



Artículo: COMEII-15070

I CONGRESO NACIONAL COMEII 2015

Reunión Anual de Riego y Drenaje

Jiutepec, Morelos, México, 23 y 24 de noviembre

GENERACIÓN DE UNA APLICACIÓN DE COMPUTADORA PARA LA REALIZACIÓN DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS BÁSICOS

Jorge Juvenal Campos Ferreira ¹, Francisco García Herrera².

¹Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230, México.

²Profesor-Investigador del Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México- Texcoco, km 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230, México.

Resumen

Vivimos en la era de la información. En la era en la cual las computadoras forman parte de la gran mayoría de las actividades económicas del mundo y es vital en casi cualquier industria. En el caso de la hidráulica, requerimos de las computadoras para actividades como el diseño de estructuras, la solución de problemas de ingeniería o la investigación académica, sin embargo, en cuestión de aplicaciones relativas a la solución de problemas de hidráulica no contamos con una oferta atractiva de programas de calidad, ya sea en inglés o en español. El presente trabajo propone el desarrollo de una aplicación de escritorio que realice cálculos de hidráulica referentes a orificios, vertedores, tuberías, y canales, tales como cálculos de gastos en orificios con diferentes condiciones de forma, carga y posición, vaciado de recipientes a través de estos y cálculo de gastos en compuertas, cálculo de dimensiones de vertedor, diseño de cimacios, cálculo de pérdidas por fricción y localizadas en tuberías, obtención de diámetros y gastos a través de tuberías, diseño y análisis de canales, entre otras funciones. El programa fue realizado en lenguaje Java, el cual tiene como ventajas tanto su compatibilidad con diversos sistemas operativos (Windows, Linux y Mac OS) así como la gran cantidad de recursos en línea que facilitan su aprendizaje (Hiscott, 2014). El objetivo del programa es el aportar un software de hidráulica básica a estudiantes, profesores y profesionistas que puedan disponer de él para aprender, ya sea como apoyo al aprendizaje de hidráulica como para aprender programación, así como aportar al universo de programas de hidráulica en español una alternativa más para llevar a cabo dichos cálculos.



Palabras clave: Hidráulica, Java, Programación, Diseño, Orificios, Vertedores, Canales, Tuberías.

Introducción

El objetivo del presente trabajo es el de proporcionar la descripción de un programa de computadora destinado a la realización de cálculos de hidráulica básica, referentes a los temas de orificios, vertedores, tuberías y canales.

Para la realización de dichos cálculos se hizo uso de fórmulas de diversas fuentes literarias especializadas en el tema, tales como el libro de *Hidráulica General*, de Arteaga Tovar (2009), *Hidráulica General* de Sotelo Ávila (2011), *Hidráulica de Canales Abiertos* de V. T. Chow (1994), entre otros. Se entendieron y procesaron dichos problemas con el fin de automatizarlos en un programa sencillo y bien diseñado, entendiendo esto como hacer que el programa trabaje de tal forma que cumpla con su objetivo de forma óptima.

Los problemas fueron traducidos al lenguaje de programación Java, el cual es uno de los lenguajes de programación cuya importancia más ha repuntado en los últimos años y que seguirá siendo importante durante algunos años más (Gallardo, 2014). Este lenguaje presenta la ventaja de que es moderno, ampliamente usado y cuenta con mucho material de referencia en la web, además de que los programas y archivos necesarios para programar en él se encuentran de forma gratuita (Hiscott, 2014). Dada la abundancia de material básicamente cualquiera que esté dispuesto a aprenderlo puede hacerlo, de forma gratuita y limitado solo por su propia disciplina personal.

Otra ventaja de programar en Java se encuentra en que este lenguaje de programación es muy parecido a C y sus variantes C++, dos lenguajes de programación ampliamente usados. También Java es el lenguaje de programación más utilizado en la programación de aplicaciones móviles para celulares tipo "Smartphone" que funcionen con el sistema operativo Android.

Una última de sus ventajas es que programas realizados en Java en una plataforma Windows es compatible (haciendo ciertos ajustes) para su uso y ejecución en una computadora Macintosh que opere con el SO Mac OS X (Gallardo, 2014).

A pesar de que ya se cuenta con software especializado en hidráulica, ya sea en forma de programas ejecutables, aplicaciones móviles o aplicaciones web, cabe mencionar que la utilidad de este programa radica también en el hecho de que es una producción propia del Departamento de Irrigación, lo cual tiene la ventaja de tener una base de usuarios que podrían darle alguna utilidad, además de proponer mejoras y también el poder ampliarlo acorde a nuevas necesidades o corregirlo si surgen o se descubren errores.



Situación actual de los programas de hidráulica.

La oferta de programas de hidráulica se puede clasificar en tres tipos: aplicaciones web, programas de escritorio y aplicaciones móviles, con sus respectivas ventajas y desventajas. Las aplicaciones web son programas a los cuales se puede acceder vía web, como una red internet, y se utilizan dentro de un navegador. Las aplicaciones de escritorio son aquellas que se instalan y ejecutan en una computadora, y las aplicaciones móviles son aquellas que se ejecutan en un Smartphone, teléfono inteligente o Tableta.

En aplicaciones web, la más destacable es la SDSU Online Calc, calculadora web que nos permite realizar una gran cantidad de cálculos de canales, descargas en tuberías y cálculos de hidrología, entre otros. Está disponible en inglés y español y está respaldada por la Universidad Estatal de San Diego.

En aplicaciones de escritorio disponible en internet, la que muestra mayor calidad y es ampliamente utilizada es el HCanales, programada en Costa Rica por Máximo Villón Béjar. Es un programa que nos permite realizar cálculos de canales (obtención de tirantes, diseño y perfiles de flujo), así como realizar cálculos referentes a otras estructuras, como vertedores, compuertas, transiciones, etc.

En aplicaciones móviles de hidráulica no hay muchas de buena calidad, y las que hay tienen un costo. Generalmente son para realizar cálculos de tuberías (pérdidas de carga), así como cálculos básicos de canales.

El programa "Calculadora hidráulica"

El programa "Calculadora Hidráulica" es el programa que se presenta en el presente trabajo como alternativa a los programas de hidráulica ya existentes. Es un programa realizado en lenguaje Java (formato *.jar, que puede utilizarse en varios sistemas operativos diferentes), en el entorno de programación NetBeans.

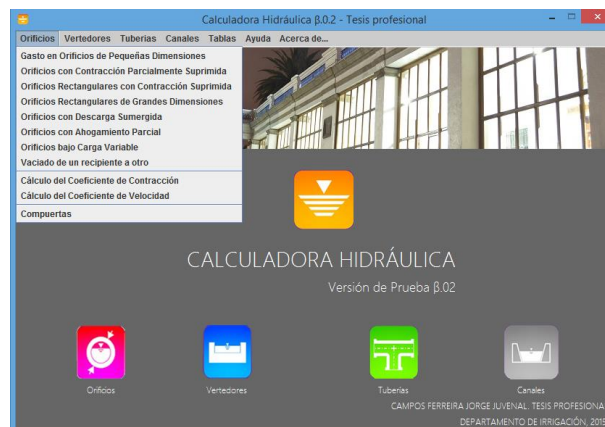


Figura 1 Ventana Principal de "Calculadora Hidráulica".



Dentro de las funciones que realiza se encuentra la ejecución de los siguientes cálculos:

Cálculos en Orificios:

- Gasto en Orificios de pequeñas dimensiones.
- Orificios con Contracción Parcialmente suprimida.
- Orificios Rectangulares con Contracción Suprimida.
- Orificios rectangulares de Grandes Dimensiones.
- Orificios con Descarga Sumergida.
- Orificios con Ahogamiento Parcial.
- Orificios Bajo Carga Variable.
- Vaciado de un recipiente a otro.
- Cálculo del Coeficiente de Contracción.
- Cálculo del Coeficiente de Velocidad
- Gasto en Compuertas.

Cálculos en Vertedores:

- Gasto en Vertedores Rectangulares (Con o sin Contracciones, con o sin velocidad de llegada).
- Gasto en Vertedores Triangulares.
- Gasto en Vertedor Trapezoidal Cipolletti.
- Obtención de Carga en Vertedor Rectangular
- Obtención de Carga en Vertedor Triangular
- Obtención de Carga en Vertedor Trapezoidal Cipolletti
- Obtención de Longitud en Vertedor Rectangular
- Obtención de Longitud en Vertedor Trapezoidal Cipolletti.
- Cálculo de Gasto, Longitud y Carga en Vertedores de Cresta Ancha tipo Cimacio, Rectangulares y de lavadero.
- Diseño de Cimacio (Método de Creager).
- Diseño de Cimacio (Método de Scimeni con límites de dimensiones).

Cálculos en Tuberías:

- Cálculos de Pérdidas de Carga por Fricción
 - Fórmula de Darcy – Weisbach.
 - Fórmula de Manning
 - Fórmula de Hazen – Williams
 - Fórmula de Scobey
- Cálculos de Pérdidas de Carga Localizadas:
 - Pérdidas por entrada
 - Pérdidas por Rejilla
 - Pérdidas por Ampliaciones
 - Pérdidas por Reducciones



- Pérdidas por Cambio de Dirección
- Pérdidas por Bifurcación
- Pérdidas por Válvulas
- Pérdidas por Salidas
- Catálogo de k_x para piezas comunes
- Tuberías equivalentes
 - Dado k_x encontrar la Longitud Equivalente.
 - Longitudes equivalentes expresadas en diámetros de tubería.
- Determinación de Gasto y Velocidad
- Determinación de Diámetro en una tubería
- Determinación de coeficiente de pérdidas de carga de salidas múltiples.

Cálculos de Canales:

- Tirante Normal
 - Cálculo del Tirante Normal en sección Trapezoidal, Rectangular y Triangular.
 - En sección Circular.
 - En sección Herradura.
- Diseño de Canales con el Criterio de Máxima Eficiencia.
- Diseño de Canales con el Criterio de Mínima Infiltración.
- Tirante Crítico
 - Determinación del tirante crítico en sección Trapezoidal, Rectangular y Triangular.
 - En sección Circular.
 - En sección de herradura.
- Resalto Hidráulico
 - En sección Rectangular.
- Curvas de Remanso.
 - Obtención de coordenadas de la curva de remanso por el Método de Integración Gráfica (Chow, 1994).
 - Obtención de coordenadas de la curva de remanso por el método del Paso directo (Chow, 1994).
- Obtención de Caudales
 - En sección Trapezoidal, Rectangular Triangular.
 - En sección Circular.
 - En sección de Herradura.

Extras:

- Tablas de Rugosidad de tuberías.
- Obtención del número de Reynolds
- Obtención del Número de Froude.
- Calculadora de áreas de figuras geométricas básicas.

La entrada de datos se produce al introducir los datos dentro del programa, y la salida se produce mediante campos de texto y en ciertos casos en forma de tablas y gráficos. Estos datos se pueden copiar y pegar para darles un formato de salida más eficiente mediante programas de ofimática, como Microsoft Office o iWork. En la siguiente figura se pueden observar capturas de pantalla (Fig. 2.)

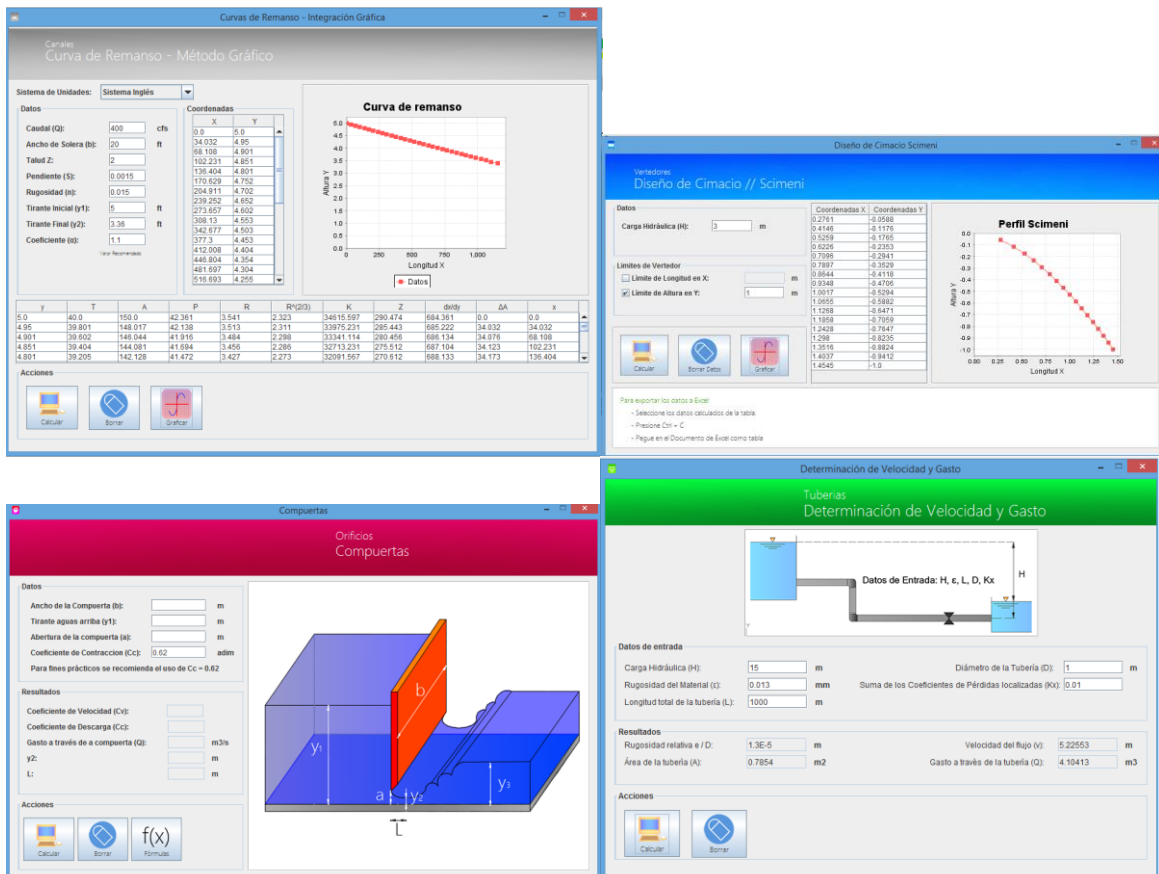


Figura 2. Capturas de pantalla del programa

Origen de los algoritmos

Los algoritmos se realizaron adaptando las fórmulas de diversas fuentes bibliográficas, especialmente *Hidráulica General*, de Arteaga Tovar (2009), *Hidráulica General* de Sotelo Ávila (2011), *Hidráulica de Canales Abiertos* de V. T. Chow (1994). Asimismo, se utilizaron literaturas complementarias como el *Fundamentos de hidráulica para diseño y revisión de riego presurizado* de Ángeles Montiel para el coeficiente de pérdidas por salidas múltiples o el *Manual de Prácticas de Hidráulica de la UAEM* (UAEM, 2006), entre otros. Desde dichos libros, se tradujeron más de un centenar de fórmulas y varios métodos numéricos de iteración a lenguaje Java y se implementaron en el programa general.

Ventajas sobre otros programas

Una de las ventajas más grandes de este programa es que el código es abierto y accesible a todo aquel que desee estudiarlo, analizarlo, corregirlo, cambiarlo o alterarlo, haciendo de este programa una herramienta no sólo para el estudio de la hidráulica, sino de la programación en general y del lenguaje Java en particular.

Otra ventaja radica en la interfaz de usuario. Esta interfaz de usuario se diseñó inspirándose en el diseño del HCanales (Villón Béjar, 2007), el cual consiste en colocar el esquema en la parte superior, posteriormente la entrada de datos, los resultados y los botones de acción en la parte inferior. Este diseño hace una interfaz de usuario más amigable y ordenada. También se anexa el uso de tablas de datos, las cuales son tablas que nos permiten consultar datos complementarios y utilizar dichos datos en nuestros cálculos.

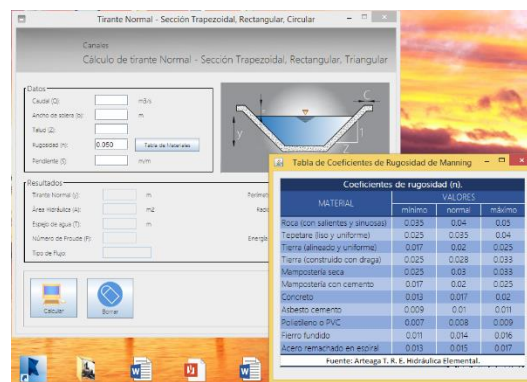


Figura 3. Ventana de cálculo de tirante normal con su tabla de materiales.

Conclusiones

Actualmente, la oferta de programas de cálculos hidráulicos está limitada a una cantidad muy reducida de programas, los cuales generalmente no tienen la calidad esperada (principalmente en su interfaz de usuario), y en varios casos estos programas conllevan un costo monetario.

El programa "Calculadora Hidráulica" es un programa que se presenta como una alternativa a las opciones que ofrece actualmente el mercado en relación al software orientado a la solución de los problemas de hidráulica. Presenta una interfaz amigable al usuario y está respaldado por el Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, basado en diversas fuentes bibliográficas de prestigio, y siendo el código de dominio público se puede ampliar con nuevas funciones, modificar y expandir para resolver nuevos problemas.

Referencia bibliográfica y utilizada para la programación.



- Angeles Montiel, V. (2008). *Fundamentos de hidráulica para diseño y revisión de riego presurizado*. Chapingo, México.: Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Irrigación.
- Ángeles, V., Ibañez, L. A., & Arteaga, R. (2010). Dimensionamiento de tuberías múltiples convencionales y telescópicas con distribución directa de caudales. *Ingeniería del Agua, Vol 17, No. 1*.
- Chow, V. T. (1994). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- E., A. T. (2009). *Hidráulica Elemental*. Chapingo, México: Departamento de Publicaciones. UACH.
- Gallardo, A. (18 de Agosto de 2014). *learning.es*. Obtenido de <http://learning.es/blog/el-lenguaje-de-programacion-java-y-la-amenaza-del-potencial-del-html5/>
- Hiscott, R. (21 de 1 de 2014). *10 programming languages you should learn in 2014*. Obtenido de mashable.com: <http://mashable.com/2014/01/21/learn-programming-languages/>
- SAGARPA. (2012). *Obra de Excedencias*. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, México.
- Sotelo Ávila, G. (2011). *Hidráulica General. Volúmen 1. Fundamentos*. México, D.F.: Ed. Limusa.
- UAEM. (2006). *Manual de Prácticas de Hidráulica*. Obtenido de <http://www.uaemex.mx/pestud/licenciaturas/civil/hidraulica2/Pr%E1ctica%206%20HII.pdf>
- Villón Béjar, M. (2007). *Hidráulica de Canales*. Lima, Perú: Villón.