

## NORIAS PARA RIEGO

# UN MÉTODO SIMPLE PARA MEDIR EL CAUDAL

Existe una forma fácil de saber con cuánta agua se cuenta, para planificar e invertir en riego. Especialmente en áreas de escasez, como es el secano, la técnica resulta un aporte para tener en cuenta. Se necesita: una bomba, una huincha de medir, una lienza con peso, un amperímetro, un reloj, una calculadora de las más sencillas y la paciencia para seguir paso a paso las instrucciones.

Como se ha mencionado en ediciones anteriores de **Tierra Adentro**, en el secano costero e interior hay un número importante de pequeñas fuentes de agua, como norias, vertientes y pequeños embalses. Los agricultores las usan especialmente para el riego de chacras de subsistencia. Sin embargo, muchas constituyen reservas interesantes que, por falta de información, son subutilizadas respecto a lo que se puede lograr usando riego tecnificado.

El aforo o determinación de caudal (unidad de volumen/unidad de tiempo) tanto en norias como en vertientes requiere de una metodología práctica y válida a nivel de terreno. En el presente artículo se entrega información basada en bibliografía y en experiencias llevadas a cabo por el equipo de profesionales de la Oficina de INIA Santa Cruz.

### Aforo en norias

La determinación de caudal (Q) de una fuente de agua es un dato fundamental para los cálculos del diseño hidráulico y

Oscar Reckmann A.  
Ingeniero Agrónomo M. Sc.  
oreckman@platina.inia.cl  
INIA La Platina

Jorge Vergara C.  
Ingeniero Agrónomo  
INIA Oficina Santa Cruz



Motobomba con tubería corrugada para la succión del agua y una manga para conducir lejos del pozo el agua extraída.



Sonda, compuesta por cable eléctrico doble y un amperímetro.

para hacer un riego eficiente. La unidad de volumen más utilizada es el litro (lt) y la de tiempo, el segundo (s). En consecuencia, la unidad de gasto o caudal (Q) se expresa en litros por segundo (lt/s). El caudal se determina mediante una

prueba de bombeo para pozos y norias, y a través de aforo directo en vertientes.

Las pruebas de bombeo en pozos profundos normalmente empleadas —y aceptadas por la Comisión Nacional de Riego— incluyen en su metodología procesos complejos y requieren de personal especializado. Además debe ser fiscalizada por la Dirección General de Aguas.

En el caso de pozos noria en los cuales, por su baja capacidad, resulta inviable la realización de la prueba de bombeo indicada, la Comisión Nacional de Riego establece un método más simple para la determinación del caudal disponible (Bases Concurso N° 142 de Subsidio al Riego). En los pozos noria con un caudal igual o menor a tres lt/s, se puede reemplazar la prueba de bombeo aceptada para pozos, por una prueba de recuperación, hasta enterar el 75 por ciento del volumen o altura total de agua que se tenía antes de agotar la noria, empleando el dato de volumen y tiempo de recuperación para calcular el caudal máximo que esto representa. Así mismo, para esos caudales no se exige la inspección fiscal de la prueba de bombeo, bastando el informe del profesional responsable.

### Materiales necesarios

Para desarrollar este método se requiere una motobomba, tuberías y elementos de medición. Debido a que no en todos los sectores de secano se dispone de energía eléctrica, se recomienda ocupar una motobomba centrífuga o de combustión interna, a bencina o petróleo.

Se recomienda que las tuberías conectadas a la motobomba para la succión del agua sean de polietileno corrugado, que son más flexibles, ya que durante la prueba de agotamiento el nivel del espejo de agua baja, lo que implica ubicar la motobomba al interior de la noria, especial-



## EJEMPLO DE CÁLCULO

Este es un ejemplo real, basado en una noria con las siguientes características:

Sección de la noria	=	circular
Diámetro de la sección (d)	=	2,5 m
Profundidad al espejo de agua (Pea)	=	1,7 m
Profundidad total (Pt)	=	6,9 m
Tiempo de recuperación 75% del nivel inicial	=	7 hrs, 25 minutos

● Entonces:

$$A = \pi d^2 / 4$$

$$A = 3,1416 * (2,5)^2 / 4$$

$$A = 4,91 \text{ m}^2$$

$$H = (Pt - Pea) * 0,75$$

$$H = (6,9 - 1,7) * 0,75$$

$$H = 3,9 \text{ m}$$

● Por lo tanto, el volumen de agua al 75% es:

$$V = A * H * 1,000$$

$$V = 4,91 * 3,9 * 1,000$$

$$V = 19,144 \text{ lt}$$

● El tiempo obtenido se expresa en segundos

$$(1 \text{ hora} = 60 \text{ minutos y } 3.600 \text{ s):}$$

$$t = 7 * 3.600 + 25 * 60$$

$$t = 26.700 \text{ s}$$

● Finalmente, el caudal medio obtenido es:

$$Q = V/t$$

$$Q = 19,144 \text{ lt} / 26.700 \text{ s}$$

$$Q = 0,72 \text{ lt/s}$$

Este caudal de 0,72 es suficiente para regar al menos 7.500 m<sup>2</sup> con riego tecnificado. Con caudales de 0,8 a 1 lt/s es posible regar una hectárea

mente en aquellas de más de 6 metros de profundidad. Para conducir el agua extraída se recomienda el uso de tuberías de polietileno o mangas, de modo de eliminarla lo más lejos posible para no inundar el sector de la prueba de bombeo.

En la medición de las dimensiones del diámetro de la noria es necesario contar con una cinta métrica de más de cinco metros. Para determinar la profundidad, niveles estáticos (niveles normales de agua que alcanza la noria, sin intervención del bombeo) y dinámicos (niveles intermedios de agua en el proceso de bombeo y de recuperación) se recomienda el uso de una sonda.

La sonda es fácil de hacer. Consta de dos cables eléctricos, uno positivo y uno negativo. En un extremo se conecta un amperímetro manual que funciona con pilas y en el otro se une una plomada para mantener la verticalidad de la sonda en el momento de introducirla a la noria. En el extremo de la

plomada los cables están separados y al entrar en contacto con el agua se forma un puente, generándose la corriente que se registra en el amperímetro. El cable debe tener marcas indicativas de longitud, idealmente cada medio metro, por lo tanto cuando el movimiento de la aguja del amperímetro indica que la sonda alcanzó el nivel del espejo de agua, inmediatamente se sabe a qué profundidad está, viendo las marcas del cable.

## Procedimiento

Para determinar el caudal medio de la noria, se debe calcular previamente su volumen total. Para hacerlo, se define primero el “área de la sección transversal de la noria”, que dependerá de si ésta es circular o rectangular (o cuadrada).

**Área de noria de sección circular:**

$$A = \pi d^2 / 4$$

donde:

$$A = \text{área (m}^2\text{)}$$

$$d = \text{diámetro de la noria (m)}$$

$$\pi = 3,1416$$

**Área de noria de sección rectangular o cuadrada**

$$A = a * b$$

donde:

$$a \text{ y } b = \text{longitud de los lados de la noria (m)}$$

Luego de definida el área, se determina la altura del nivel máximo de agua. Para ello, basta con obtener la profundidad total de la noria (Pt) —es decir, la distancia entre el fondo de ésta y el nivel del suelo— y la distancia entre el nivel del suelo y el espejo de agua (Pea). Un esquema puede observarse en la figura 1. La diferencia entre ambas medidas determina la altura del nivel de agua inicial. Este valor se multiplica por 0,75 para calcular la altura de agua (en metros) a un 75 por ciento del nivel inicial (H).

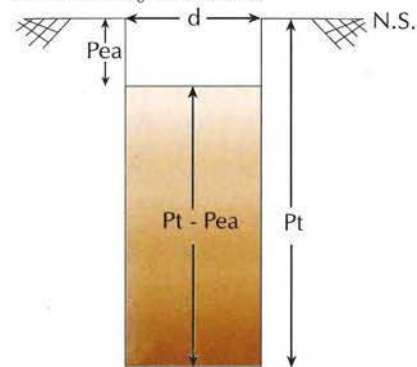
Entonces:

$$H = (Pt - Pea) * 0,75$$

Luego, el volumen (V), en litros, es:

$$V = A * H * 1.000$$

Figura 1. Esquema de medición para el cálculo de la altura inicial de agua de una noria.



Un invernadero como este puede perfectamente ser regado con un pozo con las características del que sirve de ejemplo de cálculo.

Así, en norias de sección circular, corresponde a:

$$V = (\pi d^2 / 4) * H * 1.000$$

y en norias de sección rectangular o cuadrada, a:

$$V = (a * b) * H * 1.000$$

Finalmente, con el dato de la altura que debe alcanzar el espejo de agua para recuperar el 75 por ciento de la capacidad de la noria, se procede como sigue: Se saca con la motobomba toda el agua del pozo y, poniendo la sonda a la altura del 75% del nivel inicial, se mide el tiempo que demora el agua en alcanzar los cables conectados al amperímetro. Conocido el volumen y el tiempo de recuperación a 75 por ciento de la capacidad total de la noria, se determina su caudal máximo, con la siguiente fórmula:

$$Q = V / t$$

Donde t es el tiempo (en segundos) transcurrido hasta recuperarse el 75 % de la capacidad de la noria. ▲