

Palabras Clave: sistematización, riego por gravedad, cuartel de riego, dominio de riego, volumen de desmonte, cota roja.*

Proyecto de un sistema de riego superficial

A la hora de proyectar un sistema de riego hay que tener presente por lo menos diez criterios principales que están condicionados al resultado económico de la gestión agraria. Puede decirse que el proyectar un sistema de riego es un problema complejo.

1. Almacenamiento de agua necesaria en la zona radicular del terreno.

El volumen de agua que es preciso almacenar depende del cultivo y del estadio de desarrollo. El proyectar un sistema de riego que tenga la flexibilidad suficiente para hacer frente a condiciones variables es muy importante, pero resulta difícil en muchos casos.

2. Conseguir una aplicación relativamente uniforme del agua.

Es difícil proyectar un sistema de riego superficial que permita un control satisfactorio bajo las diferentes condiciones. El caudal puede variar y la velocidad de penetración difiere de acuerdo con los diferentes cultivos y con el período de riego y la hora del comienzo del mismo.

Es lógico pensar que cuanto más caro y cuidadoso sea el control del sistema de riego, la uniformidad será a su vez mayor. Para que la distribución sea considerada como buena es preciso que el agua llegue al final de la parcela en un tiempo que equivale a la cuarta parte de la duración total del riego.

3. Hacer mínima la erosión.

Si bien la erosión no puede ser eliminada, debe tender a minimizarse y su medida para los diferentes caudales nos da casi la única medida del caudal permisible. La observación nos dirá qué caudal puede ser utilizado sin que la erosión sea excesiva. Criddle ha sugerido que el caudal máximo que no produce erosión para riego por surcos puede ser estimado en: $(3.78 \text{ litros/minuto}/10) * \% \text{ pendiente}$.

4. Hacer mínima la escorrentía.

En contraposición a la entrada de agua, se pierden en las parcelas cantidades apreciables de agua durante el riego. Este fenómeno se denomina escorrentía. Uno de los medios más eficaces para reducir al mínimo las pérdidas por escorrentía consiste en reducir el caudal del agua que penetra en las parcelas, cuando la lámina de agua está a punto de llegar al final de la misma.

La superficie humedecida se reduce en cierta medida, produciendo una disminución ligera de la penetración mientras que la velocidad disminuye considerable-

mente. Siempre que sea posible es conveniente reemplazar el agua de escorrentía en tierras de menor cota.

5. Buscar una aplicación útil al agua de drenaje y escorrentía.

No hay que olvidar el problema del reemplazo del agua que procede del drenaje y de la escorrentía, puesto que los volúmenes que movilizan estas pérdidas de agua de las parcelas son a veces considerables.

6. Minimizar la cantidad de mano de obra empleada durante el riego.

Las necesidades de mano de obra deben ser reducidas al mínimo. En general hay que disponer de mano de obra calificada y con sentido de la responsabilidad. La preparación adecuada del terreno, el control del agua y la bondad del sistema harán mínimas las necesidades de mano de obra.

7. Reducir al mínimo la superficie de terreno ocupada por las acequias y otras partes del sistema de riego.

Es normal que el 5% del terreno esté ocupado por los elementos del sistema de riego. En muchos casos un cuidadoso planteo del sistema puede reducir al mínimo estas pérdidas, como sucede cuando se emplean parcelas largas que además de facilitar la distribución uniforme del agua, reducen la parte del terreno desperdiciada y facilitan el cultivo.

8. Adaptar el sistema de riego a la finca y a las parcelas.

El proyecto de un sistema de riego está determinado generalmente por las dimensiones y forma de finca. En la práctica es frecuente que las dimensiones de una parcela están dadas por los límites legales y no por los que serían deseables desde el punto de vista del riego.

9. Facilitar el empleo de maquinaria para la preparación de la tierra, el cultivo, el surcado y alomado, la recolección y transporte, etc.

Hay que tener siempre presente la maquinaria, puesto que a medida que aumenta el grado de maquinización es preciso que las parcelas sean más anchas y largas.

10. Adaptar el sistema a los cambios de suelo y pendiente.

En el caso de que un surco atravesase suelos de texturas, estructuras y pendientes diversas, las dificultades que surjan se plasman en:

1. diferencias de velocidad de penetración para cada una de las parcelas, haciendo imposible que el caudal se ajuste a los diferentes tipos de suelo.
2. La capacidad de retención del agua, al variar de una parcela a otra, hace que las frecuencias de riego no sean las mismas a lo largo del recorrido.

El proyecto de riego debe ser tal que prevea las mínimas variaciones de este tipo en una parcela regada.

Sistematización de predios para riego por gravedad

En el método que se conoce como ***Riego por Superficie o Riego por Gravedad*** la única energía que mueve el agua es la de posición o la gravedad.

A diferencia de los métodos a presión, al avanzar el agua sobre la superficie del suelo se produce simultáneamente la distribución del agua en la parcela y la infiltración de la misma en el perfil del suelo. Este hecho plantea problemas teóricos de gran complejidad para el diseño de los sistemas.

El riego por superficie puede dividirse en 3 clases (esto ya fue visto anteriormente):

- Riego por inundación
- Riego por melgas
- Riego por surcos

Riego por inundación

Áreas planas, superficies niveladas, rodeadas por bordos.

Riego por melgas

Similar al riego por inundación, pero con salida libre de agua en el extremo inferior.

Superficies rectangulares o en contorno.

Con pendiente longitudinal, pero sin pendiente transversal. El agua avanza sobre toda la superficie de la melga.

Riego por surcos

No moja toda la superficie (puede ser un riego localizado). Se construyen pequeños canales (surcos) que conducirán el movimiento del agua. El agua infiltra a través del perímetro mojado.

Cuando se utiliza riego por gravedad es necesario sistematizar el suelo para el manejo del agua. En los valles templados de Jujuy y Salta donde la principal actividad es el tabaco, si bien se ha adelantado en los últimos años, aun la mayoría de las fincas no han sistematizado sus suelos. En cuanto al cultivo de caña, en las mismas provincias la sistematización para riego esta mas difundida.

A lo dicho se agrega que, en la mayoría de los proyectos de sistematización para riego por gravedad, es conveniente considerar la conservación del suelo por efecto de las lluvias e incluir el enfoque de cuenca hídrica. En la práctica los pocos proyectos que han utilizado ese criterio integral han usado y diseñado los caminos

como terrazas de protección y a los costados han trazado las acequias (INTA Salta). A secano cuando la pendiente es del 1 % o más, también es necesaria, en la mayoría de los casos la sistematización, debido a las pendientes largas, a la susceptibilidad de los suelos a la degradación y a las lluvias torrenciales (Sciortino y Villanueva 2000).

Por lo tanto, gran parte de Salta y Jujuy requiere sistematización. Para hacerlo es importante planificar las acciones y trabajar con enfoque de cuenca hídrica, programando los desagües empastados y las terrazas. Conviene incluir en los proyectos también represas de contención localizadas en las vías de desagüe en depresiones, es decir en donde más convenga según el relieve. Estas represas se llenan con las lluvias fuertes y se vacían en 2 ó 3 días, por los cauces programados lo cual evita los golpes de agua que erosionan los suelos y además rompen: puentes, caminos, las alcantarillas y las mismas rutas.

Lo primero que se debe realizar es

- Plano de suelos
- Topografía general (1:10.000)
- Catastro (figura el derecho a riego)
- Dominio de riego (es importante sobretodo si se quiere ampliar la zona de riego porque puede ocurrir que el agua no llegue a la ampliación)

El nivel de detalle en el relevamiento es típicamente:

- Líneas de nivel Equidistancia = 0,25 m
- Es necesario cuadricular en promedio 25 m X 25 m = 16 puntos por hectárea.
- Según las Pendientes:
 - 0 – 3% 10 a 14 puntos por hectárea
 - > 3% 14 a 20 puntos por hectárea

Cuartel de riego medio

Un cuartel de riego esta constituido por una superficie que varia entre media hectárea y dos hectáreas. El cuartel de riego debe tener 2 pendientes dominantes una de 2‰(pendiente de transporte) y otra de 1‰(pendiente de riego o aplicación). El cuartel de riego va a estar dividido en surcos, al final del surco se debe llegar con la lamina mínima prevista.

Las pendientes usuales son de:

- Transporte 2‰
- Riego 1‰

En general el terreno virgen tendrá una forma cualquiera y la quiero llevar a un plano que tenga una pendiente de transporte de 2‰y una de riego de 1‰

En la zona de la derecha de la figura debo hacer desmonte ya que sobra suelo, en la parte izquierda debo rellenar. Al realizar el desmonte debo tener cuidado

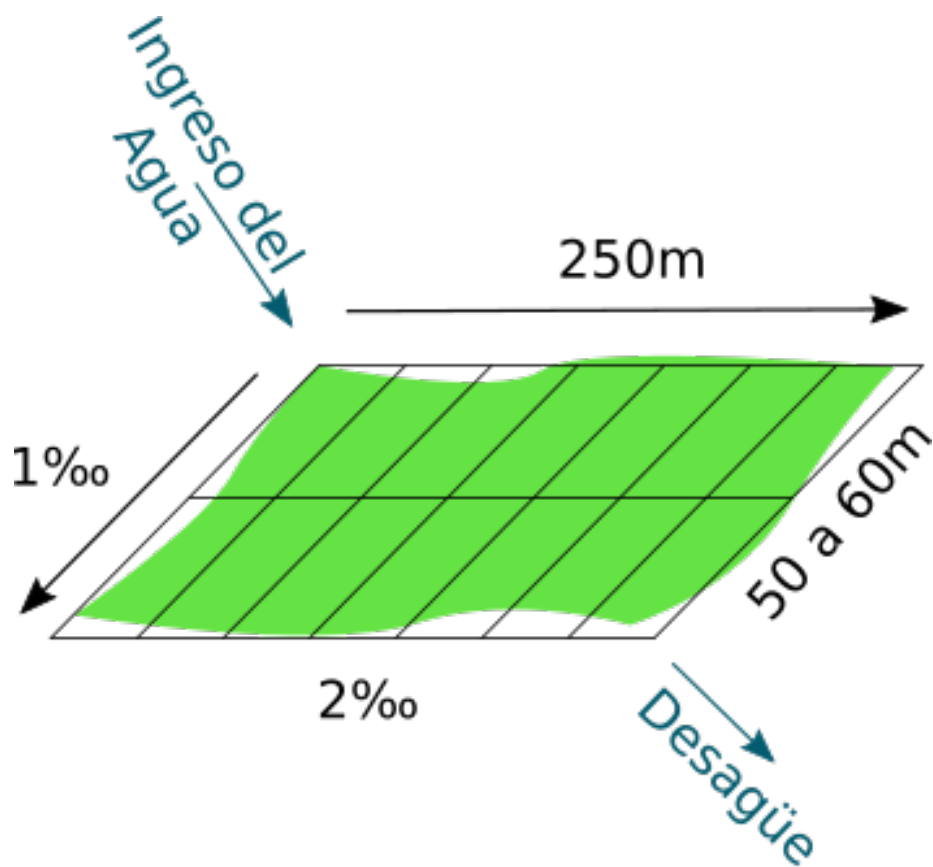


Figure 1: esquema de un cuartel de riego típico

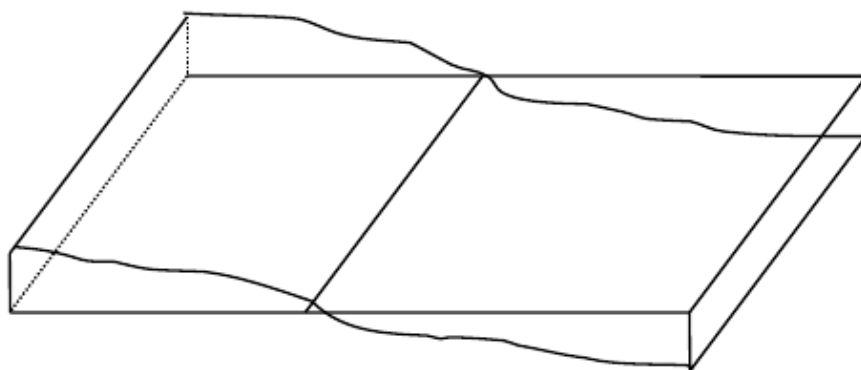


Figure 2: esquema del terreno natural tipo.

de no decapitar el suelo, es decir dejarlo inútil para la siembra. El límite de suelo a extraer va a estar dado por el estudio edafológico. No es conveniente utilizar maquinarias grandes ya que dañan el suelo para el cultivo.

Si dividimos la superficie en n cuadrículas iguales, entonces el volumen total a mover será la suma de los volúmenes elementales.

$$V = \sum V_i$$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{S}{n} \cdot C_1 \\ V_2 &= \frac{S}{n} \cdot C_2 \\ &\vdots \\ V_n &= \frac{S}{n} \cdot C_n \end{aligned}$$

S superficie total

C cota roja de la cuadrícula.

Poniendo como condición la total compensación y siendo V_D el volumen de desmonte

$$V = 2 V_D = n \frac{S}{n} \sum_{\forall i} C_i$$

$$V_D = \frac{1}{2} S \bar{C}$$

La cota roja media se calcula utilizando el método del centro de gravedad o centroide. Para utilizar este método debo hacer un relevamiento topográfico. Se colocan estacas de $1cm \times 1cm \times 10cm$ en el centro de cada cuadrícula o se pueden estaquear las cuatro esquinas de cada cuadrícula, nivelarlas y considerar la cota del centro como el promedio de las cuatro cotas. Es más trabajoso y no tiene ventajas. Luego busco el centro de todo el terreno y le asigno como cota al promedio ponderado de las cotas.

$$\bar{C} = \frac{C_1 P_1 + C_2 P_2 + \dots + C_n P_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n}$$

Siendo el peso P_i equivalente a la superficie que presenta cada cota de la cuadrícula. En general los pesos son 1, pero en chacras de forma irregular puede variar considerablemente.*

Luego se calcula para cada cuadrícula la diferencia entre la cota de cálculo y la natural. Para verificar la utilidad del C_g se suman las diferencias positivas por

un lado y las negativas por otro. Las diferencias entre las sumas debe ser como máximo el 10% de la menor de las sumatorias en valor absoluto.