

Los adaptadores hembra y macho parecen tapones, pero no son cerrados, sus dos extremos son abiertos, un extremo es liso y el otro es roscado. Se utilizan para unir la tubería con un accesorio que tenga rosca, como un filtro o una válvula de aire. Existe una diferencia entre adaptadores hembra y macho, la forma de reconocerlos es recordar que el macho tiene la rosca por fuera y el hembra tiene la rosca por dentro.



Foto 20.
Unión
universal
PVC.

Uniones universales o uniones tope, son parecidas a los adaptadores pero sus dos extremos son lisos, llevan una rosca en la parte media del accesorio, esta se puede roscar y desenroscar. Se utilizan en los sistemas cuando queremos retirar la bomba, filtros u otros componentes de la tubería donde están instalados.

El reductor es liso por fuera y por dentro tiene la apariencia de tener incrustado otro accesorio más pequeño. Los reductores de PVC, los utilizamos cuando pasamos de un diámetro de tubería o accesorio mayor a un diámetro menor, como de un tubo de 3 pulgadas a uno de 2 pulgadas.



Foto 21. Reductor de PVC.

22. BOMBAS

Un equipo de bombeo se compone de motor y bomba, los motores pueden ser a combustión o eléctricos. Los sistemas de bombeo difieren mucho según sean la fuente de agua a utilizar, así un equipo de bombeo para un pozo perforado tiene una configuración diferente a una que será utilizada para succionar de un reservorio a cielo abierto, pero en esencia mantiene su dos partes esenciales bomba + motor.

El sistema de bombeo es prácticamente el corazón del sistema de riego, es utilizada para impulsar un volumen de agua en un tiempo determinado (caudal) con una fuerza x (presión). Cada sistema de riego tiene un requerimiento específico de caudal (GPM, galones por minuto) y presión (PSI, libras por pulgada cuadrada), estos datos se obtienen del diseño hidráulico y es el último dato que se obtiene.

Lo ideal es que el equipo de bombeo se compre basado en los datos de diseño y no diseñar en base a un equipo ya comprado, pues muy probablemente este no tendrá las especificaciones necesarias o adecuadas.

23. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE BOMBEO

- **Tubería de succión.** Es la tubería por donde se moviliza el agua desde la fuente hasta llegar a la carcasa.
- **Carcasa.** Es el lugar donde llega el agua después de pasar por la succión. Su función es la de contener el agua que es impulsada por el rodete para que aumente la presión.
- **Rodete.** Conocido también como impulsor; con la ayuda de las aletas o álabes ayuda a crear la fuerza centrífuga que impulsa el fluido que llega a la carcasa.
- **Cañón de descarga.** Dirige el fluido a la salida del sistema.
- **Caja de rodamiento.** Contiene el eje de la bomba, que es impulsado por el motor.

- **Sello.** Va colocado en el eje de la bomba. Evita la entrada de aire al eje de la bomba y el calentamiento del eje de rotación.

24. FORMA DE OPERACIÓN DE UNA BOMBA

El rotor o impulsor de la bomba puede ser movido por un motor de combustión interna o por un motor eléctrico. Al moverse el impulsor crea una fuerza centrífuga que impulsa el agua desde el ojo del impulsor hacia las paredes de la carcasa, en la cual es conducida hasta llegar al cañón de descarga.

Antes de encender el motor, se debe crear un vacío dentro de la carcasa, esto se realiza mediante una bomba de vacío o llenando la carcasa con agua (cebado). Al encender el motor de la bomba, genera una fuerza centrífuga que desplaza el agua dentro de la carcasa hasta el cañón de descarga. Esto genera que la presión dentro de la carcasa sea menor que la presión dentro del tubo de succión, por lo que la columna de agua que empuja la presión atmosférica puede ocupar ese espacio en el tubo. De esta manera la impulsión y llenado es continuo.

La función de las bombas es impulsar el agua que llega al ojo de succión. La introducción del fluido a la succión se da por el empuje que ejerce la presión atmosférica, la cual a nivel de mar es equivalente a 10.33 metros de columna de agua o 14.7 PSI.

Antes de encender el motor de una bomba debemos asegurarnos que el nivel de aceite del motor está lleno y preguntar al proveedor si la bomba es autocebante o se tiene que cebar antes de encenderla. Hay que revisar continuamente el aceite del motor y las bujías para realizar los cambios oportunos y que el equipo pueda tener una vida útil más prolongada.

25. TIPO DE BOMBAS

Las bombas se dividen en dos grande grupos:

- Desplazamiento positivo: Son utilizadas para mover líquidos viscosos.
 - **Bomba de engranajes**
 - **Bomba de pistones**
 - **Bombas émbolo**
- Dinámicas: Son las que operan en forma rotativa produciendo un movimiento *centrífugo* del líquido; son las más utilizadas para riego.
 - Bombas centrífugas

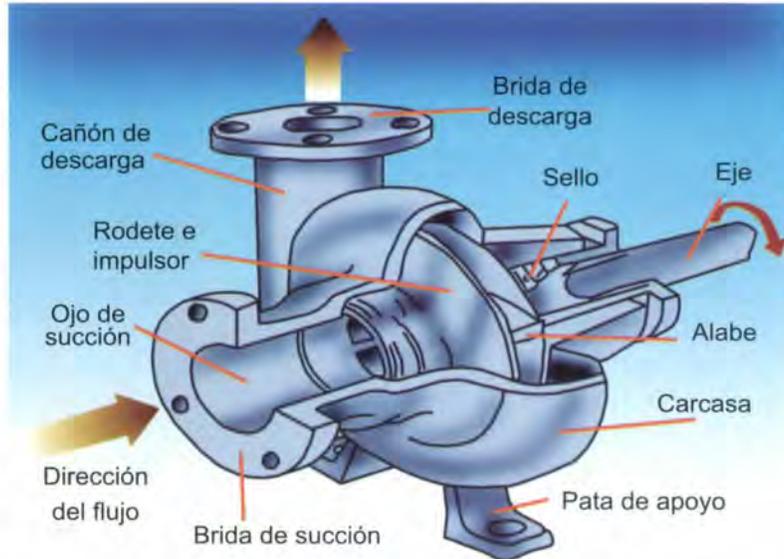


Fig. 17. Partes principales de una bomba.

- **Impulsor abierto**
- **Impulsor cerrado**
- **Sumergibles**
- **Axiales**
- **Rotatorias**

Entre las bombas más utilizadas tenemos las bombas centrífugas y rotatorias.

- **Centrífugas.** Operan con base en el principio de la fuerza centrífuga. Si se coloca un impulsor dentro de agua y los hacemos girar, el agua saldrá impulsada por los álabes del impulsor. A medida que más agua es expulsada por los álabes, más agua sigue llegando al centro del impulsor por ser esta una zona de menor presión, manteniendo así un flujo continuo sin variaciones de presión.



Foto 22. Bomba Centrífuga.

- **Bombas centrífugas con impulsor abierto.** Estas bombas se caracterizan por tener unido los álabes al eje de giro y se mueven entre dos paredes laterales.

Se utilizan mucho en aguas arenosas y o con un alto contenido de sólidos suspendidos.

- **Bombas centrífugas con impulsor cerrado.** Los álabes de este tipo de bombas se encuentran ubicados entre dos paredes laterales. Esto evita fugas en el sistema. Generan mayor presión que las anteriores.

- **Bombas sumergibles.** Son sistemas en los cuales las bombas van sumergidas en el fluido, evitando de esta manera el cebado de la bomba ya que el impulsor siempre va a estar rodeado de líquido.

Estas bombas comúnmente se utilizan en pozos evitando de esta manera todos los problemas de succión, que son el principal problema de las bombas centrífugas.

- **Bombas Axiales.** Se utilizan para mover grandes volúmenes de agua. No trabajan con presiones altas. Son utilizadas en acuicultura para llenar estanques en donde lo primordial es mover grandes volúmenes de agua, sin preocuparse por la presión con la que van empujar el agua.



Foto 23. Bomba sumergible.

- **Rotatorias.** Transporte directo de un fluido de un lugar a otro. El agua entra a la carcasa por una disminución de presión generada por los elementos rotatorios de la bomba. Una vez que el agua llega a la cavidad es arrastrada por la propia rotación de los elementos rotatorios, hasta ser expulsada por el cañón de descarga. Las bombas más comunes son las de engranajes. El tamaño de la bomba y la velocidad de rotación determinan la capacidad de manejo de flujo de la bomba.

26. CAUDAL Y PRESIÓN DE UNA BOMBA

Hay diversidad de diseños de bombas que funcionan a diferentes presiones y caudales. Para calcular la presión o carga necesaria de la bomba, para que el sistema de riego trabaje de una forma eficiente, se debe considerar todos los obstáculos que el agua va a presentar al ser transportada de un punto A un punto B, esto se conoce como **carga dinámica total**.

La carga dinámica total comprende los siguientes puntos:

- **Altura estática de succión,** Es la altura que va desde el nivel de agua, hasta la mitad del ojo de succión.
- **Altura dinámica de succión,** Son las pérdidas de presión que se dan por fricción en la succión.
- **Altura estática de descarga.** Altura entre la mitad del ojo de succión al punto más alto del sistema de bombeo.
- **Altura dinámica de descarga.** Son todas las pérdidas de presión que se dan por fricción a lo largo de todo el sistema, hasta llegar al último emisor.
- **Presión de operación.** Es la presión con la que funcionan los emisores.

Un equipo de bombeo se compone de motor y bomba, los motores pueden ser a combustión o eléctricos. Los sistemas de bombeo difieren mucho según sean la fuente de agua a utilizar, así un equipo de bombeo para un pozo perforado tiene una configuración diferente a una que será utilizada para succionar de un reservorio a cielo abierto, pero en esencia mantiene su dos partes esenciales bomba + motor.

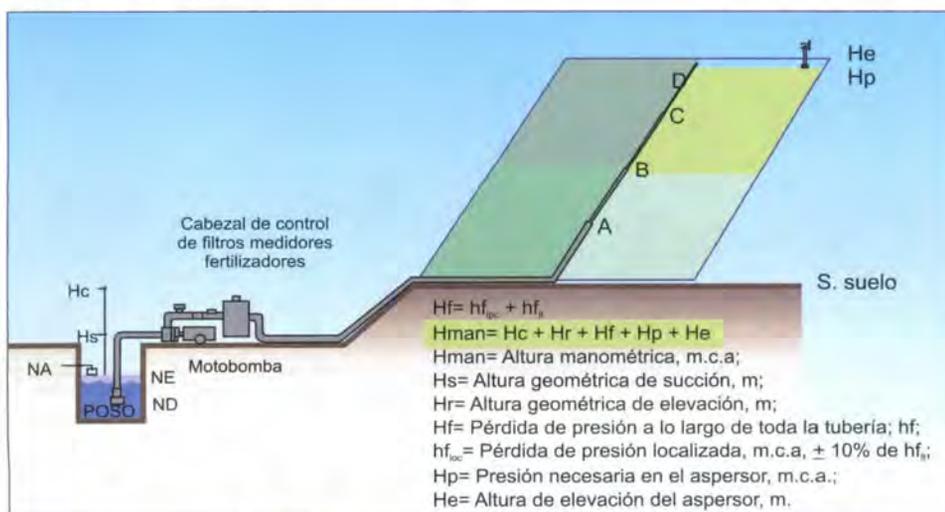


Fig. 18. Esquema de un sistema de riego.

Cuando la succión de la bomba está en una microcuenca, nacimiento de agua o río se debe recordar colocar una válvula de no retorno, esto se hace para proteger el cuerpo de agua que sirve como fuente, de no instalar esta válvula, cuando se realizan fertilizaciones por el sistema de riego, utilizando la succión de la bomba, el agua con fertilizante regresa a la fuente cuando se apaga la bomba.

Existe en el mercado otro tipo de equipo de bombeo, son las bombas hidroneumáticas, estas tienen una rueda hidráulica sobre la cual cae el agua. El peso del agua la hace girar, transmitiendo el movimiento a una bomba de diafragma que crea la presión de bombeo.

Esta bomba no genera presión para riego con goteo o aspersión, se debe enviar el agua a un reservorio o tanques elevados a una altura que nos permita accionar el tipo de sistema de riego que tenemos.

Las ventajas de esta bomba es que puede trabajar 24 hrs al día, no consume energía eléctrica ni combustible, por lo tanto no contamina el ambiente y a lo largo del tiempo es una inversión barata.

Para tomar la decisión de implementarla en un proyecto comunitario o recomendársela a un grupo de productores, se deben de hacer varias consideraciones técnicas, las cuales deben de hacerse a un técnico de la zona o de alguna institución que tengan experiencia con el uso de este equipo.



Foto 25. Bomba hidroneumática marca Rochfer, de fabricación brasileña, distribuida en San Pedro Sula.



Foto 24. Equipo de bombeo.

Foto 26. Bomba de diafragma de dos pistones de recorrido horizontal.



Para determinar los requerimientos de bombeo conlleva una serie de cálculos, pero en esencia el caudal a mover se obtendrá de calcular la demanda total de cultivo, y basados en la lamina a reponer diaria, las horas disponibles para el bombeo y el área total.

La bomba debe ser capaz de proporcionar la presión requerida de trabajo del emisor, vencer las pérdidas por fricción en la conducción, lograr vencer la presión que ejerce la diferencia de altura de la bomba al punto más alto del terreno.

Todo esto son cálculos que resultan del diseño hidráulico del sistema y que conjuga, caudal, presión de trabajo, pérdidas por fricción y velocidad del agua.

Para la selección del equipo de bombeo se utilizan lo que se conoce como **curva de la bomba**, gráfico que nos proporciona la información acerca de el comportamiento de una bomba x con un motor y; en cuanto a los cambios de caudal y presión (Fig. 19).

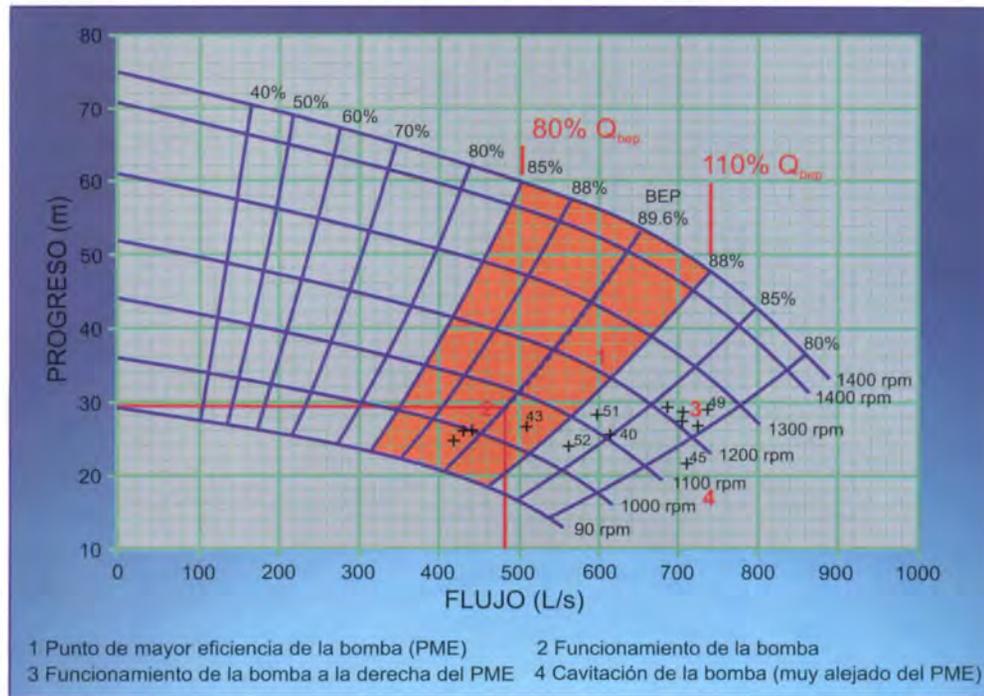


Fig. 19. Curva de operación de un equipo de bombeo. (Pasarlo a español)

La cantidad de caballos de fuerza de un motor únicamente son el indicativo de la potencia del mismo, pero por si mismo no proporciona información eficaz para determinar si puede funcionar en nuestro sistema de riego.

Las pérdidas o disminución de rendimiento de una bomba pueden ser:

- Hidráulicas, debido a pérdidas de carga al escurrir el líquido.
- Mecánicas, debido a rozamientos mecánicos.
- Filtración, debido a que una pequeña cantidad de agua se filtra desde el lado de alta presión hacia el lado de baja presión.

27. VÁLVULAS DE AIRE

Inevitablemente, en los sistemas de riego a presión, se va tener burbujas de aire atrapadas en la red de tuberías, el aire atrapado puede ser tan perjudicial que inclusive puede ocasionar ruptura de tuberías:

- Restricción del flujo de agua en la tubería
- Aumento en las pérdidas por fricción, ocasionadas por un aumento de la velocidad del agua.

- Obstrucción completa del paso de agua.
- Ruptura de las tuberías por un aumento en la presión.

Es por eso se debe eliminar del aire, para eso existen las llamadas válvulas de aire o eliminadoras de aire. Hay en gran variedad de marcas y formas de trabajo, pero todas usan el mismo principio. Las válvulas deben ser colocadas en el campo en sitios con cambios de elevación, cambios bruscos de dirección en la tubería, salida de la estación de bombeo, salida de la estación de filtrado y a la entrada de los lotes. El diámetro de la válvula de aire puede ser hasta un cuarto ($\frac{1}{4}$) del diámetro de la tubería donde se instalará, por ejemplo, una válvula de aire de 1 pulgada, (Figura 20), puede ser usada en una tubería de hasta 4 pulgadas de diámetro sin ningún problema, con la salvedad que se tienen que utilizar accesorios, como reductores para llegar de 4 a 1 pulgada.

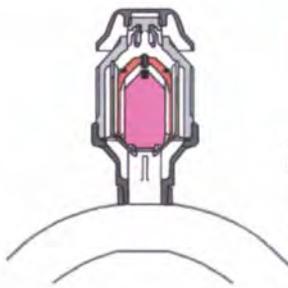


Fig. 20. Válvula de aire.



Foto 27. Válvula de aire de 2 pulgadas.



Foto 28. Válvula de aire instalada. Cada válvula de control del paso de agua debe llevar una válvula de aire.

A continuación se describe una válvula de aire hechiza, promocionada por El proyecto de Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores (MCA-EDA). A esta válvula se le denomina tipo **LEO**, ya que Leopoldo Aguilar es el nombre del técnico de este proyecto, que tuvo la idea de modificar la válvula de aire tipo **Garrote**.

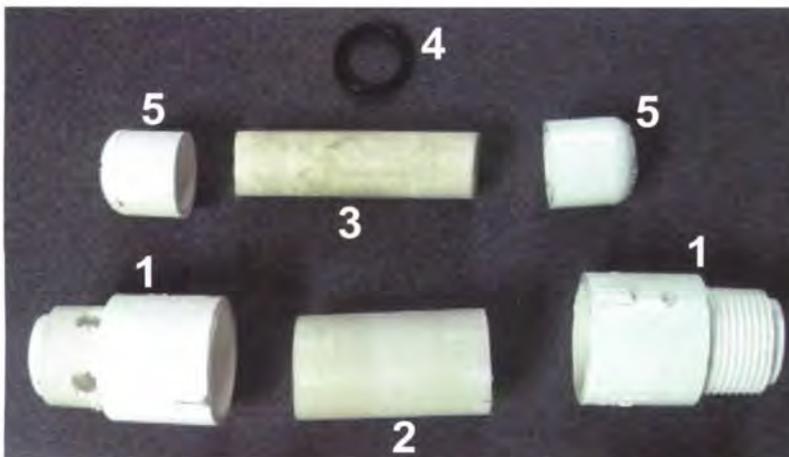


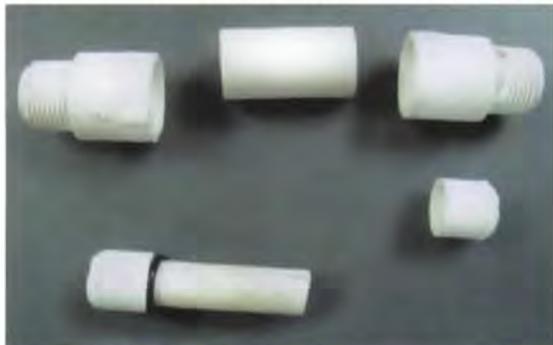
Foto 29. Válvula de aire casera tipo Leo (descritos en el cuadro 9).

Cuadro 9. Materiales para fabricar la válvula.

No.	Material	Cantidad
1	Adaptador macho de 1" \varnothing con rosca	2
2	Tubo PVC de 1" \varnothing , 5 cm de largo	1
3	Tubo PVC de $\frac{1}{2}$ " \varnothing , 7.5 cm de largo	1
4	O-Ring, (empaquet) de 1" \varnothing	1
5	Tapón liso de $\frac{1}{2}$ " \varnothing	2
6	Pegamento para PVC	1/4

27.1. Secuencia para fabricar la válvula de aire tipo Leo

Siga la numeración de los accesorios y de los pasos.



Paso 1. Introduzca el empaque (4) en el tubo de 1/2" (3), posteriormente introduzca un extremo del tubo en uno de los tapones lisos (5).



Paso 2. Introduzca el tubo con el empaque y el tapón que armó (Paso 1), en uno de los adaptadores macho (1).



Paso 3. Haga pasar por el adaptador macho (1), el extremo del tubo (Paso 1) que no tiene tapón, posteriormente coloque el segundo tapón (5) en el extremo del tubo.



Paso 4. Finalmente introduzca el tubo de 1 pulgada (2) en ambos adaptadores macho (1).

Una vez armada la válvula, puede ser instalada en una T que tenga un adaptador hembra, solo se enrosca el extremo del adaptador macho colocando un poco de teflón en la rosca y está lista para su funcionamiento.

28. INYECTORES DE AGROQUÍMICOS, FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN

Hoy en día el uso de sistemas de riego para la aplicación de fertilizantes o agroquímicos es muy común, sobre todo en los sistemas de riego por goteo. Para la aplicación de agroquímicos a través del sistema de riego se pueden emplear varios métodos, los más comunes, son los inyectores tipo Venturi a las bombas inyectoras.

Inyectores tipo Venturi: Este tipo de inyectores son muy baratos y fácil de instalar, no requieren potencia o energía extra, pues utilizan la misma presión del sistema. Este método consiste en la instalación de un aparato llamado inyector tipo Venturi que como su nombre lo indica utiliza el efecto de un tubo Venturi para que con la diferencias de presión y velocidades en el flujo a través del mismo, se crea un vacío y este produce succión.



Foto 30. Inyector de fertilizante Venturi.



Fig. 21. Inyector modelo A.

La principal desventaja de este método, es que se requiere del empleo de presión de trabajo adicional a la normal requerida por el sistema, y esta debiera ser tomada en cuenta al momento de calcular el equipo de bombeo. Se requiere de aproximadamente un 15% a 20% de presión extra.

28.1. Tanque de fertilización

Son depósitos herméticos, de metal o de plástico reforzado, conectados al cabezal de manera que solo circula por él, una fracción del caudal, los caudales que entran y salen (del tanque) son iguales.

Presentan el inconveniente que la concentración de fertilizante dentro del tanque va disminuyendo con el tiempo de riego, así al inicio se tendrá una concentración alta, pero al ir ingresando el agua de riego al tanque e ir saliendo con el fertilizante diluido, este irá disminuyendo al continuar el riego; la cantidad de fertilizante que sale del tanque por unidad de tiempo, dependerá del caudal que sale y de la concentración en ese instante (al avanzar el riego, la concentración irá disminuyendo), por este motivo, el uso de este equipo ha ido disminuyendo, pero resulta útil, cuando se fertiliza un solo sector de riego, mas no cuando hay varios sectores a regar con el mismo equipo.



Foto 31. Tanque o barril de fertilización.

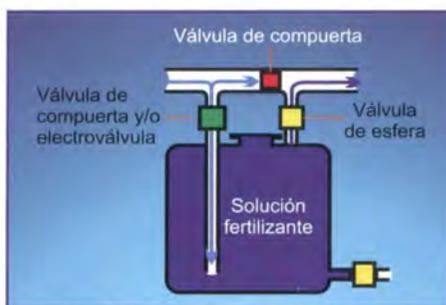


Fig. 22. Esquema de un tanque de fertilización.

Foto 32. Bomba inyectora de fertilizante.



Foto 33. Bomba de mochila con motor.

El fertilizante también se puede inyectar con una bomba de mochila con motor cuando no se tiene disponibilidad de otros equipos. La inyección se hace después de la bomba, si la hay, pero siempre antes del filtro. Se instala un conector con válvula individual en el tubo, se conecta la manguera con un “tubín” o manguera ciega a la boquilla de descarga de la bomba de mochila, posteriormente se abren las válvulas de paso de agua y se inyecta el fertilizante que está en la bomba de mochila.

28.2. Inyección en la bomba

Este método consiste en la introducción de la solución fertilizante al sistema, aprovechando la succión generada por la bomba que da presión a todo el sistema, esto implica que el punto de inyección de fertilizantes debe estar antes de la bomba (a diferencia de los anteriores que están conectados al sistema después de la bomba), esto implica que los fertilizantes disueltos, pasarán a través de la bomba, lo cual puede presentar un riesgo, pues pueden corroer el material de que está hecha la bomba, en estos casos es recomendable usar una bomba especial que permita circular agua con productos disueltos, sin dañarse, también se puede preguntar a la compañía en la que compramos la bomba si hay repuestos, para reemplazar los impulsores cuando se dañen. Hay que considerar que la reducción de la vida útil de la bomba puede pasar de 8 a 5 años, en este periodo de tiempo la bomba ya estará pagada si se obtiene buena rentabilidad en cada ciclo de cultivo.

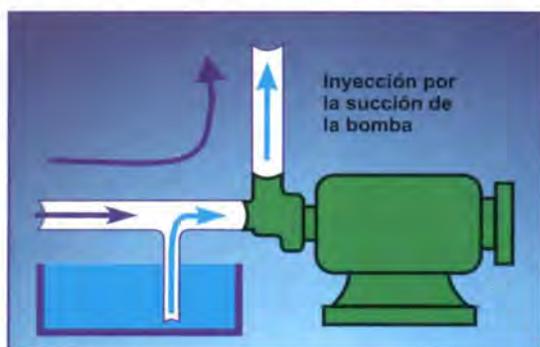


Fig. 23. Esquema de inyección directa.



Foto 34. Inyección directa del barril por la succión de la bomba.

Cuando aplicamos el fertilizante por el sistema de riego obtenemos una gran ventaja ya que la planta lo asimila mejor y más rápido cuando el fertilizante está en una forma líquida, esto nos da una fertilización más uniforme que el método manual aplicando a cada planta, el resultado de realizar el fertirriego es desarrollar plantas más uniformes y con mejor producción.

Con cualquiera de estos sistemas de inyección de fertilizantes anteriormente mencionados, se pueden aplicar productos biológicos para el cultivo a través del sistema de riego, como hongos entomopatógenos *Trichoderma* sp., *Beauveria* sp., *Bacillus* sp., para control de hongos del suelo, nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*, para control de gallina ciega y otros más. Se puede hacer la inyección del nematodo antes o después del filtro ya que pasan sin ningún problema por un filtrado de hasta 200 mesh.

28.3. Tiempo de inyección de agroquímicos

El tiempo de inyección dependerá del tiempo de riego que esté programado, una recomendación es aplicar el agroquímico durante 90 al 100% del riego.

Al inicio aplicar agua durante 5 minutos - inyectar el agroquímico - 5 minutos solo agua al final del riego.

Con esta proporción se pretende dejar un tiempo de llenado de las cintas y el último tiempo es para lavado del producto fuera de las cintas de riego. Pero entre más tiempo se emplee para aplicar el agroquímico, mejor distribuido quedará en el suelo y cubrirá el volumen total de raíces que tiene el cultivo.

En las fotografías siguientes se muestran tres cultivos con riego por goteo y fertirriego.



Foto 35. Cultivo de papa, parcela PROMIPAC y Visión Mundial, Cones, Belén, Lempira, Honduras.



Foto 36. Cultivo de maíz, parcela PROMIPAC y Visión Mundial, Consonlaca, Gracias, Lempira, Honduras.



Foto 37. Cultivo de frijol, parcela PROMIPAC y Visión Mundial, Cañada, La Campa, Lempira, Honduras.

29. VÁLVULAS DE PASO

Las válvulas se asemejan a las llaves que hay en los baños, pilas o lavamanos, solo que son de un diámetro de salida mayor. Son utilizadas para sectorizar el sistema de riego, pueden utilizarse diferentes tipos de válvulas para cubrir esa función, entre las más conocidas son las válvulas de compuerta, válvulas de bola, válvulas de mariposa, todas estas anteriores de apertura u cierre mecánico, y están además las válvulas hidráulicas, mismas que son más precisas y pueden cumplir varias funciones, pero también su costo es más elevado.

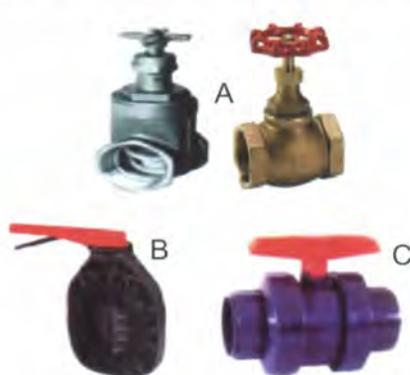


Foto 38.
A, válvula de compuerta;
B, válvula de mariposa y
C, válvula de bola.



Fig. 24. Válvula hidráulica, puede ser manual o de mando eléctrico.



Foto 39. Válvula hidráulica con mando eléctrico.

La válvula hidráulica permite restringir el paso de agua o una porción del caudal en la tubería, se puede utilizar para reducir el caudal y por ende la presión, con el propósito de regar o fertilizar un sub-lote con un área de riego pequeña y así proteger las cintas de una ruptura por exceso de presión.

30. VÁLVULA DE ALIVIO

Esta válvula garantiza que si en un determinado momento la presión aumenta bruscamente dentro del sistema (las tuberías), la válvula expulsará la presión para proteger el sistema y evitar rupturas de la tubería o daño a la bomba.



Fotos 40 y 41. Válvulas hidráulicas de alivio.

31. REDUCTOR DE PRESIÓN

Al momento de instalarlos hay que colocarlos según sea el flujo de agua, la flecha deberá quedar en la misma dirección del flujo del agua. Estos reductores se instalan en las tuberías secundarias, las que alimentan a los cabezales de riego donde están conectadas las cintas, son de distinto tamaño y pueden reducir presiones muy altas desde 180 PSI reducen a 15 a 20 PSI.

Estos reductores se utilizan cuando tenemos una tubería que conduce un caudal elevado de agua y por condiciones topográficas irregulares de un terreno, como una ladera, la parcela que se regará tiene turnos de riego muy pequeños o los laterales de riego son muy cortos. Con estos reductores de presión logramos bajar la presión a un nivel adecuado que no causará daño a la cinta de riego por exceso de presión.



Fotos 42 y 43. Reductor de presión, existen diferentes tamaños de estos reductores.

32. MANÓMETROS

Son aparatos que nos ayuda a medir la presión en diferentes puntos del sistema y con eso poder controlar mejor el buen funcionamiento. Los más utilizados son los manómetros de glicerina, pues brindan una buena precisión, estos vienen graduados en diferentes rangos. Los rangos más utilizados son: 0-30 PSI que se utiliza para medir presión en la cinta de goteo, 0-100 PSI, 0-160 PSI y 0-200 PSI son otros manómetros.



Foto 44. Manómetro de Glicerina.

33. FILTROS

Los filtros son equipos que se instalan en los sistemas de riego para eliminar impurezas del agua y que pueden obstruir la salida del agua a través de los emisores. Existen cuatro tipos de filtros y estos son: Filtros separadores de arena o hidrociclones, filtros de malla, filtros de discos y filtros de arena.

Filtros separadores de arena: También son conocidos como hidrociclones, son utilizadas para separar sólidos pesados del agua, usualmente separa arena. Son utilizadas cuando se está extrayendo agua de pozos perforados, pues esta es muy limpia y únicamente se requiere eliminar la arena y piedrecillas que la bomba extrae de las paredes del pozo. Utiliza el principio de centrifugación para separar los sólidos al centro del filtro y que estos caigan por gravedad al colector.



Fig. 25. Hidrociclón.



Foto 45. Hidrociclones.

Filtros de malla: utiliza como elemento filtrante una malla con una dimensión y cantidad de orificios definidos, sirven para eliminar sólidos en suspensión. Existen modelos que pueden limpiarse automáticamente o de limpieza manual. Las mallas vienen graduadas en MESH, unidad que se refiere a la cantidad de orificios por pulgada cuadrada. La graduación más comúnmente utilizada es el de 120 MESH, 140 MESH y 200 MESH, dependiendo de la calidad de filtrado que se requiera para el emisor. Son bastante utilizados en sistemas de riego por aspersión.



Fig. 26. Filtro de malla instalado.



Foto 46. Filtro de malla desarmado.

Comúnmente la malla del filtro es metálica, no se debe utilizar cloro para su limpieza, solo cepillo dental (no de metal) y agua.

Filtros de anillos: Se utilizan para eliminar limo, arcilla y material orgánico en suspensión. Funciona haciendo pasar el agua por plásticos ranurados que se encuentra juntos a lo largo del filtro, para el retrolavado se separan los discos. Son bastante eficientes y con una buena calidad de filtrado. Son muy utilizados en sistemas de riego por goteo.

Al momento de instalar el filtro de anillos debe colocar el filtro en la posición correcta según sea la dirección del flujo del agua.

Todos los filtros tienen una flecha indicando colocar el filtro en la misma dirección hacia donde fluye el agua en la tubería. Para su limpieza utilizar cepillo y agua con cloro a 200 ppm, durante toda la noche.



Foto 47. Robot o pichingo.



Foto 48. Tres filtros de anillos en serie.



Foto 49. Anillos que atrapan el sucio del agua de riego.



Fig. 27. Interior filtro de arena.

Para su limpieza se pueden instalar válvulas para realizar un retrolavado, que se puede hacer todos los días, también se puede llenar el filtro con agua y se agrega hipoclorito de calcio para limpiar la arena, para un filtro de 24 pulgadas de diámetro, se utilizan 2 lb de hipoclorito y se deja durante dos días. Se recomienda sacar la arena una vez al año para lavarla.

Retrolavado

El retro lavado de los filtros es una labor simple cuando se tiene 2 filtros, pero con uno es un poco más complicado. Por esta razón es que a continuación se les hace una descripción de los pasos a seguir para el procedimiento correcto del retrolavado con un solo filtro, (CDA Fintrac).

Estos son los siguientes pasos para realizar el retro lavado con un solo filtro:

1. **Abrir la válvula N° 3.** Esta es la que descarga el agua sucia de retrolavado cuando el agua entre por abajo en el filtro.
2. **Cerrar la válvula N° 5.** Para no dejar pasar agua al lote, uno para que no pase agua sucia y dos para que haya suficiente presión para realizar el retrolavado.
3. **Abrir la válvula N° 4.** Con esta válvula permitimos que el agua que viene de la bomba entre al revés en el filtro. ¿Por qué? Por eso se llama retrolavado porque lavamos la arena del filtro metiendo el agua al revés para que levante el sucio que ha recogido la arena y este vuelva a quedar limpia. Necesitamos buena presión para que la arena se mueva y suelte el sucio, pero no demasiada presión para que botemos la arena por la válvula N° 3.
4. **Cerrar la válvula N° 2.** Esto evita que el agua entre por encima del filtro logrando así que el agua empiece a entrar al revés (por abajo) iniciando el retrolavado. El retrolavado debe de durar 2 minutos más después de que empiece a salir clara el agua que sale por la válvula N°3 después de haber cerrado la válvula N° 2.

Para su limpieza utilizar cepillo y agua con cloro a 200 ppm, durante toda la noche.

Filtros de arena: En este caso el agua se hace pasar a través de un tanque lleno de arena. Son muy eficientes removiendo materia orgánica, limo y arcilla, han sido ampliamente utilizados en el riego, su principal desventaja es su costo alto.

Una vez al año esta arena debe sacarse del filtro para lavarla con cloro. Esta arena puede durar unos 5 años, al ser necesario el reemplazo se puede comprar en empresas que se dedican al riego o equipos para piscinas.



Foto 50. Filtro de arena instalado.



Foto 51. Filtro de arena de barril, promocionado por el proyecto de Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores (MCA-EDA).

Ya terminamos de realizar el retrolavado así que ahora tenemos que dejar el filtro funcionando normalmente. Para esto debemos seguir otra secuencia para no ir a introducir sucio a la tubería de distribución y la cinta. Seguir los pasos a continuación:

1. **Abrir válvula N° 6.** Con esto empezamos a descargar agua que viene de la bomba y por aquí vamos a sacar el sucio que introducimos por abajo del filtro. Tenemos que acordarnos que no usamos agua filtrada para realizar el retrolavado. Normalmente en un sistema de filtrado tenemos 2 o más filtros y lo que se hace es usar el agua filtrada que sale de un filtro para retro lavar el otro.
2. **Abrir válvula N°2.** Para que el agua vuelva a entrar por arriba del filtro.
3. **Cerrar válvula N°3.**
4. **Cerrar válvula N° 4.** Al cerrar estas dos válvulas el filtro ya está trabajando filtrando el agua de riego. Pero como dijimos anteriormente tenemos que eliminar el sucio que metimos por abajo al filtro. ¿Cuánto tiempo? El mismo tiempo como cuando sacamos el sucio por arriba.
5. **Abrir válvula N° 5.** Ya con el filtro limpio por encima y por abajo dejamos que el agua empiece a fluir hacia el lote de riego.
6. **Cerrar válvula N° 6.** Con esto volvemos a tener el sistema de riego trabajando normalmente.

En general un buen sistema de filtrado es de mucha importancia, sobre todo hoy en día cuando la tendencia es a utilizar emisores más pequeños y por ende con una demanda de agua de mejor calidad.

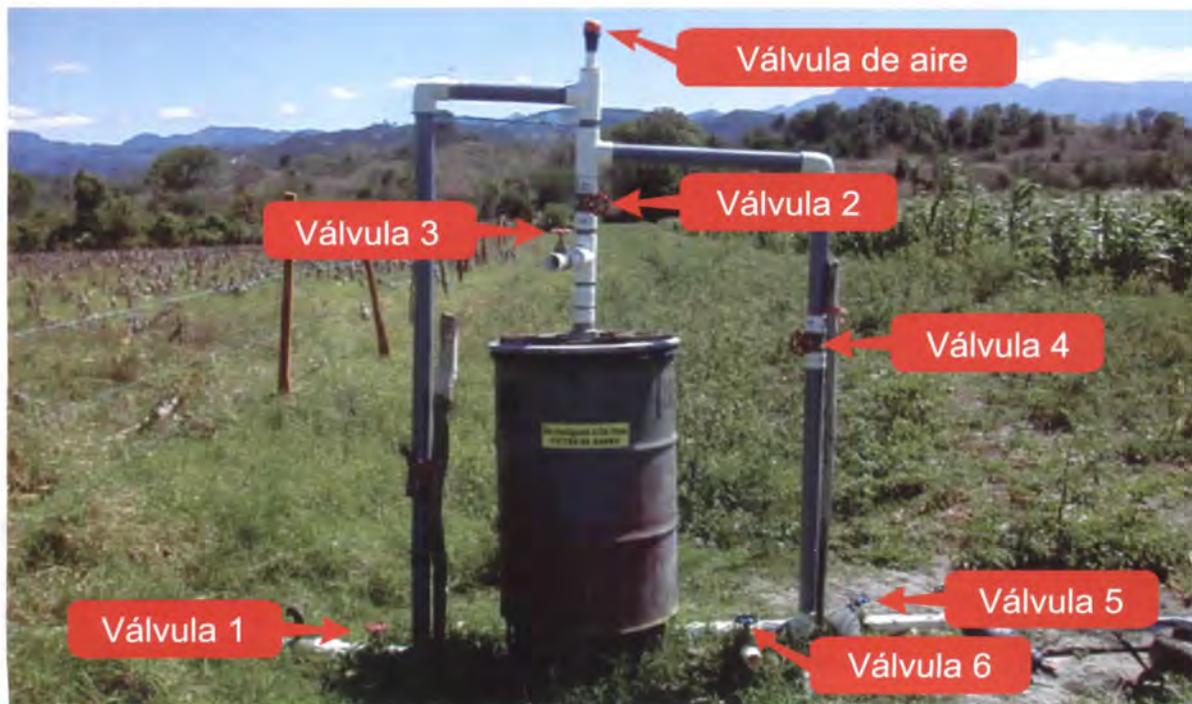


Foto 52. Pasos para realizar el retrolavado.

34. ACOPLEROS O CONECTORES

Los acoples, comúnmente llamados conectores son uniones, como su nombre lo indica unen dos componentes del sistema como ser:

- Unión entre la tubería y el polietileno (o tubín).
- Unión entre el tubín y la cinta de riego.
- Unir la cinta de riego.

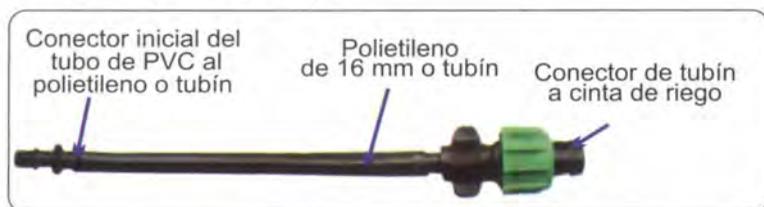


Foto 53. Conector inicial con tubín y conector de tubín a cinta de riego.



Foto 54. Conector inicial y empaque.



Foto 55. Conector de tubín a doble cinta de riego.



Foto 56. Conector de cinta a cinta de riego, para reparaciones.

Este se utiliza cuando la cinta ha sido cortada o perforada, también cuando se está instalando la cinta de riego y se acaba el rollo de cinta a mitad de la cama o surco y tenemos que iniciar el siguiente rollo, este conector une los dos extremos de la cinta de riego.



Foto 57. Conector de polietileno o tubín a cinta de goteo.

Este conector une el polietileno o tubín que viene del conector inicial con la cinta de riego, el lado más angosto y con los tres anillos, se inserta a presión en el tubín y en el lado que trae la tuerca roscada se coloca el extremo de la cinta de riego y se la da vueltas a la tuerca de polietileno para que quede bien asegurada la cinta.



Foto 58. Conector "Tee" para tubín.



Foto 59. Conector válvula de tubín a tubín.



Foto 60. Conector inicial de PVC a cinta de riego con válvula.

Este conector puede ser del tipo que se inserta directamente en la tubería y conecta a la cinta, pero también están los que conectan del polietileno o tubín a cinta de riego. En ambos casos, la utilidad de estos conectores es que gracias a la válvula que trae cada uno, un lote de riego se puede dividir en varias partes, esto se hace cuando tenemos poca disponibilidad de agua o cuando la pendiente del terreno es pronunciada, como cuando se instala un sistema de riego por goteo en laderas.

Evaluación Unidad V

Enumere diez partes de un sistema de riego.

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) _____
- 8) _____
- 9) _____
- 10) _____

SISTEMAS DE RIEGO MÁS UTILIZADOS

Objetivo:

Conocer los sistemas de riego más utilizados haciendo énfasis en el riego por goteo.

35. EL RIEGO

El riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento. Se utiliza en la agricultura y en la jardinería.

El elemento más importante de un sistema de riego es el **emisor**, ya que afecta directamente los criterios de diseño posteriores. Los emisores son estructuras que reducen la presión prácticamente a cero, aplicando de esta manera el agua a la forma de una gota en la superficie del suelo o asperjada en finas gotas con microjet y microaspersores o más grandes como los aspersores. Los emisores varían en tipo y modelo, desde tubos perforados, microtubos, de inserción y bandas perforadas, a complicados diseños. Los microaspersores y aspersores son de tipo rotativo, fijos o de jet. En general, la clasificación de los sistemas de riego localizado se basa en el tipo de emisor utilizado.

36. GOTEO

Método que logra un humedecimiento directo del suelo por medio de fuentes de agua puntuales distribuidas en la parcela y caracterizadas por tener una baja descarga, generalmente entre uno y diez L/h/metro. Se humedece únicamente una pequeña parte de la superficie total del suelo, regulando así el desarrollo del sistema radicular.

La presión de operación del emisor oscila entre 5 y 15 PSI y el caudal que entregan los emisores es función de la presión en la línea, normalmente en goteo varía entre 2 a 10 litros por hora. El término se aplica, específicamente, para describir aquellos métodos en los cuales pequeños volúmenes de agua son aplicados directamente al suelo a intervalos cortos empleando:

- Emisores puntuales instalados a un espaciamiento fijo sobre laterales de pared delgada.
- Cintas de goteo con salidas múltiples a corta distancia una de la otra.

El agua se conduce desde el depósito o la fuente de abastecimiento a través de tuberías y en su destino se libera gota a gota justo en el lugar donde se ubica la planta. El agua se infiltra en el suelo produciendo una zona

húmeda restringida a un espacio concreto que funciona en vertical y horizontal, formando lo que se ha venido en llamar, por su forma, **bulbo de humedad**.



Foto 61. Bulbo de humedad del suelo regado con cinta de goteo.

37. CLASIFICACIÓN DE EMISORES PARA RIEGO POR GOTEO

37.1. Por su instalación en la tubería

En línea: Son aquellos que se instalan cortando la tubería e insertando el gotero. El agua circula por el interior del gotero, que forma parte de la conducción.

Sobre la línea (goteros de botón o goteros pinchados): Se instalan en la tubería en un orificio realizado con un equipo de perforación, estos goteros se pueden colocar en tuberías de distintos diámetros.



Foto 62. Goteros de botón.



Fotos 63, 64 y 65. Distintos goteros pinchados.

En Honduras existen este tipo de sistemas, llamados de baja presión, ya que funcionan con una altura mínima de 1 a 1.5 m, se han utilizado para frutales o para pequeños huertos familiares con áreas de 50 – 400 m², este tipo de riego es muy apropiado para pequeños productores que tienen poca agua y no cuentan con una tubería principal desde una fuente de agua que pueda proporcionar la presión adecuada para accionar un sistema de riego convencional. En Honduras los distribuyen las empresas **R y M (Netafin)** y **DICONSA**, ambas compañías tienen sistemas similares, la diferencia entre ellos es el emisor ya que uno es un gotero sobre la línea y el otro es integrado. Estos sistemas tienen un costo accesible para pequeñas áreas de cultivo.



Fotos 66, 67, 68 y 69. Goteros integrados en el lateral de riego.

En integración o integrados: Estos goteros se insertan en una tubería de polietileno durante el proceso de extrusión de la misma, con distintos espaciamientos (30 cm, 50 cm, etc.) y distintos caudales, van termosoldados en el interior. En ocasiones, los diámetros de las tuberías con goteros integrados son diferentes a los usuales, lo que obliga a utilizar elementos de conexión especiales.

Cintas de riego: Otra clase de riego por goteo es la cinta de riego, esta es una tubería integral de paredes delgadas con orificios en la misma cinta o goteros termosoldados en su interior.



Foto 70. Canal de flujo turbulento, para evitar taponamiento del emisor (gotero).



Fig. 28. Diagrama de cinta de riego por goteo.

En cualquiera de los casos anteriores, debemos tomar en cuenta no exceder los 100 m de longitud del lateral de riego cuando es un terreno plano (1%) de pendiente. Si es en ladera y el terreno posee muchas variaciones de pendiente, se tendrá que evaluar establecer un largo máximo de 50, 60 u 80 m, según sea cada caso. Cuando trabajamos con riego por goteo en terrenos de ladera es indispensable que levantemos camas para establecer los cultivos, esto permitirá que la cinta esté sobre una superficie con pendiente más uniforme y no haya tanta variación entre la descarga de los goteros.

También podemos utilizar válvula conector individual para cada lateral de riego, con el objetivo de poder sectorizar el riego en nuestro lote. Esto nos permitirá tener un mejor coeficiente de uniformidad de riego, es decir habrá menos variación entre el agua que sale de los goteros en todas las cintas instaladas. Esta uniformidad de riego es importante para lograr establecer cultivos uniformes, esto se logra suministrando casi la misma cantidad de agua y fertilizante a todas las plantas.

La distancia entre los goteros depende en gran medida de la textura del suelo. Cuanto más arenoso sea el suelo, más juntos deben estar los goteros a lo largo de la cinta, si el suelo es arcilloso los goteros pueden estar un poco mas separados. Por ejemplo para un mismo cultivo como tomate, si el suelo es arenoso será recomendable utilizar un espaciamiento entre gotero de 20 cm, pero si el suelo es arcilloso podría utilizar un distanciamiento entre gotero de 30 cm. Esto se hace por lo explicado en la sección II del suelo, referente a textura, infiltración y capacidad de retención de agua. Las propiedades físicas de cada terreno son distintas y deberán ser tomadas en cuenta antes de decidir las características de nuestro sistema de riego. Para cultivos con espaciamiento corto, como la cebolla, es necesario utilizar un espaciamiento de gotero corto, como por ejemplo, un espaciamiento de 10 cm entre gotero.



Foto 71. Curvas a nivel en terrenos con pendientes y levantamiento de camas.



Foto 72. Cultivo de repollo, con crecimiento uniforme, parcela PROMIPAC y Visión Mundial, Cones, Belén, Lempira, Honduras.

37.2. Por su comportamiento hidráulico

Normales o estándares: Son goteros que cuando mayor sea la presión más caudal de agua arrojan. Este tipo de goteros a su vez pueden ser de conducto largo, laberinto, orificio.

Autocompensantes: Mantienen el caudal más o menos constante, aunque varíe la presión de entrada dentro de un determinado rango de presiones, al que se denomina intervalo de compensación. Son indicados para lugares donde hay grandes diferencias de presión debidas a desniveles topográficos, como en las zonas de ladera o a grandes pérdidas de carga.

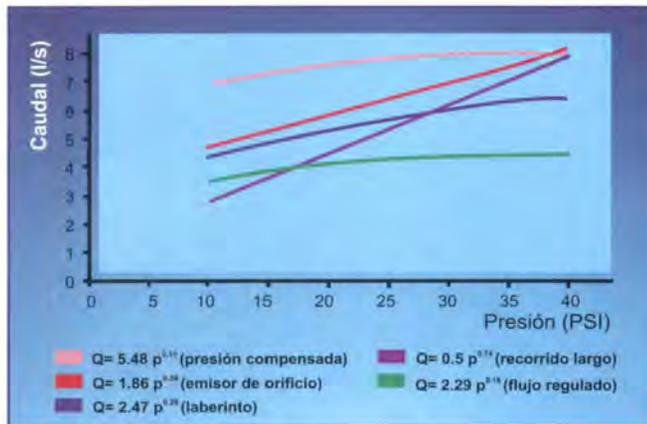


Fig. 29. Relaciones típicas de descarga y presión en goteros.

La figura 29 nos muestra que a mayor presión en las cintas de goteo convencionales la descarga del gotero o emisor será mayor, con la excepción de las cintas, mangueras o goteros auto compensados.

38. ASPERSIÓN

- El riego por aspersión es el agua lanzada al aire por presión y cae en forma de lluvia al terreno, que es cubierto en su totalidad. Hay que considerar este factor al momento de seleccionar el mejor sistema de riego para un cultivo determinado, en cultivos hortícolas con sus-

ceptibilidad a enfermedades fungosas este sistema será menos apropiado.

- Los aspersores aplican el agua en forma circular y hay distintos tipos de ellos:
 - Sprays.
 - Rotores
 - Impacto.
 - Reacción.

Se clasifican por tamaño, ángulo, alcance, presión, material del que están hechos, etc.

- El riego por aspersión es ampliamente usado en el mundo y se adapta bien a gran variedad de suelos, topografías, cultivos y aguas. Las eficiencias que pueden obtenerse alcanzan hasta el 85% en sistemas bien diseñados. Su vida útil puede ser de más de 25 años, su uso y mantenimiento es sencillo.

Actualmente se tiende al uso de aspersores pequeños y de baja presión, por el consumo de energía. La presión mínima de operación de un aspersor pequeño puede ser de 25 PSI, el alcance de los aspersores puede ser de 4 hasta 16 metros de radio de humedecimiento.

- Atendiendo a movilidad:
 - Fijo
 - Semifijo
 - Móvil
- Atendiendo a tamaño:
 - Miniaspersión
 - Aspersión
 - Cañones
- Atendiendo a operación:
 - Manuales

- Automáticos
 - Lateral rodante
 - Cañones viajeros
 - Pivotes central y lineal



Foto 73. Pivote Central de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.



Fotos 74 y 75. Aspersores de impacto marca Rain Bird.

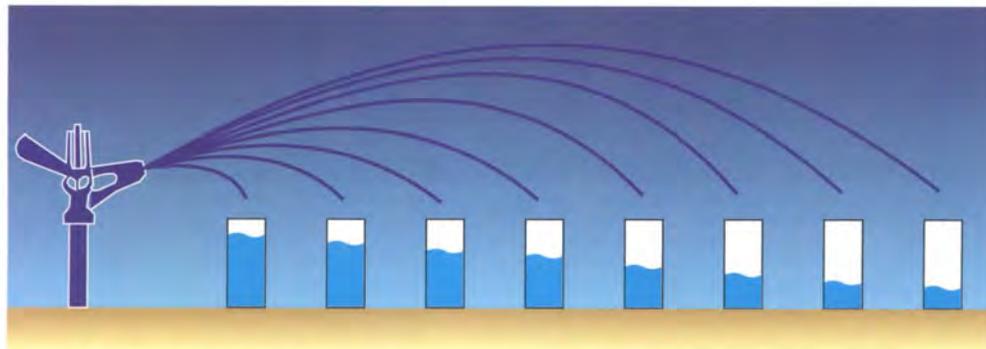


Fig. 30. Cantidad de agua emitida respecto a la distancia del aspersor.

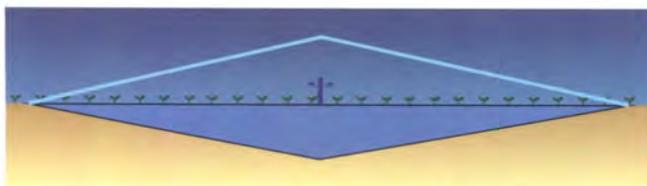


Fig. 31. Patrón de humedecimiento de un aspersor.

A medida nos alejamos del aspersor la cantidad de agua que cae sobre el suelo es menor.

Un solo aspersor regando producirá un patrón de mojado como este, cerca del aspersor estará más mojado y a medida nos retiramos de este, el humedecimiento del suelo es menor.

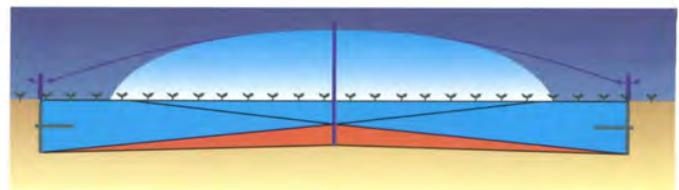


Fig. 32. Traslapo de humedecimiento de dos aspersores.

Es necesario que exista un traslape para tener uniformidad de riego, es decir cuando colocamos las estacas para fijar las posiciones de los aspersores, se debe considerar el radio o diámetro de humedecimiento del aspersor, en otras palabras cuantos metros moja a cada lado el aspersor.

Por ejemplo: Si tengo un aspersor que moja 6 m de radio, es decir moja un total de 12 m, al momento de colocar las posiciones de los aspersores no debo dejar los aspersores cada 12 m, si quiero un traslape del 100% para poder lograr una buena uniformidad de riego, entonces debo colocar los aspersores al 50% de su diámetro de humedecimiento, si este diámetro es 12 m entonces tengo que dejar un espacio de 6 m entre cada aspersor para lograr el 100 % del traslape.

Arreglo de aspersores

El aspersor no moja una superficie uniformemente. En general la parte más alejada del aspersor alcanza menos humedad, además, el área cubierta tiene una forma circular que no permite un arreglo sin la superposición de la superficie que riegan los aspersores adyacentes. Por esto existen tres tipos de arreglos básicos de los aspersores.

- Arreglo en cuadrado. La distancia entre aspersores es igual a la distancia a las que se mueve la lateral. Esta distancia es igual a 1.4 veces el radio del círculo de aspersión. Por ejemplo, si el diámetro de un círculo es de 24 m, el espacio entre los aspersores en la lateral será de 1.4×12 (radio del círculo), o sea, de 16.8 m.
- Arreglo en rectángulo: el espacio entre los aspersores es menor que la distancia a la cual se mueve la lateral. Por ejemplo, cuando el diámetro del círculo de aspersión es de 24 m, se colocan los aspersores a 12 m (radio), y se mueve la lateral a una distancia de 1.7×12 (radio del círculo), o sea, aproximadamente a 20 m.
- Arreglo en triángulo: la distancia entre los aspersores es igual a 1.5 veces el radio del círculo de aspersión. En el caso de que el diámetro del círculo de aspersión sea de 24 m, Los aspersores se colocan a una distancia de 18 m o sea 1.5×12 m (radio del círculo).

Ejemplo de un proyecto de riego por aspersión

Dimensionar un proyecto de riego por aspersión para las siguientes condiciones:

- Cultivo - Maíz**
- Profundidad efectiva del sistema radicular – $z = 60$ cm.**
- Máxima demanda de riego**
Periodo – del 11 al 20 de mayo
 $E_{To} = 5$ mm / día
 $E_{Tp} = 6$ mm / día ($K_c = 1.2$)
 Precipitación probable insignificante
- Usa solamente el 50% del agua disponible del suelo ($f = 0.5$)**

e) Características del suelo:

Capacidad de Campo $C_c = 32\%$ (Porcentaje en peso);

Punto de Marchites $P_m = 17\%$ (Porcentaje en peso);

Densidad Aparente $D_a = 1.2 \text{ g/cm}^3$

Velocidad de Infiltración Básica $VIB = 100 \text{ mm en } 7 \text{ h}$

f) Características del área:

Área = 41.5 Ha.

Dimensiones 768 x 540 m

Topografía: Plana $H_r=0$

Altura de Succión $H_s = 2.0 \text{ m}$

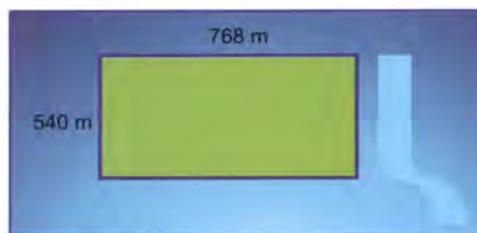


Fig. 33. Diagrama del área del lote.

g) Características del Aspersor Seleccionado

Presión de Trabajo o Servicio $3.0 \text{ atm} = H_p = 3 \text{ Atm} = 30.99 = 31 \text{ m.c.a.}$

Altura del Aspersor $2.5 \text{ m} = H_e$

Ubicación de los Aspersores = $18 \text{ m} \times 24 \text{ m}$;

Intensidad de la aplicación del Agua = $10 \text{ mm} / \text{h}$

Caudal del Aspersor = 1.2 L/s .

h) Características de la Tubería, Energía e Interés

Coefficiente de Hazen Williams, $c = 120$

Factor de Recuperación del Capital = 0.17

Costo de energía $L. \text{ Kw} / \text{h}$

i) Horas de trabajo del Sistema

2100 horas por año

16 horas por día

j) Eficiencia

Eficiencia de la Bomba = 65%

Eficiencia del Motor = 92%

Eficiencia de la Moto Bomba = $60\% = 0.6$

Eficiencia del Riego = $80\% = E_a=0.8$

Eficiencia de la conducción del agua = $10\% E_c=1$

Cálculo**a) Agua necesaria****Disponibilidad total de agua (DTA)**

$$DTA = \frac{(32 - 17)}{10} \times 1.2 = 1.8 \text{ mm/cm de suelo}$$

Capacidad total de agua del suelo (DTA)

$$CTA = 1.8 \times 60 = 108 \text{ mm}$$

Capacidad Real Necesaria (CRA)

$$CRA = 108 \times 0.5 = 54 \text{ mm}$$

Irrigación Real Necesaria (IRN)

IRN = 54 mm no se considera rebajar la precipitación.

Irrigación Total Necesaria (ITN)

$$ITN = \frac{54 \text{ mm}}{0.8} = 67.5 \text{ mm}$$

b) Turno de Riego (TR)

$$TR = \frac{54 \text{ mm}}{ETp} = \frac{54}{6} = 9 \text{ días}$$

c) Periodo de irrigación (PI)

PI = 8 días. Deja un día para mantenimiento de equipo.

d) Tiempo de irrigación por posición (TI)

$$Ti = \frac{ITN}{VIG} = \frac{67.5 \text{ mm}}{10 \text{ mm/h}} = 6.75 \text{ h/posición} \quad h = \text{hora}$$

Considerando el tiempo de 45 minutos para el cambio del lateral o ramal, el tiempo necesario por posición será de 7.5 horas.

e) Posiciones regadas por lateral por día

$$n = \frac{16 \text{ h/día}}{Ti} = \frac{16}{7.5} = 2$$

f) Número total de posición (N)

$$N = 2 \times \frac{768}{24} = 64 \text{ posiciones}$$

g) Número de posiciones a regar por día (Nd)

$$N_d = \frac{64}{8} = 8 \text{ posiciones}$$

h) Número de líneas laterales (NL)

$$NL = \frac{N_d}{N} = \frac{8}{2} = 4 \text{ Líneas laterales se comparan con sus respectivos aspersores}$$

i) Caudal necesario (aproximadamente)

$$Q = NL \times q \times Na \quad NI = \text{Línea lateral (No. de líneas laterales a comprar)}$$

$$Q = 4 \times 1.2 \text{ L/s} \times 15 \quad q = \text{Caudal del aspersor}$$

$$Q = 72 \text{ L/s} \quad Na = \text{Número de Aspersores / línea lateral}$$

O bien se calcula por la ecuación:

$$Q = 2.78 \times \frac{A}{E_a \times E_c \times H \times P_i} \times \frac{IRN}{H} \quad H = \text{Número de horas que el sistema funcionará/ día } 6.75 + 6.75 = 13.5 = H$$

$$Q = 2.78 \times \frac{41.5 \text{ Ha} \times 54 \text{ mm}}{0.8 \times 1 \times 13.5 \text{ h} \times 8 \text{ días}}$$

$Q = 72 \text{ L/s}$ 72 litros por segundo es el agua necesaria para que el sistema distribuya 1.2 L/s a cada uno de los 60 aspersores que conformarán el proyecto.

Dimensionamiento de las líneas laterales

El proyecto cuenta con una línea principal de 768 m y 4 líneas laterales o ramales así caracterizadas:

- Largo = 270 m;
- Número de aspersores por lateral = $270 \text{ m} \div 18 = 15$;
- Caudal por lateral = $15 \times 1.2 = 18 \text{ L/s}$.
- Diámetro 4"
- Presión en el inicio del lateral (P_{in})
 $P_{in} = 31 \text{ m.c.a del aspersor} + 20\% \text{ de variación en la línea}$
 $P_{in} = 31 \text{ m.c.a} + 6.2 \text{ m.c.a} = 37.2 \text{ m.c.a.}$

1 Atmosfera = a 10.33 metros columna de agua = a 14.7 PSI

Croquis del proyecto con una línea principal y cuatro líneas laterales.

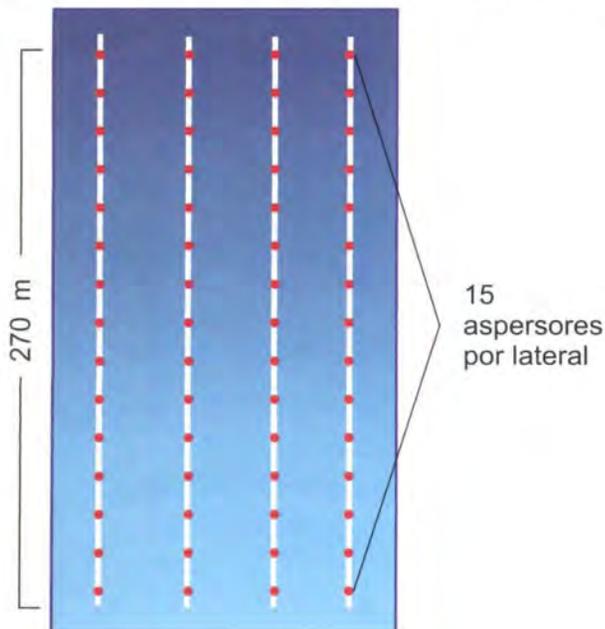


Fig. 34. Dimensionamiento de la línea principal.

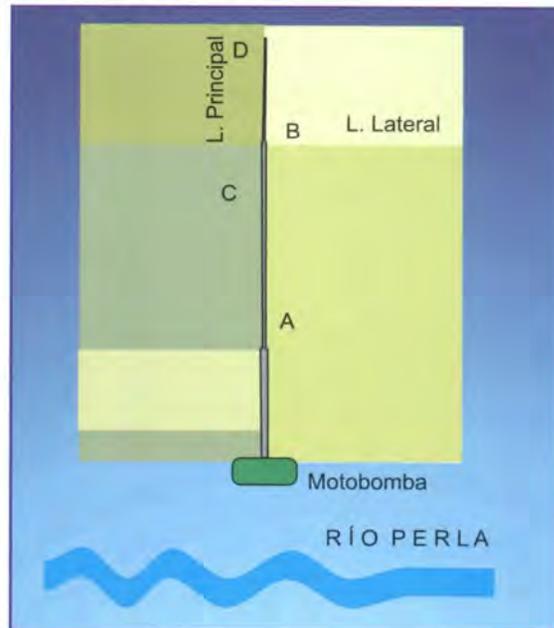


Fig. 35. División de la parcela para fines de riego.

Analizando el esquema se verifica que se puede dividir la línea principal en cuatro secciones.

MB - A - Longitud = 180 m y caudal = 72 L/s

A - B - Longitud = 189 m y caudal = 54 L/s

B - C - Longitud = 192 m y caudal = 36 L/s

C - D - Longitud = 192 m y caudal = 18 L/s

Haciendo los cálculos de pérdida de presión permitidas obtenemos:

Con aspersor de 1.2 L/s, presión de trabajo 31 m.c.a; espacio de 18 x 24 m, línea principal de zinc, con 768 metros, topografía plana, su máxima pérdida de presión por fricción a lo largo de la tubería primaria será del 15% de la presión de servicio o presión de trabajo del aspersor y que es 31 m.c.a. (Ps).

$$H_f = \frac{4.6}{7.68} = 0.598 \text{ m/100 m de tubería; } Q = 60 \times 1.2 = 72 \text{ L/s.}$$

Usando la tabla de pérdida de carga de Hazen Williams con $C = 120$ e $Q = 72 \text{ L/s}$, se encuentra:

Para el diámetro de (4") 100 mm $H_f = 6.671 \text{ m.c.a./100 m de tubo}$

Para el diámetro de (6") 150 mm $H_f = 0.907 \text{ m.c.a./100 m de tubo}$

Para el diámetro de (8") 200 mm $H_f = 0.807 \text{ m.c.a./100 m de tubo}$

Para el diámetro de (10") 250 mm $H_f = 0.671 \text{ m.c.a./100 m de tubo}$

Para el diámetro de (12") 300 mm $H_f = 0.404 \text{ m.c.a./100 m de tubo}$

$$H_f = (0.907 \times 1.92) + (0.807 \times 1.92) + (0.671 \times 1.92) + (0.404 \times 1.80)$$

$$H_f = 1.74 \text{ m.c.a.} + 1.55 \text{ m.c.a.} + 1.18 \text{ m.c.a.} + 0.73 \text{ m.c.a.}$$

$$H_f = 5.2 \text{ m.c.a.} \rightarrow$$

Es la pérdida de carga a lo largo de la tubería principal debido a la fricción o roce del agua con las paredes internas del tubo.

Como 5.2 m.c.a. está próximo del valor permitido de 4.5 m.c.a. se deja así:

- Consultar tablas de pérdida de carga o presión por la ecuación de Hazen Williams.

Dimensionamiento de la motobomba

- Caudal de la motobomba $Q = 72 \text{ L/s}$.
- Altura manométrica (H_{man})

$$H_{man} = h_s + h_r + H_f + P_{in}$$

En que:

$h_s =$ altura geométrica de succión = 2.0 m.

$h_r =$ altura geométrica de recalque = 0.0 m.

$h_f =$ pérdida de presión a carga a lo largo de la tubería principal y succión que con los diámetros escogidos $h_f = 5.2 \text{ m}$.

$P_{in} =$ presión en el inicio de la línea lateral = 36 m.c.a.

Entonces:

$$H_{man} = h_s + h_r + h_f + P_{in}$$

$$H_{man} = 2.0 + 0.0 + 5.2 + 36 = 43.2 \text{ m.c.a.}$$

Considerando un 5% de aumento para las pérdidas localizadas, se tiene que: $H_{man} = 43.2 + 5\% \rightarrow$

$$H_{man} = 45.36 \text{ m.c.a.}$$

Potencia necesaria (P)

$$P = \frac{72 \times 45.36}{75 \times 0.65} \text{ cv} = 66.99 \text{ cv (HP, Horse Power, caballos de fuerza)}$$

Considerando un aumento de 10%, $P = 66.99 + 10\%$

$$P = 73.69 \text{ CV} \approx 80 \text{ CV (cv = caballos vapor).}$$

Se necesita una motobomba de 80 caballos de potencia.

Resumen del proyecto

Línea Lateral: El proyecto constará de 4 líneas laterales, con 264 metros c/u, 4 pulgadas de diámetro y 15 aspersores.

Línea Principal: La línea principal constará de 180 metros de tubos con 12 Pulgadas; 192 m con 10 pulgadas, 192 m con 8 pulgadas y 192 m con 6 pulgadas de diámetro.

Conjunto Motobomba: El conjunto motobomba constará de una bomba centrífuga, con caudal de 72 L/s y altura manométrica de 45.36 m.c.a. y un motor con una potencia útil o nominal de 80 cv (HP).

39. MICROASPERSIÓN

- Si aplicamos todo lo dicho para aspersión a tamaño miniatura, tenemos la microaspersión.
- La principal diferencia, aparte del tamaño del equipo, es que microaspersión es riego localizado, es decir, no se moja toda el área.
- Se usa principalmente para frutales y plantas ornamentales.
- Trabaja con una menor presión de 15 a 20 Psi.
- El alcance es de 1 a 4 metros de radio y hay de tipo fijos (spray) y rotatorios.



Fotos 76 y 77. Microaspersores en etapa inicial de un cultivo de plátano.



Foto 78. Frutales con riego por microaspersión.