

Cálculo de pérdidas de carga en tuberías emisoras

Eficiencia en el riego localizado

A lo largo de los últimos años, se ha producido un gran aumento de la superficie dedicada al riego localizado, debido en gran medida a la creciente concienciación a favor del ahorro de agua a través de la aplicación de riegos cada vez más eficientes, junto con un diseño de las instalaciones más exacto y minucioso.

Sin embargo, el proyectista que se enfrenta a la labor de diseñar un riego localizado, aún tiene cierta falta de información, que puede comprometer la eficiencia final de la instalación.

Josué Ramírez López • Ingeniero Agrónomo. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos



Tubería emisora

El motivo de esta escasez de datos es la ausencia de una metodología definida para el cálculo de ciertos elementos de la instalación, necesarios para un correcto diseño, como son las pérdidas de carga localizadas.

Hoy en día, es habitual que para diseñar un riego por goteo se estimen las pérdidas de carga debidas a los goteros mayorando las pérdidas que tendría la tubería sola, ya sea de una forma u otra (coeficiente mayorante, longitud equivalente, etc.)

Al hacer esto, el proyectista sin saberlo puede estar cometiendo errores mayores al 50% con respecto al comportamiento real de la tubería emisora.

Para dar una solución a este problema, el Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER) propone elaborar un método de ensayo repetible, sencillo y fiable, consensuado y aceptado por fabricantes, técnicos y usuarios, y con una normativa específica que lo avale.

El objeto de este método es que el fabricante pueda dar un dato, que el proyectista pueda utilizar para calcular las pérdidas de carga en cualquier situación y con alta fiabilidad.

Introducción y objetivos

El objetivo último de este trabajo es establecer un método de ensayo sencillo y fiable para la obtención de un valor representativo de las pérdidas de carga de un determinado modelo de tubería emisora.

Es habitual que estas pérdidas se tengan en cuenta mayorando entre un 10 y un 40% las pérdidas que presentaría la tubería emisora sola.

Sin embargo, la realidad es que existen enormes diferencias entre unos tipos de gotero y otro, incluso entre goteros en los que cabría esperar un comportamiento parecido, por su morfología similar.

Esto puede suponer que la presión que llega a los emisores sea insuficiente, y consecuentemente las plantas reciban menos agua de la que realmente necesitan, por lo que el rendimiento de la parcela desciende.

Se han ensayado tuberías emisoras obturadas (tuberías en las que los goteros han sido sellados) por las ventajas de manejo que esto proporciona, adicionalmente a los ensayos con tuberías en funcionamiento normal.

Dichas tuberías obturadas permiten ensayar en un laboratorio, o un área sin un dispositivo adecuado para la eliminación del agua evacuada por los goteros, haciendo los ensayos más sencillos.

Materiales y métodos

Se han ensayado un total de siete modelos de tuberías emisoras de diferentes fabricantes que venden en el mercado español. De las siete, cinco son auto-compensantes, y dos no. Sus características se detallan en la **Tabla 1**.

Cada uno de estos modelos ha sido probado con dos metodologías distintas en las instalaciones del Laboratorio Central para ensayo de Materiales y Equipos de Riego del CENTER:

- **Método ASAE:** Este método de la Sociedad Americana de Ingenieros Agrónomos proporciona un valor de pérdidas de carga por cada 100 metros de tubería emisora.

Este se obtiene ensayando a un solo valor de caudal, por lo que el método se suele utilizar solamente para comparar entre varias tuberías emisoras. Sin embargo, en este trabajo se ha obtenido un valor análogo a los obtenidos en los otros métodos, que se ha utilizado para valorar la fiabilidad de esta metodología.

Dicho protocolo se ensaya sobre dos muestras de tubería emisora obturada de cada modelo, y considera la caída de presión aguas arriba del ramal, al ensayar una y otra muestra, proporcional a la diferencia de longitud entre ambas muestras.

Se formula de la siguiente manera, a partir de las presiones medidas:

$$\frac{H_f}{100m} = \frac{P_{90} - P_6}{90 - 6}$$

Pérdidas de carga por cada 100m de tubería

Se ha elegido este método por su sencillez, para comprobar si presenta una fiabilidad suficiente.

- **Método PPS:** Se basa en un borrador de norma presentada en el Comité Europeo de Normalización de riegos (CEN/TC334), y trata las pérdidas de carga debidas a los emisores como pérdidas de carga en puntos singulares.

Considera las pérdidas de carga totales a lo largo de la tubería como la adición de dos sumandos: las debidas a la fricción con la propia tubería, más las que se originan por la inserción de goteros.

$$hf = h_{ft} + hf_{ps}(K)$$

Pérdidas de carga totales

Las primeras se calculan en base a fórmulas cuya eficacia está más que probada, en el presente trabajo se ha optado por la formulación de Blasius.

Para las segundas se utiliza la fórmula general para pérdidas de carga en puntos singulares:

$$h_{f_{ps}} = k \cdot \frac{U^2}{2g}$$

Pérdidas de carga en puntos singulares

Tabla 1

Muestras ensayadas

Modelo	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro Interior (mm)	Caudal (l/h)	Separación entre goteros (cm)	Tipo	P de trabajo (mca)
1	17,5	15,5	3,9	30	Autocompen.	Entre 10 y 40
2	16	13,8	4	30	Turbulento	Entre 8 y 15
3	20	17,5	4	30	Autocompen.	Entre 5 y 35
4	16	14	4	30	Autocompen.	Entre 10 y 30
5	20	17,5	4	30	Autocompen.	Entre 8 y 43
6	16	13,7	3,5	30	Autocompen.	Entre 8 y 43
7	20 x 1,15	17,6	4	30	Turbulento	Entre 8 y 20

El método se ha empleado tanto sobre muestras obturadas como no obturadas para cada modelo de tubería, con el fin de valorar si lo que se gana en funcionalidad al trabajar con tuberías obturadas, se pierde en cuando a fiabilidad de resultados.

Por lo tanto, el valor que se ha escogido para caracterizar las pérdidas de cada modelo es el coeficiente K, que se ha comparado para los tres tipos de ensayos realizados (ASAE, PPS con emisores obturados y PPS con emisores no obturados).

Resultados y discusión

Variabilidad de los goteros

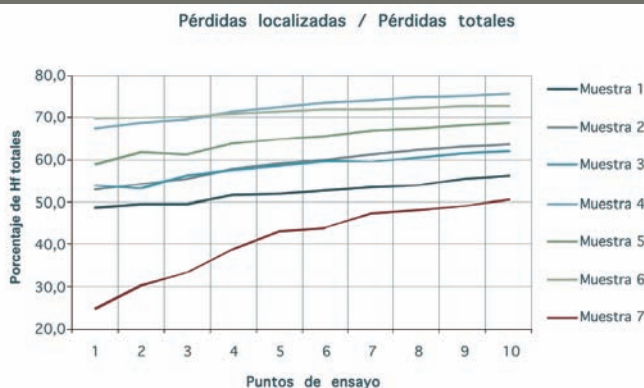
En el diseño de un riego localizado, las pérdidas de carga debidas a los emisores se suelen considerar como un 10-40% adicional respecto a las calculadas para la propia tubería sola.

El primer resultado es indicativo del error tan elevado que se puede estar cometiendo al hacer esto. (**Gráfico 1**).

En el eje de abscisas se encuentra el porcentaje de las pérdidas de carga totales que se debe a la inserción de emisores. Se puede ver que dependiendo del modelo y del punto de ensayo, es un valor que varía entre el 25 al 75%.

Gráfico 1

Porcentaje de las pérdidas totales que se debe a la inserción de emisores





Es habitual que las pérdidas se tengan en cuenta mayorando entre un 10 y un 40% la pérdida de carga que presentaría la tubería emisora sola

Lo que esto quiere decir es que ese 10-40% que se suele añadir, puede ser correcto para algunos modelos y usos. Sin embargo en otras ocasiones (la mayoría, en realidad) las pérdidas que provocan los goteos son mucho mayores, y por lo tanto, existe una parte de la instalación a la que no llega la presión de diseño. Esto conlleva que la dosis de riego es menor a la esperada.

Esta enorme variabilidad existente aconseja abandonar las estimaciones, y fomentar la práctica de ensayos individualizados sobre cada modelo de tubería emisora.

¿Qué método da mejores resultados?

Lógicamente se plantea la siguiente cuestión: ¿qué método utilizar para hacer estos ensayos? Para ello se han comparado las tres opciones metodológicas que había, recalculando a partir de cada valor de K -obtenido para cada tubería con cada método- la curva Hf/Q.

A continuación se muestra uno de los gráficos obtenidos, en concreto el correspondiente al modelo N° 3, cuyos resultados son representativos del resto. (Gráfico 2).

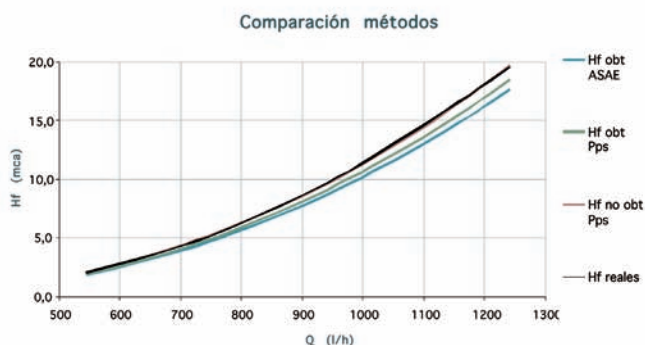
Se ve que el método que ofrece resultados más parecidos a la realidad es el PPS con emisores no obturados (en su funcionamiento real), algo menos exacto es el protocolo PPS con emisores obturados, y el menos exacto de los tres ensayados es el ASAE. Sin embargo cabe decir que, salvo el ASAE -que en dos modelos presentaba resultados deficientes- en general los tres métodos dan resultados bastante fiables.

Goteos ¿auto-compensantes?

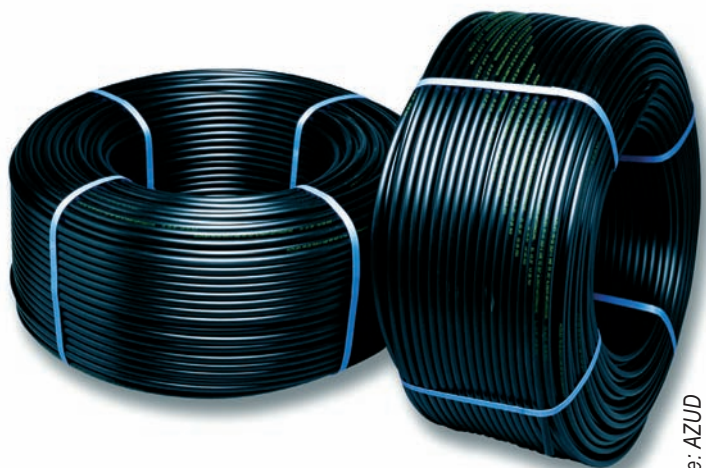
La auto-compensación es una característica de los goteos muy apreciada por el agricultor, porque garantiza la estabilidad del caudal emitido a lo largo de todo el ramal, aunque la presión vaya disminuyendo con la longitud de la tubería; incluso proporciona una cierta protección ante fluctuaciones inesperadas en la presión de riego.

Sin embargo, de los cinco modelos auto-compensantes, cuatro de ellos no fueron capaces de mantener el caudal estable en un +/- 7% dentro del intervalo de presiones de auto-compensación tal y como determina la norma ISO 9261 de tuberías emisoras. O lo que es lo mismo, que en menor grado que los goteos normales, reaccionaban al aumento de presión, con un moderado aumento de caudal.

Gráfico 2
Comparación entre métodos



Esto es un problema del que es difícil darse cuenta, y solucionar una vez están instalados los goteros, y que sin embargo es fácilmente detectable con un ensayo previo como los que se propone.



Fuente: AZUD

Conclusiones

El riego por goteo es actualmente una de las opciones más costosas a las que se pueden optar a la hora de poner en regadío una parcela, sin embargo a la par es una de las que ofrece una mayor eficiencia en el uso del agua.

Por ello, es de rigor que el usuario exija una exactitud en el cálculo que no debe dejar lugar a las estimaciones.

La enorme heterogeneidad de modelos emisores que existen en el mercado hace necesario un estudio individualizado para cada tipo de tubería emisora.

En cuanto a la metodología de este estudio, el método más sencillo y, a la vez, menos fiable que se ha probado ha sido el ASAE, y el más laborioso y también más fiable, el PPS sobre tuberías no obturadas.

Sin embargo, la recomendación que da el CENTER es el uso del método PPS con emisores obturados, ya que la pérdida de exactitud no es significativa, y la funcionalidad que supone para el técnico de ensayos el que los goteros estén obturados la compensa sobradamente.

Para finalizar, comentar que desde el Área de Normalización del CENTER se está trabajando activamente en organismos de Normalización Nacionales e Internacionales, y en colaboración con fabricantes del sector, para incorporar a la normativa un método repetible, sencillo y eficaz que permita ofrecer un valor de referencia en el cálculo de las pérdidas de carga.

Se espera que en un futuro cercano las tuberías emisoras que salgan al mercado lo hagan con este dato específico de cada modelo, mediante el que se calculen, no estimen, las pérdidas de carga localizadas que generan.

Bibliografía


La bibliografía de este artículo queda a disposición del lector en: jramire1@tragsa.es

feria agraria de
santmiquel
53 SALÓN NACIONAL DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA



eufrófruit
22 SALÓN INTERNACIONAL DE LA FRUTA

**Lleida,
del 26 al 30
de septiembre
de 2007**

Fira de Lleida 

AGROSEGURO

LABRANDO FUTURO