

# ***Estudio de la rugosidad real de conducciones en servicio para el transporte de agua (Agua y ciudad)***

*Isabel León Martín (isabel.leon@cedex.es)*

*Luis Balairón Pérez (luis.balairon@cedex.es)*

*Francisco Ramón Andrés Martín (francisco.r.andres@cedex.es)*

*María Isabel Berga Cano (m.isabel.berga@cedex.es)*

*Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX)*

## **Introducción**

La normalización de los valores de la rugosidad de las tuberías para el transporte de agua a presión se ha fijado tradicionalmente sin un apoyo experimental suficiente.

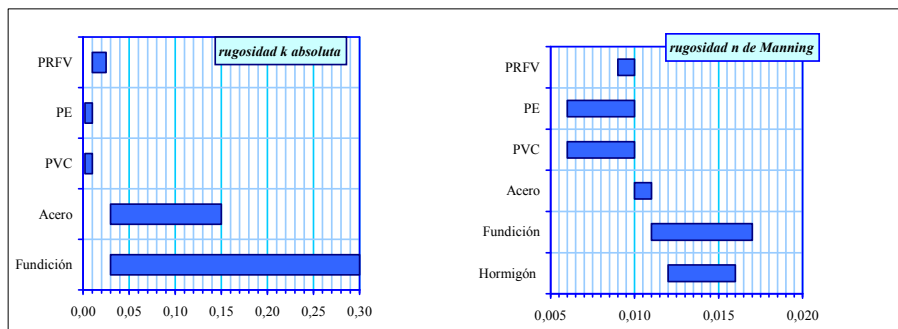


Figura 1. Valores recomendados de rugosidad para distintos materiales.  
Fuente: Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX.

El CEDEX ha acumulado una importante experiencia en materia de normalización de conducciones en los últimos años, la cual sirve de base para emprender un proyecto de investigación que, a partir de la realización de ensayos en determinados tramos de redes existentes evaluando pérdidas de carga, permita verificar la bondad de los valores tradicionalmente empleados hasta la fecha para la rugosidad de las conducciones, los cuales pueden observarse en la Figura 1.

## **Metodología**

Como paso previo a la experimentación, se realiza un detallado estudio del estado actual de la técnica en lo que se refiere a los valores usualmente recomendados para la rugosidad de las conducciones en la principal normativa técnica y bibliografía. De la misma manera, se aborda el estudio de las distintas ecuaciones de la hidráulica que determinan el flujo en conducciones y más concretamente, las pérdidas de carga. También se evalúan las condiciones en las que dichas ecuaciones pueden ser utilizadas así como los parámetros que tienen en cuenta y los posibles puntos débiles de las teorías que respaldan esas fórmulas, donde es necesaria una investigación más exhaustiva.

La experimentación se ha llevado a cabo en dos niveles diferentes: redes prototipo y laboratorio. Se pretende proponer valores de la rugosidad para redes reales en función de las principales variables de las que depende y complementariamente, y para contrastar hipótesis e ideas que se desprendan de estos resultados, se realizan ensayos bajo condiciones controladas en el Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Para llevar a cabo las investigaciones, se necesitan conocer valores de presión, caudal y cota de distintos puntos de redes de agua a presión en unas condiciones determinadas.

Es necesario, que dichos valores procedan de tramos representativos, esto es, homogéneos en cuanto a materiales y diámetros, con ausencia, en la medida de lo posible, de discontinuidades (presencia de piezas especiales y valvulería), de longitud suficiente para que el flujo sea estable (varios cientos de metros), sin derivaciones y, a ser posible, no pertenecientes a redes malladas.

Si estos tramos se encuentran instrumentados, para realizar el estudio basta con los datos que se pueden facilitar de los mismos. De no ser así, e identificando tramos que cumplan además el requisito de ser fácilmente accesibles, es necesario instrumentarlos mediante caudalímetros y sensores de presión. En cada experiencia se manejan cientos de medidas que son tratadas mediante análisis estadístico.

Para recopilar estos datos en redes prototipo, se ha solicitado la colaboración de diversos gestores de redes de abastecimiento y riego, así como diferentes instituciones.

Es de destacar la participación de la Empresa Municipal de Aguas de La Coruña (EMALCSA), La Universidad de La Coruña, concretamente la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, a través de Jerónimo Puertas Agudo, y del Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil (CITEEC). Así mismo, Canal de Isabel II ha contribuido de manera importante a las investigaciones mediante un acuerdo de colaboración. Por otra parte, también se ha contado con Aguas de Barcelona (AGBAR) en este proyecto.

A partir de la información anterior, se procede al cálculo de las rugosidades reales y de laboratorio por aplicación de las fórmulas hidráulicas y a la comparación de los valores obtenidos con los valores teóricos tradicionalmente manejados.

## Resultados preliminares

Se incluyen en la comunicación los resultados preliminares sobre valores de rugosidad real de tuberías de fundición dúctil en un rango de diámetros nominales comprendidos entre 100 y 1000 mm.

Estas primeras ideas se basan en diferentes condiciones de velocidad encontradas en las redes: valores de diseño habituales, valores superiores a los mismos y valores inferiores. También se presentan tendencias observadas para régimen no permanente.

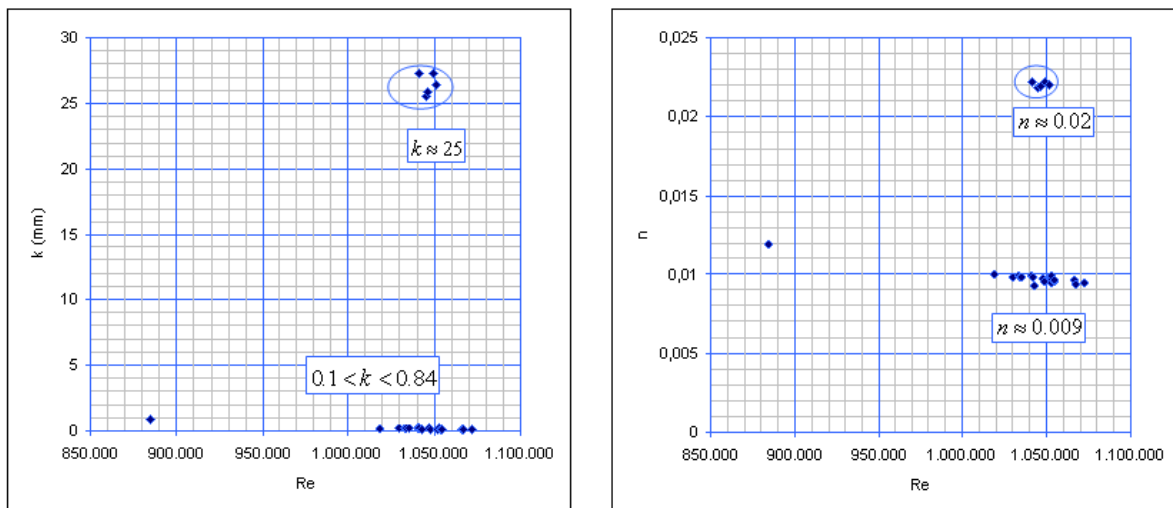


Figura 2. Resultados preliminares de valores de rugosidad real para un tramo de fundición dúctil DN 400.

Como fruto del desarrollo del presente estudio podrían proponerse unos valores reales de la rugosidad en conducciones en función de las principales variables de las que dependa (material, diámetro de la conducción, antigüedad, etc.).