

## • INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la superficie regada permanentemente es de aproximadamente de 1,16 millones de hectáreas, existiendo además una superficie de 0,8 millones de hectáreas de riego eventual (MATAS, 1995).

El riego superficial es la técnica de mayor uso en la aplicación de agua en la agricultura mundial, constituyendo más del 95% de la superficie regada del país, con eficiencias de aplicación que varían entre 10 y 50%. El riego por surco es una alternativa de este tipo de riego que está orientado a cultivos en hileras y huertos frutales (MATAS, 1995).

La eficiencia en un sistema de riego por surcos va a depender en gran manera de un estudio acabado de factores tales como el caudal requerido, velocidad de movimiento y longitud que debe recorrer la lámina de agua, tiempo necesario, microrrelieve del terreno, entre otros. En conjunto, estos factores permiten lograr un diseño adecuado del sistema de riego. Muchas veces, uno o más de estos factores pueden llegar a restringir la superficie destinada a este tipo de riego, a causa de la necesidad de llevar a cabo ciertos manejos. El microrrelieve es el principal factor a considerar al momento de establecer una zona con este tipo de riego, por esta razón, la gran mayoría de las veces se debe nivelar el terreno.

El predio Los Algarrobos cuenta con una 1.44 Ha de terreno nivelado destinado al cultivo de tomate, presentando pendientes O-E de 0,7% y de 0,3% N - S.

## • SISTEMATIZACIÓN DE TIERRAS

La superficie del predio Los Quiscos se distribuye de la siguiente manera:

Camino principal (5 m ancho) 1,475 ha

Oficina 100 m<sup>2</sup>

Estacionamiento 250 m<sup>2</sup>

Casa de cuidador 100 m<sup>2</sup>

Bodegas 500 m<sup>2</sup>(c/u)

Estación meteorológica 50 m<sup>2</sup>

Tranque de acumulación 12.250 m<sup>3</sup>

Caseta de riego 50 m<sup>2</sup>

Papayo regado por goteo 18 ha

Tomate regado por cinta 1 ha

Tomate regado por surco 1 ha

El plano anexo permite observar la sistematización de tierras.

## • NIVELACIÓN

La labor de nivelación se realiza con la finalidad de eliminar el microrrelieve, logrando así un riego uniforme a lo largo de toda la superficie. Se debe obtener una pendiente constante, no erosiva y que al mismo tiempo permita el movimiento del agua a través de los surcos.

La nivelación del terreno se hace indispensable para los sistemas de riego gravitacional, si se compara con el establecimiento de riego presurizado, en que se realiza fundamentalmente con el fin de facilitar las labores del cultivo (ZIMMERMAN, 1970).

Para el cálculo de la nivelación del predio Los Algarrobos se utilizó el método del centroide, ya que es el más aplicable de acuerdo a las condiciones del predio, como lo son terrenos relativamente planos, pero ondulados, y además una dirección poco definida de la pendiente.

La superficie destinada al riego gravitacional, es de 1.44 hectáreas para el cultivo de tomate (ver plano anexo), y es ésta la que requiere de nivelación. Para esto se eligió un área de pendiente no pronunciada, zona en la que las curvas de nivel presentan un mayor distanciamiento. Luego se colocaron estacas con un distanciamiento de 20 m entre una y otra, determinándose de esta manera las cotas terreno. Luego con el promedio de ellas se calcula el centroide.

Las cotas proyecto se calcularon basándose en el centroide, restando o sumando la diferencia de altura dependiendo de la pendiente, tanto en dirección N – S y E – O. Esta diferencia se obtiene a partir de una regresión lineal entre los números de orden y los valores promedio de la cotas terreno. Para obtener la diferencia de altura se resta la cota proyecto a la cota terreno. Valores positivos implican un corte de terreno, y valores negativos un relleno.

La obtención de la relación corte/relleno implica efectuar la sumatoria de todos los cortes y rellenos calculados anteriormente, debiéndose llegar a una relación corte/relleno cercana a 1,2 (SALGADO, 2000)\*, de no ser así, la posición del centroide debe ser modificada de manera de alcanzar el valor más cercano al óptimo. En el caso del predio Los Algarrobos se obtuvo una relación corte /relleno de 1,18.

El movimiento de tierra que se requiere para el área de nivelación de 274 m<sup>3</sup>, valor que corresponde a un movimiento medio (SALGADO, 2000)\*, el que se obtiene al multiplicar el área de influencia de la estaca por la sumatoria de los cortes (0,685 m). Cada uno de los procedimientos para la nivelación de muestran en el Anexo 23.

## SISTEMAS DE RIEGO SUPERFICIAL TECNIFICADO

### • ESTRUCTURAS DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

#### ESTRUCTURAS DE NIVELACION

Para un manejo eficiente de la distribución de las aguas en el predio Los Quiscos se utilizarán las siguientes estructuras:

##### 14.1. Marco partidor

Estructura que permite captar el agua proveniente del canal Abandonado, hacia el interior del predio, otorgando un caudal proporcional a los derechos de agua que le corresponden según las 20 acciones que posee el predio sobre las 300 acciones del canal. Consiste en una estructura rígida de hormigón con un brazo que

posee una hoja metálica cuya función es separar el caudal que le pertenece al predio. Este sistema de captación tiene un flujo continuo de agua ya que no cuenta con estructuras para detener el paso del agua. Se ubica en el extremo N – E del predio Los Algarrobos, conectando el canal con la acequia distribuidora que va dirigida al tranque de acumulación.

Las dimensiones del marco partidor se presentan en el siguiente cálculo, en el cual se debe considerar el mayor valor de caudal mensual, el cual corresponde al mes de octubre. El ancho promedio del canal Abandonado es de 3,5 m por lo cual el cálculo de la dimensión del marco partidor es el siguiente:

141,75 l/s.....3,5 m

11,34 l/s..... X m

Luego,  $X = 0,28 \text{ m} = 28 \text{ cm}$ .

El esquema y las dimensiones se observan en el anexo 24.

- Desarenador

Consiste en un tramo recto de la acequia intrapredial, con un revestimiento de hormigón. Se encuentra ubicado a la entrada del tranque, y su finalidad es hacer escurrir una lámina de agua no superior a 15 cm, reduciendo la velocidad de tal manera de que el flujo sea laminar, o sea sin ninguna turbulencia, permitiendo la sedimentación de las partículas que se desea eliminar, como por ejemplo arena, ramas, desperdicios, etc, los cuales si se acumulan en el tranque podrían obstruir el sistema. De esta manera se obtiene un flujo de agua libre de partículas en suspensión.

Para el cálculo de las dimensiones se debe considerar el caudal máximo de entrada, el que se obtiene durante el mes de octubre con un valor de 11,34 L/s. López (1992), relaciona el caudal de entrada (Q), con la velocidad de sedimentación (Vc) y un factor de almacenamiento de sedimento (Fs) mediante la siguiente fórmula:  $A = 0,10 * Fs * Q / Vc$ , donde **A**, es la superficie de decantación (m<sup>2</sup>); **Q**, caudal de entrada (L/s); **Fs**, factor de almacenamiento; **Vc**, velocidad de sedimentación (cm/s). Con el objeto de eliminar partículas en suspensión superiores a 0,05 mm cuyo peso específico es de 2,67, se obtiene una velocidad de sedimentación de 0,24 cm/s. Con un valor de  $Fs = 2$ , se tiene una superficie de decantación de 9,45 m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la anchura del deposito se tiene que  $B = \sqrt{A / 5}$ , donde **B**, ancho del decantador, cuyo valor es de 1,38 m. Además se considera que la longitud adecuada es 5 veces el ancho del decantador, obteniéndose un valor de 6,87 m de largo con una altura del nivel de agua de 20 cm (RODRIGO, 1992) (Anexo 25).

- Tranque de acumulación

Estructura que capta y acumula toda el agua necesaria para efectuar el riego del predio, la que es conducida por una acequia desde la caja distribuidora hasta el tranque. La ubicación del tranque esta determinada por el aprovechamiento máximo de las condiciones del terreno, entendiéndose por esto, la zona más alta con respecto a aquella que se desea regar superficialmente, facilitándose el escurrimiento a favor de la pendiente.

La estructura destinada a extraer el agua del tranque corresponde a una tubería con válvula de cierre, la que debe ser lo suficientemente firme para soportar la presión de agua cuando éste está lleno, además debe ser accesible y fácil de abrir y cerrar.

Las dimensiones del tranque son de 70 m de ancho por 70 m de largo, con una profundidad de 2,5 m (agregándose a los muros 30 cm de alto a modo de seguridad para prevenir posibles rebalses). La capacidad de acumulación del tranque es de 12.250 m<sup>3</sup> (Anexos 26 y 27).

- Sifones portátiles

Son tubos cortos de plástico colocados uno por cada surco. Permiten transferir el agua desde la acequia cabecera hasta los surcos, evitando la necesidad de abrir las acequias para conducir el agua hacia ellos. Además uniformiza la entrega de agua hacia los surcos.

Para su buen funcionamiento se requiere que la acequia se encuentre sobre el nivel de descarga o salida del sifón, produciéndose una diferencia de niveles que favorece la entrada rápida de agua en el surco.

Para entregar el caudal  $Q_r$  se utilizan los mismos sifones destinados a proporcionar el  $Q_{mne}$ , disminuyendo el caudal por medio de un tapón que reduce el diámetro de los sifones.

Para el dimensionamiento de los sifones se tiene que:

- Poncha

Estructura que permite frenar el flujo de agua en la acequia cabecera, para distribuirlo en los surcos correspondientes a cada subsector. Consiste en un saco de nylon sostenido a un listón de madera. Tiene un ancho de 70 cm y 40 cm de alto. (Anexo 31).

- **DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO SUPERFICIAL TECNIFICADO**

- Tiempo de riego

- Tiempo de infiltración ( $T_i$ )

$$T_i = LB / V_{ip} \text{ (hr)}$$

Donde:  **$T_i$** , tiempo de infiltración (hr);  **$LB$** , lámina bruta (mm);  **$V_{ip}$** , velocidad de infiltración promedio (mm/hr).

$$T_i = 16.9 / 8 = 2.11 \text{ hr}$$

La lamina bruta utilizada corresponde a la lámina del primer riego del mes de Octubre ya que su valor es el máximo alcanzado durante la temporada de riego. Se utilizó este valor de tal manera que las dimensiones de l surco sean capaces de resistir el caudal máximo a aplicar. Con respecto a la velocidad de infiltración, su valor fue obtenido según la textura del suelo considerada como franco-arcillosa para el caso del predio (SALGADO, 2000)\*.

- Tiempo de llenado del surco ( $T_{ll}$ )

Corresponde a un cuarto del tiempo de infiltración, calculado por medio de la curva de infiltración característica para este suelo, en relación con el riego que presenta una mayor lamina a aplicar.

$$T_{ll} = T_i \text{ (hr)} / 4 \text{ (hr)}$$

$$T_{ll} = 2.11 / 4 = 0.53 \text{ hr}$$

- Tiempo total de riego ( $T_t$ )

$$T_t = T_i \text{ (hrs)} + T_{ll} \text{ (hrs)} \text{ (hrs)}$$

$$T_t = 2.11 + 0.53 = 2.64 \text{ hrs}$$

- Caudal máximo no erosivo ( $Q_{mne}$ )

El caudal máximo no erosivo corresponde al máximo caudal que se puede aplicar a los riegos por surcos con pendiente para evitar una excesiva erosión con los consiguientes embancamientos en las acequias de desagüe. Su valor puede ser determinado a partir de ensayos de campo o bien empíricamente a través de la fórmula de Criddle, la cual entrega el valor en función de la pendiente longitudinal de los surcos, pero presenta como restricción que sólo puede ser utilizada con pendientes mayores a 0,2 % y menores a 1,2 % (ISRAELSEN, 1965).

$$Q_{mne} = 0,75 / S \text{ (L/s)}$$

Donde: **Q<sub>mne</sub>**, caudal máximo no erosivo (L/s); **S**, pendiente (%).

$$Q_{mne} = 0,75 / 0,7 = 1.1 \text{ l/s}$$

La pendiente utilizada corresponde a la orientación O – E, cuyo valor es de 0,7 %.

- Diseño de los surcos

Para determinar el diseño de los surcos, se deben tener ciertas consideraciones, como por ejemplo su forma, sus dimensiones, la distancia a la cual se encuentran separados y también el número de surcos por sector de riego. En el predio Los Algarrobos, la forma de los surcos es semicircular, obteniéndose un mayor radio hidráulico, y así una mayor unidad de sección de escurrimiento por cada unidad de perímetro de dicha de sección. Las dimensiones de los surcos utilizados en el riego del tomate, se asumirán los siguientes valores: 30 cm de ancho, 20 cm de profundidad, 15 cm de altura de agua, y 5 cm de rebalse. La distancia entre surcos es de 60 cm, lo que es determinado por la distancia de plantación del tomate y su profundidad efectiva, para tal efecto se prefiere trabajar con un arado surqueador con tractor, obteniéndose surcos de profundidad uniforme, rectos y paralelos entre sí.

Para el cultivo del tomate regado por surcos se destino una superficie de 1.44 hectáreas, regada en 2 paños de riego de 60 m (valor que considera 2 acequias cabecera y 2 acequias que reciben el caudal de desagüe del paño) por 120 m, por lo tanto el número de surcos se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Número de surcos} = \text{ancho del paño de riego (m)} / \text{espaciamento entre surcos (m)}$$

$$\text{Número de surcos} = 100 / 0,6 = 200 \text{ surcos}$$

- Perímetro de mojado (Pm)

$$P_m = \pi * r \text{ (cm)}$$

Donde; **P<sub>m</sub>**, longitud de la sección del surco que está en contacto con el agua (cm); **r**, radio del surco (cm).

$$P_m = 3,14 * 15 = 47,12 \text{ cm}$$

- Area de escurrimiento (Ae)

$$A_e = \pi * r^2 / 2 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_e = 3,14 * 225 / 2 = 353,25 \text{ cm}^2$$

- Velocidad de avance en el surco (Va)

$$V_a = Q_{mne}(\text{cm}^3/\text{s}) / A_e \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (cm/s)}$$

$$V_a = 1100 / 353,25 = 3.11 \text{ cm/s}$$

- Largo máximo de los surcos (L<sub>máx</sub>).

$$L_{\text{máx}} = V_a(\text{cm/s}) * T_{ll}(\text{s}) (\text{cm})$$

$$L_{\text{máx}} = 3.11 * 2088 = 6493.68 \text{ cm} = 64.94 \text{ m}$$

- Corrección de los datos
- Largo real del surco

El paño de riego presenta un largo de 120 metros. El largo máximo de los surcos es de 64.9, por lo que será necesario dividir en 2 sectores de riego de 60 m de largo cada uno.

Pero debido a los efectos de acequias cabecera y de desagüe se debe destinar un metro, por lo que el largo real de los surcos, será de 59 m.

- Tiempo de llenado real (T<sub>llr</sub>)

$$T_{llr} = L_r (\text{cm}) / V_a (\text{cm/s}) (\text{s})$$

$$T_{llr} = 5.900 / 3.11 = 1897.1 \text{ s} = 0.53 \text{ hr}$$

- Tiempo de infiltración real (T<sub>ir</sub>)

$$T_{ir} = T_{llr} (\text{hr}) * 4 (\text{hr})$$

$$T_{ir} = 0.53 * 4 = 2.12 \text{ hr}$$

- Tiempo total real de riego (T<sub>tr</sub>)

$$T_{tr} = T_{ir} (\text{hr}) + T_{llr} (\text{hr}) (\text{hr})$$

$$T_{tr} = 2.12 + 0.53 = 2.65 \text{ hr}$$

- Área de infiltración real del surco (A<sub>ir</sub>)

$$A_{ir} = L_r (\text{cm}) * P_m (\text{cm}) (\text{cm}^2)$$

$$A_{ir} = 5.900 * 47,12 = 278.008 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de caudales
- Caudal infiltrado (Q<sub>i</sub>)

$$Q_i = (v_{ip} (\text{cm/hr}) * A_{ir} (\text{cm}^2)) / 3.600.000 (\text{l/s})$$

$$Q_i = (0,8 * 278.008) / 3.600.000 = 0.062 \text{ l/s}$$

- Caudal reducido (Q<sub>r</sub>)

$$Q_r = Q_i (\text{l/s}) * 1,3 (\text{L/s})$$

$$Q_r = 0,056 * 1.3 = 0.08 (\text{L/s})$$

- Dimensionamiento de acequias

- Acequia cabecera

Para determinar el número de surcos en funcionamiento del sistema, es necesario hacer una estimación del número de sifones móviles que es capaz de controlar un operario a la vez, de acuerdo a su nivel de instrucción y destreza en el manejo de dicha actividad. Se considera que un operario es capaz de controlar eficientemente entre 20–28 surcos (SALGADO, 2000)\*. Se destinan dos operarios para el riego del tomate, manteniéndose de esta manera 200 surcos en funcionamiento. De acuerdo a esto, la superficie de 1.44 hectáreas está dividida en 2 subsectores.

- Tirante hidráulico (Rc)

$$R_c = ((Q_{ac} * n * 3,175) / (3,1415 * Y^{0,5}))^{0,375} \text{ (cm)}$$

Donde: Rc, altura de agua de acequia cabecera (m); Qac, caudal requerido para los surcos (m<sup>3</sup>/s); n, coeficiente de Manning (n = 0,025, dado por las características de terreno limpio y sin vegetación) (SALGADO, 2000)\*; Y, pendiente del terreno (tanto por uno)

$$Q_{ac} = Q_{mne} * n^{\circ} \text{ de surcos en operación (m}^3\text{/s)}$$

$$Q_{ac} = 1.1 \text{ (l/s)} * 200 \text{ surcos} = 220 \text{ l/s} = 0,22 \text{ m}^3\text{/s}$$

$$R_c = ((0,22 * 0,025 * 3,175) / (3,1415 * 0,0070,5))^{0,375} = 0,36 \text{ m} = 36 \text{ cm}$$

- Diámetro mínimo de la acequia cabecera (Dc)

$$D_c = 2 * R_c \text{ (cm)}$$

$$D_c = 2 * 36 \text{ cm} = 72 \text{ cm}$$

- Rebalse (Re)

$$R_e = 0,2 * R_c \text{ (cm)}$$

$$R_e = 0,2 * 36 = 7.2 \text{ cm}$$

- Altura de la acequia cabecera (At)

$$A_t = R_c \text{ (cm)} + R_e \text{ (cm)} \text{ (cm)}$$

$$A_t = 25 + 5 = 30 \text{ cm}$$

- Acequia de desagüe
- Tirante hidráulico (Rd)

$$R_d = ((Q_{ad} * n * 3,175) / (3,1415 * Y^{0,5}))^{0,375} \text{ (cm)}$$

Donde: Qad, caudal de agua de desagüe de los surcos.

$$Q_{ad} = (Q_r \text{ (l/s)} - Q_i \text{ (l/s)}) * n^{\circ} \text{ de surcos en operación}$$

$$Q_{ad} = (0,08 - 0,062) * 200 = 3.6 \text{ l/s} = 0,0036 \text{ m}^3\text{/s}$$

$$Rd = ((0,0036 * 0,025 * 3,175) / (3,1415 * 0,0070,5))0,375 = 0,0773 \text{ m} = 7.73 \text{ cm}$$

- Diámetro mínimo de la acequia de desagüe (Dd)

$$Dd = 2 * Rd \text{ (cm)}$$

$$Dd = 2 * 7.73 = 15.46 \text{ cm}$$

- Rebalse (Re)

$$Re = 0,2 * Rd \text{ (cm)}$$

$$Re = 0,2 * 7.73 = 1,546 \text{ cm}$$

- Altura total de la acequia de desagüe (At)

$$At = Rd \text{ (cm)} + Re \text{ (cm)} \text{ (cm)}$$

$$At = 7.73 + 1,546 = 9.276 \text{ cm}$$

Las dimensiones de la acequia de desagüe fueron modificadas para permitir adecuarse a las condiciones que presenta la maquinaria a utilizar y considerando que generalmente no todo el caudal reducido se infiltra, asumiendo un valor correspondiente a 30% menos que la acequia cabecera.

## • MANEJOS GENERALES DEL RIEGO SUPERFICIAL

### • Manejos de mantención

La estructura del marco partidor requiere de una revisión periódica del estado del material que lo constituye; debe cuidarse que el cuchillo metálico se encuentre en óptimas condiciones para su eficiente captación de las acciones que le corresponden al predio, evitando que se acumulen desperdicios provenientes del canal.

Es necesario considerar una limpieza anual del tranque acumulador, la que es realizada en el mes de menor frecuencia de riego ya que es necesario desocupar el tranque para dicha labor, verificando el estado del revestimiento CAVE, considerando la posibilidad de la reparación en caso de que éste presente roturas.

La limpieza de las acequias debe realizarse periódicamente, sobre todo en lo que se refiere a las malezas que circundan el lugar, las que contaminan con sus semillas e impiden el normal flujo del agua, por lo que se hace necesario un control químico y mecánico de ellas. Debe verificarse el estado de la infraestructura tanto de acequias como de surcos, de modo de mantener el coeficiente de rugosidad inicial de Manning (en este caso considerado para tierras en buen estado), constante en el tiempo, evitándose modificaciones producidas por el desarrollo de vegetación no deseada, lo cual afecta a las formas y dimensiones iniciales de las acequias, influyendo finalmente en una pérdida de uniformidad en los sistemas de conducción.

Debe considerarse una revisión periódica del estado de los sifones, detectando posibles obstrucciones, trizaduras o cualquier desperfecto que afecte su normal funcionamiento. Además, es importante mantener la limpieza de las trampas de maleza para evitar posibles taponamientos (Anexo 32).

### • Manejos operacionales

La superficie de apio regada por surco, compuesta de un sector de riego, alimentado por una acequia cabecera, diseñada de tal manera que permita abastecer 56 sifones a la vez; para ello se requiere de un número de 2

operarios que manejan simultáneamente 28 sifones cada uno. De acuerdo a la distancia entre los surcos necesaria para el apio, se tienen 142 surcos de 99 m de largo, en una superficie de hectárea.

De acuerdo al calendario de riego la operación del sistema comienza con la apertura de la compuerta de salida del tranque, llegando el flujo de agua hasta la acequia cabecera. El caudal necesario de acuerdo a la demanda hídrica mensual se maneja regulando la abertura de la compuerta que conduce el agua hacia una acequia distribuidora que llevará el flujo hacia la acequia cabecera.

El sector se encuentra dividido en tres subsectores A, B y C (ver plano anexo), cada uno de ellos de 56 surcos. A los 34 metros de la acequia cabecera se coloca una poncha que impide el paso del agua hacia el sector B. En cada surco se encuentran los sifones que aportan el Qmne para que una vez que el agua haya llegado hasta el final del surco sean colocados tapones que regulen el diámetro del sifón permitiendo la entrega del Qr, los que estarán en funcionamiento durante el tiempo de riego necesario.

Una vez finalizado el riego para el subsector A se procede a realizar el traslado de los sifones al subsector B. Se retira la poncha trasladándose 34 metros sobre la acequia cabecera hacia el final del subsector B, repitiéndose el manejo de sifones anteriormente señalado. Una vez finalizado el tiempo de riego para el subsector B, se procede a regar el subsector C, luego se retira la poncha de manera de desaguar el agua sobrante.

Una vez regada la totalidad de la superficie, se cierra la compuerta del tranque.

Constantemente se deben verificar tanto el tiempo de riego, como el caudal entregado a los surcos por medio de un aforador portátil manejado por el operario. A modo de prevención, se coloca una trampa de maleza al final de la acequia distribuidora que conduce a la acequia cabecera (Anexo 32).

## 18. PLANILLAS DE COSTOS

### • Planilla de costos de obras mayores

| Marco Partidor            | Valor en \$ | Valor en U.F. |
|---------------------------|-------------|---------------|
| Diseño Ingenieril         | 506.533     | 33,86         |
| Mano de obra y materiales | 476.315     | 31,84         |
| TOTAL                     | 982.848     | 65,7          |

FUENTE: Fernando Herrera. Ing. Civil. Pontificia Universidad Católica de Chile. Octubre, 1999.

| Tranque               | Valor en \$ | Valor en U.F. |
|-----------------------|-------------|---------------|
| Movimiento de tierras | 22.459.775  | 1501,36       |
| Revestimiento (CAVE)  | 1.929.492   | 128,98        |
| TOTAL                 | 24.389.267  | 1630,34       |

FUENTE: Iván Tironi. Constructor Civil. Octubre, 1999.

| Desarenador                       | Valor en \$ | Valor en U.F. |
|-----------------------------------|-------------|---------------|
| Diseño, mano de obra y materiales | 385.958,196 | 25,80         |

FUENTE: Jaime Domínguez. Ing. Civil Hidráulico. Universidad de Chile. Octubre, 1999.

|                              |        |          |                   |                |          |
|------------------------------|--------|----------|-------------------|----------------|----------|
| Pozo Profundo                | Unidad | Cantidad | Valor Unitario \$ | Valor Total \$ | Valor UF |
| Instalación De Faenas        | Gl.    | 1        | 510.919           | 510.919        | 34,15    |
| Perforación                  | Ml.    | 40       | 57.407            | 2.296.280      | 153,50   |
| Cañería De Acero De 12"      | Ml.    | 27       | 37.175            | 1.003.725      | 67,10    |
| Criba A.C.P. De 12"          | Ml.    | 14       | 48.327            | 676.578        | 45,23    |
| Ranuración De Cañería De 12" | Ml.    | 0        | 11.153            | –              | –        |
| Filtro Anular                | Ml.    | 38       | 12.892            | 489.896        | 32,75    |
| Sello Sanitario              | Ml.    | 3        | 15.471            | 46.413         | 3,10     |
| Desarrollo                   | Hrs.   | 24       | 27.469            | 659.256        | 44,07    |
| Equipo De Pruebas            | Gl.    | 1        | 868.013           | 868.013        | 58,02    |
| Horas De Prueba              | Hrs.   | 24       | 25.638            | 615.312        | 41,13    |
| Informe Final Y Plano        | Gl.    | 1        | 51.275            | 51.275         | 3,43     |
| TOTALES                      |        |          |                   | 7.217.667      | 482,48   |

FUENTE: Cobo Ingeniería. Octubre, 1999.

| Aforador          | Cantidad | Valor Unit. \$ | Valor total \$ | Valor en U.F. |
|-------------------|----------|----------------|----------------|---------------|
| Aforador fijo     | 1        | 20.645         | 362.770,785    | 24,25         |
| Aforador portátil | 2        |                | 41.288,6       | 2,76          |
| TOTAL             |          |                | 404.059,34     | 27,01         |

FUENTE: Eduardo Salgado. Ing. Agr. M.S. Ph. D. Universidad Católica de Valparaíso. Octubre, 1999.

|                           |            |          |
|---------------------------|------------|----------|
| COSTO TOTAL OBRAS MAYORES | 33.379.849 | 2.231,33 |
|---------------------------|------------|----------|

• Planilla de costo de riego superficial

| Nivelación          | Unidad | Cantidad | Valor total \$ | Valor total U.F. |
|---------------------|--------|----------|----------------|------------------|
| Estudio topográfico | ha     | 1        | 111.299,6      | 7,44             |
| Alarife             | al día | 1        | 3.739,9        | 0,25             |
| Mov. de tierra      | m3     | 274      | 136.730,9      | 9,14             |
| TOTAL               |        |          | 251.770,4      | 16,83            |

FUENTE: Agroalmar. Octubre, 1999.

| Construcción de acequias y surcos | Unidad | Cantidad | Valor unit. \$ | Valor total \$ | Valor total U.F. |
|-----------------------------------|--------|----------|----------------|----------------|------------------|
| Acequia dist.                     | m      | 240      | 276            | 66.240         | 4,43             |
| Acequia cabecera                  | m      | 100      | 215,42         | 21.542         | 1,44             |
| Acequia de desagüe                | m      | 100      | 215,42         | 21.542         | 1,44             |
| Surcos                            | hr     | 7,2      | 7.688          | 55.351         | 3,70             |
| TOTAL                             |        |          |                | 164.675        | 11,01            |

FUENTE: Distribuidora Curotto. Octubre, 1999.

| Ponchas | Cantidad | Valor unit. \$ | Valor total \$ | Valor total U.F. |
|---------|----------|----------------|----------------|------------------|
|---------|----------|----------------|----------------|------------------|

|   |     |       |      |
|---|-----|-------|------|
| 3 | 500 | 1.500 | 0,10 |
|---|-----|-------|------|

FUENTE: Guillermo Vallespir. Ing Agr. Universidad Católica de Valparaíso. Octubre, 1999.

| Sifones        | Cantidad | Valor unit. \$ | Valor total \$ | Valor total U.F. |
|----------------|----------|----------------|----------------|------------------|
| Diámetro 40 mm | 60       | 1.474          | 88.412         | 5,91             |
| Tapón          | 120      | 283            | 33.959         | 2,27             |
| TOTAL          |          | 1.757          | 122.371        | 8,18             |

FUENTE: Agroalmar. Octubre, 1999.

|                              |         |       |
|------------------------------|---------|-------|
| COSTO TOTAL RIEGO POR SURCOS | 540.342 | 36,12 |
|------------------------------|---------|-------|

#### • Consideraciones

Todos los valores que se presentan incluyen I.V.A, cuando corresponda agregarlo. El valor de la U.F. utilizado en los presupuestos es de \$14.959,62 y corresponde a la U.F. del día 13 de Octubre de 1999.

El costo del diseño del sistema de riego por surcos, no ha sido incluido dentro del costo total de éste, puesto que se presentara en conjunto con el costo del diseño del sistema de riego presurizado, en el avance n° 3, y que corresponde a los honorarios de los profesionales que participaron en esta labor.

En la construcción de surcos y acequias se incluyen los costos de maquinaria y mano de obra necesarias para su construcción. Además, se consideró que la velocidad de trabajo del tractor es de 2 km/hr (2.000 m/hr), por lo tanto se trabajan 14.400 metros lineales en 7,2 horas.

#### • LITERATURA CITADA

BOS, M., REPLAGE, J. y CLEMMENS, A. 1986. Aforadores de caudal para canales abiertos. Holanda, Wageningen. ILRI. 293 p.

FAJARDO, M. y FAJARDO, P. 1989. Manual de autoinstrucción para obras de riego y drenaje. Santiago, FAO. 341 p.

GONZÁLEZ, J., HERNANDEZ, J., PEREZ, A. y RODRIGO, J. 1992. Riego Localizado. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 405 p.

GUROVICH, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. San José, IICA. 433 p.

ISRAELSEN, O. y HANSEN, V. 1965. Principios y aplicaciones del riego. Madrid, Reverté. 383 p.

KRAATZ, D. y MAHAJAN, I. 1976. Pequeñas obras hidráulicas. Roma, FAO. 377 p.

MATAS, J. 1995. Nuevas tecnologías para aumentar la eficiencia del riego superficial. Tesis Ing. Agr. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 92 p.

SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE. 1993. Agenda del Salitre. Santiago, Editorial Universitaria. 1056 p.

ZIMMERMAN, J. 1970. El riego. México, Editorial Continental. 604 p.

\* SALGADO, E. Ing. Agr.. M.S.. Ph. D. 2000. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

\* SALGADO, E. Ing. Agr.. M.S.. Ph. D. 1999. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

\* SALGADO, E. Ing. Agr.. M.S.. Ph. D. 1999. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación personal.