

Universidad Nacional de Colombia
SEDE DE MEDELLIN

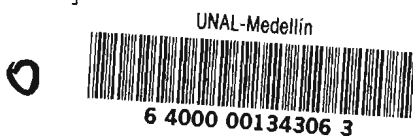
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PARA LOS SISTEMAS DE RIEGO EN LADERA

JULIO CESAR ARANGO TOBON
Ingeniero Agrícola. M. Sc.
Profesor Asociado

1998



I
631.587
#71M

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	1
1 BREVE DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS DE RIEGO EN LADERA	2
1.1 GENERALIDADES	3
1.2 IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE RIEGO EN LADERA	3
1.3 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO EN LADERA	4
1.3.1 La microcuenca	4
1.3.2 Obras de captación	5
1.3.2.1 La bocatoma	5
1.3.2.2 Disipadores de energía	7
1.3.3 Conducción bocatoma - desarenador	7
1.3.4 El desarenador	8
1.3.5 Red de conducción	9
1.3.6 Válvulas	10
1.3.6.1 Válvulas de compuerta	10
1.3.6.2 Válvulas de retención	11
1.3.6.3 Válvulas de globo	11
1.3.6.4 Válvulas de corte	11
1.3.6.5 Válvulas de control	11
1.3.6.6 Válvulas ventosas	11
1.3.6.7 Válvulas de purga	12
1.3.6.8 Llaves de paso	12
1.3.7 Cámaras de quiebre de presión	12
1.3.8 Distribución del agua	12
1.3.8.1 Sistema de aplicación	12
1.3.8.2 El hidrante, el regulador y el ala de riego	12
2 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	15
2.1 Llenado y vaciado de tuberías	15
2.2 Aplicación del riego	15
2.3 Recomendaciones para un buen uso del riego	17
3 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO	18
3.1 El depósito de materiales y partes	18
3.2 Labores de mantenimiento	18
3.3 Vigilancia del sistema	19
3.4 Control de malezas	19
3.5 Desazolves o extracción de sedimentos	19
3.6 Reparación de tuberías y accesorios	19
3.7 Reparación de concretos	20
4 ADMINISTRACION DEL SISTEMA DE RIEGO EN LADERA	20
4.1 Asociación de usuarios	20
4.2 Asamblea de usuarios	21
4.3 Junta directiva de la asociación	21
4.4 Estatutos de la asociación	21
4.5 Reglamento interno del sistema de riego	21
4.6 Manual de operación y mantenimiento	21
4.7 Los empleados de la asociación	21

		Pág
4.8	El régimen de tarifas	21
4.8.1	Cálculo y liquidación de tarifas	22
4.8.1.1	Antecedentes	22
4.8.1.2	Objetivos de las cuotas	22
4.8.1.3	Presupuesto de gastos del distrito	22
4.8.1.4	Cálculo de tarifas por hectárea	22
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	24

INTRODUCCION

El empleo del manual de operación y mantenimiento conduce a proteger y conservar las obras, en consecuencia a disminuir costos y aumentar la vida de trabajo eficiente del sistema de riego, lo cual asegura cosechas abundantes que redundan en bienestar económico de los agricultores.

No obstante, los manuales de operación y mantenimiento en sí, no serían mayor cosa sin el aporte frecuente y decidido de todos y cada uno de los usuarios que en una u otra forma se beneficien del sistema de riego.

Los manuales son necesarios para la indicación de procedimientos a seguir, para impartir las bases instructivas y de entrenamiento al personal encargado del funcionamiento del sistema.

El presente manual establece los mecanismos operativos, de carácter técnico, administrativo y de participación comunitaria que orientan y regulan la ejecución del Programa de Riego en Ladera.

En su elaboración se tomaron en cuenta, los lineamientos de política contenidos en el Programa de Adecuación de Tierras 1991-2000, aprobado por el CONPES en julio de 1991; el Decreto 2135 de diciembre de 1992, que reestructuró al HIMAT y la Ley 41 de enero de 1993, que regula las actividades de los Organismos Ejecutores del Programa de Adecuación de Tierras.

Este manual está dirigido a las entidades que tienen que ver con la adecuación de tierras, a profesionales, técnicos y usuarios que en una u otra forma tengan que ver con el Programa de Riego en Ladera.

El objetivo del manual de operación y mantenimiento es conservar en las mejores condiciones de funcionamiento las obras.

Tanto la operación como el mantenimiento que se establezca debe ser sistemático y minucioso, las reparaciones deben ser ejecutadas a tiempo y deben ser de buena calidad. Las reparaciones que se efectúen deben restablecer el rendimiento original tanto en capacidad como en función y asegurar su trabajo duradero.

Las instrucciones del manual de operación y mantenimiento se destinarán a La Junta Administradora del Sistema de Riego. No obstante es la persona o personas encargadas del funcionamiento y conservación del sistema, quien será o serán los responsables de su aplicación. Por tanto será necesario encomendar la función de operación y mantenimiento a personas responsables que aseguren un trabajo eficiente.

1. BREVE DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS DE RIEGO EN LADERA



1.1 GENERALIDADES

En su aspecto físico, un sistema de riego en ladera consiste básicamente en derivar agua de una o varias de las siguientes fuentes: quebradas, arroyos, caños, ríos, embalses, lagos, etc, a través de pequeñas obras tales como trinchos, bocatomas (lateral, de fondo), compuertas, presas de derivación, mangueras de polietileno, motobombas, arietes, etc., y conducir las hasta las partes altas del área a beneficiar, a través de canales, acequias, tuberías, de tal manera que den carga hidráulica al sistema de distribución e hidrantes que van colocados en cada predio.

Cuando lo anterior no sea posible, entonces el agua deberá conducirse a tanques de almacenamiento previamente calculados a lo largo de la ruta, los cuales darán carga hidráulica al sistema. Así mismo cuando la cantidad de agua captada de la fuente no sea suficiente para atender el área a regar directamente, habrá necesidad de llevar a cabo la construcción de una obra que permita el almacenamiento del agua.

La red de distribución y aplicación del riego se construye con base a una tubería de PVC, polietileno, sobre la cual se instala el hidrante, al cual se le acopla automáticamente el ala aspersora que consta de una manguera de polietileno, a la cual se le colocan uno o más aspersores. La dotación de agua al ala aspersora se hace a partir de un punto central, lo que permite el riego localizado, eficiente y oportuno a los cultivos.

En cuanto a la operación del sistema, es tan sencilla que la esposa del agricultor o los hijos la pueden hacer sin necesidad de grandes esfuerzos.

La Ley 41 de 1993 estableció que la administración de las obras de los sistemas de riego, debe ser delegada en las comunidades beneficiarias, las que a su vez son responsables directas del eficiente aprovechamiento de la infraestructura construida.

Es filosofía de las entidades oficiales como el Instituto Nacional de Adecuación de Tierras INAT- que la operación, mantenimiento y administración de los sistemas de riego en ladera, se efectúe directamente por los usuarios, a los cuales se les orienta en la conformación de una asociación de usuarios del riego y se les presta la asistencia técnica requerida.

1.2 IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA DE RIEGO EN LADERA

La implementación de los proyectos de riego se da cuando:

Existen posibilidades de llevar a cabo la captación de agua en fuentes permanentes o mediante la construcción de pequeños embalses con presas de baja altura, en lugares donde la topografía y la hidrología de la zona lo permitan.

Las áreas a beneficiar sean de tenencia minifundista y de pequeña propiedad.

La zona dispone de un mínimo de infraestructura vial, de tal modo que sea factible el acceso externo al área, como su recorrido interno, para facilitar el ingreso de insumos y la evacuación de los productos agropecuarios.

Cada proyecto tendrá un área beneficiada máxima de 500 hectáreas, con el propósito de facilitar la organización de la comunidad para la administración futura del sistema y la organización de la producción.

El INAT con base en la política de incentivos y subsidios impulsa la construcción de cada proyecto, buscando una participación activa de la comunidad y de otras entidades del sector público y privado, como las Secretarías de Agricultura, las Corporaciones Autónomas Regionales, el DRI., Los Comités de Cafeteros, INCORA, y algunas Universidades.

El costo de un proyecto de pequeña irrigación está formado por el valor de los siguientes conceptos: Estudio y diseño, terrenos utilizados para la construcción de las obras, servidumbres de servicio colectivo, las obras construidas, los servicios de interventoría, la mano de obra, los equipos instalados, el valor de los intereses aplicables a los recursos invertidos por el estado y una parte del costo de protección y recuperación de la microcuenca que abastece de agua al proyecto.

El INAT Para la vigencia de 1998 ha previsto inversiones por 3.500 millones de pesos en 125 proyectos, con lo cual se adecuarán 7.971 hectáreas para beneficio de 3.302 familias. Estas inversiones incluyen recursos INAT - BANCO MUNDIAL, FONDO DRI, PNR e INCORA.

1.3 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO EN LADERA

Un sistema de riego en ladera está constituido por pequeñas obras civiles y estructuras hidráulicas que permiten la captación, conducción y distribución del agua para beneficiar una zona agrícola explotable. Estas obras se indican a continuación al igual que la operación requerida en cada una de ellas.

1.3.1 La Microcuenca

Las comunidades beneficiarias del Programa de Riego en Ladera, deben ante todo, ser muy cuidadosas con la microcuenca que les surte de agua el sistema de riego. La conservación de la vegetación, evita que se presenten problemas en la microcuenca relacionados con la disminución de los caudales y la erosión, evitándose de esta forma unos mayores costos en la operación y mantenimiento del sistema. También va ser mayor la probabilidad de que el agua pueda ser aprovechada a lo largo del año en los períodos que realmente se requiere de ella, puesto que habrá una verdadera función reguladora de la microcuenca por estar protegida con vegetación.

En definitiva la conservación de una microcuenca está determinada por el manejo adecuado que se haga de los recursos suelo, agua y vegetación.



1.3.2 Obras de captación

Se entiende por captación, la estructura o conjunto de estructuras que es necesario construir en una fuente de abastecimiento, para asegurar la desviación de una cantidad de agua determinada.

Las obras de captación deben asegurar que en todo tiempo y bajo cualquier condición se capte o derive el caudal previsto o de diseño con el menor costo posible.

1.3.2.1 La Bocatoma





La bocatoma es una estructura hidráulica con la cual se capta y deriva el agua de una corriente superficial permanente hacia el sistema de riego.

Los componentes de la bocatoma son: Las aletas o muros de contención, el muro de presa, la rejilla, la cámara de derivación.

El muro de presa se puede construir a lo ancho de la fuente de agua y su función es subir el nivel del agua y dirigirla hacia la rejilla para que luego llegue a la cámara de derivación. Las aletas o muros de contención se encuentran a los lados, su función es encauzar el agua y proteger las orillas de la fuente de agua. En las fuentes de agua pequeñas, generalmente la rejilla se construye sobre el muro de presa y por lo tanto a esta estructura en su conjunto se le denomina bocatoma de fondo.

En las fuentes de agua con caudal grande, la rejilla se construye sobre una de las aletas, de allí que la estructura en su conjunto se conozca con el nombre de bocatoma lateral. En este caso, sobre el muro de presa se instala una compuerta de lavado hidráulico, para desalojar los sedimentos próximos a la rejilla.

1.3.2.2 Disipadores de energía

Cuando el agua fluye a través de estructuras de vertimiento como caídas, presas vertedoras u otro tipo de estructura de alta velocidad, el agua adquiere una alta energía cinética, capaz de erosionar el pié de la estructura vertedora y el canal aguas abajo.

Por ejemplo, al pie del muro de presa, en el sitio donde golpea el agua que no entra al sistema de riego, debe existir siempre un disipador de energía, destinado a prevenir la socavación del lecho de la fuente de agua y/o de la obra.

No se debe olvidar que las obras de captación una vez son ejecutadas, se interponen en la corriente como un obstáculo y por consiguiente van a originar sedimentaciones y a sufrir las consecuencias de la erosión.

1.3.3 Conducción Bocatoma - Desarenador

Esta conducción puede hacerse por medio de un canal con pendiente, para que la velocidad del agua arrastre los sedimentos hasta el desarenador. También puede usarse tubería, pero teniendo un mayor cuidado para evitar que se obstruya, especialmente en el caso de ríos y quebradas que presentan crecientes con alta carga de sedimentos.



1.3.4 El Desarenador

Es una estructura hidráulica, que permite retener y evacuar los sedimentos como arenas y gravas.



El desarenador es un tanque que generalmente tiene tres cámaras. En la primera cámara de llegada, se encuentra el vertedero de excesos, el cual permite que el agua sobrante pueda volver a la fuente de agua.

Al pasar el agua a la segunda cámara a través de los orificios que existen en el muro deflector, pierde turbulencia y los sedimentos descienden hasta el fondo acumulándose en el depósito para lodos, desde donde pueden ser removidos mediante la operación de la válvula de lavado.

La tercera cámara equivale a un tanque de regulación, que se llena con agua limpia de sedimentos que pasa por encima del muro vertedero. Desde este tanque pasa el agua a las tuberías mediante la operación de la válvula principal.

1.3.5 Red de Conducción

La conducción consiste en transportar el agua desde el sitio de captación hasta el área de riego. Como generalmente la disponibilidad de agua en las zonas de ladera es reducida, se hace necesario transportarla por medio de ductos cerrados, que pueden ser tubería de P.V.C., asbesto cemento, etc. ó canales revestidos que garanticen una buena eficiencia en la conducción.

En los sistemas de riego en ladera, la red de riego se encuentra constituida normalmente por una o dos tuberías principales, y varias tuberías secundarias o ramales, con varios hidrantes destinados a proveer de agua a las alas de riego en las cuales van los aspersores.

Es muy frecuente que en los sistemas de riego en ladera, la bocatoma se encuentre mucho más alta que la zona en donde se va aplicar el riego, de tal manera que mediante el uso de tuberías en lugar de canales o acequias, el agua puede llegar a los predios con la calidad, el caudal y la presión suficientes para operar el sistema de riego, sin desperdicios ni necesidad de motobombas. En algunos casos, por razones de la topografía, se hace necesario combinar la conducción de agua, utilizando canales (preferiblemente revestidos) y tuberías.

Cada sistema de riego debe disponer del correspondiente plano de la red de conducción tal y como quedo en definitiva durante su instalación. En el plano debe aparecer indicada la localización, el diámetro y la presión de trabajo de las tuberías de cada tramo de la red de conducción de agua. En la línea principal y en los ramales también aparece la localización de los principales accesorios y estructuras, como los siguientes:



1.3.6 Válvulas

Se instalan en los sistemas de riego válvulas de bronce, hierro fundido y acero en diferentes diámetros y para distintas presiones de servicio. Dependiendo del tipo de válvula seleccionando las características de diseño, varían de una a otra como espesor de pared, extremos de las válvulas (roscado, liso, bridado), tipo de obturador (cónico, bola, aleta o mariposa, cortina etc.) asientos, guías, sellos, prensa - estopas, mandos de operación, empaques, etc. Las válvulas van incorporadas a la tubería de conducción, distribución y deben quedar plenamente indicadas en los planos en los puntos finalmente instaladas.

1.3.6.1 Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta tienen como función principal detener por completo el flujo del agua, es decir que estas se usan donde las condiciones exigen que la válvula esté



completamente abierta o cerrada en forma total. Estas válvulas no deben ser accionadas con frecuencia.

1.3.6.2 Válvulas de retención

Las válvulas de retención evitan el contra flujo en una línea reaccionando rápida y automáticamente en este cambio. La presión del fluido mantiene abierta la válvula y cualquier retroceso del mismo la cierra.

1.3.6.3 Válvulas de globo

La función primordial de las válvulas de globo, es regular el flujo desde el cierre completo hasta la capacidad máxima. Tanto el material utilizado en el vástago como en el sistema de agua del disco permiten operar frecuentemente la válvula.

1.3.6.4 Válvulas de Corte

Están ubicadas al comienzo de la línea principal y de los ramales. Su mecanismo está diseñado para abrir y cerrar lentamente el paso de agua, con el fin de evitar la ocurrencia de sobre - presiones que podrían romper las tuberías.

1.3.6.5 Válvulas de Control

Corresponden a válvulas de cierre manual, destinadas a sectorizar el riego, permitiendo el paso del agua por determinadas tuberías.

1.3.6.6 Válvulas Ventosas

La presencia de cantidades incontroladas de aire en un sistema de riego puede reducir seriamente su rendimiento. En casos extremos, el flujo se puede incluso detener.

El exceso de aire en el sistema es la causa directa de la reducción de sección y por lo tanto de su capacidad de transporte. El exceso de aire puede también ocasionar errores en los manómetros y elementos de medida del sistema. Hay casos en los que el aire no puede entrar al sistema mientras este se drena lo que crea un vacío, cuyo resultado puede ser el colapso y el aplastamiento de las tuberías.

Las válvulas de ventosa sirven para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería mezclado con el agua o bien para que, al producirse el vacío en la tubería dejen que el aire entre en la misma y eviten que la tubería se aplaste debido a la presión atmosférica.

Las ventosas se localizan en los puntos altos del recorrido de las tuberías, donde se acumula el aire que transporta el agua. Sirven para extraer el aire que reduce u obstruye el paso de agua en estos puntos. también, durante la operación de vaciado del sistema, permite la entrada de aire evitando la formación de vacío, que igualmente puede romper las tuberías.

Se indica finalmente a los usuarios del sistema de riego, que el control del aire dentro de un sistema de tuberías se realiza con la colocación adecuada de ventosas

1.3.6.7 Válvulas de Purga

Están localizadas en los puntos bajos del recorrido de las tuberías, donde se acumulan sedimentos, que reducen e impiden el paso de agua. Realmente funcionan como una válvula de lavado.

1.3.6.8 Llaves de paso

Se caracterizan por su gran sencillez y por el sistema de fijación de la tapa a su cuerpo por una abrazadera que equilibra los esfuerzos de las dos tuercas, con lo que se logra un ajuste uniforme de la junta de la tapa, se usara cuando se requiere un servicio de operación frecuente y abertura parcial, viene en diámetros pequeños.

1.3.7 Cámaras de Quiebre de Presión

Las presiones muy altas que con frecuencia se dan en las tuberías que se instalan en las laderas, debidas a una gran diferencia de altura con relación a la captación del agua o entre dos puntos específicos en la red de conducción, pueden causar debilitamiento y rotura de tuberías. Además que ello hace más difícil el manejo del agua.

Para controlar las presiones excesivas y disminuir los costos por pago de tuberías de alta resistencia, los sistemas de riego en ladera deben disponer de las correspondientes cámaras de quiebre ubicadas en los sitios necesarios. Las cámaras de quiebre consisten en tanques abiertos, en los que el agua pierde su presión al volver a estar en contacto con el aire.

Cada tanque tiene dos compartimentos, en el primero de los cuales llega el agua y en el segundo, penetra sin turbulencia al siguiente tramo de tubería. Cuenta además con una válvula de corte, una válvula de flotador en la entrada para garantizar que la tubería aguas arriba este presurizada, un vertedero de excesos y una válvula de lavado.

1.3.8 Distribución del agua

El sistema de distribución a emplear es el de gravedad, para lo cual se debe considerar la diferencia de nivel entre la captación y el área de riego. Cuando esto no sea posible se emplearán los equipos de bombeo con las condiciones requeridas para que funcionen los sistemas de aplicación de acuerdo a las condiciones propias de cada proyecto

1.3.8.1 Sistema de Aplicación

En las zonas de ladera la disponibilidad del recurso hídrico es cada vez más reducida, por lo tanto se hace necesario emplear un sistema de riego de alta eficiencia de aplicación, que garantice la conservación de los suelos, su adecuada explotación y el manejo racional del recurso agua, que tenga además en cuenta las características topográficas y agrológicas de los suelos, así como también los tipos de cultivos.

1.3.8.2 El Hidrante, el regulador de presión y el ala de riego



En cada predio se dispone de los hidrantes o más comúnmente conocidos como tomas de riego. Cada hidrante se acciona hundiendo la llave bayoneta que está en uno de los extremos de la manguera que lleva el tubo elevador y el aspersor, éste conjunto se llama ala de riego.

Para la protección de los hidrantes, es indispensable construir cajas con su correspondiente tapa y candado para evitar daños a este elemento.

Los aspersores a utilizar, deben de estar provistos de un elevador, elemento imprescindible para la adecuada operación del sistema.

El aspersor aplica el riego en forma de lluvia en una superficie circular. En los sistemas de riego en ladera generalmente se trabaja con una ala de riego compuesta de uno o dos aspersores, cincuenta metros de manguera de polietileno calibre cuarenta y diámetro igual a 1/2 pulgada ó 3/4 de pulgada. El ala se va cambiando de lugar hasta completar el humedecimiento de todo el lote.

El aspersor puede tener una o dos boquillas, que son los orificios a través de los cuales sale el chorro de agua a presión, que hace impacto sobre el brazo y se produce el fraccionamiento del chorro en pequeñas gotas de lluvia.

Este brazo, al regresar por efecto del resorte, golpea el cuerpo del aspersor y produce parte del giro. Algunos aspersores vienen con un tornillo difusor, el cual ayuda a romper el chorro en gotas muy finas y sirve para que así los agricultores efectúen el riego, por ejemplo de semilleros.

Otros, disponen de un mecanismo de giro parcial, muy útil para regar en los bordes y en las esquinas de los lotes.

En las zonas de ladera es posible instalar equipos de riego por goteo y microaspersión, ya que estas modalidades funcionan con bajas presiones y pequeños caudales.

En el riego por goteo, el agua con el fertilizante se aplica a las raíces del cultivo, sin humedecer las calles ni el follaje.

En el riego por microaspersión, un pequeño difusor aplica el agua por debajo del follaje de los árboles frutales.

Estos sistemas de riego en la ladera tienen la ventaja de no ser erosivos para los suelos, el de disponer de un mecanismo de apertura y cierre de los hidrantes, que prácticamente evita desperdicios de agua por un posible mal manejo.

2 OPERACION DEL SISTEMA DE RIEGO

Para operar los elementos que conforman el sistema de riego deberá seguirse un procedimiento que garantice su funcionamiento adecuado y disminuya el riesgo de deterioro.

2.1 Llenado y vaciado de tuberías

Para colocar en funcionamiento el sistema por primera vez, para suspender el servicio de agua para el riego o para restablecerlo después de un corte, es necesario tomar precauciones que eviten la disminución o la interrupción del caudal y la rotura de tubos, debidas a la presencia de aire, o a la ocurrencia de una sobrepresión o de un vacío.

Para el llenado se debe proceder así:

- Informar a los usuarios del sistema de riego con la debida anterioridad
- Indicar a los agricultores que deben dejar conectado el mayor número de aspersores
- Abrir la compuerta de la cámara de derivación y llenar el desarenador
- Desde la válvula principal, iniciar lentamente el llenado de la tubería, con una pequeña parte del caudal total que el sistema requiere.
- Vigilar la salida de aire en las ventosas.
- Comprobar la llegada de agua a cada una de las válvulas de purga y luego cerrarlas lentamente.
- Aumentar el caudal hasta la cantidad requerida por el sistema de riego

Para el vaciado se debe proceder así:

- Informar a los usuarios del sistema de riego sobre el día y la hora del corte del servicio.
- Revisar el funcionamiento de las válvulas ventosas antes y durante el vaciado de las tuberías.
- Cerrar lentamente la válvula principal.
- Procurar que el vaciado se realice lentamente
- Evitar la entrada de sedimentos, al finalizar el vaciado de tanques
- Vaciar totalmente las tuberías antes del siguiente llenado, abriendo parcialmente las válvulas de purga.

2.2 Aplicación del riego

Es importante tener presente que regar en exceso es perjudicial para el suelo y el cultivo. Además que puede afectar a los demás usuarios del sistema. Regar insuficientemente disminuye los rendimientos de la cosecha.



Para regar bien cada agricultor debe comprobar las condiciones de funcionamiento de su equipo de riego, mediante pruebas de campo.

El ala aspersora, puede ser operada por la esposa del agricultor o los hijos sin necesidad de grandes esfuerzos. Ellos harán los cambios de posición requeridos de acuerdo a la superficie cubierta por el aspersor, y los parámetros de riego para cada predio en particular.

Lo ideal es que cada sistema de riego en ladera disponga de un programa de riegos recomendado por técnicos en la materia, para los cultivos de la zona. El programa debe indicar cuantos milímetros, o sea litros por cada metro cuadrado debe el usuario aplicar en cada uno de los riegos.

Si no se dispone del programa de riego, el agricultor puede examinar el humedecimiento del suelo, en la profundidad a la que se encuentra la mayor abundancia de raíces del cultivo, teniendo en cuenta que en los suelos arenosos, que sólo pueden almacenar muy poca agua de riego, se debe regar con menores cantidades y más frecuentemente que en los suelos arcillosos.

2.3 Recomendaciones para un buen uso del riego

- Revise que el equipo de riego se encuentre en buen estado. Repare oportunamente los daños.
- No cambie el tamaño de las boquillas del aspersor y la altura del elevador recomendada por los técnicos.
- Utilice un regulador de presión junto al aspersor, especialmente para el riego de los lotes que son más inclinados.
- Procure dejar de regar durante la ocurrencia de vientos fuertes.
- Adopte prácticas de conservación de suelo como: Las siembras en contorno, las barreras vivas, las terrazas, y el abono orgánico.
- Familiarícese con la medición del agua de riego y participe en las actividades de capacitación que se programen.
- Solicite asesoría a los técnicos.

3 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO

Los beneficiarios del sistema de riego en ladera deben tener en cuenta, que éste está expuesto al deterioro y a la ocurrencia de daños. La comunidad beneficiaria debe enfrentar esta situación mediante procedimientos de prevención y reparación, para lo cual se requiere tanto organización como recursos económicos.

El mantenimiento general del sistema y la construcción o reconstrucción de obras debe programarse y ejecutarse en épocas de lluvias de tal forma que las labores de conservación no se interrumpen por posturas de agua

3.1 El depósito de materiales y partes

Cuando se presentan daños en el sistema de riego y no se tiene a mano materiales y piezas de reparación, el tiempo que tarda en restablecerse o normalizarse el servicio causa perjuicios que pueden llegar a ser severos. No hay que olvidar que algunos elementos, como las tuberías de gran diámetro, sólo se suministran en el comercio sobre pedido y su entrega puede demorar más tiempo del que soportan los cultivos sin agua.

También las reparaciones improvisadas, realizadas sin los elementos apropiados, no son seguras y generalmente dan lugar a daños más graves. Un sistema de riego bien organizado debe disponer de un depósito de materiales, partes y accesorios para poder realizar reparaciones con apropiada agilidad

Cuando por cualquier razón se produce daño, pérdida o deterioro de los componentes del sistema de riego, es conveniente facilitar al usuario su compra en el mismo depósito, evitándole el costo del viaje y la pérdida de tiempo. Se sugiere disponer de lo siguiente: Hidrantes, llaves bayoneta, aspersores, manguera de polietileno..

3.2 Labores de mantenimiento

Las tareas más usuales de mantenimiento en un sistema de riego en ladera, son:

- Conservación y rehabilitación de la microcuenca

Para garantizar la cantidad y la calidad de agua para el sistema de riego en ladera y para las demás necesidades de los habitantes de la región, es indispensable realizar acciones que contribuyan a mantener en buen estado la cubierta vegetal de la microcuenca, para que se facilite la infiltración del agua de la lluvia y se reduzca la escorrentía y la erosión. Las siguientes medidas deben ser desarrolladas por la comunidad:

- ◆ Conocer la microcuenca en toda su extensión, las especies vegetales que la componen, y los sitios que presenten problemas en la vegetación o el suelo.
- ◆ Promover la adquisición de los terrenos de la microcuenca en concertación con los organismos estatales, que permita un mayor control sobre ciertas áreas de interés.

- ◆ Ejercer vigilancia para prevenir la extracción de leña y otros materiales y la tumba de árboles.
- ◆ Preparar un plan comunitario de emergencia para la prevención y extinción de incendios forestales.
- ◆ Concientizar a los usuarios para que reemplacen el consumo de leña provenientes de la microcuenca.
- ◆ Adelantar obras de reforestación, corrección de cárcavas, retención de sedimentos y prevención de la erosión en la microcuenca.
- ◆ Promover la participación de los niños y los jóvenes en estas actividades.

3.3 Vigilancia del sistema

El funcionamiento del sistema de riego debe controlarse permanentemente. El Fontanero es la persona encargada de esta labor, al que se le incluyen tanto el chequeo de las obras de toda la red, como la supervisión del uso del riego a nivel de cada predio y del estado de los equipos de aplicación.

3.4 Control de malezas

El crecimiento de malezas junto a las estructuras de concreto y a los accesorios para la operación del sistema, puede causar daños a los mismos y altos costos de reparación, además de que el funcionamiento normal del sistema se ve afectado.

La manera corriente de eliminar las malezas es mediante el uso de herramientas manuales, pero no debe desestimarse la posibilidad de emplear químicos, especialmente en zonas grandes y donde el crecimiento de éstas es rápido, siempre y cuando se extremen las precauciones en el almacenamiento de los productos, dosificación y efectos sobre el medio ambiente.

3.5 Desazolves o extracción de sedimentos

Se realiza en las bocatomas laterales, mediante la operación de la compuerta de lavado hidráulico. Cuando ésta no existe, se realiza con herramientas manuales. Su finalidad es la de mantener libre de arena y otros materiales la zona próxima a la rejilla de derivación. En las bocatomas de fondo no se hace necesaria esta labor.

También se realiza en los desarenadores y cámaras de quiebre, mediante la apertura de la válvula de lavado. En todos los casos conviene tomar las suficientes precauciones para que los sedimentos vertidos no causen perjuicios a los ríos, los terrenos o las construcciones. Como norma general se debe hacer esta labor tan frecuentemente como sea posible, para que la concentración de sedimentos sea mínima en cada oportunidad.

3.6 Reparación de tuberías y accesorios

En general, conviene tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
Determinar con precisión la naturaleza del daño, los repuestos y herramientas necesarios.

- ◆ Informar a los usuarios del tramo afectado y suspender el servicio.
- ◆ Descubrir la tubería en una longitud suficiente para no forzarla durante la reparación.
- ◆ No realizar reparaciones improvisadas o temporales.,
- ◆ La reparación debe ser dirigida por una persona autorizada y conocedora del manejo del sistema. Muchas personas opinando, sólo producen confusión y malos resultados.
- ◆ Se debe comprobar el buen resultado de la reparación antes de proceder a tapar las tuberías

3.7 Reparación de concretos

Además de precisar las características y requerimientos de la reparación, de informar a los usuarios y encargar la ejecución a una persona experta, conviene tener en cuenta el uso de productos aditivos existentes en el comercio para algunos casos especiales, como la adherencia entre el concreto nuevo y el viejo, el sellado de fisuras en los canales, la impermeabilización de tanques y el acelerado del fraguado, cuando se requiere restablecer rápidamente el servicio después de una reparación.

4 ADMINISTRACION DEL SISTEMA DE RIEGO EN LADERA

El éxito de la operación y mantenimiento de un sistema de riego en ladera, que es ante todo comunitario, depende de una buena organización de los usuarios. Se han diseñado una serie de procedimientos para la Organización Comunitaria y la reglamentación del funcionamiento de los sistemas de riego en Ladera, como los que se señalan a continuación:

4.1 Asociación de usuarios



Es la organización de los beneficiarios de un sistema de riego, con existencia legal como persona jurídica, constituida con objetivos sociales y económicos para el beneficio del conglomerado.

4.2 Asamblea de usuarios

Es la reunión presencial o por medio de apoderado, en la que los usuarios toman las decisiones que interesan al desarrollo de su organización. Como máxima autoridad de la Asociación, toma las decisiones de mayor responsabilidad que conciernen a ella.

4.3 Junta directiva de la asociación

Está constituida por los usuarios elegidos democráticamente en Asamblea, para orientar los destinos de la Asociación, tanto dentro del sistema como con los organismos estatales y privados relacionados con la Asociación de Usuarios.

4.4 Estatutos de la asociación

Contienen la definición de los deberes y derechos de los usuarios asociados y los procedimientos administrativos que deben seguirse para resolver todas las situaciones referentes a la Asociación.

4.5 Reglamento interno del sistema de riego

Todos los sistemas de riego no son iguales. Existen diferencias de construcción, de funcionamiento y de uso. Por esto, cada uno tiene su propio reglamento de funcionamiento que tiene en cuenta esas particularidades

4.6 Manual de operación y mantenimiento

Es el instructivo para el manejo y mantenimiento de las estructuras, accesorios y demás componentes del sistema de riego.

4.7 Los empleados de la asociación

Algunas actividades del sistema de riego en ladera, como las de operación, mantenimiento y ejecución de reparaciones requieren la disponibilidad de personal a sueldo, empleados que se conocen como Fontaneros. Su misión es la de cumplir las funciones que le señale la Junta Directiva para garantizar el buen funcionamiento del Sistema. Por lo tanto son unos servidores de la Comunidad y merecen el respeto y la colaboración de los beneficiarios.

4.8 El régimen de tarifas

Las labores de operación y mantenimiento del sistema de riego, así como el funcionamiento de la asociación de usuarios y el pago de las obligaciones contraídas para la construcción de las obras, requieren recursos económicos. La Junta Directiva, con la asesoría de los funcionarios del INAT, debe preparar cada año un proyecto de tarifas, el cual debe ser discutido y aprobado en Asamblea General de Usuarios

4.8.1 Cálculo y Liquidación de Tarifas

4.8.1.1 Antecedentes

En desarrollo del numeral 5 del Artículo 10 de la Ley 41 de Adecuación de Tierras, el CONSUAT señala los parámetros y criterios técnicos económicos y financieros que deben tener en cuenta el INAT, los Organismos Ejecutores y Empresas Administradoras de los Distritos de Riego, para fijar las tarifas por los servicios que garantizan el cubrimiento de los costos de operación y mantenimiento.

4.8.1.2 Objetivos de las cuotas

Buscar el autofinanciamiento de todos los gastos del Distrito para una buena operación y conservación del mismo.

4.8.1.3 Presupuesto de gastos del distrito

Gastos de Funcionamiento: Corresponde a las labores necesarias para mantener las obras y equipos en perfectas condiciones de operación del sistema fuera de finca. En términos generales se incluyen los gastos por jornales, limpieza de canales.

Los costos de reparación de estructuras, cambio de tuberías y mantenimiento de equipos fuera de finca, así mismo, adquisición de elementos como palas, machetes, llaves, etc y materiales, hacen parte de estos gastos dependiendo de la magnitud de las inversiones.

Gastos de reposición, renovación y adquisición de equipos, lo cual se recaudará conjuntamente con la tarifa; no obstante en algunos proyectos la comunidad puede optar por la opción de establecer cuotas extraordinarias.

La conservación, reparación y reposición de los equipos de riego (alzas de riego) , localizados dentro de cada predio, correrá a cargo de cada usuario individualmente.

4.8.1.4 Cálculo de Tarifas por hectárea

El valor de la cuota por hectárea para los sistemas de riego en ladera se determinará mediante la suma de los gastos de funcionamiento más la reposición y renovación de equipos de riego, dividido por el número total de hectáreas beneficiadas con riego, la cual se expresa así:

$$CM/Ha = \frac{GF + GRE}{Ht}$$

donde:

CM/Ha = Cuota de manejo por hectárea año

GF = Gastos de funcionamiento (proyección de sueldos, reparaciones, materiales y herramientas)

GRE = Gastos de reposición del equipo de riego

Ht = Hectáreas totales beneficiadas con riego

Estimativo de jornales: En cada caso, la respectiva Asociación de Usuarios, fijará el número de jornales utilizados anualmente para la operación y mantenimiento del sistema.

De ninguna manera se aceptará en jornales, un tiempo menor de cuatro (4) meses por año.

De acuerdo con el funcionamiento, la junta podrá aumentar el número de jornales de acuerdo con las necesidades y comportamiento del sistema de riego.

El estimativa de los jornales se fijará con base en el salario mínimo legal, que para el sector rural establezca el Gobierno Nacional, contabilizándose 15 salarios anuales.

Estimativo por reparación, renovación de equipos y materiales

Para efecto de reparación y compra de materiales y herramientas, se estima el 7 por mil del valor de las obras físicas por hectárea, para cubrir este aspecto.

Para la renovación y reposición de equipo se consideró el 3 por mil.

Los recursos no utilizados en el año fiscal para la renovación y reposición de equipos, pasaran automáticamente a capitalizar el Fondo de Reposición y Renovación de equipos, durante el primer trimestre.

Anualmente se reajustará el valor de estas cuotas, de acuerdo con el Índice de Inflación y las necesidades propias del sistema.

En el caso de tener que atender obras de emergencia, tendrán que establecer una cuota extraordinaria.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AVIDAN, Albert. Notas del curso de riego a presión. Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola - CINADCO. División de Capacitación Técnica. Israel, 1993.
- GUROVICH L.A. Fundamentos y diseño de sistemas de riego.
- HARGREAVES G.L. & SAMANI Z.A. Irrigation Scheduling/Programación del riego. A bilingual manual CID, 1991.
- HENAOS, J.E. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Universidad Santo Tomas. Bogotá 1988
- INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS - HIMAT. Cartilla guía de diseño de riego en ladera . Bogotá, 1986, p51.
- INSTITUTO NACIONAL DE ADECUACION DE TIERRAS - INAT. Manual para la operación y mantenimiento de sistemas de riego en pequeña escala. Sincelejo - Sucre, 1997, p83
- INSTITUTO NACIONAL DE ADECUACION DE TIERRAS - INAT. Operación y mantenimiento de los sistemas de riego en pequeña irrigación. San Juan de Pasto, 1994, p23 .
- JENSEN, M.E. Consumptive use of water and irrigation water requirements. Techn. Committee on Irrigation Water Requirements, Irrigation and Drainage Div. ASCE, 1973, p215.
- KARMELI, D and KELLER, J. Trickle irrigation design. Rainbird Sprinkler Manufacturing Corp., Glendora, California, 1974, p182.
- KELLER, Jack. Manual de diseño de sistemas de riego por aspersión y goteo. Centro Internacional de Riegos. USA, UTAH, 1988 p 85
- OJEDA, A.L. Hidraulica Aplicada. Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. 1996
- PAVCO. Manual Técnico- Sistemas de tuberías y accesorios de uso agrícola. Bogotá, 1985.
- VALVE CORPORATION. Catálogo, Red White U.S.A. 1982