

## MODELACIÓN DEL COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL FLUJO PARA DISEÑO DE CANALES

Marcial Sebastián Calero Amores<sup>1</sup>, Laura de Jesús Calero Proaño<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Laica Vicente Rocafuerte y Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador

<sup>2</sup>Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

mcaleroa@ulvr.edu.ec

---

**Resumen:** EL modelaje y la selección del coeficiente de resistencia para el diseño de canales representa una problemática que incide de manera técnica y económica en dimensionamiento de los canales, en cuanto a las variables asociadas a ello, que condicionan el óptimo caudal transportado, cumpliendo con las características hidrodinámicas apropiadas para tal fin. El objetivo de este trabajo es realizar el modelaje de canales, tomando en cuenta la resistencia, con especial atención en la mecánica del flujo necesario para el diseño hidrodinámico. El estudio fue realizado en el laboratorio de hidráulico de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, específicamente en el canal CA-FIIC-2017. En la correlación realizada se obtuvieron modelos de confiabilidad mayor al 99,5% en flujo subcrítico-turbulento. La optimización del diseño de canales a partir de la resistencia, ofrece un aporte significativamente económico y técnico.

---

**Palabras Clave:** Diseño de canales, resistencia al flujo, características hidrodinámicos, análisis del coeficiente de resistencia.

## MODELING OF THE FLOW RESISTANCE COEFFICIENT "n" OF MANNING FOR DESIGN OF CHANNELS

---

**Abstract:** The modeling and selection of the coefficient of resistance for the design of hydrodynamic channels represents a problem that affects technically and economically in the sizing of the channels, in terms of the variables associated with it, which condition the flow rate transported, fulfilling with the hydrodynamic characteristics appropriate for that purpose. The objective of this work is to model the channels, taking into account the resistance, with special attention to the fluid mechanics necessary for the hydrodynamic design. The study was carried out in the hydraulic laboratory of the Vicente Rocafuerte Laica University, specifically in the CA-FIIC-2017 channel. In the correlation, reliability models greater than 99.5% were obtained in subcritical-turbulent flow. The optimization of channel design based on resistance offers an economic and technical budget.

---

**Key words:** Channel design, flow resistance, hydrodynamic channels, resistance analysis.

## I INTRODUCCIÓN

Branding [1] en 1978 destacó la importancia de la construcción de canales para la fertilización de las tierras, la organización de los cultivos, él sugería la construcción de canales y presas para el aumento de la producción y la obtención de mayores ingresos en tiempos de sequía.

Los canales son conducciones de amplio uso en la ingeniería hidráulica, el diseño y funcionamiento de canales tiene como uno de los parámetros principales el coeficiente de rugosidad de Maning (n), que dependerá su valor de la naturaleza de la superficie en contacto con el agua. Los valores del coeficiente (n) subestimado o sobreestimado en una milésima, modificará el caudal transportado entre el 10% al 30%, dependiendo del material del mismo, obteniendo los máximos porcentajes para canales revestidos. Así mismo, las características del flujo determinan variaciones que influyen en el diseño optimizado de la estructura como en su costo. La selección idónea del coeficiente de Maning tiene gran importancia para la estructura por la sostenibilidad, desde el punto de vista económico, pero fundamentalmente por el comportamiento hidromecánico real que debe darse de acuerdo a las características del flujo y material de diseño.

Una de las mayores importancias por estimar la resistencia al flujo en canales con coeficientes parcialmente validados radica en el impacto técnico y económico, que se reflejan en las características hidromecánicas del flujo, el dimensionamiento y los costos de estructura.

El trabajo propuesto se desarrolló en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, aborda la estimación del coeficiente de Maning (n) considerando las variables involucradas en la resistencia debida a las características del flujo como caudal, tirante, números de Froude y Reynolds, entre otros, que generan un proceso propio de transporte y desarrollo del flujo. El trabajo ofrece la cuantificación de funciones entre la resistencia al flujo de canales y los parámetros asociados al diseño de canales. La línea base formada por alrededor de 600 registros experimentales se validan estadísticamente y los modelos que define las funciones se generaron con coeficientes de confiabilidad superiores al 99,5% que evidencian la realidad hidromecánica del flujo y el impacto en el coeficiente (n).

En el estudio se desarrollaron funciones adimensionales entre experimental y las características del flujo, determinando coeficientes Kn para intervalos semejantes por las variaciones entre el coeficiente (n) y la relación entre tirante Y y ancho b o Y/b. Los coeficiente Kn definen relaciones adimensionales con n, permitiendo

obtener el nmodificado para el diseño del canal y como resultado del producto entre nasumido manual y Kn. El nasumido manual, es la rugosidad n que se asume de documentaciones y manuales de amplia aceptación dependiendo del material del canal diseñado. El nmodificado o ndiseño, considera el desarrollo del flujo y manejando los intervalos para Kn, y obteniendo así el valor de nmodificado máximo y nmodificado mínimo. Chow [2], French [3] Sotelo[4] y Naudascher [5], señalan de manera general que el coeficiente (n) depende de la profundidad, pero, no definen cuantitativamente la relación y todas las variables involucradas en la afirmación, así mismo, las investigaciones de Valencia et al[6] y Román [7], estiman la rugosidad para casos particulares de cauces naturales, donde la rugosidad puede relacionarse con altura o diámetros equivalentes de las partículas pero, sin encontrar una función de “n” con tirante.

Los trabajos analizados estiman prácticamente a la rugosidad como una constante para cualquier tipo de flujo con cualquier tipo de características, señalando intervalos máximo, mínimo y normal que varían entre el 30% al 10%, siendo más crítico para materiales con menor rugosidad y que generalmente son canales revestidos de amplio uso en la ingeniería hidráulica.

## II MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo abordó el diseño de los canales en relación con el coeficiente de resistencia de Manning (n). Siendo entonces una investigación teórica, experimental, cuantitativa y empírica.

Los coeficientes “n” de resistencia al flujo se estimaron de los modelos de Manning y Horton Einstein, según las ecuaciones (1) y (2)

$$n = \frac{A^{5/3} S_0^{1/2}}{Q P^{2/3}} \quad (1)$$

$$n = \left( \frac{P_i (n_i)^{1.5}}{\sum_{i=1}^m P_i} \right)^{2/3} \quad (2)$$

Fijando la pendiente de la solera  $S_0$ , se evaluaron y seleccionaron los caudales ( $Q \geq 20 \frac{m^3}{seg}$ ). Además, se determinó la zona de régimen uniforme y en esos tramos se midieron tirantes y caudales, realizando observaciones relevantes para la información levantada. Las distorsiones por observación visual y sensibilidad de los equipos se validaron aplicando la relación mostrada en (3)

$$\Delta_j = \frac{\sigma_j}{\sqrt{J}} \quad (3)$$

La línea base de los registros se generó directamente, cuando el promedio de los datos levantados fue  $\Delta_j \leq 0.15\% \bar{J}$ . La evaluación de los coeficientes de resistencia al flujo “n” y en base a los registros experimentales de Y y Q validados, se calcularon con los modelos (1) y (2), determinando el coeficiente “n”, para cada uno de las pruebas.

La relación existente entre el coeficiente de resistencia al flujo “n” con tirante, caudal y características del flujo, se correlacionaron mediante programa tipo R y regresión, estimando funciones como las que se muestran de (4) a (10).

$$n = \varphi(Y) \quad (4)$$

$$n = \varphi(Q) \quad (5)$$

$$n = \varphi\left(\frac{Y}{b}\right) \quad (6)$$

$$n = \varphi\left(\frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)}\right) \quad (7)$$

$$\frac{n_{\text{exper}}(\text{Manning})}{n_{\text{exper}}(\text{Hor-Eins})} = \varphi\left(\frac{Y}{b}\right) \quad (8)$$

$$n = \varphi(\#F) \quad (9)$$

$$n = \varphi(\#R) \quad (10)$$

Las funciones adimensionales se caracterizan por extender el fenómeno investigado a comportamientos y características semejantes y basado en las ecuaciones (4) a la (10) se correlacionaron funciones adimensionales de resistencia al flujo nadimensional con Y/b o con los números de Froude F y Reynolds R. Con los parámetros adimensionales, se estimaron en porcentaje intervalos de variación, obteniendo coeficientes Kn por intervalos de variación de nadimensional y Y/b o

$$\left(\frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)}\right)$$

Los valores de Kn son productos de relacionar los mismos intervalos respectivamente de coeficientes de Manning nadimensional y (Y/b), siendo b una constante. En este marco, se valida relacionar dos escalas para obtener el producto final de la investigación, la primera escala seleccionada es dada por Kn que responde a na-

dimensional, la segunda escala responde a (Y/b) siendo b una constante o al valor adimensional equivalente  $\left(\frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)}\right)$ . La equivalencia entre los dos parámetros que definen la segunda escala se fundamenta que cada Y responde a un Q, por tanto, dividirlos para valores constantes como ancho b y gravedad g, generarán valores semejantes y en el mismo intervalo del coeficiente nadimensional seleccionado.

En base a la relación establecida entre parámetros adimensionales del flujo, se calcularon los modelos de coeficiente Kn para diseñar canales de acuerdo a las características del flujo. Además, dependiendo de los intervalos mayor o menor (variación de Kn) se determinó intervalos máximos y mínimos, obteniendo Knmáximo y Knmínimo para los coeficientes de resistencia adimensionales nadimensional y calcular nmodificado. Las funciones definidas se observan desde (11) hasta (14).

$$K_{n \text{ máx}} = \varphi\left(\frac{Y}{b}\right) \quad (11)$$

$$K_{n \text{ mín}} = \varphi\left(\frac{Y}{b}\right) \quad (12)$$

$$K_{n \text{ máx}} = \varphi\left(\frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)}\right) \quad (13)$$

$$K_{n \text{ mín}} = \varphi\left(\frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)}\right) \quad (14)$$

$$n_{\text{modificado}} = K_n(n_{\text{seleccionado de manual}}) \quad (15)$$

Para el desarrollo del estudio, la infraestructura física estuvo constituida por: un canal rectangular de fondo de acero pintado y paredes de vidrio, con panel electrónico para regular, medir y controlar el flujo, sección del canal 300 mm x 450 mm y 6 metros de longitud con pendiente variable, caudal máximo, 120 m3/hora, limnómetros desplazables para medir profundidad del agua, medidor digital para observar la profundidad del agua, correntómetro para medir velocidad puntual del flujo, como se puede apreciar en las figuras 1 y 2, donde se pueden evidenciar las características de la estructura utilizada para el estudio.



Figura 1. Canal de investigación CA-FIIC-2017



Figura 2. Equipos para medir nivel y velocidad

### III. RESULTADOS

Los datos experimentales levantados se evaluaron con la relación (3), cumpliendo con  $\Delta_j \leq 0.15\% \bar{J}$ .

Los registros de tirante y caudal se relacionaron con el coeficiente  $n$  de resistencia al flujo y se determinó la correlación de  $n$  con  $Y$  y  $Q$ , la evaluación experimental se realizó con el modelo de Manning. Las correlaciones realizadas con modelos de regresión y Pearson fueron del tipo polinómica o potencial y confiabilidad que excede el 99.5%, las variables relacionadas permitieron determinar funciones dimensionales y adimensionales entre tirante o caudal con la rugosidad  $n$  de Manning. Las figuras 3 y 4 presentan los modelos estimados.

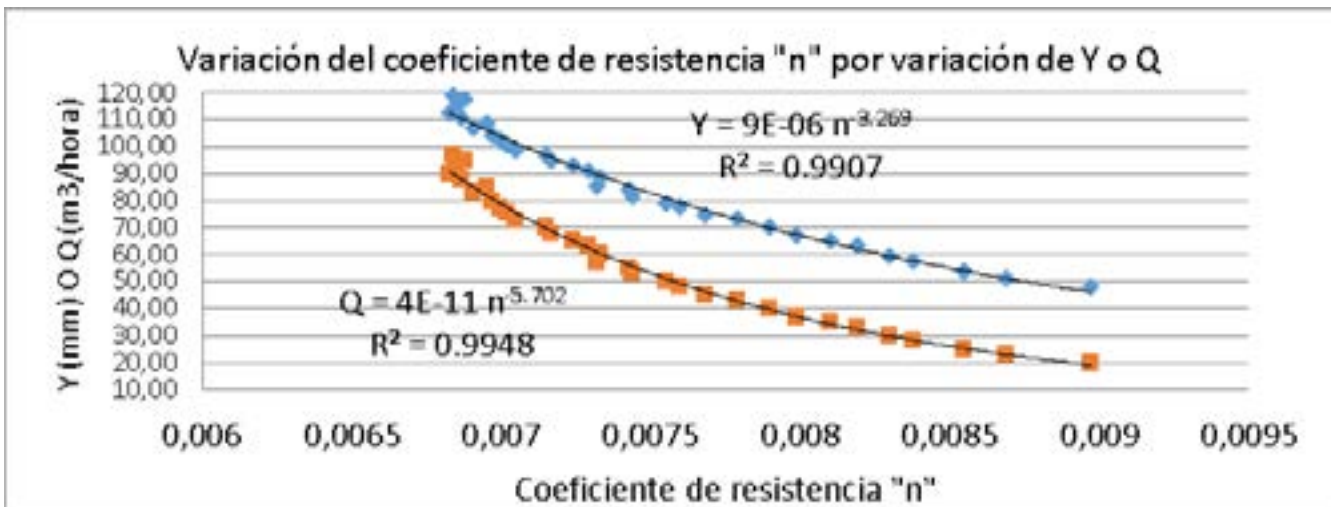


Figura 3. Variación, coeficiente de Manning con el tirante  $Y$  y caudal  $Q$

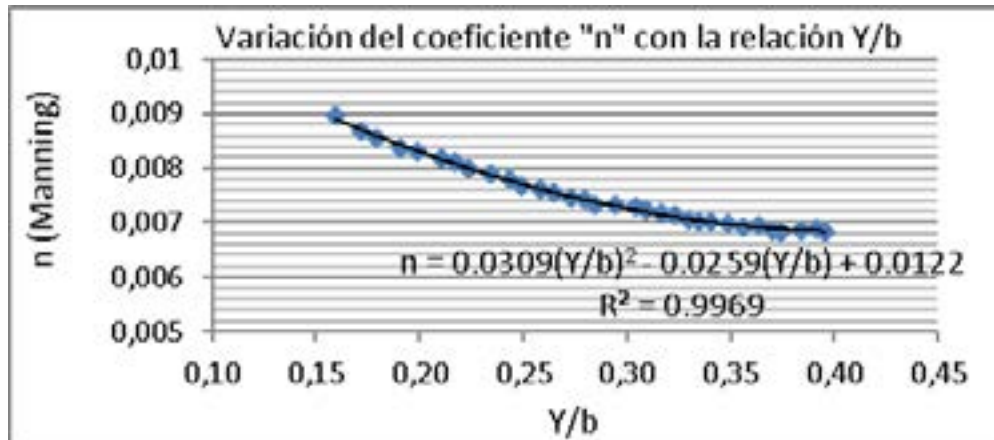


Figura 4. Variación, coeficiente de resistencia “ $n$ ” de Manning con la relación  $Y/b$

La variación del coeficiente de Manning se relacionó con los estados del flujo, evidenciando que la investiga-

ción está en régimen subcrítico-turbulento y descrito en la figura 5.

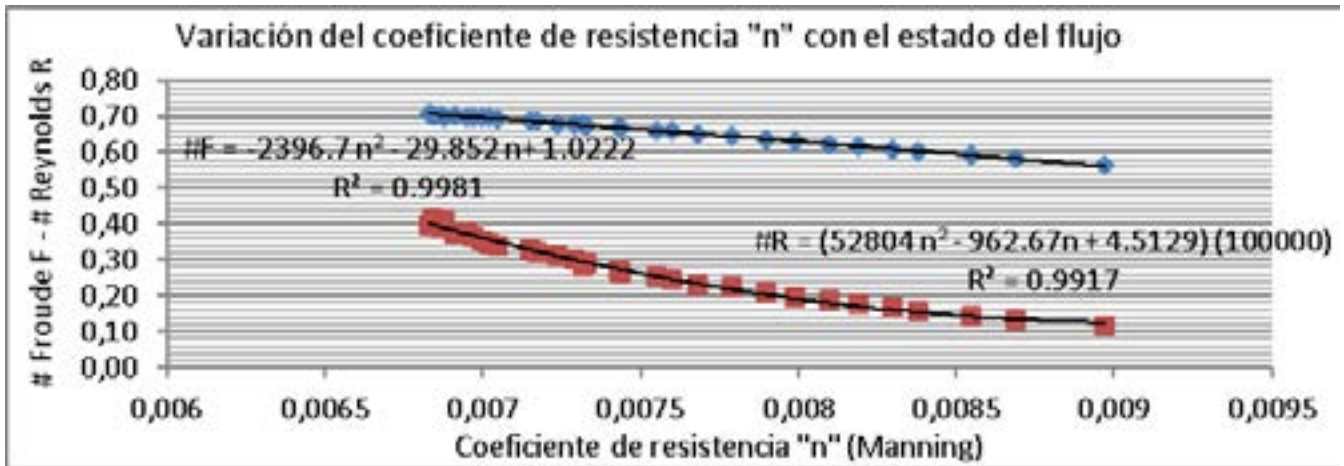


Figura 5. Variación, coeficiente nManning con los números de Froude F y Reynolds

Las funciones adimensionales calculadas generalizaron el fenómeno estudiado, evaluando nadimensional (nManning experimental / nnormal-prototipo) con una característica representativa del flujo como  $\frac{y}{b}$  o  $\frac{Q}{\sqrt{gb^3}}$  se determinaron intervalos de variación de resistencia

adimensional para el mismo intervalo de variación del adimensional del flujo relacionado con caudal o tirante. El modelo se describe en la figura 6 y su análisis permitió estimar los intervalos o patrones de variación.

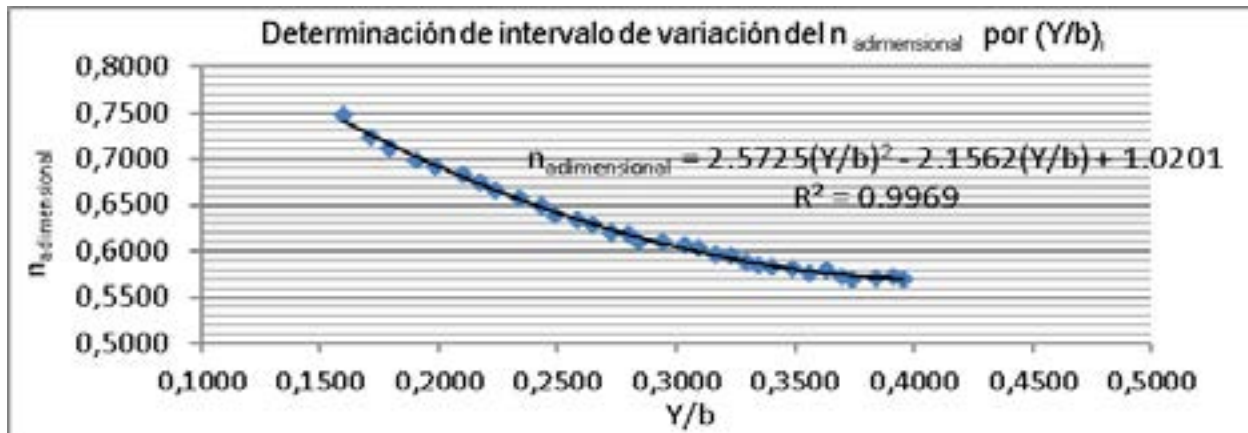


Figura 6. Estimación de intervalos entre nadimensional con  $(Y/b)$

Relacionando los intervalos de variación del coeficiente (n) nadimensional con los mismos intervalos de tirante o caudal descritos en términos adimensionales, se generaron coeficientes  $K_n$  para cada característica del flujo o de diseño. Los coeficientes  $K_n$  equivalentes a las valoraciones de variaciones de la rugosidad nadimensional se relacionaron con el parámetro adimensional  $(Y/b)$  o su equivalente  $\left(\frac{Q}{\sqrt{gb^3}}\right)$ , definiendo los modelos que

por su naturaleza adimensional son aplicables al diseño de canales de acuerdo al caudal y extensible al material seleccionado. Relacionando el valor mayor o menor del intervalo se estimaron coeficientes  $K_{n\text{máximo}}$  y  $K_{n\text{mínimo}}$  que responden a coeficientes  $n_{\text{máximo}}$  y  $n_{\text{mínimo}}$ .

Las figuras 7 y 8 describen los modelos con parámetros adimensionales aplicables al diseño de canales.

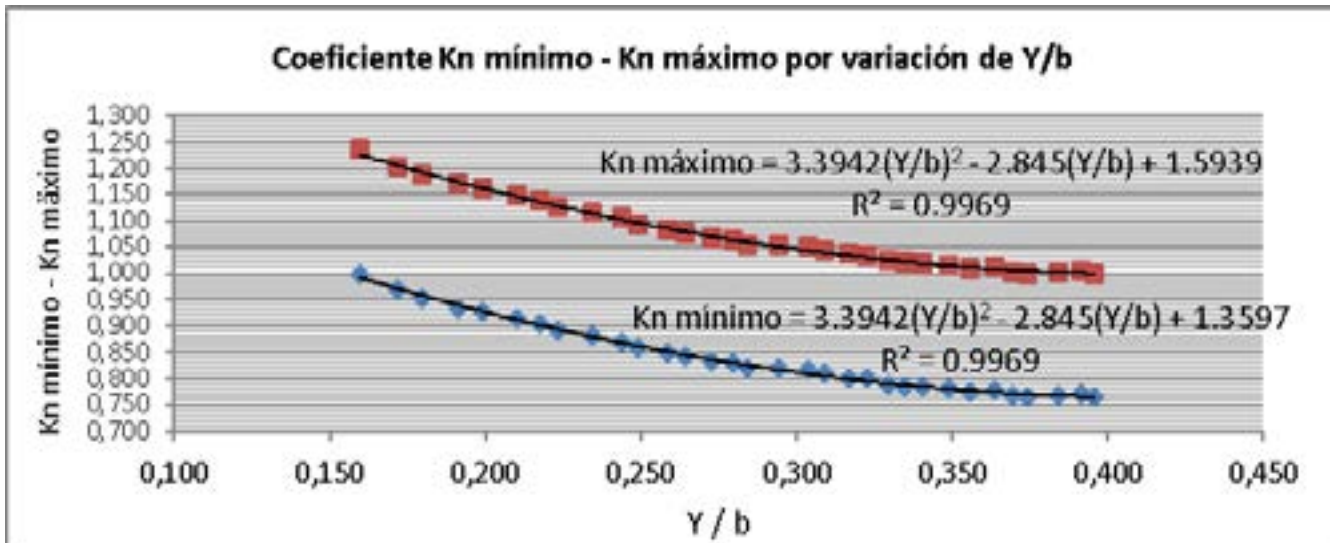


Figura 7. Coeficiente Knmáximo y Knmínimo por característica del flujo Y/b

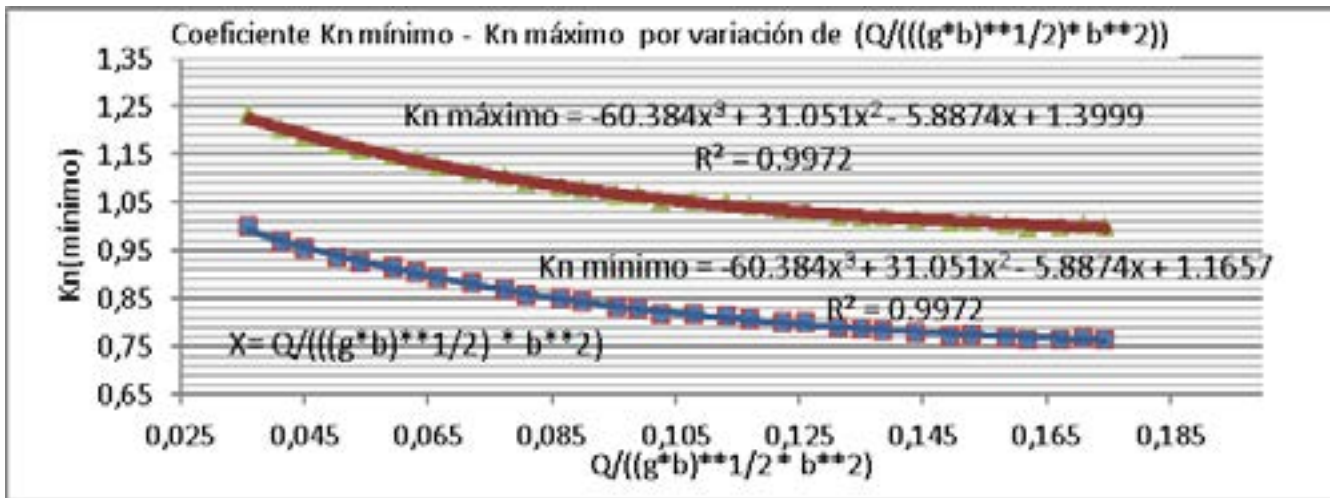


Figura 8. Coeficiente Knmáximo- Knmínimo por característica hidrodinámica  $Q/(((g*b)**1/2) * b**2)$

Validadas y modeladas las relaciones entre el coeficiente (n) y (Y/b) o  $\left(\frac{Q}{\sqrt{g}b(b^2)}\right)$  el coeficiente (n) de diseño se calculará o evaluará con el modelo analítico (15), dado por:  $n_{\text{modificado}} = K_n(n_{\text{seleccionado manual}})$

los del coeficiente Kn que permite calcular nmodificado o diseño, se elaboraron las tablas I y III para el diseño de canales de acuerdo a las características del flujo y en relación con el material de construcción.

Para la aplicación directa del modelo (15) e interva-

Tabla I. Coeficiente de modificación por características hidrodinámicas

Característica	Coeficiente Kn (adimensional)		
	Kn máximo	Kn normal	Kn mínimo
$Q / (((gb)**1/2) * b**2)$			
0.035	1.23	1.112	1.00
0.055	1.16	1.043	0.93
0.075	1.11	0.990	0.87
0.095	1.07	0.952	0.83
0.105	1.05	0.937	0.82
0.125	1.03	0.914	0.80
0.145	1.01	0.898	0.78
0.165	1.00	0.885	0.77
0.175	1.00	0.880	0.76

Tabla II. Coeficiente de modificación por características de flujo

Característica	Coeficiente Kn (adimensional)		
	Kn máximo	Kn normal	Kn mínimo
Y/b			
0.15	1.24	1.13	1.01
0.19	1.18	1.06	0.94
0.23	1.12	1.00	0.88
0.27	1.07	0.96	0.84
0.31	1.04	0.92	0.80
0.35	1.01	0.90	0.78
0.39	1.00	0.88	0.77
0.41	1.00	0.88	0.76

La bibliografía y trabajos actuales analizados no calculan una relación analítica entre coeficientes de resistencia al flujo ( $n$ ) y el tirante  $Y$  [7]. En la investigación se modela y valida cuantitativamente la relación existente entre el coeficiente ( $n$ ) y las características hidrodinámicas del flujo como tirante  $Y$  o caudal  $Q$  a través de parámetros como,  $n = \varphi(Y)$ ,  $n = \varphi(Q)$ ,  $n = \varphi\left(\frac{Y}{b}\right)$

Por tanto, el trabajo determina, modela analíticamente y aporta científicamente a la existencia de la relación entre el coeficiente  $n$  y  $Y$  o  $Q$  y la tendencia de dicha relación.

En este trabajo se evidencia que en el diseño de canales utilizando el coeficiente de Manning no depende solamente del material del canal como se trata actualmente en [8], sino, adicionalmente el valor del coeficiente ( $n$ ) depende de las características del flujo en el canal.

La investigación relaciona para los mismos intervalos, la rugosidad adimensional con ( $Y/b$ ) para calcular coeficientes  $Kn$ . Los  $Kn$  son coeficientes que equivalen a la relación existente entre “ $n$ ” y características del flujo ( $Y/b$ ) o  $\frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)}$  evidenciando como varía la rugosidad de Manning cuando varía  $Y$  o  $Q$ .

En los antecedentes de la ingeniería hidráulica no se evidencia la estimación de coeficientes como  $Kn$  para el diseño de canales; por tanto, la investigación brinda un importante aporte al determinar el coeficiente  $Kn$  que modelan analíticamente la relación existente entre el coeficiente ( $n$ ) y el tirante  $Y$  o caudal  $Q$ .

Los modelos son validados con niveles de confiabilidad que exceden el 99.5% y generados en ambientes hidráulicos, experimentando con prototipos físicos para determinar y manejar la línea base experimental

y, obtener  $Kn$  que es uno de los aportes de este trabajo. Adicionalmente manejando los intervalos extremos de las variaciones se calcularon  $Kn_{\text{máximo}}$  y  $Kn_{\text{mínimo}}$  que responden al coeficiente “ $n_{\text{máximo modificado}}$ ” o “ $n_{\text{mínimo modificado}}$ ” para diseñar canales. Las relaciones entre  $Kn$  con las características del flujo se validan con las figuras 8 y 9.

La confiabilidad de los modelos estimados y parámetros relacionados, valida el modelo para obtener el coeficiente modificada o de diseño, corrigiendo el asumido de manual obtenido de manuales que consideran a la rugosidad como única variable de resistencia al flujo, sin estimar el impacto de las características del flujo.

El principal modelo para diseño y objeto del estudio es el señalado como:  $n_{\text{modificado}} = K_n (n_{\text{(seleccionado manual)}}$ ).

El diseño de canales generalmente involucra determinar  $b$  y  $Y$  pero, generalmente la variable  $b$  es definida o asumida por condiciones o características propias del proyecto, en este contexto las funciones (13) y (14) generan modelos analíticos (16) y (17) que se aplican directamente con la relación (15) para determinar la rugosidad modificada de acuerdo al caudal de diseño y material correspondiente.

$$K_{n \text{ máximo}} = -60.384 \left( \frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)} \right)^3 + 31.051 \left( \frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)} \right)^2 - 5.8874 \left( \frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)} \right) + 1.3999 \quad (16)$$

$$R^2 = 0.9972$$

$$K_{n \text{ mínimo}} = -60.384 \left( \frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)} \right)^3 + 31.051 \left( \frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)} \right)^2 - 5.8874 \left( \frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)} \right) + 1.1657 \quad (17)$$

$$R^2 = 0.9972$$

Cuando el diseño del canal involucre estimar inicialmente el tirante  $Y$ , el proceso será inicialmente el tradicional [9], esto es, del modelo de Manning y estimando el supuesto inicial se calcula el tirante  $Y_{inicial}$ ; posteriormente, con los modelos de la figura (7) se determina el  $n_{1modificado}$ , y, aplicando Manning se recalcula el  $Y_1$  modificado, se continua con el proceso hasta que el  $n_i$  modificado y el  $n_{i+1}$  modificado o  $Y_i$  modificado y el  $Y_{i+1}$  modificado sean prácticamente iguales. Los modelos señalados son (18) y (19).

$$K_{n \text{ máximo}} = 3.3942 \left(\frac{Y}{b}\right)^2 - 2.845 \left(\frac{Y}{b}\right) + 1.5939; \quad R^2 = 0.9969 \quad (18)$$

$$K_{n \text{ máximo}} = 3.3942 \left(\frac{Y}{b}\right)^2 - 2.845 \left(\frac{Y}{b}\right) + 1.3597; \quad R^2 = 0.9969 \quad (19)$$

Los modelos analíticos (16) al (19) calculan los coeficientes  $K_n$  y utilizando el modelo (15) se estima el  $n_{modificado}$  o  $n_{diseño}$ . La estimación de  $n_{diseño}$  representa el aporte novedoso de la investigación ya que no son parte del estado del conocimiento actual de la ingeniería hidráulica para el diseño de canales.

Adicionalmente a los modelos analíticos, las tablas 1 y 2 desarrolladas cuantifican intervalos del coeficiente  $K_n$  máximo, normal y mínimo para calcular mediante la ecuación (15) el coeficiente  $n_{modificado/diseño}$  pero, situándose en los entornos hidrodinámicos inmediatos del flujo patrón de diseño.

La experimentación y modelos desarrollados se enmarcan en regímenes subcrítico-turbulento, haciendo factible la aplicación metodológica para abordar investigaciones con otras variables y estados del flujo.

## V CONCLUSIONES

La estimación adecuada del coeficiente de resistencia al flujo para el diseño de canales es un factor que impacta en los aspectos técnicos y económicos, requiriendo de metodologías como la desarrollada en el trabajo para mejorar el dimensionamiento y comportamiento hidrodinámico del flujo en canales. La estimación del coeficiente  $n_{modificado}$  evidencia que la capacidad de transporte varíe alrededor del 10% y por consiguiente el diseño se aproxime a la realidad del flujo transportado.

La investigación desarrollada, comprobó que en un canal con materiales definidos, las variaciones del tirante  $Y$  o del caudal  $Q$  genera variaciones en la resistencia

al flujo evidenciando, que el coeficiente ( $n$ ) no es constante y que no depende solo del material constitutivo del canal como presenta el estado actual del arte sino, que el valor es función tanto del material y de las características del flujo como  $Y$ ,  $Q$ , números de Froude  $F$  y Reynolds  $R$   $\frac{Q}{\sqrt{gb}(b^2)}$  y los demás mostrados.

El trabajo se analizó con confiabilidad aproximada al 100%, las variaciones existentes entre  $n$  y  $Y$  o  $Q$  para intervalos iguales que se manejaron como parámetros adimensionales y permitieron determinar un factor  $K_n$ , equivalente a la relación coeficiente de resistencia ( $n$ ) con tirantes o caudales.

El nivel de impacto de las características del flujo en el coeficiente de resistencia " $n$ ", se evaluó y modeló, determinando coeficientes  $K_n$ , con valoraciones para  $K_{n\text{máximo}}$ - $K_{n\text{mínimo}}$ - $K_{n\text{normal}}$  que se relacionan con la rugosidad " $n_{dimensional}$ " para obtener el " $n_{modificado}$ " mediante la expresión:

$n_{modificado} = K_n(n_{supuesta\ tradicionalmente})$  representó el objetivo del estudio.

El escenario desarrollado responde al estado del flujo subcrítico-turbulento y evidencia nuevas investigaciones potenciales.

## VI REFERENCIAS

- [1]Eling, H. y Sánchez, M. Presas, canales y cajas de agua: la tecnología hidráulica en El Bajío mexicano. Rev. Antología sobre organización autogestiva.
- [2]Chow, V. T. Hidráulica de los canales abiertos. McGraw-Hill, Interamericana S.A. Santa Fe, Bogotá Colombia. 1994. 667 páginas.
- [3]French, R. Hidráulica de canales abiertos. McGraw-Hill/Interamericana de México. 1993. 724 páginas.
- [4]Sotelo, G. Hidráulica de canales, Volumen 2. UNAM Facultad de Ingeniería. México. 2002. 840 páginas.
- [5]Naudascher, E. Hidráulica de canales: Diseño de estructuras. Limusa. México 2002. 518 páginas.
- [6]Valencia, O. Cálculo del coeficiente de rugosidad de " $n$ " de Manning en los grandes ríos de Venezuela. Ingeniería UC. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. (1992). 13 páginas.
- [7]Román, J. Trabajo Del Coeficiente de Rugosidad de Manning FINAL Cargado a <https://es.scribd.com/document/234427534/Trabajo-Del-Coeficiente-de-Rugosidad-de-Manning-FINAL>. Julio 19, 2014. 15 páginas.
- [8]Chanson, H. Hidráulica del flujo en canales abiertos. McGRAW-Hill. Bogotá, Colombia. 2002. 560 páginas.
- [9]Estopiñan, A. Hidráulica de Canales. Editorial Pue-



blo y Educación. La Habana, Cuba. 1989. 625 páginas. S. A. México 1, D.F. 1986. 421 páginas.  
[10] Simón, A. Hidráulica Práctica. Editorial LIMUSA,