

<https://doi.org/10.47300/actasidi-unicyt-2022-52>

APLICACIÓN PARA CÁLCULO DE RELACIONES GEOMÉTRICAS EN SECCIONES HIDRÁULICAS DE CANALES ABIERTOS

Orjuela Montoya, Edgar

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Girardot Cundinamarca, Colombia
edgar.orjuela.m@uniminuto.edu
ORCID: [0000-0001-7869-6755](https://orcid.org/0000-0001-7869-6755)

Lozano Basto, Victoria

Escuela de Policía Gabriel González
Espinal Tolima, Colombia
lbvictoria@ut.edu.co
ORCID: [0000-0003-3389-2837](https://orcid.org/0000-0003-3389-2837)

RESUMEN

La presente investigación de programación de un lenguaje que permite que el software para el cálculo de relaciones geométricas de secciones de hidráulica de canales abiertos, se obtengan de forma rápida y segura evitando los posibles errores. que se puedan presentar en sus cálculos de forma manual con el empleando calculadoras para determinar sus elementos geométricos más importantes como son: de área hidráulica, perímetro mojado, radio hidráulico, espejo de agua, profundidad hidráulica, velocidad, número de Reynolds, número de Froude, tipo de flujo y energía específica de las secciones planteadas por Ven Te Chow. Las secciones formuladas son las empleadas en el diseño de sistemas hidráulicos de condición de flujo a lamina libre tales como: rectangular, trapezoidal, triangular, circular, parabólica. Para comprobar la validez del programa los resultados fueron obtenidos mediante el uso de tablas en Excel, cálculos manuales y un software existente denominado HCANALES, cabe señalar que nuestra propuesta nos permite un punto de partida diferenciador, ya que los cálculos se basan en la confirmación de una sección ya existente y las variables empleadas para sus cálculos son: tirante, base, caudal, viscosidad y gravedad y los datos obteniendo con cada uno de los métodos empleados un margen de error menor al 1%. Lo que se estableció la veracidad de los valores arrojados, permitiendo confirmar la confiabilidad en un menor tiempo posible, siendo una herramienta útil para el cálculo de cantidades de obra en el diseño y mejoramiento de un sistema de riego por gravedad.

Palabras clave: Canal, Digital, Herramienta, Software, Unicanal

ABSTRACT

The present investigation of programming of a language that allows the software for the calculation of geometric relations of hydraulic sections of open channels, to be obtained quickly and safely avoiding possible errors. That can be presented in their calculations manually with the use of calculators to determine their most important geometric elements such as hydraulic area, wet perimeter, hydraulic radius, water mirror, hydraulic depth, speed, Reynolds number, and Froude number, type of flow and specific energy of the sections raised by Ven Te Chow. The

formulated sections are those used in the design of hydraulic systems of free flow condition such as rectangular, trapezoidal, triangular, circular, and parabolic. To verify the validity of the program, the results were obtained using Excel tables, manual calculations and an existing software called HCANALES. It should be noted that our proposal allows us a differentiating starting point, since the calculations are based on the confirmation of an existing section and the variables used for its calculations are depth, base, flow, viscosity, gravity, and the data obtained with each of the methods used a margin of error of less than 1%. What the veracity of the values thrown was established, allowing to confirm the reliability in the shortest possible time, being a useful tool for the calculation of quantities of work in the design and improvement of a gravity irrigation system.

Keywords: Channel, Digital, Tool, Software, Single channel.

1. INTRODUCCIÓN

En sus primeros desarrollos la Ingeniería Civil no contaba con los recursos tecnológicos con los que cuenta actualmente. Adicionalmente, los repetitivos cálculos manuales acumulaban errores propios de las aproximaciones. Con la expansión del uso de las computadoras, teléfonos inteligentes, tabletas electrónicas, es posible el impacto de forma positiva en el desempeño del aprendizaje y uso de nuevas tecnologías en la formación de nuestros estudiantes para enfrentar los retos de un mundo globalizado; ejecutando múltiples procesos con la ayuda de un computador ahorrado tiempo. De otro lado será una herramienta versátil que le permita a los usuarios calcular las relaciones geométricas de un sistema de canales ya existente, para implementar planes de mejora y mantenimiento conociendo las cantidades y unidades constructivas para los cálculos de sus materiales y mano de obra (Orjuela, 2020).

2. MARCO CONCEPTUAL


2.1 Hidráulica de canales

Un canal abierto es un conducto en el que el agua fluye con una superficie libre. Los canales pueden ser conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera; esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y su propio peso. El flujo de agua en un conducto puede ser: flujo en canal abierto o flujo en tubería. Aunque estas dos clases de conductos son similares en muchos aspectos, se diferencian por el hecho que los canales tienen una superficie libre en la cual el líquido está en contacto con la atmósfera. Por otra parte, el flujo en tuberías puede ser: a tubo lleno funcionando bajo presión (o forzado); y a tubo parcialmente lleno funcionando como un canal (Castellanos, 2017).

Para el desarrollo de la aplicación se usaron las ecuaciones relacionadas en la Tabla 1 y son a base del lenguaje de programación.

2.2 Software Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para Windows y macOS. Es compatible con múltiples lenguajes de programación, Visual Studio permite a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno compatible con la plataforma .NET (a partir de la versión .NET 2002). Así, se pueden crear aplicaciones que se comuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles, dispositivos embebidos y videoconsolas, entre otros. (Wikimedia, 2022)

Tabla 1.
Relaciones geométricas de secciones.

Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$\frac{(\text{sen}\frac{\theta}{2}) D}{2\sqrt{y(D-y)}}$
 Parabólica	$\frac{2}{3} Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Fuente: Vente Chow 1994

2.5 Programación de cálculo de los resultados

Un algoritmo es un conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar una solución de un problema.

BOTON CALCULAR

```
private void Calcular_Click(object sender, EventArgs e)
    { // Declarar Variables
//Proceso
```

```
    Double Resp1, Resp2, Resp3, Resp4, Resp5, Resp6, Resp7, Resp8;
```

```
    Resp1= Area = Tirante * Base;
    Resp2= Perimetro = Base + (2 * Tirante);
    Resp3 = Radio = Area / Perimetro;
    Resp4 = Espejo = Base;
    Resp5 = Velocidad = Caudal / Area;
    Resp6 = Profundidad = Area / Espejo;
    Resp7 = Reynolds = 4 * Velocidad * Radio / Viscosidad;
    Resp8 = Numero = Velocidad / (Math.Sqrt(Gravedad * Profundidad));
```

```
    // Evaluar su Situacion
```

```
    if (Reynolds >= 0 && Reynolds <= 2000)
    {Estado = "Flujo Laminar";}
    else if (Reynolds >= 2000 && Reynolds <= 4000)
    {Estado = "Flujo Transitorio";}
    else{Estado = "Flujo Turbulento";}
    // Identificacion de Tipo de Flujo
    if (Numero > 1) {Tipo = "Supercritico";}
    }else if (Numero < 1){Tipo = "Subcritico";}
    else{Tipo = "Critico";}
    // Salida de Datos
```

```
TexEstado.Text = Estado;  
TexTipo.Text = Tipo;  
this.TextArea.Text = Math.Round(Convert.ToDouble (Resp1), 2).ToString();  
this.TextPerimetro.Text = Math.Round(Convert.ToDouble(Resp2),2).ToString();  
this.TextRadio.Text = Math.Round (Convert.ToDouble (Resp3),2).ToString();  
this.TextEspejo.Text = Math.Round(Convert.ToDouble(Resp4),2).ToString();  
this.TextVelocidad.Text = Math.Round(Convert.ToDouble (Resp5),2).ToString();  
this.TextProfundidad.Text = Math.Round(Convert.ToDouble(Resp6),2).ToString();  
this.TextReynolds.Text = Math.Round(Convert.ToDouble(Resp7),2).ToString();  
this.TextNumero.Text = Math.Round(Convert.ToDouble(Resp8),2).ToString();
```

CODIGO VALIDACION CAJA DE TEXTO SOLO NUMEROS NO LECTRAS

```
private void TexBase_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)  
    {if (Char.IsNumber(e.KeyChar) e.Handled = false;  
        else if (char.IsControl(e.KeyChar))  
            e.Handled = false;  
        else if (char.IsPunctuation(e.KeyChar))  
            e.Handled = false;  
        else e.Handled = true;}
```

3 MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de carácter no experimental debido a que los objetivos que se buscan obtener esta relacionadas con mejorar los tiempos y reducir los errores en los resultados obtenidos de los cálculos ejecutados con el uso de esta herramienta digital, este proyecto coexistirá: entre los niveles explicativos y aplicados. Explicativa debido a que se busca la relación causa-efecto que se genera en el cálculo de canales abiertos al utilizar un proceso manual e iterativo y el uso de una aplicación como herramienta tecnológica, que hace parte de un laboratorio virtual para el aprendizaje de hidráulica de canales, ya que se utilizarán los conocimientos de hidráulica de canales para desarrollar una aplicación que permita facilitar y disminuir el tiempo de cálculo de relaciones geométricas de canales abiertos proporcionando así una herramienta útil para los estudiantes del programa de ingeniería civil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Los ejercicios propuestos para resolver serán desarrollados mediante cuatro métodos: de forma manual, con la ayuda de hojas de Excel; con un software existente y con el software desarrollado para posteriormente realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos.

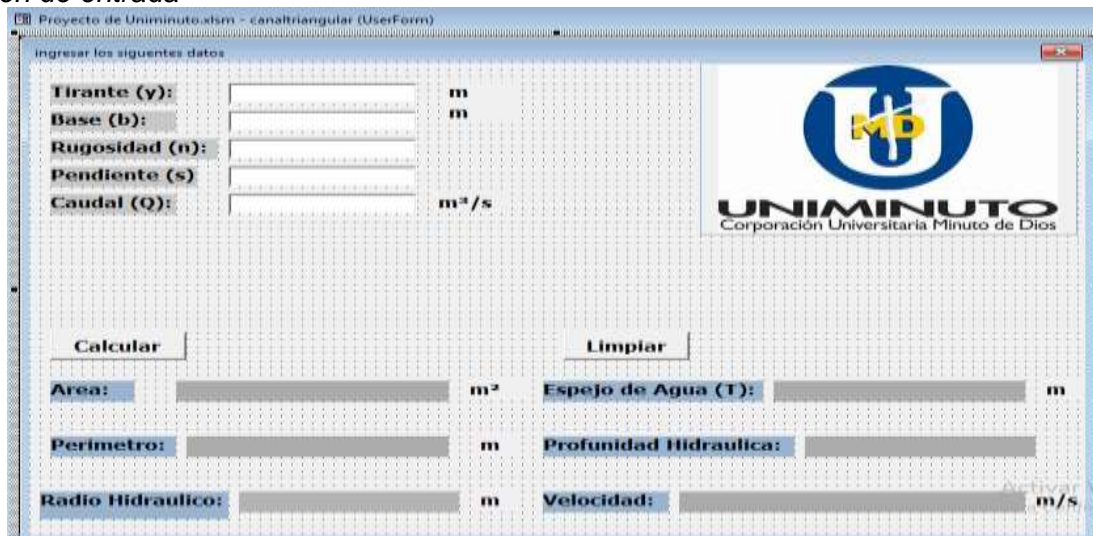
Para aplicar los ejercicios mediante un software existente se utilizará HCANALES. La investigación es de carácter no experimental debido a que los objetivos que se buscan obtener están relacionados con mejorar los tiempos de respuesta y mayor precisión de los cálculos con el uso de la herramienta digital en comparación con los otros métodos empleados, las pruebas se ejecutaron en los cursos de hidráulica de canales impartidos durante los periodos 2020 a 2022 con excelentes resultados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el mundo el software que está marcando pauta para el diseño de canales es HCANALES, ya que se ha popularizado tanto en Costa Rica, Nicaragua, El Salvador, Guatemala, México, Perú, Chile, Cuba, Ecuador, Bolivia, Argentina, Venezuela y otros; ya sea por las divulgaciones que se ha realizado o porque puede ser descargado de internet, al punto que en varios países las instituciones encargadas de la revisión de los trabajos exigen que dentro de las memorias de cálculo se presenten capturas de pantallas de este programa (cesar, 2015).

En la universidad generalmente se realiza este tipo de cálculos mediante el uso de hojas de cálculo, por lo que surge la necesidad de implementar el uso de herramienta digitales especializadas, que permita agilizar estos procesos y dejar un precedente para la creación de nuestros propios programas que nos ayuden a mejorar el tiempo empleado en los cálculos. Con el desarrollo de un software, en el área de hidráulica de la universidad Minuto de Dios, acompañado de una serie de herramientas tecnológicas, que nos permitan mejorar los programas existentes para el cálculo de canales y poder afrontar los desafíos de la globalización.

Figura 1.
Imagen de entrada



Nota: interface gráfica de entrada del programa Unical. Fuente: Victoria Lozano Basto y Edgar Orjuela Montoya.

Figura 2.
Imagen de entrada Nueva interface.



Nota: nueva interface gráfica de entrada del programa Unical para determinar tirante normal y tirante crítico. Fuente: Victoria Lozano Basto y Edgar Orjuela Montoya.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mediante los cálculos con el software Unicanal presentan un error menor en comparación con los valores calculados manualmente y los tiempos de respuesta mejoran significativamente.

Con el uso de programas para la solución de ejercicios relacionados con el cálculo de canales hidráulicos se reduce el riesgo de errores en comparación a la solución de manera manual, permitiendo un ahorro de tiempo y recursos invertidos en este procedimiento logrando mejores resultados en la academia y en el ámbito empresarial.

El desarrollo de herramientas digitales es indispensable en la actualidad para la resolución de problemáticas en la ingeniería y en campo de la hidráulica, son importantes debido que muchos procedimientos son de un alto grado de complejidad, algunos como el cálculo de los elementos geométricos, número de Froude, tipo de flujo y energía específica, ya que con estos programas se optimiza el tiempo empleado en su procedimiento.

REFERENCIAS

- Bustos, C. S. (2016). *DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE CANALES ABIERTOS DE FLUJO UNIFORME.*. Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Cadavid, J. H. (2006). *Hidráulica de canales*. Medellín: Fondo editorial universidad EAFIT.
- Castellanos, e. a. (27 de Marzo de 2017). *scielo*.
- cesar, C. R. (12 de 2015). *M. Choque. "HCANALES"*. Obtenido de http://transversalppd.blogspot.com/2015/12/choque-ramos-m-cesar_57.html
- Chow, V. T. (1994.). *Hidráulica de Canales Abiertos*. Santafe de Bogota: Martha Edna Suárez R.
- Herrera, M. H. (26 de noviembre de 2016). *Academia*. Obtenido de https://www.academia.edu/41965177/ACTAS_DEL_I_CONGRESO_INVESTIGACION_DESARROLLO_E_INNOVACION_DE_LA_UNIVERSIDAD_INTERNACIONAL_DE_CIENCIA_Y_TECNOLOGIA
- Orjuela, H. 2. (17 de abril de 2020). *docsity*. Obtenido de <https://www.docsity.com/es/aplicacion-seccion-rectangulr/7351981/>.
- Sallie Evett J. Evett, R. G. (1994). *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. . Madrid España: McGraw-Hill.
- Sotelo avila Gilberto. (2002). *Facultad de ingeniería hidráulica de canales*. Mexico D.f: facultad de ingeniería de la universidad autónoma nacional de Mexico.
- Wikimedia. (15 de octubre de 2022). *Wikimedia*.

i

ⁱ Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICYT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICYT 2022 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

La Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología y los miembros del Comité Organizador del Congreso IDI-UNICYT 2022 no son responsables del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en este artículo.