

SUBESTACION EXPERIMENTAL LA PAMPA
CASILLA 180 - TELEFONO 470
PURRANQUE - X REGION



225 mm y en diámetro mayores puede ser de rocalit.

La tubería de P.V.C. debe ser reemplazada por polietileno en condiciones donde no se pueden realizar zanjas lo suficientemente rectas para instalar este tipo de tubería.

La tubería de P.V.C. debe ir bajo tierra para evitar que la luz la destruya.

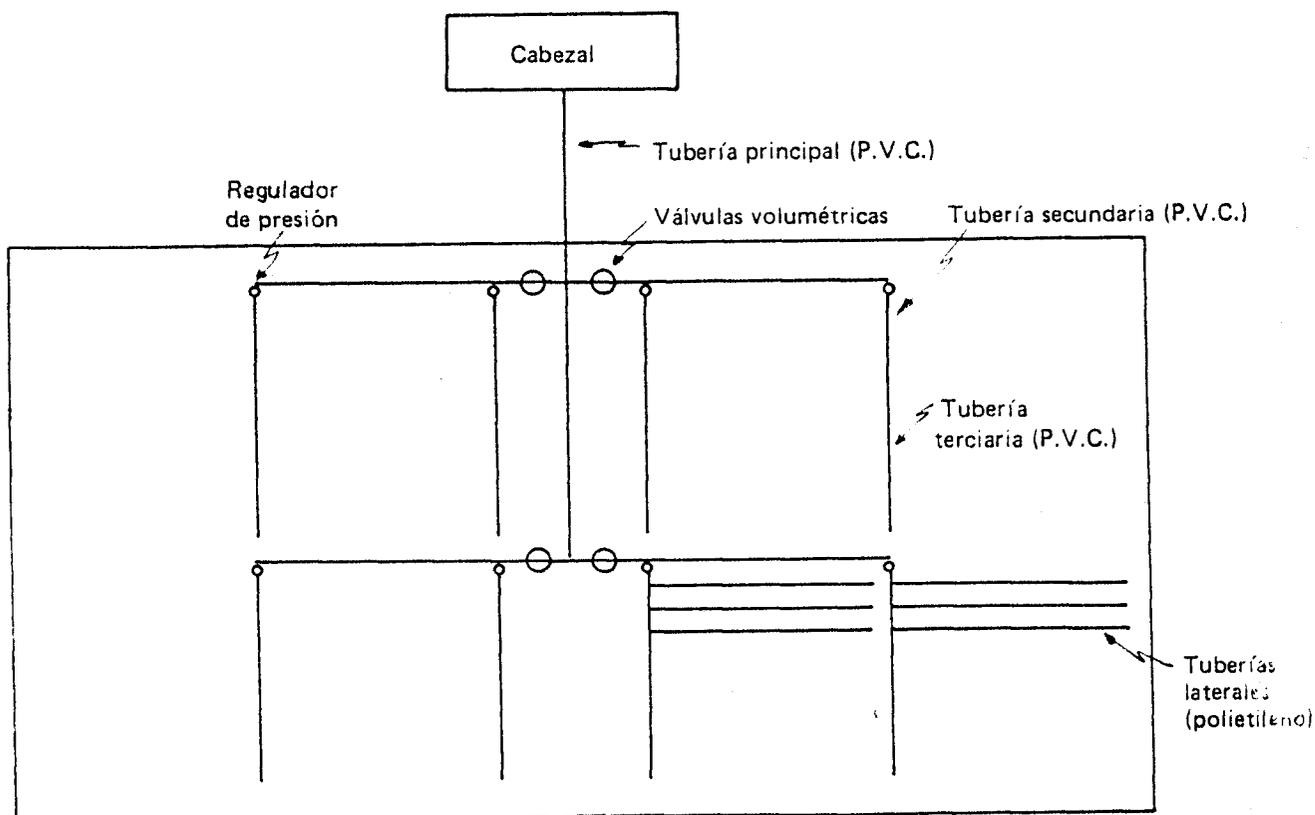


Figura 9. Red de distribución de tuberías.

Las líneas de goteros son de polietileno y al contrario de la de P.V.C. se colocan sobre el terreno. La disposición más usual en frutales consiste en una línea portagoteros por fila de plantas con gotero uniformemente espaciados dentro de ella fluctuando entre 0.8 a 1.2 m.

5. EMISORES

Los emisores son dispositivos que controlan la salida del agua, desde las tuberías laterales, con caudales inferiores a 12 l/s. Los más utilizados en nuestro país y a nivel mundial son los emisores de 4 l/h.

Para seleccionar un emisor o gotero es necesario que cumplan con las siguientes características :

- a) Relativamente bajo caudal pero uniforme y constante, siendo poco sensible a las variaciones de presión.
- b) Diámetro y velocidad de paso de agua suficiente para que no se obture fácilmente.
- c) Fabricación robusta y poco costosa.
- d) Buena uniformidad de fabricación.
- e) Resistencia a la agresividad química y ambiental.
- f) Estabilidad de la relación caudal-presión a lo largo de su vida.
- g) Poca sensibilidad a los cambios de temperaturas.
- h) Reducida pérdida de carga en el sistema de conexión.

Los emisores se pueden clasificar en dos grandes grupos :

- a) Goteros
- b) Mangueras o tuberías de goteo.
- c) Miniaspersores y difusores

Goteros

De Largo Conducto : En ellos la pérdida de carga tiene lugar en un conducto (de hasta 2 m de longitud) y de pequeño diámetro (de 0,5 mm a 5 mm). A este grupo pertenecen los microtubos con diámetros de 0,6 mm a 2 mm. Su coeficiente de fabricación (C.V.) puede ser bastante bueno (0,02 a 0,05) pero dependerá fundamentalmente del cuidado que se tenga

cuando se corten a una determinada longitud. Al grupo de estos emisores de largo conducto pertenecen también los goteros con el conducto en helicoides, los cuales tienen un caudal de 2 a 4 l/h son muy sensibles a las obturaciones.

De Laberinto : Son goteros menos sensibles a la obturación que los anteriores y tienen también un caudal entre 2 a 4 l/h.

De Orificio : En estos goteros el agua sale al exterior a través de uno o varios orificios de pequeño diámetro en donde tienen lugar la mayor pérdida de carga.

Estos emisores son muy sensibles a las obturaciones .

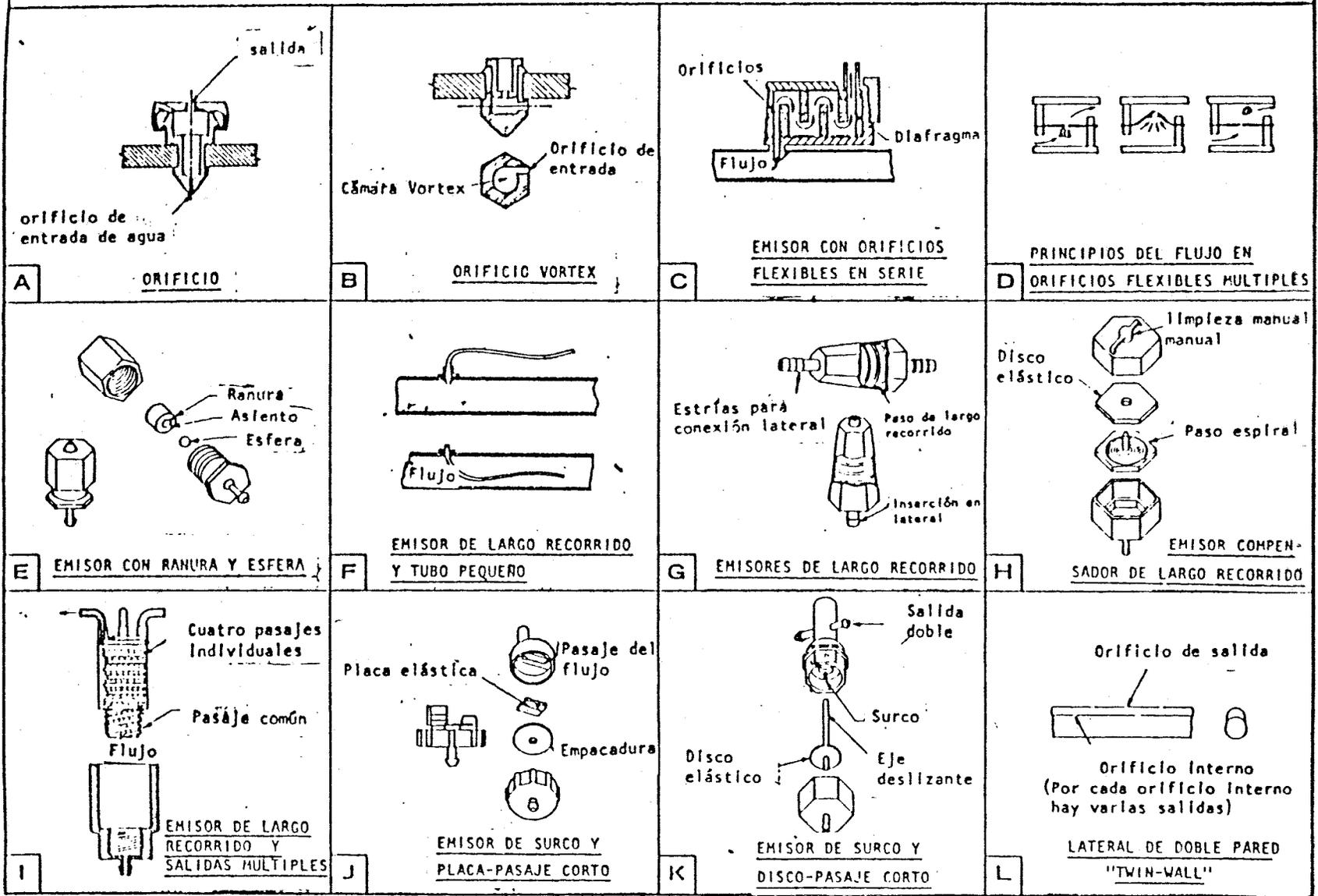
De Tipo Vortex : Estos goteros tienen una cámara circular en donde se produce un flujo vertical. El coeficiente de fabricación en general es bajo (0.04) pero son muy sensibles a las obturaciones, pues los modelos existentes en el mercado tienen un diámetro de paso del orden de 0,6 mm.

Autocomponentes : Se trata de goteros con flujo turbulento o transitorio en los que se intenta obtener un caudal constante independiente de la presión. El límite inferior de presión de funcionamiento suele estar en 10 m y el superior en 30-40 m.

La sensibilidad o saturación puede ser grande en este tipo de emisores.

Autolimpiantes : Existen fundamentalmente dos tipos de goteros autolimpiantes en que pueden estar o no en posición limpiante y los que continuamente lo están. Los primeros sólo se limpian durante el corto tiempo que tarda el sistema en ponerse en funcionamiento y alcanzan la presión de régimen, o en pararse y pasar de esa a la presión atmosférica. Con el gotero hay que tener la precaución de que la capacidad del sistema en caudal sea suficiente para poder llegar a la presión de régimen, ya que descargan más caudal cuando están en la posición de limpieza.

Fig. 10. Esquema de Algunos Tipos de Emisores (Salomón 1977)



Mangueras y tuberías de goteo

Este tipo de emisores es más utilizado en cultivos densos (hortalizas) donde requiere una gran cantidad de emisores dentro de estas mangueras, se puede distinguir varios tipos. En la actualidad se están utilizando gotero de 4 l/h compactos y con orificios superiores 0,7 mm.

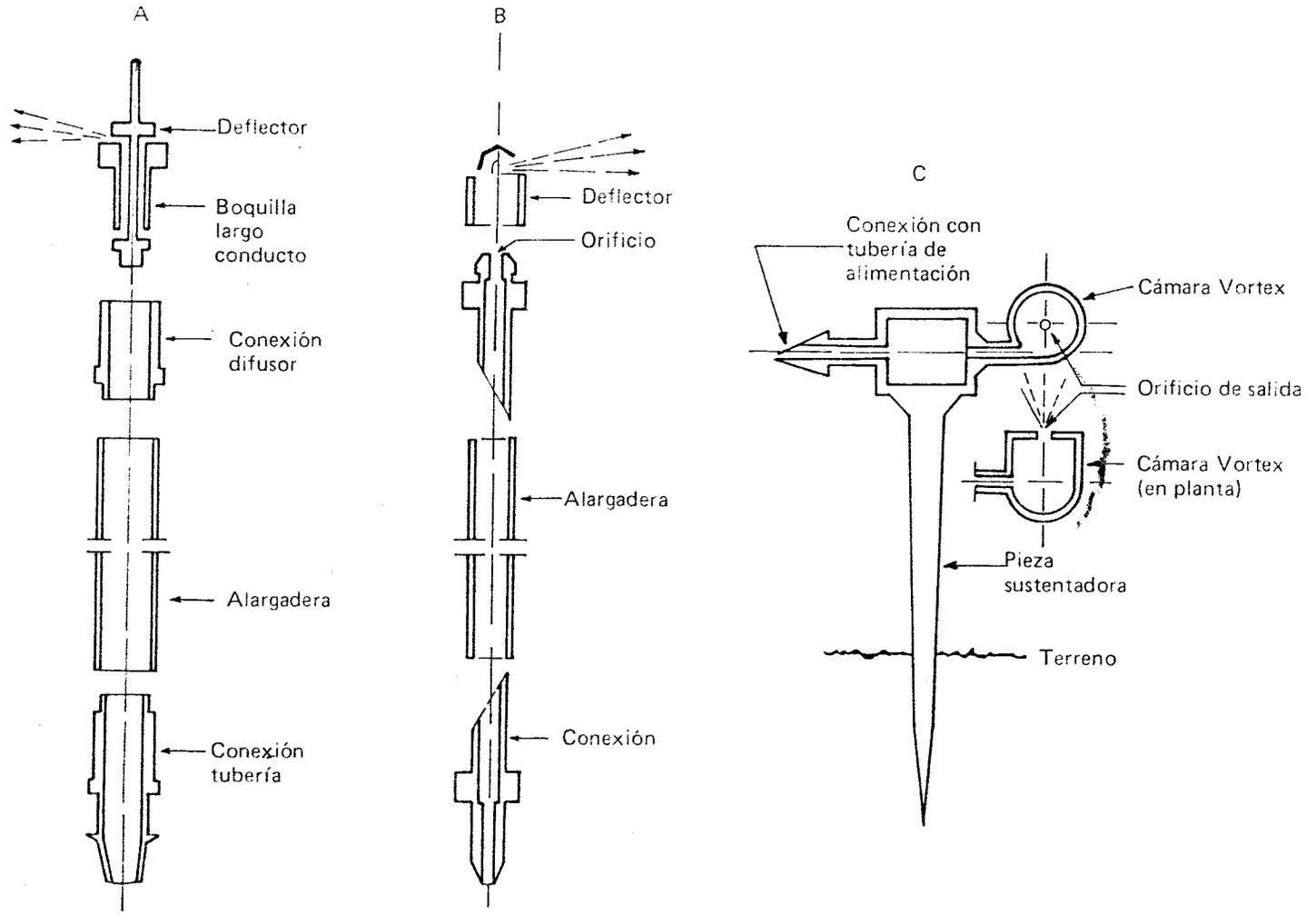
Miniaspersores y difusores

Este tipo de emisores están usándose cada vez más, constituyendo, en algunos casos con ventaja, a los goteros. Se caracterizan porque el agua se desplaza a través del aire alguna distancia antes de llegar a la superficie del suelo.

Clasificación : Casi todos los principios utilizados en goteros para disipar energía, se suelen aplicar también a este grupo de emisores. De esta forma existen difusores :

- a) De largo conducto (Figura 11, A y D), llamados así porque la pérdida de carga se produce fundamentalmente a través de una sección de corona circular o a través de una acanaladura, aunque éstos sólo tengan una longitud de 8 a 12 mm.
- b) De orificio (Figura 11, B) con secciones de 1 a 2 mm de espesor.
- c) Vortex (Figura 11, C).
- d) Autocompensantes. A los modelos de orificio o de largo conducto se les puede acoplar unas piezas con lengüetas flexibles que disminuyen la sección de paso del agua al aumentar la presión. Existe un modelo que consigue la autoregulación mediante un contrapeso (Figura 11, E).

A pesar de tener diámetros de paso relativamente pequeños, son poco sensibles a las obturaciones debido a la velocidad del agua.



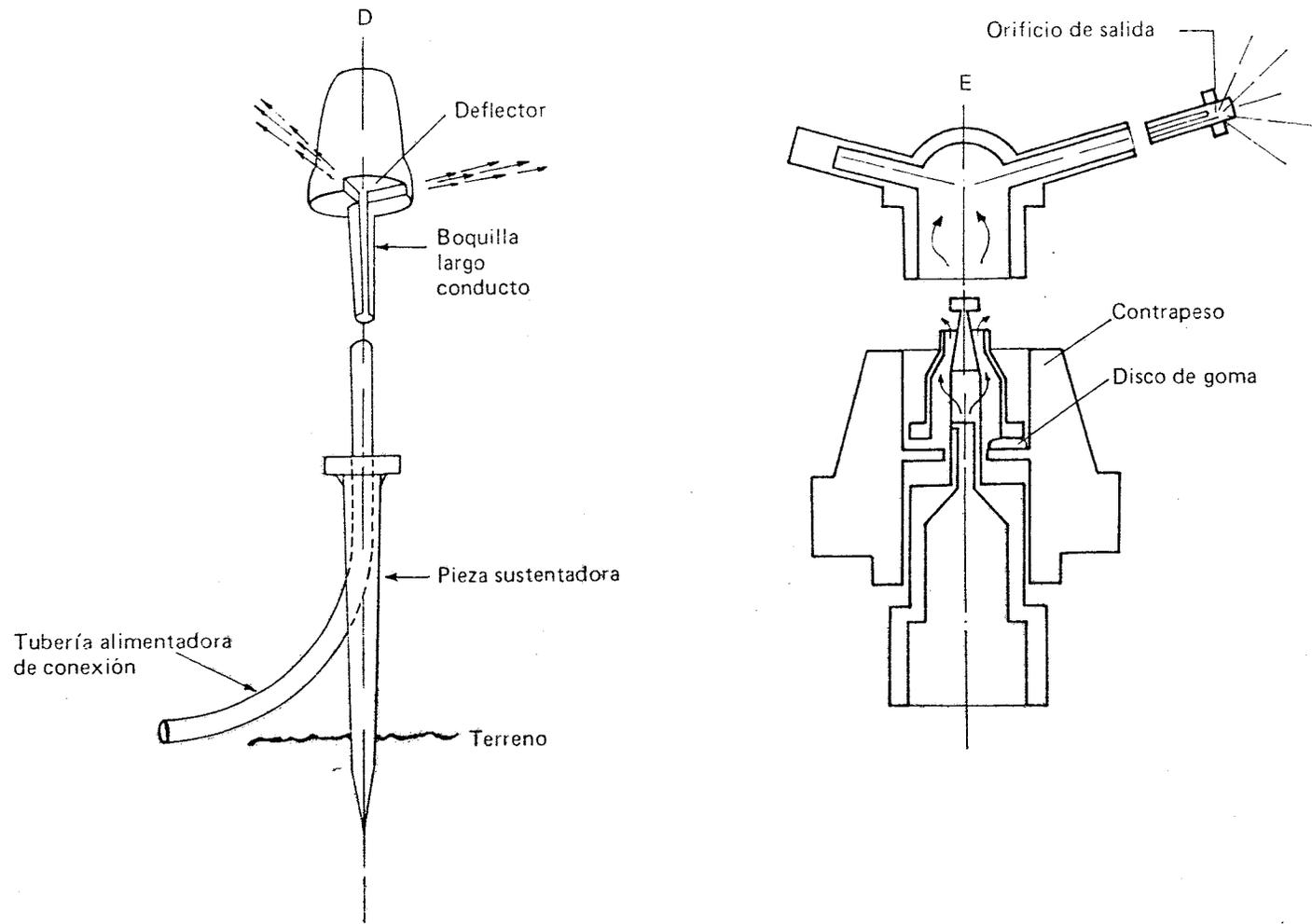


Figura 11. Difusores o miniaspersores.

Casi todos ellos tienen un deflector contra el cual choca el chorro de agua, cambiando de dirección y distribuyéndose a través del aire. El área mojada puede tener diversas formas desde un círculo completo hasta un sector de pequeño ángulo. La posición que ocupa el difusor con relación a la vertical, tendrá mucha influencia sobre la forma y dimensión de la superficie mojada.

En general la pluviometría sobre la zona mojada es bastante irregular, ya que la distribución suele ser mucho más imperfecta que en los aspersores convencionales.

6. MANTENCION DE EQUIPOS DE RIEGO LOCALIZADO

Parte del éxito de un equipo de riego localizado reside en tenerlo en condiciones óptimas de operación en todo momento, lo cual se consigue a través de una adecuada revisión e inspección.

Lo anterior es clave al usar este sistema, pues sólo se moja una parte pequeña del terreno y, en consecuencia, el suelo almacena poca agua. Ello significa que cualquier disminución o interrupción del programa de manejo puede tener efectos lamentables para las plantas al producirse un déficit hídrico.

El presente artículo pretende indicar los principales aspectos a tener en consideración con el fin de mantener las diferentes partes del equipo en buen estado.

El riego localizado se compone de un centro de control, líneas matrices y laterales, emisores y válvulas. El centro de control generalmente incluye motobombas, filtros, inyectoros, válvulas (aire, retención, etc.) y manómetros.

Motores y Bombas

Gran parte de los equipos necesitan para operar de presión proporcionada por una bomba, ya sea con motor bencinero o eléctrico.

Los motores bencineros requieren de una mayor atención, lo que implica preocuparse en forma periódica de los niveles de aceite, cambios de filtros, bujía, etc. En los motores eléctricos hay que vigilar la temperatura y el ruido de rodamientos.

Es necesario realizar una revisión general anual de bombas (en especial de los rodets y rodamientos) y de motores.

Filtros

Dentro del centro de control o cabezal están los filtros. Tienen que ser desmontados al final de la temporada con el fin de observar el desgaste de sus paredes interiores, aprovechando la oportunidad para realizar una aplicación de pintura antióxido. En forma simultánea se deben inspeccionar los colectores de los filtros de arena y si están cristalizados, proceder a reemplazarlos. También es necesario revisar la arena. Cuando ésta presenta los cantos redondeados, hay que cambiarla.

Independiente de la revisión anual, cada cierto tiempo conviene observar los manómetros, ubicados antes y después de los filtros. La diferencia de presión normal de los de grava es de 1 a 3 metros, cifra que aumenta a medida que se tapan. Cuando la diferencia sobrepasa los 6 metros resulta imprescindible hacer un retrolavado.

En algunos casos después del retrolavado el manómetro que se encuentra a la salida de los filtros no aumenta su lectura, la diferencia de presión no disminuye, lo que puede ser índice de una obturación severa. Ello obliga a mover la arena y realizar sucesivos retrolavados.

Los filtros de mallas también deben ser revisados y limpiados en forma constante. Si se les encuentra arena del filtro de grava, es posible que el colector de ese filtro esté roto.

Equipos Inyectores

La fuerza erosiva que presentan los productos químicos que se aplican mediante los estanques inyectores a presión en bypass, hace necesario lavarlos muy bien al final de la temporada, y si están oxidados, rasparlos y revestirlos con pintura epóxica.

Las bombas inyectoras con motor hidráulico requieren de un cuidado y mantención especial, debido a que están compuestas por un gran número de piezas móviles.

Las bombas inyectoras con motor eléctrico tienen pocos problemas de mantención.

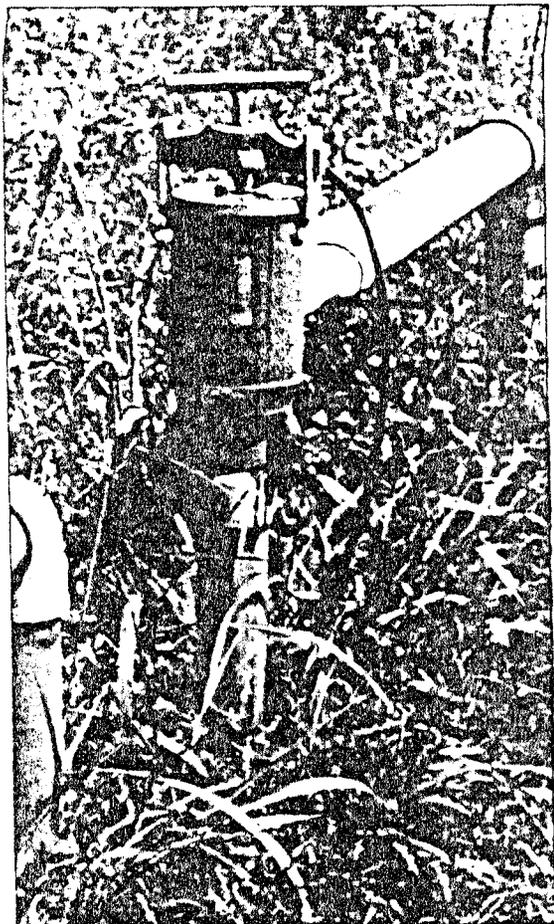
Válvulas

Es necesario realizar limpieza y chequeos periódicos de los orificios y membranas de las válvulas solenoides, sobre todo las que no vienen con protección, porque tienden a fallar al tercer o cuarto año.

Goteros, Laterales y Matrices

Es necesario revisar permanentemente los emisores, para lo cual resulta ideal tener las líneas o emisores elevados sobre el terreno. Al no estar en contacto con el suelo evitamos que se nos obturen al sifonear tierra cuando se deja de regar o por la entrada de raíces.

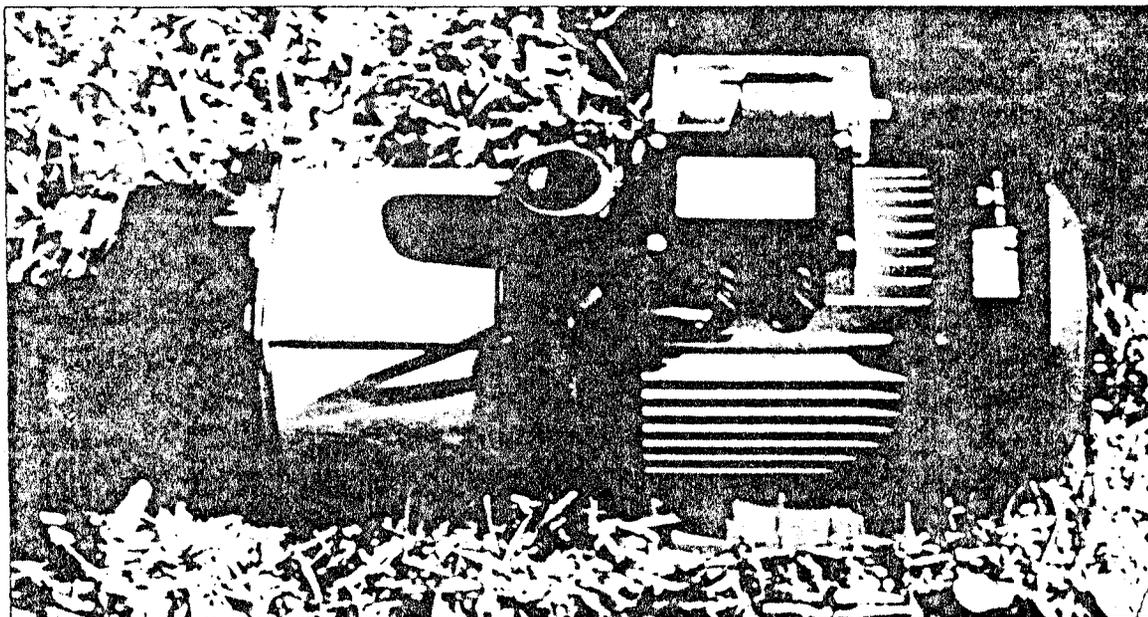
En las tuberías matrices, laterales y goteros tienden a depositarse precipitados de carbonato de calcio y partículas finas que atraviesan los filtros, que tienen que ser eliminados de la red para evitar obturaciones de los emisores. La mejor manera de evitar obturaciones es mediante la prevención, pero muchas veces al detectar anticipadamente



Filtro de malla.



Válvula de aire.



Bomba inyectoria con motor eléctrico.

Serie Remehue N° 9

este tipo de fallas no es fácil. En la mayoría de los casos el problema se descubre cuando el grado de obturación es avanzado, resultando de un costo elevado la limpieza de emisores y conductores.

Las obturaciones físicas generalmente se pueden mejorar con una adecuada selección de los elementos de filtrado, pero hay partículas que de todas formas logran depositarse en las conducciones y pasos de emisores, formando agregados de mayor tamaño.

Su tratamiento consiste en una limpieza con presiones de 3 a 4 kg/cm² (30 a 40 m), conocida como "flushing". Para ello es fundamental disponer de presión extra en las instalaciones.

El lavado, debe comenzar en el cabezal y en la conducción principal, manteniendo cerradas las válvulas de las unidades de riego. Para hacerlo conviene instalar válvulas o tapones roscados en los extremos de las tuberías. Una vez aseada la conducción principal, se procede a limpiar una por una todas las laterales para, finalmente, hacer fluir el agua durante unos minutos por los emisores. Como medida de precaución, antes de cerrar completamente el extremo de la tubería que se está limpiando, se abre parcialmente el extremo de la tubería del siguiente sector, continuando el proceso. Así se evitan sobrepresiones en la red.

Las obturaciones químicas son provocadas por la precipitación en el interior de la estructura de sustancias presentes en el agua de riego. Las más frecuentes son las de carbonato de calcio.

Antes que nada, es indispensable conocer la magnitud del problema, lo que se logra a través de un análisis químico del agua de riego. El análisis se procesa según el índice de Langelier, el cual relaciona la calidad de agua con las precipitaciones de los compuestos que contiene. Conociéndose este dato, existen dos tipos de solución :

- Preventiva : aplicaciones de ácido permanente, cuando el problema es grave.

- Correctora : aplicaciones de ácido en algunas oportunidades, cuando el agua es de mejor calidad.

En la Tabla 4 se indican las cantidades de ácido que se deben usar para el tratamiento preventivo en diferentes localidades de las Regiones III, IV, V y Metropolitana, según el índice de Langelier. Se puede observar que, de las localidades del Norte Chico, en Copiapó, es donde hay que aplicar más ácido. Por el contrario, en Elqui o Choapa las aplicaciones permanentes no son necesarias.

El ácido tendría que usarse en toda el agua que requieren los cultivos y que pasa a través del equipo, pero con frecuencia los volúmenes resultan muy grandes como para inyectarlo durante el riego. Por ello se recurre a aplicar la cantidad indicada sólo durante la última parte del riego, con el fin de que no precipiten las sustancias que se encuentran dentro de la instalación cuando se termina de regar.

Los ácidos más utilizados son sulfúrico y fosfórico, según su disponibilidad y precio.

En la mayoría de los casos, aunque el índice de Langelier no indique aplicación preventiva, es necesario realizar tratamientos correctores o de limpieza cuando se detectan obturaciones. Se efectúan aplicando ácido hasta conseguir concentraciones en el agua de riego de 1 a 2 por ciento. Para lograr este objetivo, se recomiendan los siguientes pasos :

- Se coloca en el estanque inyector una solución de ácido al 10 por ciento.
- Primero se pone el agua necesaria y luego el ácido concentrado.
- Se comienza a aplicar la mezcla a muy baja presión, funcionando los goteros con un gasto mínimo.
- Luego se mide con papel pH el nivel de acidez del agua en los goteros más extremos, hasta encontrar valores de 2 a 3, lo que se

logra con aproximadamente 6 litros por hectárea de ácido.

- Se mantiene la instalación cerrada durante 12 horas.
- Se realiza una limpieza a presión como la indicada anteriormente (flushing).

En ocasiones, cuando el grado de obturación es alto, se debe proceder a la limpieza individual de los emisores sumergiéndolos durante 15 minutos en ácidos al 1 ó 2 por ciento de concentración.

Las obturaciones biológicas son ocasionadas principalmente por algas transportadas por el agua de riego, o desarrolladas en los filtros o en las salidas de los emisores. También son causadas por sustancias mucilaginosas producidas por microorganismos, fundamentalmente bacterias.

Cuando se presentan taponamientos de este tipo, es necesario realizar tratamientos de limpieza (correctores) de manera análoga a la descrita para un tratamiento con ácido, pero empleando biocidas de alta concentración.

Se recomienda aplicar hipoclorito de sodio concentrado al 10 por ciento en dosis que puedan variar entre 0,5 y 1,2 litros por hectárea.

Además se puede efectuar tratamientos de sulfato de cobre en los embalses de agua (0,5 a 1,5 g/m³ de agua).

En resumen, como norma general para mantener un buen funcionamiento del equipo, se debe limpiar a presión por lo menos una vez al año y realizar los tratamientos preventivos anteriormente descritos.

Al realizar una adecuada mantención tendremos el equipo en condiciones de aplicar el agua y el fertilizante deseado en forma uniforme. La calidad de nuestra mantención y revisión se puede conocer estableciendo el coeficiente de uniformidad del equipo.

Para hacerlo recomendamos elegir 5 líneas por sector y medir el caudal de 4 goteros por línea uniformemente distribuidos. Se necesita una probeta (volumen) y un cronómetro (tiempo). El caudal (q) es la cantidad de centímetros cúbicos de agua (volumen) que entran en la probeta ubicada bajo un gotero durante un tiempo determinado (60 segundos, por ejemplo). Puesto en una ecuación :

$$q \text{ (l/h)} = \frac{\text{Volumen (cc)}}{\text{Tiempos (segundos)}} \times 3,6$$

Donde el resultado de la división se multiplica por 3,6 para transformar los centímetros cúbicos por segundo en litros por hora.

Una vez determinados los caudales de cada emisor se ordenan de mayor a menor y el 25 por ciento más bajo (en nuestra recomendación los 5 valores más bajos) se divide por el promedio de todos los caudales (q a). El resultado corresponde al coeficiente de uniformidad (CU) , que se expresa en porcentaje :

$$CU = \frac{q_{25\%}}{q_a} \times 100 \text{ (Fórmula de Christiansen)}$$

Valores adecuados de este coeficiente corresponden a cifras superiores al 80 por ciento.

Si el coeficiente de uniformidad comienza a bajar significa que el equipo puede estarse obturando, o que alguna válvula, regulador de presión, filtro o bomba, etc., está fallando. En ese caso habrá que mejorar la calidad de nuestra mantención y revisión.

Tabla 4. Cantidad y tipo de ácido a aplicar en forma diaria al agua para prevenir obturaciones en riego por goteo en diferentes localidades (lt/ha/día).

Localidad	Acido Fosfórico	Acido Sulfúrico
Copiapó	0,15 - 0,28	0,17 - 0,3
Huasco	0 - 0,18	0 - 0,2
Elqui	0 - 0	0 - 0
Limarí	0 - 0,12	0 - 0,18
Choapa	0 - 0	0 - 0
Aconcagua	0 - 0,2	0 - 0,25
Santiago (Maipo)	0 - 0,2	0 - 0,25
Lampa (pozo)	0,225 - 0,78	0,17 - 0,98
Colina (pozo)	0 - 0,18	0 - 0,3
Colina (canal)	0,025	0,2

Nota : La aplicación corresponde a los últimos 15 minutos del riego.