

## CONDICIONES DE APLICACION. CRITERIOS Y SELECCION DEL METODO DE RIEGO

### 1. INTRODUCCIÓN

La selección del método de riego se basa en criterios que tienen relación con el cultivo, el suelo, la topografía, la economía, el clima, la disponibilidad de mano de obra, así como las labores vinculadas al desarrollo físico, manejo del riego y administración general del predio.

Seleccionar el método de riego implica, al mismo tiempo, tomar decisiones con respecto al planeamiento integral del predio, que conllevan inversiones de nivelación, trazado, construcción de camellones, u otras obras, según sea el método de riego superficial seleccionado. La adopción del método de riego a presión, en cambio, implica altos costos de instalación del equipo y costos mínimos de acondicionamiento de las tierras. Se discuten a continuación varios criterios de selección de métodos de riego.

### 2. CRITERIOS PARA SELECCIONAR MÉTODOS DE RIEGO

La selección de un método de riego u otro implica, por parte del agricultor, es difícil; dado que tiene que tomar en cuenta una serie de criterios y antecedentes, para que la inversión que va realizar le rinda las utilidades o beneficios esperados.

En el caso de praderas o cultivos extensivos, puede seleccionar métodos tradicionales de superficie, que en general no necesitan una gran inversión inicial; sin embargo, los costos de manejo y mantención futuros son relativamente altos, principalmente en mano de obra. La alternativa pudiese ser un método como aspersión, de mayor inversión inicial, con menor costo de mantención y manejo, y de una mayor eficiencia.

En algunos países donde la lluvia se distribuye de manera irregular a lo largo del año y entre años, el realizar inversiones donde no se realiza un uso todos los años a veces resulta muy costosa, por otro lado existe además en algunas regiones poco desarrollo de las redes eléctricas o el combustible es muy caro, o por otro lado donde la mano de obra para los riegos por superficie se hace muy limitante y se tiene que hacer inversiones mayores para salvar ese obstáculo.

Por otra parte, si lo que se desea regar es un cultivo hilerado, hortaliza o frutal, las opciones son mayores; pudiendo seleccionar un método superficial, como surcos por ejemplo, o bien uno presurizado de mayor eficiencia, pero de mayor costo inicial, como es el caso de goteo.

A continuación se entrega información sobre varios aspectos o criterios a considerar, al momento de seleccionar uno u otro método de riego.

**CULTIVOS.** En algunos casos el cultivo, prácticamente, determina el método de riego. Por ejemplo, el arroz se riega en la generalidad de los casos por estanques en contorno o por grandes secciones de inundación. En cultivos en hileras como la papa, las labores mecanizadas de "aporque" dejan el surco conformado para regar por dicho método, aun cuando también puede emplearse la aspersión y cinta. Otros cultivos como los frutales, no soportan la inundación y, por lo tanto, deben ser regados por surcos o por riego a presión.

**TOPOGRAFÍA.** Es posible señalar que el riego por superficie puede realizarse con relieve plano u ondulado y el riego a presión en terrenos planos hasta fuertemente ondulados.

Si bien es cierto el riego a presión puede emplearse exitosamente en terrenos planos, constituye generalmente la única posibilidad de riego eficiente en terrenos fuertemente ondulados, en cuyo caso no hay alternativa. Ello posibilita el riego de tierras clasificadas, incluso, como no aptas para la agricultura, por sus condiciones topográficas.

**SUELO.** Se consideran características internas del perfil de suelo, como profundidad, textura, estructura, drenaje, contenido de fragmentos gruesos y, en particular, los aspectos de relación agua - suelo vinculados al riego, entre

ellos, la capacidad de almacenamiento de agua y la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Suelos poco profundos y con excesiva capacidad de infiltración se riegan muy ineficientemente con métodos de superficie. En terrenos de topografía muy irregular, el riego a presión puede constituir la única posibilidad de riego.

**RECURSOS HÍDRICOS.** El recurso agua de que dispone el predio, en cuanto a caudal, tiempo e intervalo de entrega, es sin duda un criterio de gran relevancia, que puede prácticamente determinar el método de riego a utilizar.

La disponibilidad de un gran caudal, en tiempo reducido y con grandes intervalos entre entregas sucesivas, señala la conveniencia de regar por inundación, salvo que económicamente sea posible la construcción de un reservorio regulador, en cuyo caso se pueden considerar otras alternativas.

Contrariamente, un caudal reducido, en horarios largos y entregas más frecuentes, puede emplearse eficientemente en el riego de la cantidad de surcos que permite dicho caudal.

**COSTOS.** Con respecto a los costos, se debe subdividir su incidencia en dos fases:

- Costos de construcción y operación de las obras generales del sistema.
- Costos de desarrollo y operación del riego en el predio.

El costo de construcción y operación se atiende mediante un canon de amortización de obras y un canon de operación y conservación de las mismas.

En estos servicios, ya sea que la administración de riego los perciba por volumen de agua entregado al predio, por unidad de superficie servida o por sistema mixto, el costo debe incidir en los criterios de selección del método de riego y en los trabajos a realizar para acondicionar las tierras.

Si el agua es cara, ello obliga a su uso más eficiente y al empleo de métodos de riego que garanticen el logro de altas eficiencias, por ejemplo, mediante fuertes trabajos de nivelación y empleo de estructuras y elementos de control y distribución en la instalación de riego a presión. Contrariamente, con agua abundante y barata no resulta un incentivo lograr un mayor rendimiento del recurso mediante el empleo de buenas prácticas de riego a presión, aunque un análisis económico puede justificar la inversión de métodos más eficientes, por las bondades adicionales que éstos entregan, como son: mayor rendimiento, calidad del producto, simplificación de las prácticas de manejo.

Los costos de desarrollo y operación de riego a nivel predial afectan también en forma directa la selección del método de riego. En general, una inversión mayor en el desarrollo físico de las tierras se traduce posteriormente en menores costos de operación y conservación. Por ejemplo, en tierras bien niveladas, sistematizada en formas rectangulares, con un buen sistema de tuberías de concreto y válvulas de salida que permitan regular la distribución del agua, un regador puede manejar un caudal considerable, en ocasiones, por sobre los 100 a 200 l/s. Cuando, por el contrario, no se pueden realizar mayores inversiones en el desarrollo físico de las tierras a regar, los costos de operación resultan más elevados y la eficiencia de riego será baja. En las primeras etapas del desarrollo, que no produce mayores ingresos y con mano de obra abundante, el empleo de métodos de riego por surcos y bordes en contornos, o por tendido desde acequias en contornos, puede ser una alternativa de consideración.

**OTROS CRITERIOS.** En determinados casos, un solo factor adicional puede tener una importancia decisiva en la selección del método de riego. Un clima con vientos predominantes de alta velocidad puede ser suficiente para proscribir el riego por aspersión. Las labores mecanizadas y el empleo de determinados equipos agrícolas resulta un factor importante, tanto como para cambiar ideas preconcebidas con respecto a un determinado método. El agricultor, en cuanto a sus conocimientos y habilidades para manejar el riego, constituye otro elemento de gran importancia en la selección del método.

En los Cuadros 1 y 2 se esquematiza los principales criterios de selección de los métodos de riego superficial y presurizado respectivamente; pudiéndose apreciar que varias de los métodos pueden utilizarse en especies frutales; algunas de las cuales ofrecen mayores ventajas que otras.

**Cuadro 1:** Adaptación, limitaciones y ventajas de los métodos de riego por superficie

	<b>ADAPTACIÓN</b>	<b>LIMITACIONES</b>	<b>VENTAJAS</b>
<b>Surcos rectos</b>	1- Todos los cultivos en hileras y frutales. 2- Todos los suelos regados. 3- Pendiente hasta el 2% óptima 0,2%.	1- Requerimientos moderados de mano de obra para riego. 2- Algo de pérdidas por escurrimiento, generalmente se requiere una uniforme aplicación de agua. 3- Peligro de erosión pluvial con pendientes fuertes.	1- Uniforme aplicación de agua. 2- Aceptable eficiencia de aplicación de agua. 3- Equipos de control como tubos, sifones y compuertas disponibles a bajo costo.
<b>Surcos en contorno</b>	1- Todos los cultivos en hileras y frutales. 2- Todos los suelos regados. 3- Pendiente entre 2% y 15%, pendientes menores del 8%.	1- Requerimientos elevados de mano de obra. 2- Ofrece peligro de erosión en terrenos con alta pendiente. 3- No es conveniente en suelos que se agrietan al secarse o muy arenosos. 4- Dificultad para las labores culturales y de cosecha.	1- No requiere más que un trabajo de emparejamiento el terreno. 2- Bajo costo de mantenimiento.
<b>Corrugado</b>	1- Cultivo de siembra densa (pastos y cereales). 2- Todos los suelos regables. 3. Pendiente hasta el 8%.	1- Requerimientos de mano de obra medianamente elevados para el riego. 2- Se requieren recorridos cortos en suelos de alta velocidad de infiltración. 3- Terreno disperejo favorece deterioro de la maquinaria agrícola.	1- Aumento de eficiencia y uniformidad con relación al método por desbordamiento en terrenos ondulados. 2- Mejora la inundación de las melgas en tierras nuevas. 3- Se puede regar con caudales reducidos
<b>Bordes rectangulares</b>	1- Cultivos de siembra densa (pastos y cereales). 2- Todos los suelos irrigables. 3- Pendiente hasta 1,5%, óptima 0,2%.	1- Se requieren trabajos importantes de nivelación. 2- Se requiere relativamente grandes caudales. 3- Los suelos poco profundos no pueden ser nivelados económicamente.	1- Alta eficiencia de aplicación con buen proyecto y operación independientemente del tipo de suelo. 2- Eficiente en el uso de la mano de obra durante el riego. 3- Bajos costos de mantenimiento. 4- Buen control sobre el agua de riego.
<b>Bordes sin contorno</b>	1- Especialmente para cultivos de arroz, pastos y cereales. 2- Suelos de textura media a fina. 3- Pendiente inferior al 1% y preferiblemente menos del 0,5%.	1- Se requieren grandes caudales. 2. No se puede utilizar en cultivos sensibles a la inundación. 3- Los camellones estorban las labores de cultivos y de cosecha. 4- El agua debe ser de calidad buena a excelente para evitar acumulación de sales. 5- Baja eficiencia de aplicación de agua.	1- No requiere más que un trabajo de emparejamiento del terreno. 2- Bajo costo de mantenimiento
<b>Estanques</b>	1- Huertos frutales y cultivos de siembra densa. 2- Todos los suelos irrigables, en especial con muy alta o muy baja velocidad de infiltración. 3- Pendiente hasta el 2,5% más en bancales o terrazas, óptima 0.2%.	1- Requiere a menudo importantes trabajos de nivelación. 2- Requiere grandes caudales. 3- Costo inicial relativamente alto. 4- Los camellones estorban las labores de cultivo y cosecha. 5- Puede afectar la producción en cultivos sensibles a la inundación.	1- Buen control del agua de riego. 2- Alta eficiencia de agua. 3- Uniforme aplicación de agua y lixiviación de sales. 4- Bajo costo de mantenimiento 5- Buen control de la erosión por riego o por lluvia 6- Puede construirse en terrazas para reducir el movimiento de tierra

**Cuadro 2:** Adaptación, limitaciones y ventajas de los métodos de riego presurizado.

	<b>ADAPTACIÓN</b>	<b>LIMITACIONES</b>	<b>VENTAJAS</b>
<b>Goteos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Todos los cultivos exceptuando praderas y cultivos densos.</li> <li>2- Todo tipo de suelo, con la precaución de tener un programa de lavado en suelos salinos.</li> <li>3- Sin restricciones de pendiente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Alto costo de inversión, ya que necesita agua a presión y un completo sistema de control del riego.</li> <li>2- Especial cuidado en el filtraje y mantenimiento de los goteos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Alta eficiencia del sistema ( 90 y 95%) y uniforme distribución del agua</li> <li>2- Sólo se aplica el agua que las raíces son capaces de absorber.</li> <li>3- Contribuye a facilitar el control de las malezas.</li> <li>4- Permite el uso de pequeños caudales y aprovechar el agua las 24 h sin necesidad de supervisión continua.</li> <li>5- Permite ejecutar otras labores en el predio durante el riego.</li> <li>6- Se puede administrar, dosificadamente, fertilizantes y pesticidas solubles en agua durante el riego.</li> </ol>
<b>Cintas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Hortalizas, principalmente, tanto al aire libre como en invernadero.</li> <li>2- Todo tipo de suelo, con la precaución de tener un programa de lavado.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Requiere de filtración de agua</li> <li>2- En suelos con pendiente la distribución no es uniforme</li> <li>3- Poco afectado por el taponamiento causado por las colonias de algas o partículas en suspensión.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Relativamente bajo costo.</li> <li>2- Fácil de instalar y remover.</li> <li>3- Permite el uso de pequeños caudales.</li> <li>4- Permite ejecutar otras labores en el predio durante el riego.</li> <li>5- Se puede administrar, dosificadamente, fertilizantes y pesticidas solubles en agua durante el riego.</li> </ol>
<b>Micro-aspersión</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Frutales, principalmente.</li> <li>2- Todo tipo de suelo.</li> <li>3- Sin mayores limitaciones de pendiente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Alto costo de inversión, dado que se requiere de uno o dos microjets o microaspersores por planta.</li> <li>2- En sectores ventosos la distribución no es uniforme.</li> <li>3- Requiere de filtración de agua.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Se aplica el agua localizada sobre la zona de raíces.</li> <li>2- Minimas pérdidas por escurrimiento superficial.</li> <li>3- Baja expansión de las malezas.</li> <li>4- Permite ejecutar otras labores en el predio.</li> <li>5- Se puede administrar, dosificadamente, fertilizantes y pesticidas solubles en agua durante el riego.</li> </ol>
<b>Aspersión</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Principalmente las praderas y cultivos densos.</li> <li>2- Todo tipo de suelo regable.</li> <li>3- Mismas restricciones de pendiente que cualquier método superficial.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Alto costo de inversión, ya que se necesita agua a presión y un complejo sistema de distribución del agua de riego.</li> <li>2- No apto para zonas con vientos fuertes y persistentes.</li> <li>3- Requiere mayor presión que otros sistemas presurizados, con más consumo por metro cúbico de agua aplicada.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Alta eficiencia del sistema ( 70 a 85% y uniforme distribución de agua.</li> <li>2- Tiene efectos sobre el control de heladas a través de la lluvia proporcionada.</li> <li>3- Permite ejecutar otras labores en el predio durante el riego.</li> <li>4- Se puede administrar, dosificadamente, fertilizantes y pesticidas solubles en agua durante el riego.</li> </ol>

### 3. CONCEPTOS Y REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS MÉTODOS DE RIEGO.

Existen criterios generales que deben tomarse en cuenta para el diseño de un sistema de riego ya sea localizado (gotero o micro aspersión), aspersión (cañón, ala de avance, pivot central, etc.) o riego por superficie (pasturas, cereales, etc.) entre ellos pueden considerarse los siguientes:

- **ASPECTOS AGRONÓMICOS:** superficie a regar, demanda de agua del cultivo, características de plantación y de desarrollo del cultivo, número y caudal del emisor seleccionado (gotero, aspersor, compuertas, etc.), sectores y tiempos de riego, caudal requerido por el sistema, uniformidad de aplicación, calidad del agua.
- **ASPECTOS HIDRÁULICOS:** trazado, longitud y diámetro de las tuberías o canales (riego por superficie), pérdidas de energía del agua al interior de las tuberías, presión total requerida, dimensionamiento del grupo motobomba, del sistema de filtros y del equipo de fertilización, automatización del sistema y dimensionamiento de la fuente de agua necesaria, si no existiese.

A continuación se presentan algunos antecedentes de cada método de riego y sus características y requerimientos principales que deben considerarse en su diseño e implementación.

**3.1. RIEGOS POR SUPERFICIE:** En esta clasificación de los métodos de riego se incluyen todos aquellos métodos donde el agua se aplica libremente sobre la superficie del suelo, o bien a través de conformaciones que se efectúan para que fluya mejor como: acequias, camellones, bordes, surcos o corrugaciones.

En la mayoría de las veces el agua es derivada de un río, canal principal, o reservorio de agua, y a través de canales secundarios y terciarios se hace llegar a sector que se desea regar. Otras veces la fuente de agua es un pozo, y después de extraída, normalmente se conduce a través de tuberías hasta el área de riego.

Un equipo de riego o un sistema de riego por superficie puede constar de las siguientes unidades:

- A. Cabezal de riego o fuente de agua.
- B. Red de canales de conducción y distribución.

En la Figura 1 se muestra esquemáticamente la disposición dentro de un predio o parcela, de los diferentes componentes de un riego:

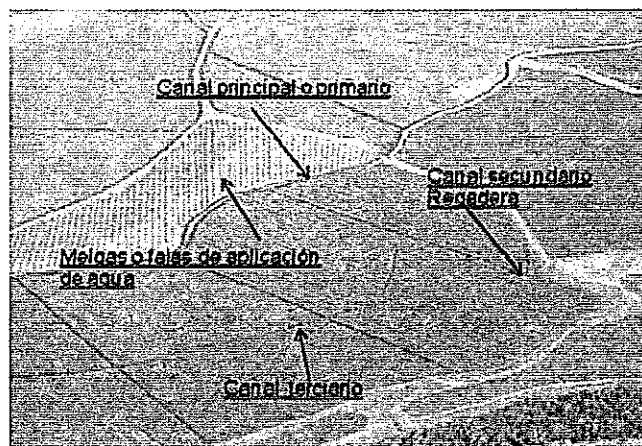
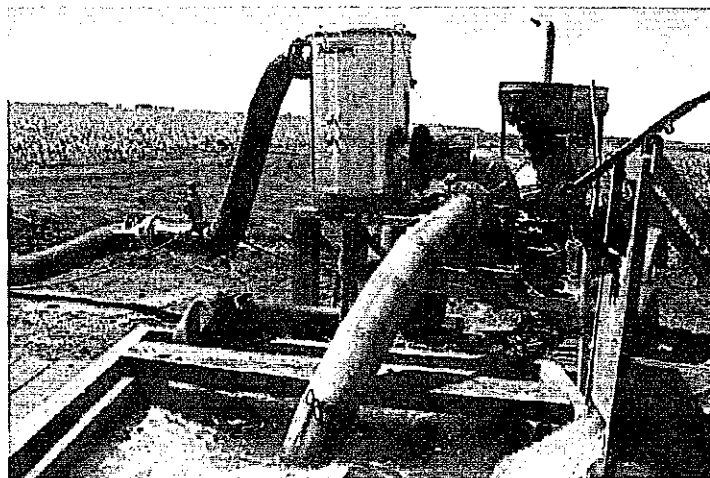


Figura 1: Esquema de un área de riego por superficie.

**UNIDAD DE BOMBEO:** Comprende la unidad responsable de succionar el agua desde la fuente, ya sea un reservorio, cauce o un pozo profundo, distribuyéndola hacia las tuberías de conducción del equipo de riego. Esta consta de un motor que puede ser eléctrico, Diesel, o bien a gasolina, responsable del accionamiento del segundo componente de esta unidad, constituido por la bomba, que se encarga de succionar e impulsar el agua hacia las tuberías con una determinada presión y caudal, gracias a la fuerza centrífuga generada por la potencia del motor y el diseño del rodete.

El caudal que debe proporcionar la bomba deberá satisfacer los requerimientos de riego previamente calculados para el mes más crítico, como así también será necesaria una presión suficiente para compensar las pérdidas por fricción, las diferencias de elevación topográfica y los requerimientos del aspersor dados por su presión de trabajo.

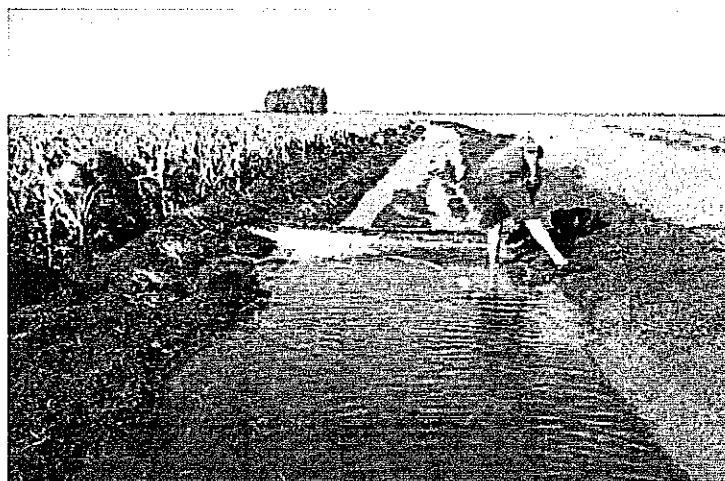
Es importante destacar que para una motobomba determinada existe un compromiso entre presión y caudal, puesto que es posible un aumento de caudal con una disminución de la presión.



**Figura 2:** Estación de bombeo. Succión, conjunto motobomba diesel, filtro y comienzo de la impulsión.

Incrementar la presión o el caudal requiere de una mayor potencia. En general, los equipos de bombeo tienen un amplio rango de trabajo, que incrementa sus aplicaciones aun cuando exista una alteración en la eficiencia de trabajo de la bomba, cuando la operación se aleja de las condiciones específicas para los que fue diseñado.

**DISTRIBUCIÓN:** La red de distribución a partir de la impulsión puede ser mediante tuberías en el caso de existir aumento de altura o por canales de tierra o material de concreto. La Figura 3 muestra un canal abierto de distribución primaria para regar aproximadamente 80 há de cultivo. Es importante realizar un buen diseño de los canales tanto en su forma como en sus medidas para la entrega correcta de caudal y evitar erosión.

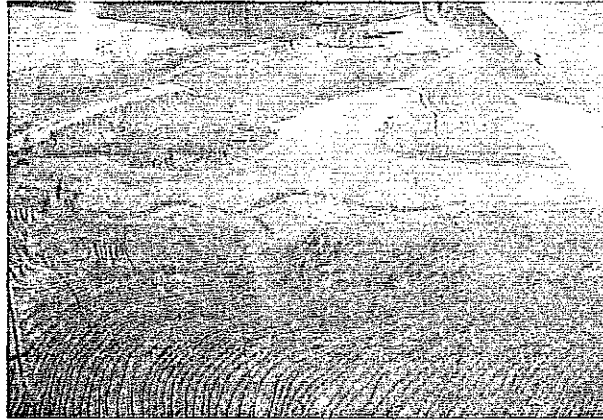


**Figura 3:** Canal de distribución en riego por superficie en cultivos.

**APLICACIÓN DEL AGUA POR SUPERFICIE:** Existen diferentes formas de aplicar el agua por superficie y ello está muy ligado al tipo de suelo, topografía, infiltración y cultivo a ser regado; temas que ya fueron discutidos anteriormente. Igual que para los demás métodos de aplicación es muy importante el diseño y la sistematización de las chacras ya que la eficiencia de los equipo es determinante de la respuesta que se vaya a obtener en la productividad final delo que se está regando.

**RIEGO POR INUNDACIÓN:** Es un sistema de riego muy usado, sobretodo en el cultivo de arroz. Se aprovecha la topografía bastante plana de los suelos (Figura 4). Se puede aplicar este tipo de método para cualquier tipo de suelo. Generalmente no es recomendado para aquellos suelos con infiltración muy alta debido al gasto de agua, y

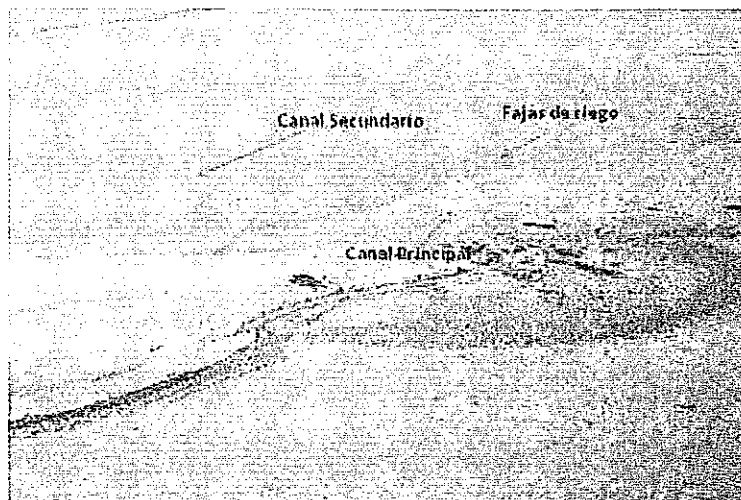
si tiene muy baja capacidad de infiltración a veces ocurre que las láminas son tan pequeñas que hay que ir a otros métodos de riego. En general las parcelas de riego pueden tener dimensiones variables pero en promedio pueden ser de hasta 20 metros de ancho por 400 metros de largo, pero todo esto va a depender del cultivo a ser regado, el tipo de suelo, y principalmente de la topografía. Se considera que un caudal para ser manejado en este tipo de método es de 60 litros por segundo en promedio pudiendo variar entre 15 y 300 litros por segundo. El volumen de agua va a depender estrechamente de la textura del suelo que va a ser determinante del avance del agua en el tablón a ser regado en la parcela. Este tipo de método presenta algunas ventajas: el costo iniciales bajo, sobre todo en aquellos suelos donde por el tipo de topografía no se deben realizar muchos movimientos de tierra para sistematizar la parcela. La mano de obra que se requiere es reducida ya que una sola persona puede manejar un caudal importante de agua y regar un área bastante grande al mismo tiempo. La uniformidad de aplicación es bastante alta. Dentro de las limitaciones de este método es que gasta mucha agua en general más de lo que el cultivo puede precisar, lo que hace que la eficiencia también sea baja. La topografía debe ser bastante plano o con muy poca pendiente. Se necesita grandes volúmenes de agua en los canales para alimentar cada parcela con suficiente caudal para que una persona pueda regar.



**Figura 4:** Sistematización para riego por inundación de una chacra de arroz.

**RIEGO POR BORDES O PLATABANDAS:** Este tipo de riego es usado para riego de pasturas o de cereales, en suelos con problemas de pendientes y/o con baja capacidad de infiltración de agua en el suelo.

En este tipo de riego se aplican caudales de bajo volumen de agua, en lugar de marcar surcos, se marcan fajas o melgas donde se construyen cada 8 a 12 metros un borde o taipa para que no pase el agua de una zona a la otra (detalle Figura 5). Se pueden regar varias melgas al mismo tiempo. Este tipo de riego por superficie presenta la ventaja en relación al riego por surco común, que puede ser usado en suelos con topografías más irregulares, con menor preparación de tierra, y con pendientes un poco mayores (hasta 2% de pendiente). Es recomendable para riego de cultivos cerealeros y pasturas, el largo de la melga depende de la pendiente y tipo de suelo pero con largos no mayores a 70 metros se consiguen buena uniformidad de aplicación de agua y alta eficiencia del uso de agua. Existen algunas recomendaciones para realizar el espaciamiento entre las melgas, como ser el tipo de cultivo o el ancho de la cosechadora en caso de tener que cosechar semilla fina o granos.

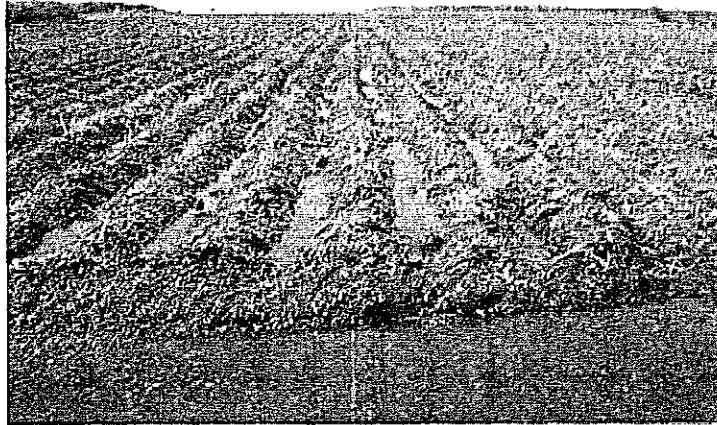


**Figura 5:** Riego por melgas en cultivo de maíz.

**RIEGO POR SURCOS:** En este tipo de riego la aplicación del agua se basa en surcos abiertos entre las hileras de la plantación del cultivo y el agua va mojando el suelo e infiltrando a medida que avanza (Figura 6). Se puede usar para una serie de cultivos y diferentes tipos de suelos y con alguna pendiente en la topografía. Es importante en estos sistemas la forma geométrica de los surcos ya que va a depender la eficiencia de aplicación del agua. Para suelos con baja infiltración y con surcos con poca pendiente, la sección debe ser mayor de manera de facilitar la infiltración de agua en el suelo. Es importante tener en cuenta las pendientes del terreno, para ir sistematizando los surcos de manera que el agua llega a todos los lugares, minimizando los riegos de erosión. Lo recomendable es que los surcos no sobrepasen más del 1 a 1,5% de pendiente. No se debe olvidar que no sólo es importante colocar el agua de riego sino que también sacar el agua por drenaje superficial en caso de lluvias, ya que muchas plantas no soportan un tiempo prolongado de estrés por falta de oxígeno. El largo de surco al igual que la pendiente va a depender de la situación natural, pero se debería intentar ser lo más largos posibles, desde que el agua pueda ser distribuida lo más uniformemente posible.

Si los surcos son demasiados largos pueden tener problemas de mala distribución de agua, con exceso de infiltración en el inicio del surco en relación al final del mismo. Si por el contrario son demasiado cortos el sistema va a tener mayor número de canales de distribución y alimentación, por lo que va a encarecer los costos por mayor mano de obra a ser empleada para regar.

El caudal y el tiempo de aplicación en cada surco van a depender de la pendiente, de la infiltración y de la velocidad con que entra el agua para que no cause erosión. Existen para esto tablas que pueden ayudar en los cálculos (Quackenbush, 1957). Se considera que por lo menos el 76% del agua a ser aplicada es infiltrada durante el primer 25% del tiempo de aplicación. Cuando el caudal es superior a la capacidad de infiltración de agua en el suelo, pero inferior al caudal máximo pero sin causar erosión, es satisfactoria.



**Figura 6:** Riego por surcos en cultivo de caña de azúcar.

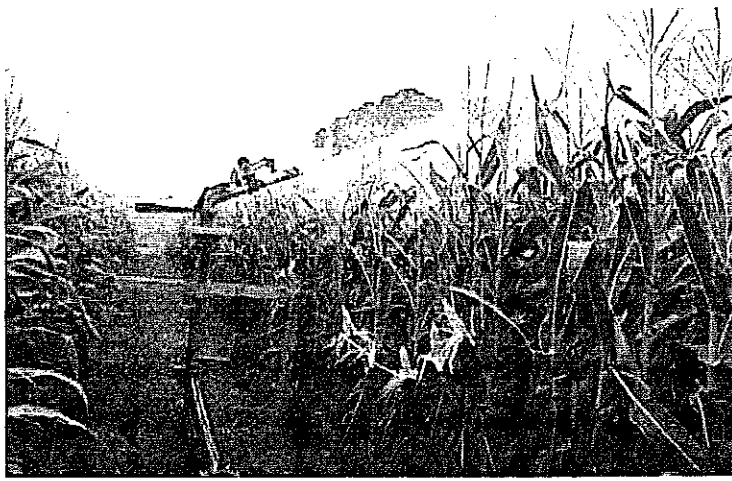
**3.2. RIEGOS PRESURIZADOS:** En esta clasificación se incluyen los métodos: por aspersión, por microaspersión y por goteo. Como su nombre lo indica, para su funcionamiento se requiere disponer de una fuente de energía que otorgue la presión suficiente.

En este caso existen 2 posibilidades: la presión es otorgada por un grupo motor/bomba o bien se obtiene de la presión gravitacional. Todo va a depender de los requerimientos que tenga el sistema.

**Riego por aspersión:** Como lo indica su nombre, el agua es asperjada simulando una lluvia, que puede ser de diferentes intensidades; utilizándose para ello aspersores, los cuales pueden ser de diferentes tipos y tamaños y materiales. El aspersor es el componente más importante en este método de riego, llegando a determinar la efectividad y la eficiencia de todo el sistema.

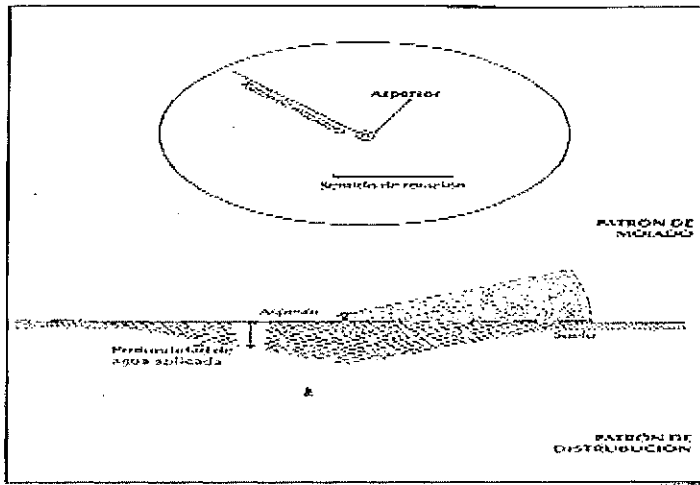
El aspersor funciona con agua a presión que sale a través de una boquilla. El chorro de agua se descompone en pequeñas gotas, que una vez lanzadas al aire caen sobre la superficie del suelo en la forma de lluvia. El aspersor rota entorno a su eje vertical gracias al impacto del chorro de agua contra el brazo móvil, éste es impulsado hacia atrás para que así en el instante siguiente la tensión del resorte lo fuerce a regresar a su posición inicial golpeando contra la boquilla fija del aspersor, esto permitirá un giro permanente y fraccionado (Figura 7).





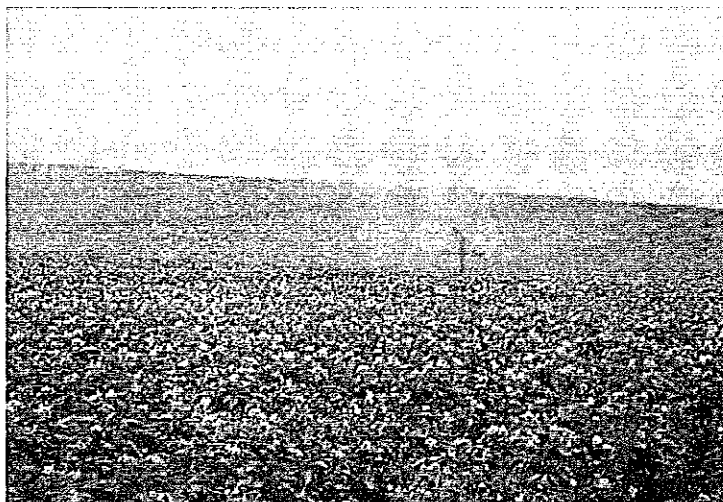
**Figura 7.** Riego por aspersión en maíz. Equipo de cañón auto enrollable.

El área mojada por un aspersor corresponde a un círculo, con una cantidad de agua aplicada que disminuye, gradualmente, en la medida que la distancia al aspersor es mayor; un esquema de esto se muestra en la Figura 8.



**Figura 8:** Esquema del área mojada por el aspersor.

Uno de los inconvenientes de este método de riego, en sus múltiples variantes, es el requerimiento de presión que presenta. Debiéndose utilizar motores y bombas de altas capacidades y energía (HP o CV); lo que encarece su operación; pero por otro lado, una unidad de aspersión puede cubrir una gran área, con lo cual sus costos unitarios bajan substancialmente. Ejemplo de este método son: aspersión tradicional móvil; aspersión fija o de cobertura total; cañones de aspersión; aspersión viajera (side roll); pivote central, carro viajero (cañón retráctil), etc. Otro inconveniente que presenta en algunas regiones es el viento, lo cual hace que en determinadas épocas del año sea una práctica difícil de realizar con una eficiencia buena (Figura 9).



**Figura 9.** Riego por aspersión fijo en el cultivo de papa.

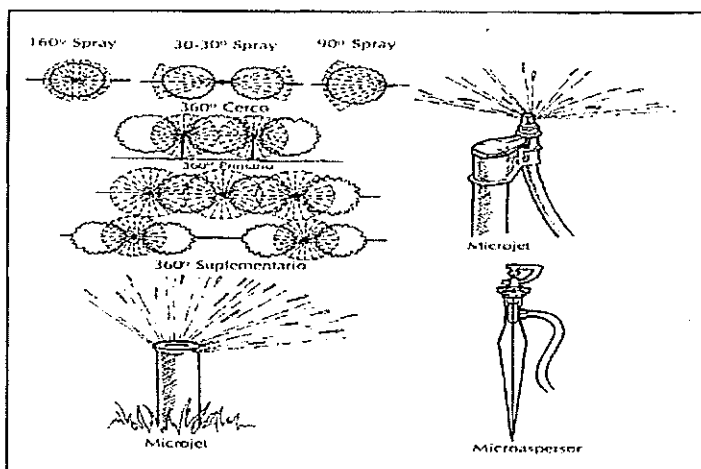
**Riego por microaspersión o Microjet:** Este es un método o sistema que cada vez más de está utilizando, en frutales y cultivos hortícolas; representando, en algunos casos, una ventaja respecto de los goteros. Se caracterizan porque el agua se desplaza a través del aire alguna distancia, antes de llegar a la superficie del suelo.

Para su funcionamiento se requiere presiones algo mayores que un sistema de riego por goteo, sobre 15 a 20 metros; pudiendo utilizarse, como fuente depresión, la fuerza de gravedad, que puede estar dada por un desnivel topográfico.

**Los microaspersores:** Básicamente son boquillas compuestas de una sola pieza de polímero, sujeta a un soporte que la eleva a una altura de 10 a 20 cm sobre el suelo.

Las áreas de mojamiento de un microaspersor pueden ser de 360°, 280°, 270°, 180°, 90° ó 40°, lo cual es de gran utilidad. Así, por ejemplo, con una boquillade 300° se tiene un mojamiento casi circular y del área de mojamiento se excluye un arco de 60° que no se humedece y que corresponde, comúnmente, a la ubicación del tronco del árbol, de modo que no se daña esa zona de la planta.

**Los microjets:** Son del mismo material que los microaspersores, pero están compuestos de dos piezas, una base y una cabeza. En la base está el orificio de salida del agua, mientras que la cabeza es la encargada de su distribución en áreas de 180° y 360° (Figura 10). A pesar de tener diámetros de paso relativamente pequeños, son poco sensibles a las obturaciones debido a la velocidad con que es expulsada el agu



**Figura 10:** Características de microjets y microaspersores

Casi todos ellos tienen un deflector contra el cual choca el chorro de agua, cambia de dirección y se distribuye 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 película de agua sobre la zona mojada es bastante irregular, ya que la distribución suele ser mucho más imperfecta que con los aspersores convencionales.

**Riego por goteo:** Se caracteriza por la aplicación localizada del agua, precisamente donde las raíces de la planta están presentes. Un equipo de riego por goteo consta de tres unidades fundamentales:

- A. Cabezal de riego.
- B. Red de conducción y distribución.
- C. Emisores.

En la Figura 11 se muestra esquemáticamente la disposición dentro de un predio o parcela, de los diferentes componentes de un riego por goteo:

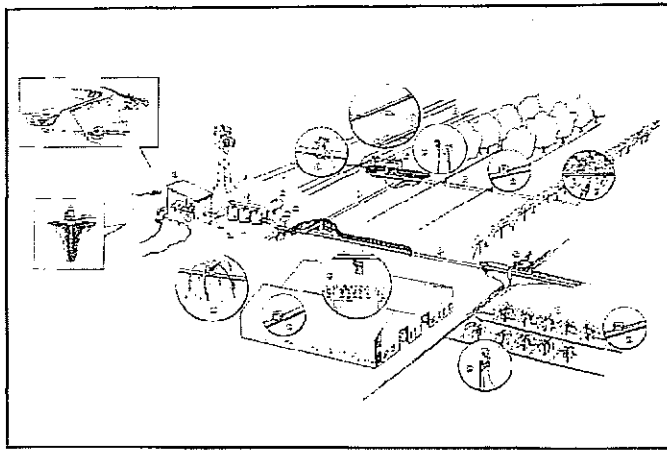


Figura 11: Esquema de la disposición de los diferentes componentes de un sistema de riego presurizado.

### A. Cabezal de riego.

Consiste en el agrupamiento de varios elementos que controlan el funcionamiento del sistema. Los más importantes son: filtros, inyector de fertilizantes, válvulas, programador y grupo motobomba. (Figura 12).

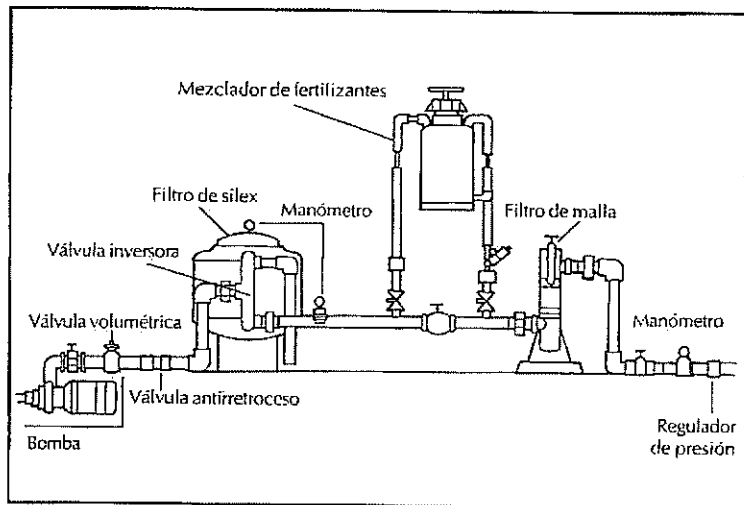


Figura 12: Cabezal de riego tipo.

### B. Red de distribución y conducción de agua:

La distribución del agua se realiza a través de tubería principal o primaria, que es la encargada de la impulsión desde la bomba hacia una línea secundaria y de ahí va directamente a las parcelas con los porta goteros que van a regar los cultivos o pasan a una línea terciaria. En general los diámetros de las tuberías se calculan de acuerdo al caudal y altura y a la velocidad con que se hace pasar el agua a través de la tubería. Una vez que se llega a la cabecera de las parcelas o cuadros a regar éstas abastecen a las líneas que tienen los goteros.

Existen de diferente diámetro de acuerdo a los caudales de cada gotero. Los goteros pueden ir incorporados en las líneas o insertados en la misma.

### C. Goteros o Emisores.

Existe una amplia gama de tipos o modelos que se pueden clasificar de distintas maneras (Figura 13). Sin embargo, al elegir un gotero, los aspectos más importantes a considerar son: caudal que entrega (litros/hora), uniformidad de este caudal ante de fluctuaciones de presión (analizar la curva de característica del gotero), la facilidad de obstrucción o requerimiento de filtraje que posee, sistemas de conexión a la tubería (gotero de línea, de botón, etc.) y por supuesto, su precio unitario.

Para la selección un emisor o gotero es necesario que cumpla con las siguientes características:

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

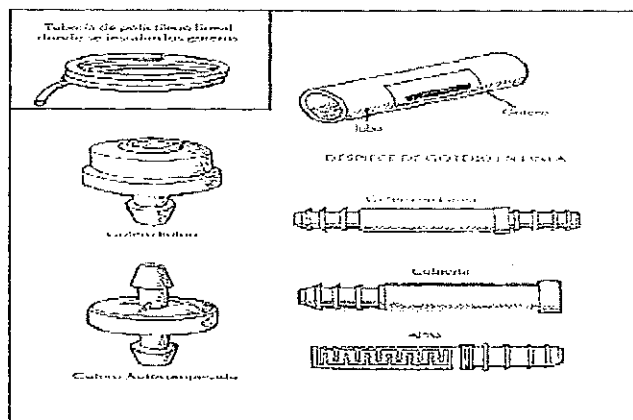


Figura 13: Diferentes tipos de goteros existentes en Chile.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Booher, L.J. El Riego Superficial. FAO, Cuadernos de Fomento Agropecuario, n° 95, Roma, 1974, 160 p.
- Daker, A. Irrigação e Drenagem. A Água na Agricultura. 1988. 3er Volumen; 7ma. edición.
- Grassi, C. 1978. Métodos de riego. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, CIDIAT, Mérida, Venezuela. 265 p.
- Israelsen, O. y Hansen, V. 1965. Principios y aplicaciones del riego. Editorial Reverté, Barcelona, España. 396 p.
- Osorio, A. 1992. II Curso Riego a nivel predial. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA CRI Intihuasi. Serie Intihuasi N° 04, La Serena, Chile. 232 p.
- Osorio, A. 1996. Riego por goteo: conceptos y criterios de diseño. Investigaciones Agropecuarias (Chile). Centro Regional de Investigación Intihuasi (La Serena). Serie Intihuasi n° 8. 157 p.
- Osorio, A. 1998. Manual de riego. INDAP – PRODECOP e INIA Intihuasi, La Serena, Chile. 136 p.
- Quackenbush, T.H. and Shockley, D.G. The Use of Sprinklers for Irrigation. U.S. Department of Agriculture, Yearbook of Agriculture, 1955(p. 267-273).
- Rojas, R. 1980. Manual de riego por aspersión. CIDIAT, Mérida, Venezuela. v. p.