

ban las operaciones comerciales. Improbable, por tener que atender con urgencia á las exigencias del momento que demandaban, sin demora, facilidades y mejoras, pues coincidía entonces un período que ha sido el de señalado desenvolvimiento de este pueblo. Estos veintitrés años transcurridos han sido en los que por saltos, verdaderamente gigantescos, ha traspuesto siglos de estancamiento, y, vencida la inercia, ha tomado, en el camino del progreso, la velocidad acelerada con que hoy marcha á un porvenir de gran ciudad.

Seguir á un pueblo en esta vertiginosa carrera con pocos recursos y con obras de puertos, que necesitan para su ejecución mucho tiempo y mucho dinero, significa caminar á marchas forzadas, llevando el tren á costa de un incesante trabajo, sin conseguir nunca adelantarse á los hechos, sino, á lo sumo, seguir su rastro sin perder distancia, y mucho más cuando, como en este caso sucede, esas mismas obras son por sí causa y base de nuevos progresos.

Que la labor fué meritoria lo está diciendo el papel que hoy desempeña en la vida actual de Vigo sus obras de puerto. No es sólo la modificación que ha introducido en los servicios para su comercio marítimo; es que esas obras además son, hasta la fecha, el único ensanche urbanizado con que cuenta la población para sus expansiones en días de descanso ó de festejos públicos ó para cómodamente admirar el panorama de su bahía. Esas obras, á las que se encamina todo el que llega á Vigo, atraído insensiblemente hacia aquélla, son las que le dan su sello característico como población marítima.

El Ingeniero-Director,
EDUARDO CABELLO EBRENTZ.

(Continuará.)

CANAL DE ARAGÓN Y CATALUÑA

ANEJO NÚM. 6.º

de la Memoria del Sr. Sans Soler, publicada en el número anterior.

CARTILLA DE RIEGO PARA USO DE LOS SINDICATOS Y REGANTES

ADVERTENCIA

El objeto de esta Cartilla es facilitar al mayor número posible de personas el conocimiento de los principios elementales de los riegos, promoviendo el uso del agua del Canal de Aragón y Cataluña en beneficio del Estado y de la comarca.

El asunto ofrece alguna dificultad por el estrecho enlace que existe entre los elementos que juegan en este problema, pues si en el manejo de las acequias, que es función de los Sindicatos, domina el régimen de corrientes de caudal determinado en cada segundo de tiempo, esos caudales de agua han de responder á las necesidades de los riegos en superficies definidas, pero que se dedican á cultivos muy variados y requieren cantidades de agua variables, según muy diversas condiciones. A esto se agrega la modificación completa que experimenta ese régimen de conducción al entrar el agua en las dependencias del usuario, pues éste la utiliza por regueros de capacidad conveniente, y que han de darle el volumen á que tiene derecho, en ciertas condiciones de tiempo.

Sin entrar aquí en otras consideraciones, se agregará únicamente que los cultivos obedecen en parte á periodicidad de riegos, como su-

cede á los intensivos, mientras que en otras ocasiones se pide el agua para riegos aislados.

De todo lo apuntado resulta cierta complicación que puede apartar de este estudio al que no se halle familiarizado con ese género de razonamientos, y al frente de tal reparo hemos de salir desde luego, afirmando que estos problemas, con sus sencillas fórmulas y tablas de aplicación, están al alcance de cualquier persona que con nociones de aritmética las aborde sin prejuicio y con ánimo de no contentarse con una primera lectura, pues es seguro que vencidas las primeras y pequeñas dificultades que encuentre, se le presentará camino llano y accesible hasta el fin.

También hemos de manifestar que para no hacer un trabajo completamente empírico y muy restringido no se ha dado á esta Cartilla un alcance de vulgarización para que la utilice el más modesto labrador.

Se ha procurado que contenga cuanto pueda interesar en un concepto del servicio del agua á las personas llamadas á figurar en los Sindicatos, y para poner á este nivel los problemas era forzoso rebasar el que conviene á las no preparadas para esas cuestiones. Mucho pueden recoger, sin embargo, limitándose á lo más esencial de este modesto trabajo; y cuando así no fuese, la práctica de los riegos constituiría la enseñanza más fácil y de finalidad más concreta.

Rompan, pues, la marcha las personas más obligadas á hacerlo, y es seguro que en breve arrastrarán por los senderos que desbrocen á la masa general del país.

INTRODUCCIÓN

La multitud de cuestiones que surgen al establecerse los riegos de zonas extensas, pueden agruparse racionalmente en tres grupos:

1.º Problemas agrarios, que comprenden el estudio y análisis de los terrenos, su clasificación por cultivos, su preparación para el riego, su rectificación ó mejora, el examen de los abonos, etc.

2.º Los problemas de aprovechamiento del agua que se va á facilitar, estableciendo las relaciones necesarias entre las bases del suministro y las conveniencias del empleo bajo la forma adecuada al cultivo.

3.º Los problemas, en cierto modo técnicos, de trazado de las acequias de conducción y de distribución, hasta llegar á las regueras de aprovechamiento, examinando las cuestiones de disposición, dimensiones, coste y caudal suministrado.

De estos tres grupos, el primero sale de la órbita de las funciones del servicio de construcción; el tercero es peculiar del mismo, y ha de ofrecerse á los propietarios en forma de proyectos generales de conjunto de los riegos de cada acequia principal ó parte de la misma.

Como ejemplo, se pone á disposición de la Comunidad de regantes el plan de riegos de los primeros trozos del Canal de Zaydin en su vertiente oriental.

El segundo grupo es de enlace entre la entidad que suministra el agua y los que la aprovechan, y en interés común, fácilmente explicable, conviene poner al alcance de los regantes, y más especialmente de los que han de formar los Sindicatos, el sentido de las diversas fórmulas de aprovechamiento del agua, facilitando con ejemplos la aplicación de los riegos en los casos que más frecuentemente se presentarán, llevando al consumidor de modo fácil y breve á determinar el caudal de agua que necesita, y lo que puede representar en volumen, en tiempo y en dinero.

Dentro de estas ideas se ha redactado el presente trabajo.

En él se encontrarán los datos de potencia de conducción del Canal y estimación de la zona regable.

Los tipos de dotación de los riegos, procurando fami-

liarizar al lector con el concepto del riego con cantidad de agua determinada por segundo de tiempo cuando se suministra de modo continuo.

A este punto esencial, que ocupa gran parte de esta Cartilla, se une al estudio de los riegos eventuales y aislados de una superficie cualquiera á la que se suministra el agua en cantidad variable, á elección del regante, llevando á éste á deducir el volumen que debe pedir, el tiempo en que debe correr y el precio del riego por hectárea.

Se da la atención que merece al caso de continua aplicación que ofrecen porciones de terreno destinadas á un cultivo cualquiera que reclame riegos de cierto volumen y repetidos en períodos determinados por el usuario, es decir, el riego de cotos ó heredades por turno ó rotación de cierto número de días.

En todos los casos se procura quitar las dudas que pudieran presentarse al agricultor, enseñándole el manejo de sencillas tablas, y llevándole siempre al punto esencial de deducir qué es lo que debe pedirse para conseguir el fin que se aspira.

Tal es el cuadro general del trabajo que sigue, y que puede ampliarse con las explicaciones que el servicio técnico del Canal está dispuesto á dar á cuantos tengan interés en aprovechar las aguas del mismo.

Dotación de agua del Canal principal y superficie regable.

Las obras se construyen para que el Canal conduzca 35 metros cúbicos ($35 \text{ m}^3 = 35.000$ litros) de agua por segundo según dispone la ley.

La dotación media que se asignó en el proyecto para cada hectárea regable es de 0,33 litros por 1'', lo cual es una estimación prudencial teniendo en cuenta la proporción en que se distribuirán los diversos cultivos.

Ante todo debe decirse que la dotación de un volumen de agua continuo por hectárea no supone que se reparta aquélla por las regueras de igual modo, es decir, con un volumen pequeño de manera permanente. El agua se da siempre á las tierras del modo práctico que conviene al riego, y lo que ha de conseguirse es que el volumen suministrado á cada superficie en tiempo más ó menos breve sea el mismo que le correspondería por el riego continuo con el tiempo ó dotación asignada, que es variable según el cultivo.

Los 35 metros cúbicos que recibe el Canal por 1'' y que puede dar por las diversas tomas, salvo las pérdidas, de que ahora prescindiremos, corresponde á una superficie fácilmente determinable.

Los 35.000 litros divididos por la dotación de una hectárea darán el número de hectáreas regables

$$\frac{35000}{0,33} = \frac{3500000}{33} = 106.060 \text{ hectáreas;}$$

entendiéndose, como se ha apuntado anteriormente, que el aumento que se da á unos predios por su clase de cultivo han de compensarse con rebajas en otros.

Dotación de las acequias de distribución.

Un buen plan de riegos debe hacerse sobre la base de asegurar á cada hectárea del terreno servida ó dominada por una acequia, una dotación de agua fija *a priori*, en previsión de los cultivos que hayan de sostenerse en aquella

zona. Se ha de partir del supuesto de que esas acequias estarán permanentemente en servicio durante los períodos de riego que dependen del clima y de esos mismos cultivos.

En rigor, esto equivale á hacer extensivo á estos cauces, aunque en escala reducida, el principio que regula la alimentación del Canal principal, el cual lleva de modo permanente, según antes se ha dicho, 0,33 litros por hectárea servida.

Pero al llegar á cauces de menor importancia como los canales secundarios, y con mayor motivo las acequias, hay que precisar más las necesidades, por ser menor la potencia de regulación, asunto que se examinará después de tratar en conjunto del servicio del agua. Baste, por ahora, decir que los cauces de conducción deben suministrar á los de regueras que han de correr forzosamente con el caudal que pida el manejo del agua en el riego, la cantidad que pide cada cultivo y en el tiempo corto que necesita cada hectárea. Aquella vena líquida continua que forman los cauces de conducción, se reparte y distribuye después por regueras de 15 á 40 litros de caudal, cubriendo sucesivamente las diversas parcelas con el manto de agua ó los filetes de los surcos, de modo que se extienda á toda la superficie en el tiempo previamente calculado.

¿Qué dotación de agua deberá fijarse á cada heredad-miento servido por una acequia?

La estimación resulta de los datos que faciliten los mismos propietarios. Depende, en efecto, esa dotación por hectárea, de los cultivos que se hayan de establecer, y de las condiciones del suelo, pues con ambos elementos se ha de calcular el número de riegos que se darán, ó sea los turnos de rotación, y el volumen de agua necesaria por hectárea para un riego.

En este trabajo empezamos por suponer fijo este último elemento, partimos de la idea de que lo establezca el agricultor, y como sería imposible seguir cálculos y razonamientos en los supuestos infinitos que pudieran hacerse, vamos á plantear siempre nuestros razonamientos en tres hipótesis, que son:

1.º Riegos fuertes de 1.000 metros cúbicos por hectárea, que es tanto como decir que se puede cubrir el terreno con una capa de agua de 10 centímetros de altura (en efecto, la hectárea = 10.000 metros cuadrados y multiplicando por 0,1 metro = 1.000 metros cúbicos).

2.º Riegos de 700 metros cúbicos con una capa de agua de 0,07 metros.

3.º Riegos de 540 metros cúbicos ó sean 0,054 metros de altura.

En todos esos supuestos prescindimos de la absorción del suelo y de la evaporación. Con esa hipótesis de volumen de agua gastado, vamos á deducir para diversos tipos de dotación de agua por hectárea, el tiempo necesario para regar una superficie cualquiera. Es evidente que teniendo á su disposición cuadros que den el tiempo que se tardaría en regar con diversos tipos de dotación por hectárea, y para riegos más ó menos abundantes, el agricultor elegirá el tipo de dotación que convenga, según el volumen de agua que pidan sus tierras y el plazo de rotación ó repetición de los riegos.

Los tipos de dotación que suponemos varían de 0,10 litros por 1'' y hectárea hasta 50 litros por 1'' y hectárea.

El primero es muy pequeño para las aplicaciones; el último no se aplica nunca á cultivos, por intensos que sean.

Estos tipos elevados tienen, sin embargo, gran utilidad aplicados á una hectárea para el estudio del servicio de regueras.

Para relacionar los indicados elementos, tipo de dotación por hectárea, volumen por riego y tiempo empleado en cada riego tenemos una fórmula muy sencilla

$$T = \frac{V}{D},$$

siendo T el tiempo expresado en horas.

V el volumen de agua empleado en el riego de una hectárea.

D la dotación por hectárea y por hora.

Es muy fácil demostrar la exactitud de esta fórmula.

Si en cada hectárea se han de emplear V metros cúbicos, haciendo llegar un caudal de D litros por hora, es claro que se habrá de dar agua durante un número de horas tal, que

$$T \times D = V.$$

Ese número D , dotación por hora, es igual á la dotación por 1'' multiplicada por 3.600, que son los segundos que tiene una hora

$$D = d \times 3.600;$$

y, por lo tanto,

$$T = \frac{V}{d \times 3.600} = \frac{V}{3.600} \times \frac{1}{d}.$$

En esta última forma el cálculo es breve, y ha sido fácil calcular la tabla núm. 1, cuyas numerosas aplicaciones se verán más adelante.

Bien se comprende, por su simple examen, que cuando un cultivador fije el volumen de agua por hectárea y el tiempo que ha de mediar entre dos riegos, la primera columna vertical da desde luego la dotación por hectárea, que es lo que se trata de determinar, y viceversa, si se fija la dotación, se obtendrá inmediatamente el tiempo que exige un riego, y, por lo tanto, el turno que les corresponde.

Riego que puede hacerse con un caudal cualquiera de agua corriendo de modo permanente, y volumen de agua empleado en cada riego.

El problema que se ha enunciado es de capital interés después de haber aprendido á determinar la dotación de agua por segundo y hectárea que conviene para los cultivos.

El estudio se simplifica mucho haciéndolo sobre el riego de 1 litro por segundo. Para un cauce de un número cualquiera de litros, basta hacer una multiplicación para obtener los resultados correspondientes.

1.º Vamos á determinar la superficie que puede regarse con un litro por segundo en diversos supuestos de riegos más ó menos fuertes, entre 500 y 1.000 metros cúbicos por hectárea y riego y por períodos de riego de 6 á 120 días.

2.º El volumen de agua que se emplee en cada riego.

Determinación de la superficie.

La fórmula que corresponde á este caso es:

$$S = \frac{86.400}{V} \times T.$$

Siendo S la superficie en hectáreas.

V el volumen en litros que se asigna á un riego y hectárea.

T el tiempo en días que se asigna para un riego.

Es fácil demostrar la exactitud de esta fórmula.

Si se han de regar S hectáreas con V litros por hectárea, es evidente que se han de consumir

$$S \times V \text{ litros.}$$

Pero un litro por segundo durante T días representa $T \times 86.400$ litros por ser este último número los segundos que tiene un día siendo iguales ambas cantidades.

$$S \times V = T \times 86.400.$$

$$S = \frac{86.400}{V} \times T.$$

Variando el volumen V para 500, 540 y 600 hasta 1.000 metros cúbicos, y los de T para 6, 7, 8 días, se ha calculado la tabla núm. 2.

Ella responde perfectamente á dar la superficie que se puede regar con un cauce cualquiera en un riego de un número de días.

Por ejemplo: superficie que se puede regar con una reguera de 39 litros corriendo durante quince días, y dando 700 metros cúbicos á cada hectárea.

En la cuarta columna horizontal de la tabla se encuentra la cifra 700, que corresponde á nuestro caso, y en el encuentro con la vertical del número quince días se encuentra 1,851, que quiere decir que un litro por segundo riega 1,851 hectáreas en esas condiciones, y los 30 litros regarán $1,851 \times 30 = 55,53$ hectáreas.

Pero un nuevo elemento del riego, tan importante como la superficie, es el volumen consumido.

Este se calcula para el riego con un litro por segundo multiplicando por el número de segundos que corresponden al tiempo del riego. Figuran en la línea horizontal inferior del cuadro.

En nuestro ejemplo, para riegos de quince días un litro daría un consumo ó gasto de 1.296 metros cúbicos; por lo tanto, los 30 litros suponen $1.296 \times 30 = 38.880$ metros cúbicos.

Como se puede comprobar, este número difiere muy poco del que se puede calcular directamente cuando se conocen las hectáreas regadas.

Puesto que cada una consume 700 metros cúbicos, las 55,53 consumirán

$$55,53 \times 700 = 38.871.$$

Para una persona algún tanto familiarizada con los sencillos problemas que se han examinado puede ser de gran utilidad esta tabla para tanteos, y ver lo que le conviene hacer cuando fija ó establece algunas condiciones de caudal de las regueras, período del riego, etc., y quiere conocer los datos restantes.

(Continuará.)