

Programa para el Cálculo de Redes de Saneamiento “Caresa”

J. Pérez García, J. A. Sánchez Pérez, E. García Luna, A. Viedma Robles

*Dpto. Ingeniería Térmica y de Fluidos, Universidad Politécnica de Cartagena
C/ Dr. Fleming, s/n - 30202 Cartagena
Tel: +34 968 32 59 86 Fax: +34 968 32 59 99 E-mail pepe.perez@upct.es*

Resumen

En este trabajo se describe el programa informático “Caresa”, elaborado por el Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos de la Universidad Politécnica de Cartagena. Es un programa interactivo y de fácil manejo, concebido para completar la formación teórico-práctica en las asignaturas de Ingeniería Fluidomecánica, Mecánica de Fluidos Aplicada e Instalaciones de Fluidos, cursadas durante los estudios de Ingeniería.

El código ha sido generado en Visual Basic 5.0. El ámbito de aplicación es el análisis y diseño de conducciones utilizadas para el transporte de líquidos en régimen de lámina libre. El programa permite analizar y diseñar desde canales prismáticos, hasta complejas redes de saneamiento, abordando problemas como el dimensionado de los conductos teniendo en cuenta las cargas externas, el cálculo de estaciones de bombeo de aguas residuales o la simulación del régimen transitorio para determinar las curvas de remanso.

La principal utilidad del programa es la docencia, por lo que se ha implementado una amplia ayuda. Esta se estructura en tres niveles; uno para manejo del programa “guía de usuario”, otro de fundamentos teóricos, definiciones y opciones de cálculo implementadas en el código “tutorial” y un tercero de ayuda “on-line” que suministra información completa sobre la pantalla activa. Por último, los procedimientos de cálculo han sido ampliamente validados con ejemplos de referencia.

Palabras clave: Redes saneamiento- alcantarillado - lamina libre- flujo canales

Abstract

In this work the application software “Caresa” is described. This software was developed by the Department of Thermal and Fluids Engineering of the Polytechnic University of Cartagena. It is an interactive and easy utilization software. It was created to enhance the theoretical-practical capability in Fluid-mechanic Engineering, Applied Fluid Mechanic and Fluids Transport Installation. These subjects are coursed during the engineering studies.

The application software was implemented in Visual Basic 5.0. It can be utilized to analyze and design open channels with different cross-sectional areas. Also complex network can be studied. Problems such, sizing channel taking into account external loads, pumping station design or transient regimes simulation can be boarded.

The educational application is the most interesting facet of this software. For this reason, a wide and interactive help has been accompanied. The application software counts with three help levels, an user interface manual, a tutorial guide with theoretical foundations and calculation model available and an on-line help, which permits to obtain information about active window. Finally, the calculate procedures have been validated with numerous examples of reference.

Keywords: residual water network - sewer system – open channel flow- free-surface flow

1. Introducción

El cálculo de las conducciones para transporte de fluidos en régimen de lámina libre es una aplicación de interés en ingeniería. El programa se presenta como una herramienta

útil tanto para la formación práctica del alumno como para los profesionales dedicados al diseño y cálculo de instalaciones de transporte de líquidos en régimen de lámina libre, ya que permite analizar la influencia de diferentes hipótesis de forma muy rápida.

Desde el punto de vista docente el programa reúne las siguientes características: adecuación a los contenidos, didáctico y robusto, entorno gráfico e interactivo, motivador del aprendizaje, requerimientos de hardware básicos y disponibilidad de ayuda de programa y de conceptos. La utilización de este tipo de herramientas es adecuado en el entorno de los nuevos planes de estudios donde la optatividad y la alta experimentalidad requieren una modificación de la metodología docente.

Por otra parte "Caresa" se diferencia claramente de los programas comerciales, en el sentido de que la mayoría de estos son programas de análisis y no de diseño, y no incorporan otros cálculos adicionales que se exponen en los siguientes apartados.

2. Características y prestaciones del programa "Caresa"

El programa consta de cuatro partes fundamentales; datos de entrada, opciones de cálculo, ayuda interactiva y salida de resultados

2.1 Datos de entrada

Los datos de entrada corresponden a:

a) Datos de las líneas de la red (tramos del colector general, número de colectores, ramales, área vertiente y tipo de superficie, longitudes y cotas, geometría del conducto y material)

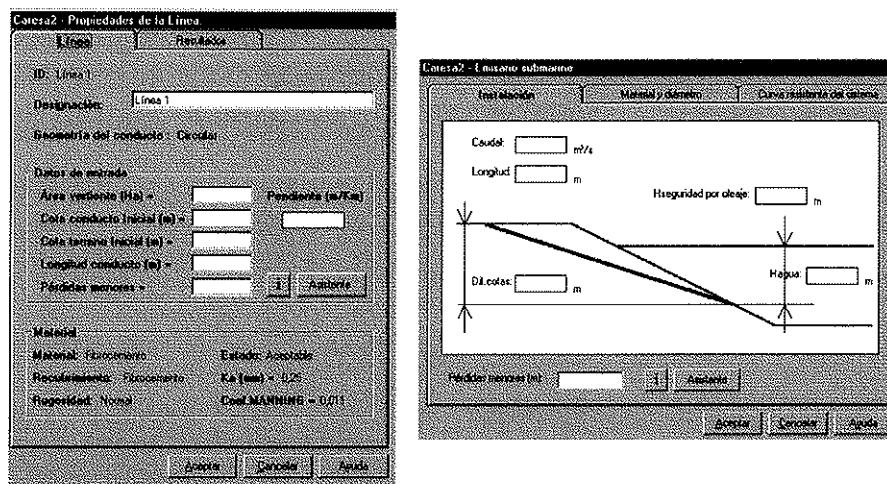


Figura 1. Pantallas de introducción de datos de entrada

b) Datos para estimar el caudal de aguas residuales y pluviales a evacuar (tipo de industrias, densidad de población,...etc). Se dispone de bases de datos para estimar los datos necesarios en función de las características propias de cada sistema

c) Condiciones de instalación en zanja

d) Datos de la estación de bombeo de aguas residuales (dimensiones del embalse, datos de la impulsión, número de bombas, curva de modulación de aportes, ...etc)

2.2 Opciones de cálculo

Las opciones de cálculo son las siguientes:

- Selección del sistema de evacuación. Puede ser unitario o separativo
- Método de cálculo del caudal de aguas pluviales. Método racional o superficial
- Selección de la ecuación para dimensionado de conductos. Se puede seleccionar entre las ecuaciones de Prandtl-Colebrook, Manning, Tadini o Kutter-Ganguillet
- Selección del tipo de impulsión. Emisario submarino o estación depuradora
- Selección del criterio de diseño del conducto de impulsión. Los criterios pueden ser: velocidad máxima límite, pérdida de carga máxima o criterio económico

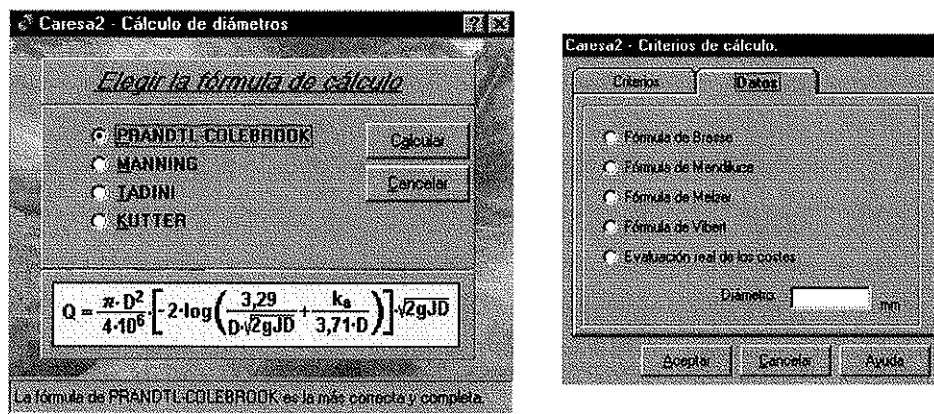


Figura 2. Pantallas de selección de opciones de cálculo

2.3 Ayuda interactiva

El programa cuenta con tres niveles de ayuda. El primero es una guía de usuario, en el segundo se resumen los fundamentos teóricos y de cálculo de canales, así como definiciones y estimaciones iniciales a realizar y en el tercero de ayuda “on-line” se suministra información de la pantalla activa.

2.4 Salida de resultados

Todos los datos y resultados del cálculo pueden ser guardados y revisados o modificados posteriormente. El programa genera un informe resumen en el que aparecen los datos de entrada, las opciones de cálculo seleccionadas y los resultados obtenidos, así como un esquema de la red definida mediante los datos de entrada. En la figura 3, se muestra una pantalla con los contenidos de la ayuda y el esquema de una red analizada, generada por el programa a partir de los datos de entrada.

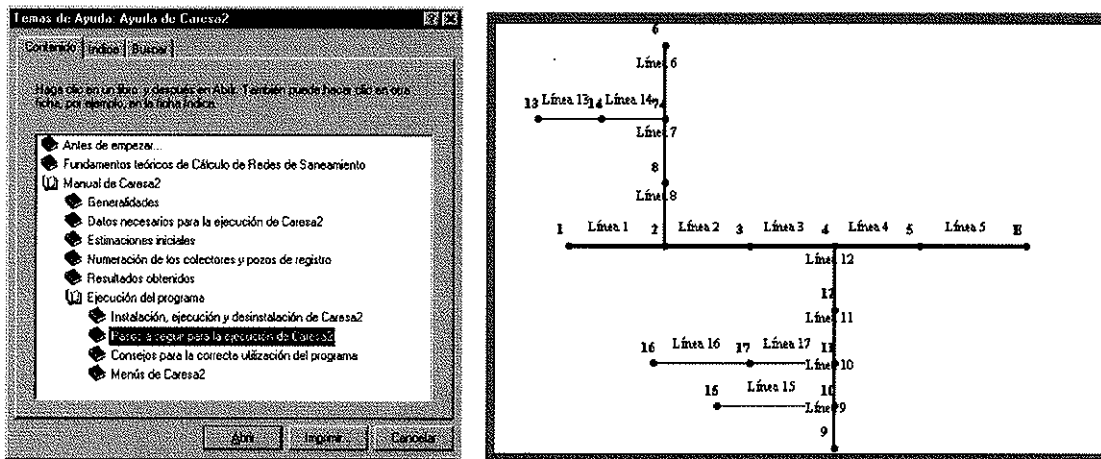


Figura 3. Pantallas de contenidos de la ayuda y esquema de la red

Los resultados se ordenan en tablas como la mostrada en la figura 4, en la que se indican para cada línea, caudal de aguas negras o residuales, caudal de aguas pluviales, caudales aportados a la línea y caudal total a transportar, diámetro del conducto en caso de conductos circulares u ovoides o anchura en caso de conductos trapezoidales, caudal y velocidad en el conducto a sección llena y el coeficiente de fricción y la pérdida de carga del conducto. Además es posible comprobar las velocidades reales en los conductos y corregir la pendiente de los mismos a fin de mantener las velocidades dentro de un intervalo de diseño.

Línea	Cota inicial conducto (m)	Longitud (m)	Pendiente (m/100m)	Área vertebra (D ²)	Caudal de aguas negras (l/s)	Caudal pluviales (l/s)	Caudal aporte (l/s)	Caudal total (l/s)	Diámetro (mm)	Caudal sección llena (l/s)	Velocidad sección llena (m/s)	Coef. pérdidas H	Pérdida de carga H (m)
1	50	100	50.063	5	7.858	8378.00	0.00	8385.86	1200	10379.60	9.18	0.014	9.295
2	45	100	50.063	5	7.858	8378.00	50388.86	58694.72	2400	62969.40	13.92	0.012	14.874
3	40	100	50.063	5	7.858	8378.00	83833.06	92219.92	2800	93961.60	15.26	0.012	16.886

Figura 4. Resultados del cálculo de la red de saneamiento

El programa también permite la representación de perfiles longitudinales de colectores y el cálculo de volúmenes de excavación, tal como se observa en la figura 5.

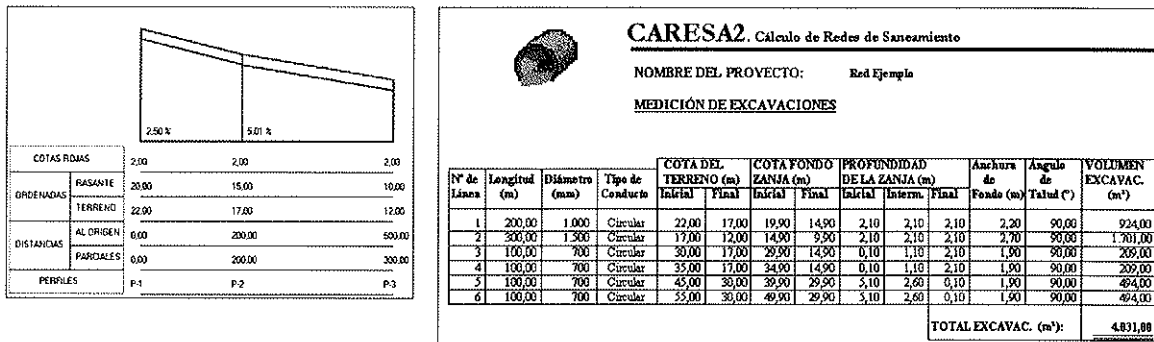


Figura 5. Perfiles longitudinales e informe de mediciones de volumen de excavación

En el caso de conductos circulares es posible realizar el cálculo de los esfuerzos mecánicos a los que se encuentran sometidos y del coeficiente de seguridad obtenido por medio de la Norma UNE 88.211-89.

Por último, se pueden realizar cálculos individuales de conductos tanto en régimen uniforme como en régimen gradualmente variado, obteniéndose las curvas de llenado y de remanso respectivamente, según puede observarse en la figura 6.

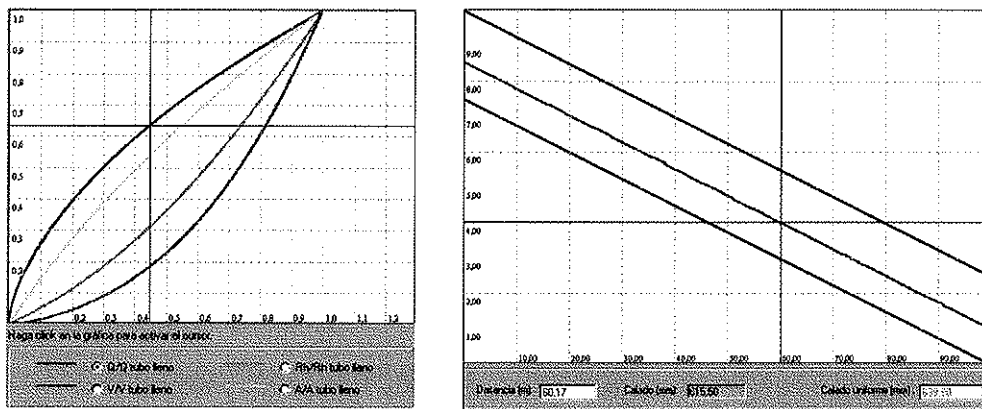


Figura 6. Curvas de llenado y remanso

En cuanto a la estación de bombeo, se puede diseñar el sistema de impulsión y simular el funcionamiento a fin de mantener el nivel del agua del embalse entre unos niveles determinados en función de las aportaciones, previamente definidas. El programa también dispone de herramientas que facilitan el cálculo de pérdidas localizadas o el cálculo de la curva característica resultante del acoplamiento de varias bombas en serie o paralelo. En la figura 7, se muestra la pantalla de simulación del funcionamiento de la estación de bombeo.

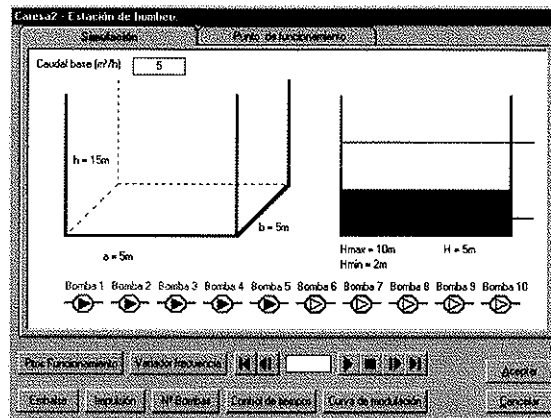


Figura 7. Pantalla para el diseño y análisis de la estación de bombeo

3. Conclusiones

Se ha desarrollado un programa interactivo para el análisis y diseño de redes de saneamiento. Este presenta una interfaz gráfica que permite definir totalmente la red y realizar modificaciones de forma sencilla, tanto en los datos de partida como en las hipótesis y ecuaciones de cálculo. El programa permite además realizar otros cálculos de interés tales como el análisis de la red utilizando diferentes secciones transversales para los conductos, el cálculo de cargas externas, el volumen de excavación de zanjas, la simulación de la estación de bombeo de aguas residuales y la obtención de las curvas de remanso en conducciones abiertas.

El programa tiene las características adecuadas para su utilización en la docencia aplicada de las asignaturas del área, así como para su uso por profesionales, incorpora una ayuda completa y genera un informe final con un esquema de la red y los resultados más relevantes del cálculo de los conductos.

4. Referencias

1. Hernández Muñoz A.: *Saneamiento y Alcantarillado*, Colegio I.C.C.P, Madrid (1990)
2. Tchobanoglous G.: *Ingeniería Sanitaria. Redes de Alcantarillado y bombeo de aguas residuales*, Davis Metcalf&Eddy Inc. New York, (1985)
3. Arizmendi L.S.: *Instalaciones urbanas. Tomo II*. Ed. Bellisco, Madrid, (1987)
4. Uralita, S.A. *Manual General de Uralita*. Tomo II. Ed. Paraninfo, Madrid, (1.987)
5. Unidad Docente MF, UPV. *Cursos de Ingeniería Hidráulica y de Instalaciones de fluidos en edificios*. Valencia (1989, 1998)