



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCATELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL -
HUANCATELICA



CURSO: MECÁNICA DE FLUIDOS II

UNIDAD III

Flujo uniforme en canales abiertos

SEMANA 12

TEMAS :

- Flujo uniforme en canales abiertos.

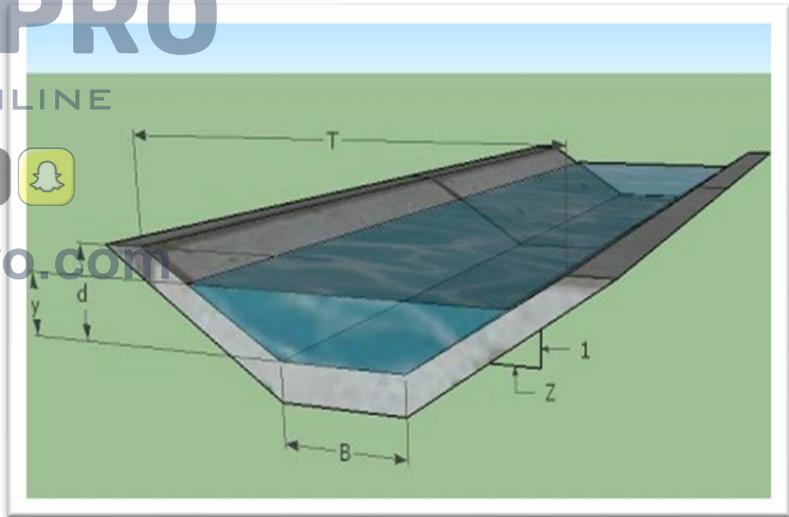
Docente: Ing. David Requena Machuca

GENIOS PRO

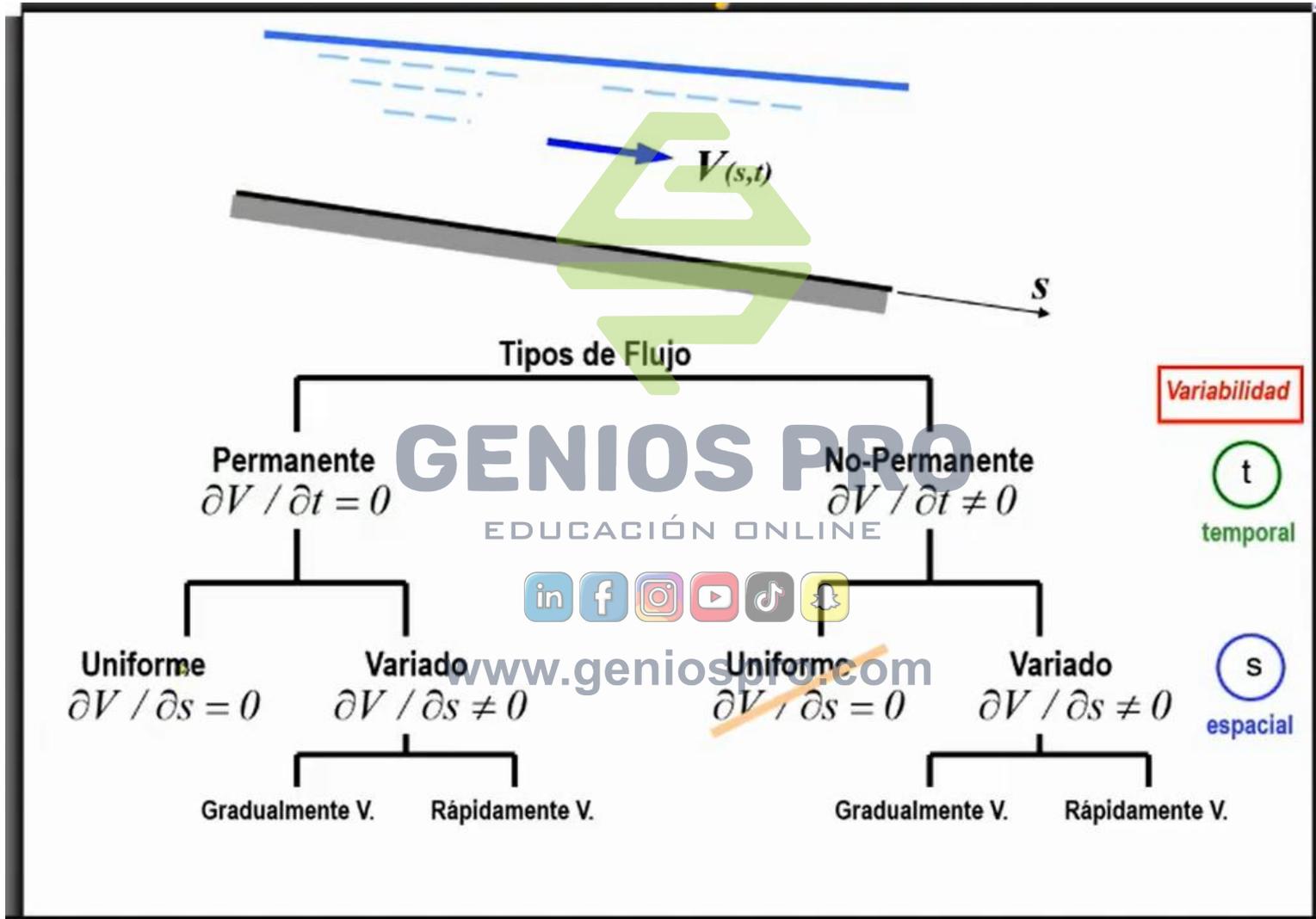
EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com



CLASIFICACIÓN DE FLUJO EN CANALES



12.- Flujo uniforme en canales abiertos.

El flujo es uniforme, si los parámetros hidráulicos (tirante, velocidad, área, etc.) no cambian con respecto al espacio, es decir, que las características: profundidad, área transversal, velocidad y caudal en cada sección del canal son constantes (Villón, 2007).



GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE

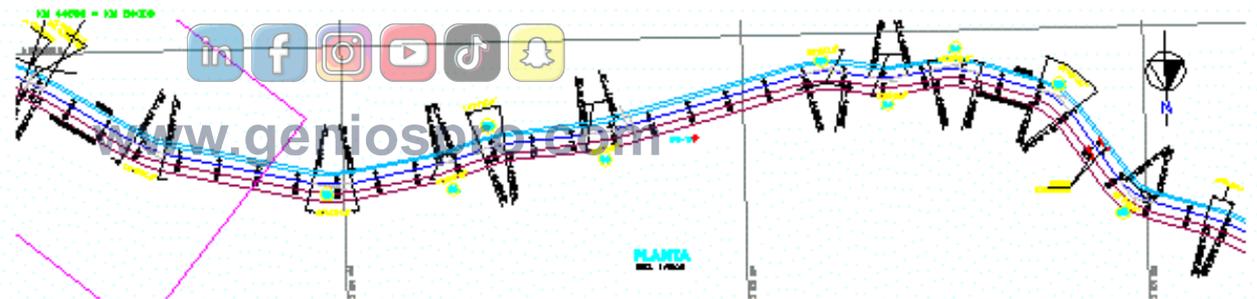


Figura 01: Flujo uniforme en canales prismáticos, perfil y sección .

El flujo uniforme rara vez ocurre en los canales naturales debido a que no son prismáticos. Aun en los prismáticos es poco frecuente por la existencia de controles, como vertederos, compuertas, etc., que dictan una relación gasto-tirante diferente de la apropiada al flujo, dificultando su establecimiento. Sin embargo, **el flujo uniforme es una condición básica que debe considerarse en todos los problemas de diseño** (Sotelo, 2002).

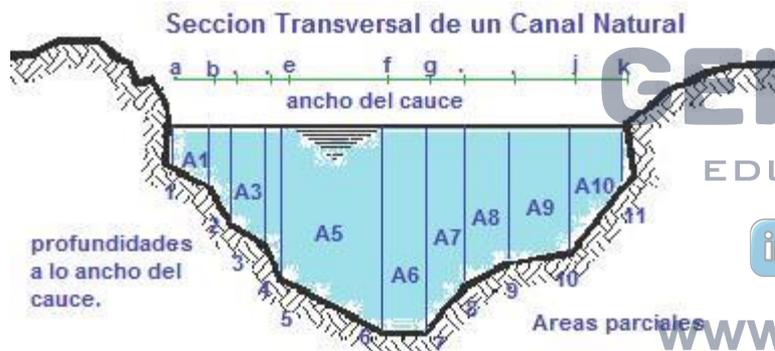
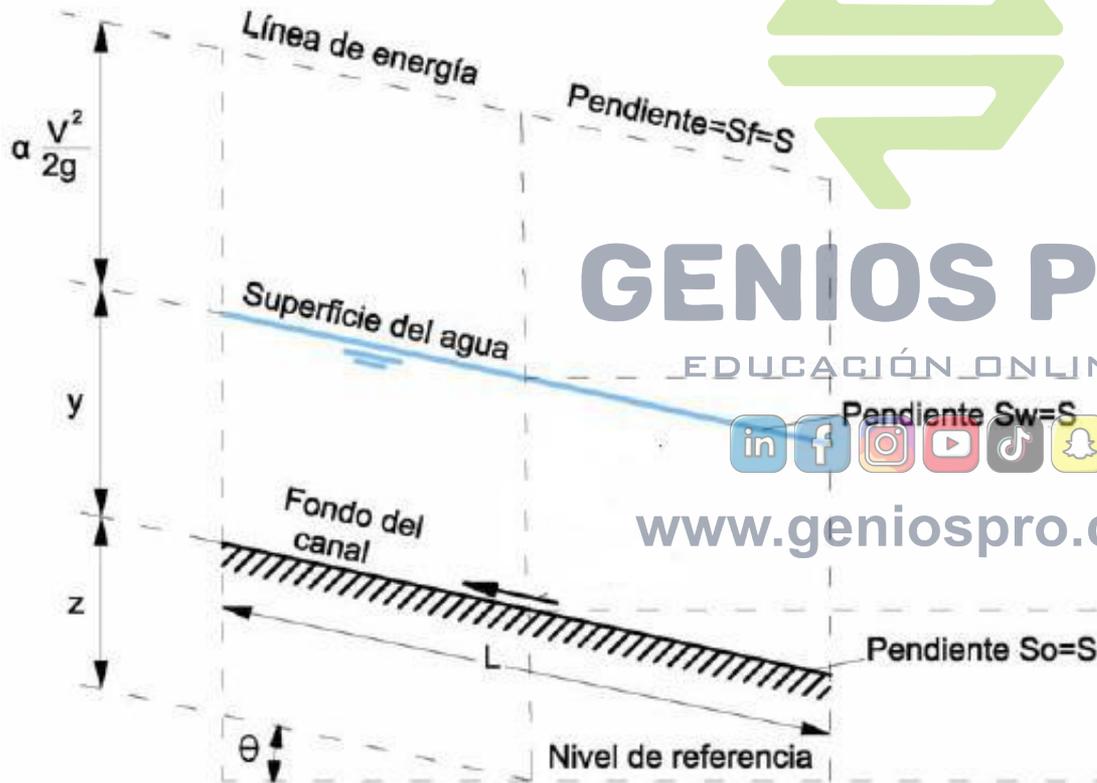


Figura 02: Flujo uniforme en canales naturales, planta y sección .

Por definición, el flujo uniforme se presenta cuando:

- La velocidad, y con ella el tirante y el área hidráulica, permanecen constantes en cada sección.
- La línea de energía, la superficie libre de agua y la plantilla del canal son paralelas.



Para que se establezca flujo uniforme es necesario que exista un balance dinámico entre el componente de la fuerza de peso en la dirección de flujo y de la fricción.

El flujo uniforme es una condición de importancia básica que debe ser considerado en todos los problemas de diseño de canales.

12.1.- FORMULA DE CHEZY.

La fórmula de Chézy, desarrollada por el ingeniero francés Antoine de Chézy, conocido internacionalmente por su contribución a la hidráulica de los canales abiertos, es la primera fórmula de fricción que se conoce. Fue presentada en 1769. La fórmula permite obtener la velocidad media en la sección de un canal y establece que:

$$V = C\sqrt{RS}$$

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE

Donde:



V: Velocidad media.

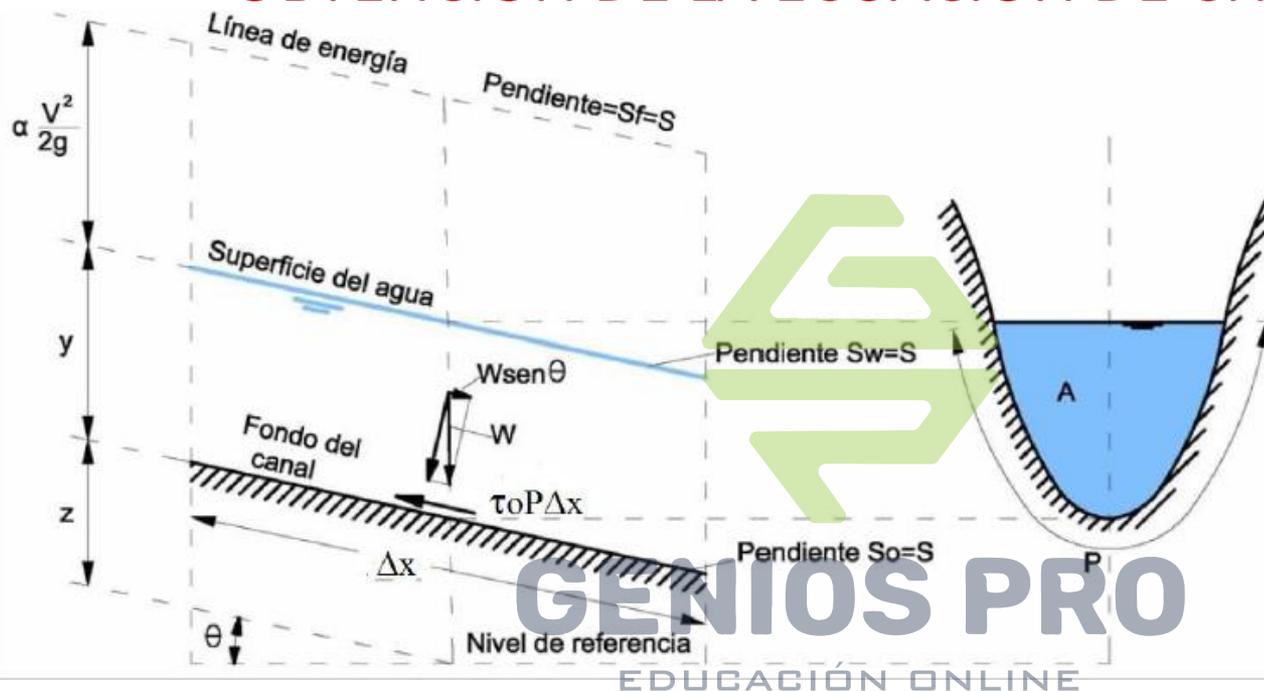
C: Factor de resistencia.

R: Radio hidráulico.

S: Pendiente de canal.

www.geniospro.com

OBTENCIÓN DE LA ECUACIÓN DE CHÉZY



W: peso.
 A: Área hidráulica.
 P: Perímetro mojado.
 S: Pendiente de canal.
 θ : Angulo de inclinación.
 Δx : tramo de análisis.

a) Corte longitudinal

b) Sección transversal

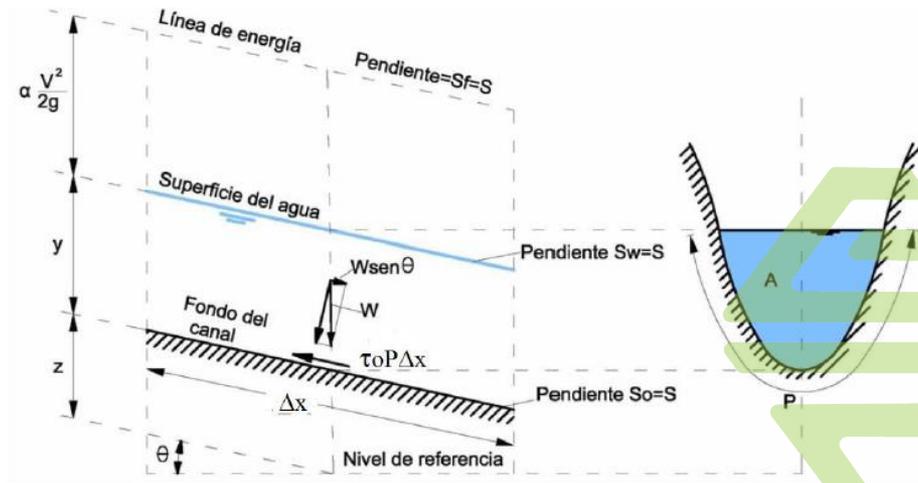
En un canal de sección cualquiera donde el flujo sea uniforme:

$$g \cdot \rho \cdot A \cdot \Delta x \cdot \sin\theta - \tau_0 \cdot P \cdot \Delta x = 0$$

De la figura:

W: $\rho \cdot A \cdot \Delta x$ peso.
 θ : Es pequeño (máximo 10°).
 $\text{Sen}\theta = \text{tan}\theta = S$.

OBTENCIÓN DE LA ECUACIÓN DE CHÉZY



Igualando las fuerzas:

$$\rho * A * \Delta x * S = K * V^2 * P * \Delta x$$

$$\rho * A * S = K * V^2 * P$$

$$V^2 = \frac{\rho * A * S}{K * P}$$

$$V^2 = \frac{\rho}{K} * \frac{A}{P} * S$$

$$V = \sqrt{\frac{\rho}{K}} * \sqrt{R_H * S}$$

$$C = \sqrt{\frac{\rho}{K}}$$

Para la fuerzas en la dirección del flujo del canal tenemos:

$$F_{gravidad} = \rho * A * \Delta x * sen\theta = \rho * A * \Delta x * S$$

$$F_{resistencia\ total} = K * V^2 * P * \Delta x$$

$$V = C \sqrt{R_H S}$$

Donde:

V: velocidad media (m/s).

C: Coeficiente de Chezy.

RH: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente de canal(m/m).

FORMULAS PARA OBTENER EL COEFICIENTE "C" DE CHÉZY

| Autor | Ecuación | Observaciones |
|---------------------|--|---|
| Ganguillet y Kutter | $C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{S}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{S}) \frac{n}{\sqrt{R_h}}}$ | <p>Aconsejable en canales naturales, para los que usualmente conduce a resultados satisfactorios. Es compleja y tiene la desventaja de que ocurren cambios grandes en C para cambios pequeños en n. este coeficiente depende de la rugosidad del canal, según la tabla 2.5 de Sotelo (2002).</p> |
| Kutter | $C = \frac{100\sqrt{R_h}}{m + \sqrt{R_h}}$ | <p>Es una simplificación de la de Ganguillet y Kutter, m es un coeficiente de rugosidad según la tabla 2.5 de Sotelo (2002)..</p> |
| Bazin | $C = \frac{87}{1 + \frac{N_B}{\sqrt{R_h}}}$ | <p>Esta basada en una buena cantidad de experimentos y es relativamente sencilla, N_B es un coeficiente de rugosidad según la tabla 2.5, de Sotelo (2002)..</p> |
| kozeny | $C = 20 \text{ Log } \frac{A}{T} * N_K$ | <p>Es análoga a la de los conductos a presión y fue obtenida con base en los resultados experimentales de von Misses y Bazin N_K es un coeficiente de rugosidad según la tabla 2.5, de Sotelo (2002)..</p> |
| Martínez | $C = 17.7 \text{ Log } \left[\frac{R}{d_m} \right] + 13.6$ | <p>Se obtuvo de muchas mediciones en ríos de la ex Unión Soviética d_m es el diámetro medio del grano de material en el fondo del río en m. es valida cuando 0.15 ≤ R_h ≤ 2.25 m. 0.00004 ≤ S ≤ 0.0039 y 0.004 ≤ d_m ≤ 0.25 m.</p> |
| Manning | $C = \frac{R^{1/6}}{n}$ | <p>Originalmente fue obtenida a partir de siete ecuaciones diferentes basadas en ensayos de Bazin, y posteriormente verificada por observaciones. Es una de las mas utilizadas por su sencillez, n es el mismo coeficiente que utilizo Ganguillet y Kutter, según la tabla 2.5. de Sotelo (2002).</p> |

Sotelo (2002).

ALGUNOS COEFICIENTES DE RUGOSIDAD EN LAS ECUACIONES DE LA TABLA 2.5 DE SOTELO (2002).

| 1. Conductos cerrados parcialmente llenos | Ganguillet y Kutter n | Kutter m | Bazin N | Kozyeny N_K |
|---|----------------------------|---------------|--------------|------------------|
| Fierro fundido nuevo | 0.012 | 0.20 | 0.06 | |
| Fierro fundido usado | | 0.25 | 0.12 | |
| Fierro colado | 0.012 | 0.20 | | |
| Barro vitrificado nuevo | | 0.25 | | |
| Barro vitrificado usado | 0.017 | 0.30 a 0.35 | | |
| Tubos de alcantarillado | 0.017 a 0.020 | 0.30 a 0.35 | | |
| Tuneles de concreto pulido | 0.011 a 0.013 | 0.20 a 0.25 | 0.22 | |

ALGUNOS COEFICIENTES DE RUGOSIDAD EN LAS ECUACIONES DE LA TABLA 2.5 DE SOTELO (2002).

| 2. Canales abiertos | Ganguillet y Kutter n | Kutter m | Bazin N | Kozyeny N_K |
|---|-------------------------|-------------|-------------|---------------|
| Madera cepillada | 0.010 | 0.15 a 0.20 | 0.06 | |
| Madera de acabado rugoso | | 0.30 a 0.35 | | |
| Mampostería de ladrillo bien acabada | 0.013 | 0.25 | 0.16 | 70 a 76 |
| Cemento pulido | | 0.20 a 0.25 | 0.10 a 0.16 | 84 a 90 |
| Concreto pulido | 0.012 | 0.20 | 0.11 a 0.22 | |
| Concreto rugoso | 0.017 | 0.65 | 0.45 | 58 a 62 |
| Piedra brasa bien acabada | 0.017 | 0.65 | 0.46 | 60 a 70 |
| En tierra, ríos y arroyos | 0.025 | 1.75 | 1.4 a 1.6 | |
| En tierra con material grueso y con plantas | 0.035 | 2.0 a 2.5 | 1.75 | |
| Con cantos rodados | 0.04 a 0.5 | 3.5 a 5.0 | hasta 3.5 | |
| con gran rugosidad de fondo y maleza tupida | Hasta 0.9 | | | |
| Roca acomodada | | | | 36 a 50 |
| Roca a volteo | | | | 28 a 36 |
| Grava { <i>gruesa</i> (10 a 15 cm) <i>media</i> (5 a 10 cm) <i>fin</i> (2 a 3 cm) | | | | 32 a 38 |
| | | | | 38 a 42 |
| | | | | 42 a 46 |
| Cantos rodados | | | | 28 a 32 |



www.geniospro.com

12.2.- Ecuación de Manning

GENERALIDADES:

❖ Generalidades:

- + Empírica
- + Robert Manning (irlandés)
- + Data de 1889

Coeficiente de rugosidad por Manning.

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{n}$$

Ecuación de CHÉZY.

$$V = C \sqrt{R_H S}$$

Ecuación de Manning.

$$V = \frac{R_H^{1/6}}{n} R_H^{1/2} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2}$$

Punto de discusión:

Coeficiente de rugosidad (n)



www.geniospro.com

Velocidad

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2}$$

Caudal

$$Q = \frac{A}{n} R_H^{2/3} S^{1/2}$$

➤ FACTORES QUE AFECTAN EL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD "n"

1 Rugosidad superficial:

-Tamaño y forma de los granos del perímetro mojado.

Vegetación:

- -Altura, densidad, distribución y tipo de vegetación:

Irregularidad del canal:

-Variaciones en área, perímetro, pendiente, etc.

Tamaño y forma del canal:

-Radio hidráulico

Nivel y Caudal:

-Irregularidades del fondo (nivel bajo)
-Bancos rugosos y con mucha vegetación (nivel alto)

Alineación del canal:

-radio de curvatura

Erosión y sedimentación:

-Arrastre o deposito de sedimentos y/o material del canal

Obstrucciones

-Obstáculos en el canal

Contenido del material:

-Material en suspensión en el canal.

Material suspendido y transporte de

fondo:

-Si esta o no en movimiento

Cambio Estacional:

-Crecimiento de plantas acuáticas, hierbas, sauces, arbustos, etc.



www.geniospro.com

DETERMINACION DEL COEFICIENTE «n» DE MANNING

No existe un método exacto para su determinación.

a.- ESTIMACION DE “n” POR EL METODO DE LATABLEA.

b.- METODO FOTOGRAFICO.

c.- METODOS EMPIRICOS.



www.geniospro.com

a.- ESTIMACION DE "n" POR EL METODO DE LA TABLA

(Ven Te Chow-1959)
Tabla de valores de "n".

| Tipo de canal y descripción | Mínimo | Normal | Máximo |
|---|--------|--------|--------|
| D. Corrientes naturales | | | |
| D-1 Corrientes menores (ancho superficial en nivel creciente < 100 pies) | | | |
| a. Corrientes en planicies | | | |
| a.1 Limpias, rectas, máximo nivel, sin montículos ni pozos profundos | 0,025 | 0,030 | 0,033 |
| a.2 Igual al anterior, pero con mas piedras y malezas | 0,030 | 0,035 | 0,040 |
| a.3 Limpio, serpenteante, algunos pozos y bancos de arena | 0,033 | 0,040 | 0,045 |
| a.4 Igual al anterior, pero con algunos matorrales y piedras | 0,035 | 0,045 | 0,050 |
| a.5 Igual al anterior, niveles bajos, pendientes y secciones mas eficientes | 0,040 | 0,048 | 0,055 |
| a.6 Igual al a.4 pero con mas piedras | 0,045 | 0,050 | 0,060 |
| a.7 Tramos lentos, con malezas y pozos profundos | 0,050 | 0,070 | 0,080 |
| a.8 Tramos con muchas malezas, pozos profundos o canales de crecientes con muchos árboles con matorrales bajos | 0,075 | 0,100 | 0,150 |
| b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos | | | |
| b.1 Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| b.2 Fondo: cantos rodados con rocas grandes | 0,040 | 0,050 | 0,070 |
| D-2 Planicies de inundación | | | |
| a. Pastizales, sin matorrales | | | |
| a.1 Pasto corto | 0,025 | 0,030 | 0,035 |
| a.2 Pasto alto | 0,030 | 0,035 | 0,050 |
| b. Áreas cultivadas | | | |
| b.1 Sin cultivo | 0,020 | 0,030 | 0,040 |
| b.2 Cultivos en línea maduros | 0,025 | 0,035 | 0,045 |
| b.3 Campos de cultivo maduros | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| c. Matorrales | | | |
| c.1 Matorrales dispersos, mucha maleza | 0,035 | 0,050 | 0,070 |
| c.2 Pocos matorrales y árboles, en invierno | 0,035 | 0,050 | 0,060 |
| c.3 Pocos matorrales y árboles, en verano | 0,040 | 0,060 | 0,080 |
| c.4 Matorrales medios a densos, en invierno | 0,045 | 0,070 | 0,110 |
| c.5 Matorrales medios a densos, en verano | 0,070 | 0,100 | 0,160 |
| d. Árboles | | | |
| d.1 Sauces densos, rectos y en verano | 0,110 | 0,150 | 0,200 |
| d.2 Terreno limpio, con troncos sin retoños | 0,030 | 0,040 | 0,050 |
| d.3 Igual que el anterior, pero con una gran cantidad de retoños | 0,050 | 0,060 | 0,080 |
| d.4 Gran cantidad de árboles. algunos troncos caídos. con poco crecimiento de | | | |

a.- ESTIMACION DE "n" POR EL METODO DE LA TABLA

| MATERIAL | COEFICIENTE "N" DE MANNING | REFERENCIA | IMAGEN DE MUESTRA |
|---|--|--|---|
| Concreto. | 0.012 - 0.014 | Ven Te Chow (1994) |  |
| Policloruro de vinilo (PVC), pared sólida. | 0.009 | UTAH, Department of Transportation (2004) |  |
| Fibrocemento | 0.011 - 0.015 | ASCE/EWRI (2006) |  |
| Policloruro de vinilo (PVC) corrugado, pared interior lisa. | 0.010 - 0.013 (Valor más usado para diseño 0.012) | California Department of Transportation (2014) |  |
| Polietileno de alta densidad (PEAD) corrugado, pared interior lisa. | 0.010 - 0.013 (Valor más usado para diseño 0.012) | California Department of Transportation (2014) |  |
| Polietileno de alta densidad (PEAD), pared interior corrugada. | 0.020 - 0.025 (Valor más usado para diseño 0.022) | California Department of Transportation (2014) |  |
| Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). | 0.009 | American Water Works Association(2014) |  |

Valores del Coeficiente de Manning (n)

a.- ESTIMACION DE "n" POR EL METODO DE LA TABLA

| Perímetro mojado | n | Perímetro mojado | n |
|--------------------------|-------|-----------------------|-------|
| Canales naturales | | Canales artificiales | |
| Limpios y rectos | 0.030 | Vidrio | 0.010 |
| Fangoso con piscinas | 0.040 | Latón | 0.011 |
| Ríos | 0.035 | Acero, suave | 0.012 |
| | | Acero, pintado | 0.014 |
| Llanuras de inundación | | Acero remachado | 0.016 |
| Pasto, campo | 0.035 | Hierro fundido | 0.013 |
| Matorrales baja densidad | 0.050 | Concreto terminado | 0.012 |
| Matorrales alta densidad | 0.075 | Concreto sin terminar | 0.014 |
| Árboles | 0.150 | Madera cepillada | 0.012 |
| | | Baldosa arcilla | 0.014 |
| Canales de tierra | | Ladrillo | 0.015 |
| Limpio | 0.022 | Asfalto | 0.016 |
| Grava | 0.025 | Metal corrugado | 0.022 |
| Maleza | 0.030 | Madera no cepillada | 0.013 |
| Piedra | 0.035 | | |

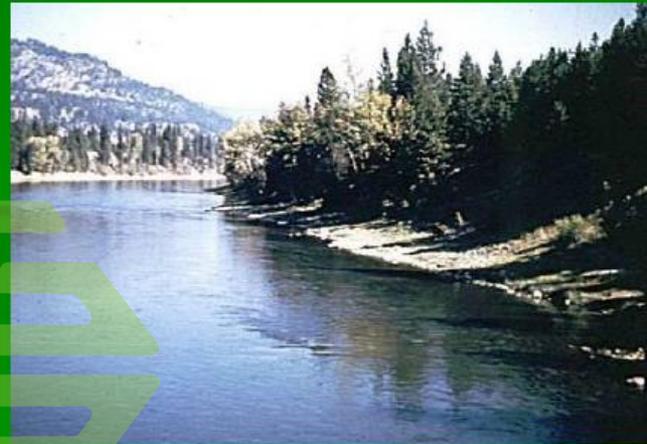
b.- ESTIMACION DE “n” POR EL METODO FOTOGRAFICO

Método desarrollado por el U. S. Geological Survey, el cual realizo fotografías de canales de resistencia conocida junto con un sumario de parámetros geométricos e hidráulicos (Barnes, 1967). Se obtiene errores del 15% en la estimación:





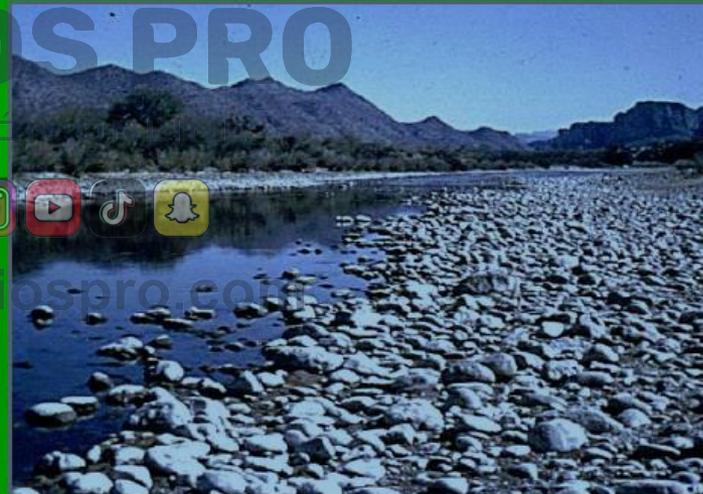
$n=0,024$



$n=0,028$



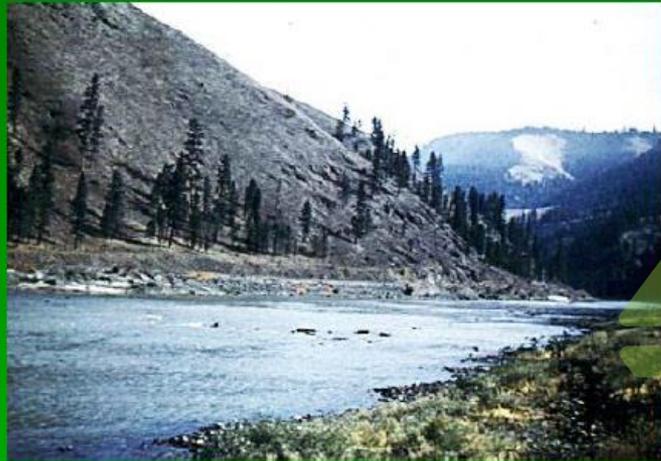
$n=0,030$



$n=0,032$

GENIOS PRO
ADID
geniospro.com

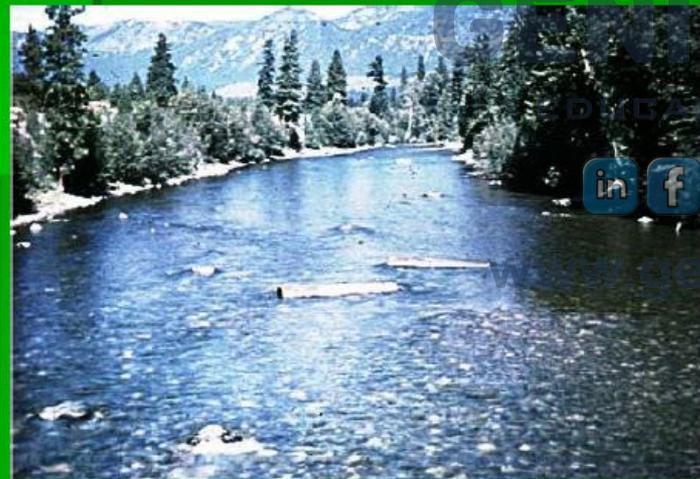




$n=0,033$



$n=0,036$



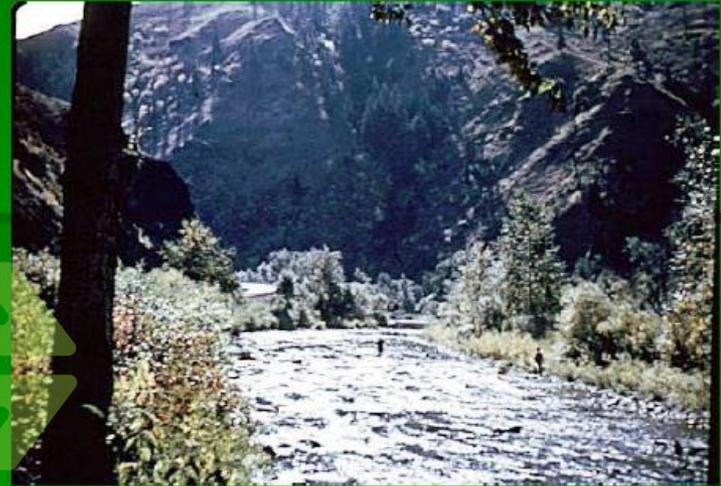
$n=0,037$



$n=0,038$



$n=0,041$



$n=0,043$



$n=0,050$



$n=0,051$



$n=0,057$

$n=0,065$



$n=0,060$

$n=0,075$



$n=0,073$



b.- METODOS EMPIRICOS

Strickler (1923) El más conocido de estos métodos es propuesto por Strickler :

$$n = 0.047 \cdot d^{1/6}$$

d = diámetro de la arena adherida a los lados y al fondo del canal en mm.

Subramanya (1982) obtuvo la ecuación de Strickler como:

$$n = 0.047 \cdot d_{50}^{1/6}$$

d_{50} = diámetro del material del fondo en m, tal que el 50% del material por peso es menor.

GENIOS PRO

EDUCACION ONLINE

Meyer-Peter y Muller (1948) sugieren la siguiente ecuación:

$$n = 0.038 \cdot d_{90}^{1/6}$$

d_{90} = tamaño del material del fondo en m, tal que el 90% del material por peso es menor.

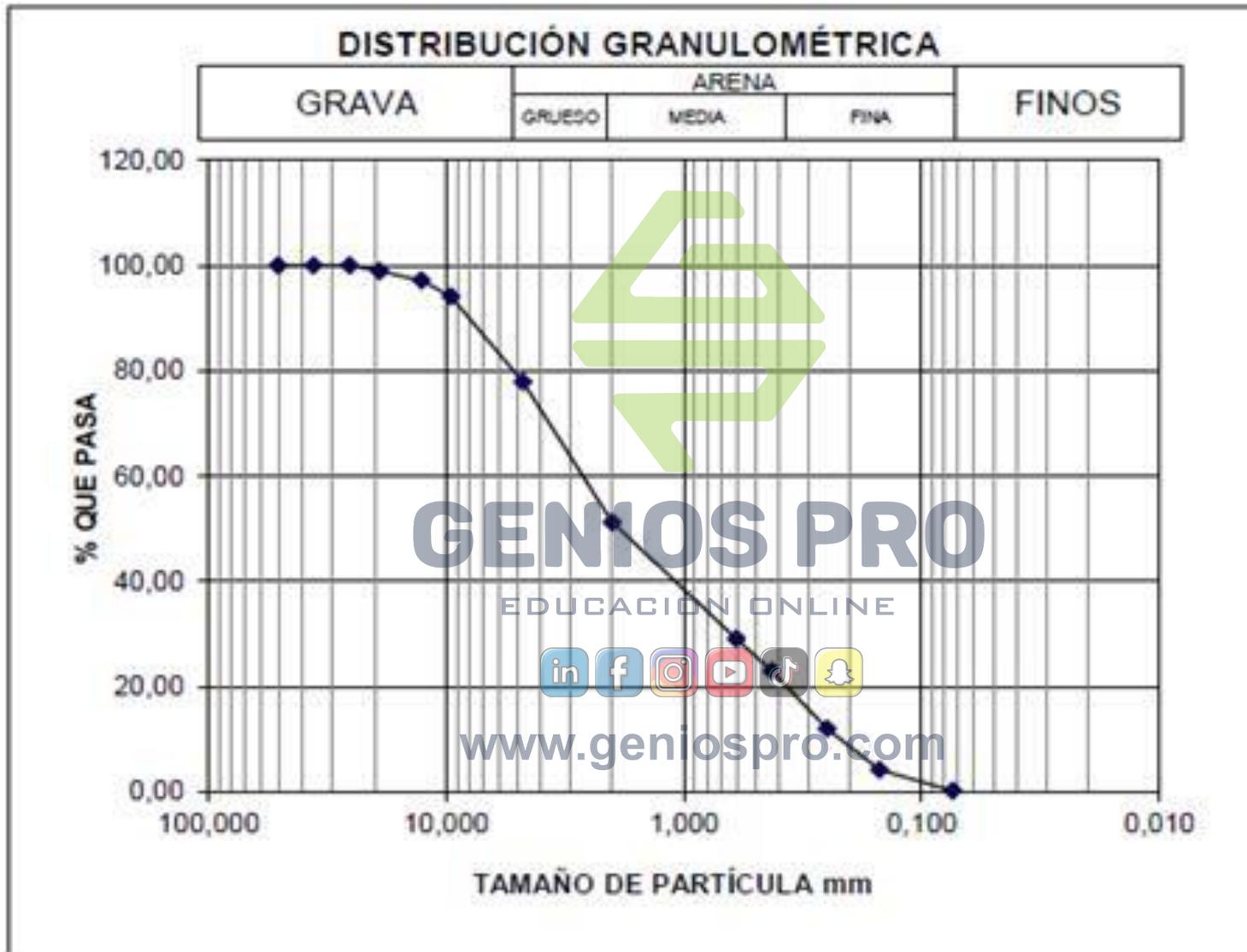
Lane y Carlson (1953) determinaron que:

$$n = 0.026 \cdot d_{75}^{1/6}$$

d_{75} = diámetro del material del fondo en pulgadas, tal que el 75% del material por peso es menor.

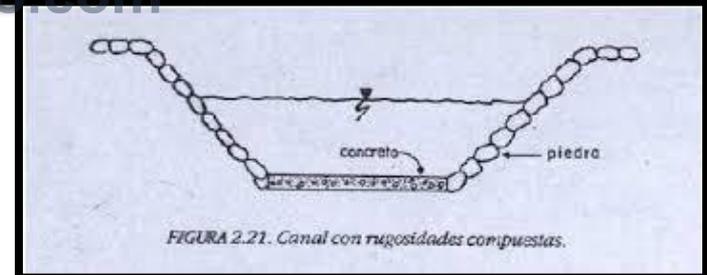
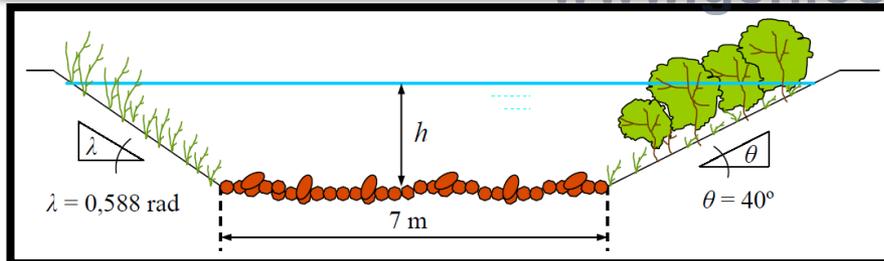
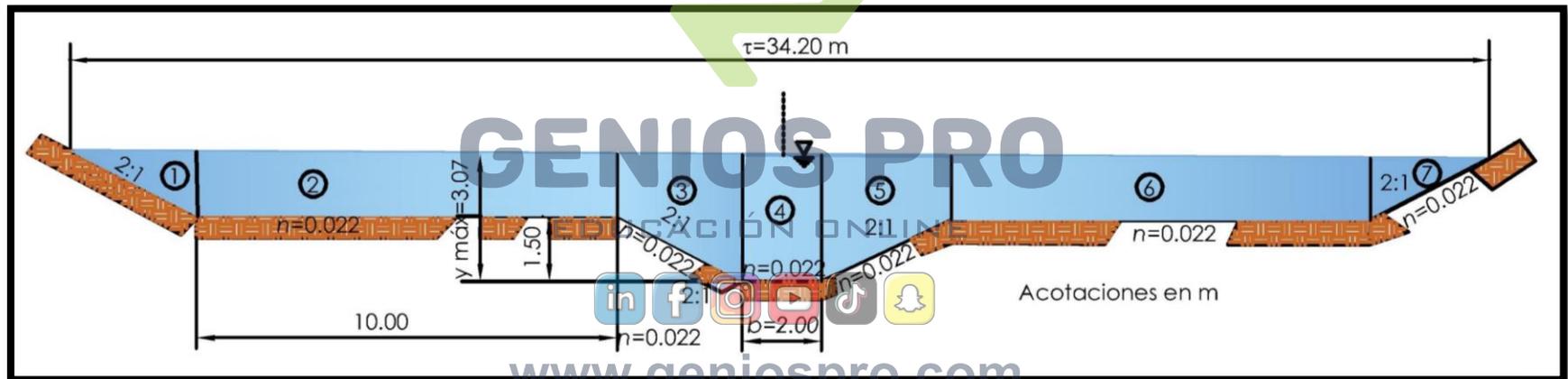


www.geniospro.com



Coeficiente para sección compuesta

- En ocasiones, las sección puede tener partes del perímetro mojado con rugosidades distintas, lo que trae como consecuencia diferentes valores de n para cada una. En este caso, para seguir aplicando la ecuación de Manning, es necesario calcular un valor n_e equivalente y representativo de todo el perímetro mojado, y para ello existen diferentes criterios.
- Se puede suponer que cada parte $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ del perímetro mojado, con coeficientes $n_1, n_2, n_3, \dots, n_n$, define subsecciones de área hidráulica $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$,



Formulas para determinar n en canales de sección compuesta

Son canales cuya sección transversal puede tener diversas rugosidades; se requiere un valor promedio de «n».

Horton-Einstein:

$$n = \left[\frac{\sum_1^N (P_N n_N^{1.5})}{P} \right]^{2/3}$$

Pavlovski-Mulhlofer-Einstein y
Banks:

$$= \left[\frac{\sum_1^N (P_N n_N^2)}{P} \right]^{1/2}$$

Lotter:

$$n = \frac{P R^{5/3}}{\sum_1^N \left(\frac{P_N R_N^{5/3}}{n} \right)}$$

Variables:

n rugosidad

P perímetro mojado

R radio hidráulico

N partes en las que se divide el área con perímetros mojados conocidos.



www.geniospro.com

Número de Froude en canales abiertos

El número de Froude en canales abiertos nos informa del **estado del flujo hidráulico**. El número de Froude en un canal se define como:

$$F_R = \frac{v}{\sqrt{gD_H}}$$

Siendo:

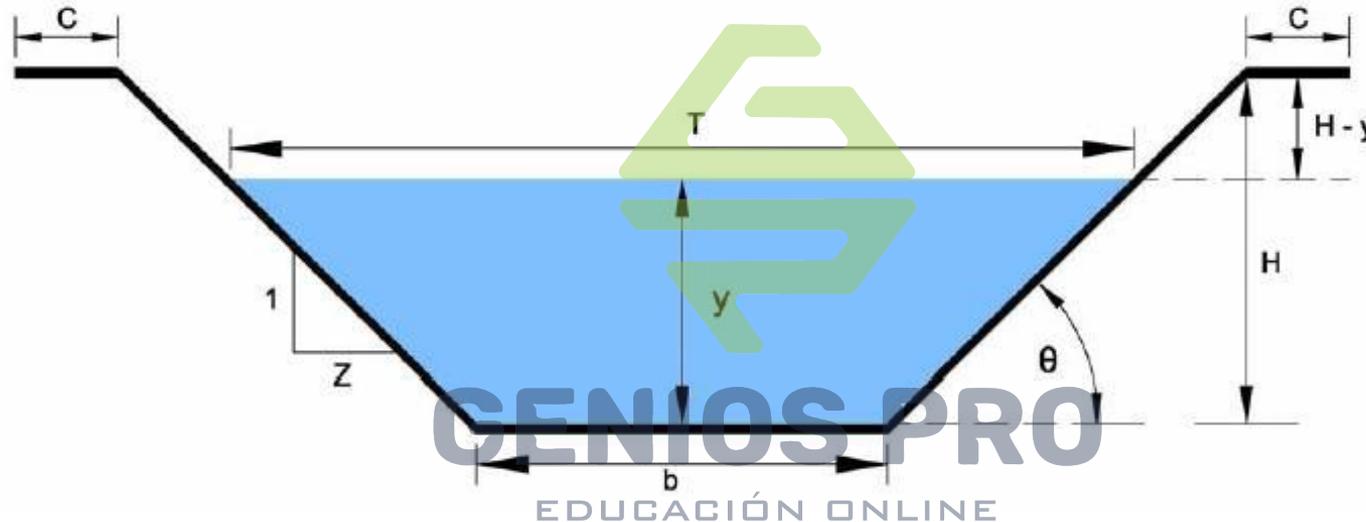
- v : velocidad media de la sección del canal [m/s]
- DH : profundidad hidráulica (A/T) [m], siendo A el área de la sección transversal del flujo y T el espejo de agua.
- g : aceleración de la gravedad [m/s^2]

En el caso de que:

www.geniospro.com

- Sea $F_R > 1$ el régimen del flujo será **supercrítico**
- Sea $F_R = 1$ el régimen del flujo será **crítico**
- Sea $F_R < 1$ el régimen del flujo será **subcrítico**

12.3.- Consideraciones complementarias para el diseño de canales



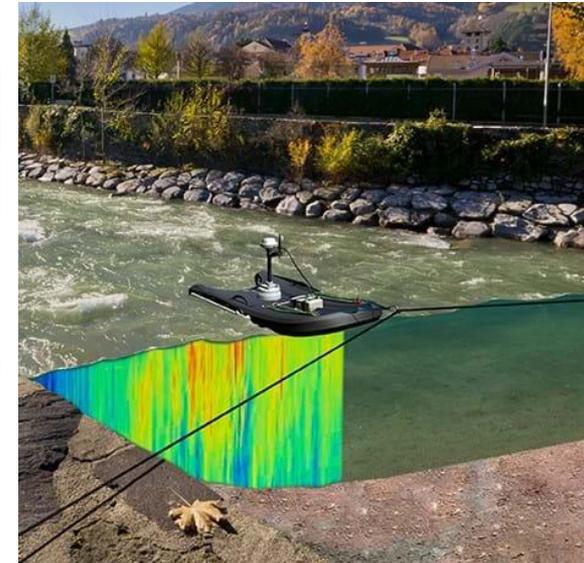
- [in](#)
[f](#)
[ig](#)
[yt](#)
[tiktok](#)
[snapchat](#)
- Velocidad media de los canales (v)
 - Pendiente admisible en canales de tierra (S)
 - Taludes (Z)
 - Bordo libre ($B . L .$)
- www.geniospro.com

a) Velocidad media de los canales (v)

Se han encontrado muchos resultados experimentales sobre estos límites, para canales alojados en tierra, en general están comprendidos entre 0,30 y 0,90 m/s.

Tabla 2.4. Velocidades máximas recomendadas en función de coberturas.

| Características de los suelos | Velocidades máximas (m/s) |
|---|---------------------------|
| Canales en tierra franca | 0,60 |
| Canales en tierra arcillosa | 0,90 |
| Canales revestidos con piedra y mezcla simple | 1,00 |
| Canales con mampostería de piedra y concreto | 2,00 |
| Canales revestidos con concreto | 3,00 |
| Canales en roca: | |
| pizarra | 1,25 |
| areniscas consolidadas | 1,50 |
| roca dura, granito, etc. | 3 a 5 |



GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

Velocidad mínima permitida, los valores sugeridos son:

- * en canales revestidos, para evitar la sedimentación del escaso limo del agua 0.60 - 0.90 m/s
- * en canales de tierra, para evitar el crecimiento de plantas 0.70 - 0.75 m/s

b) Pendiente admisible en canales de tierra (S)**Tabla 2.5. Pendiente admisible en función del tipo de suelos**

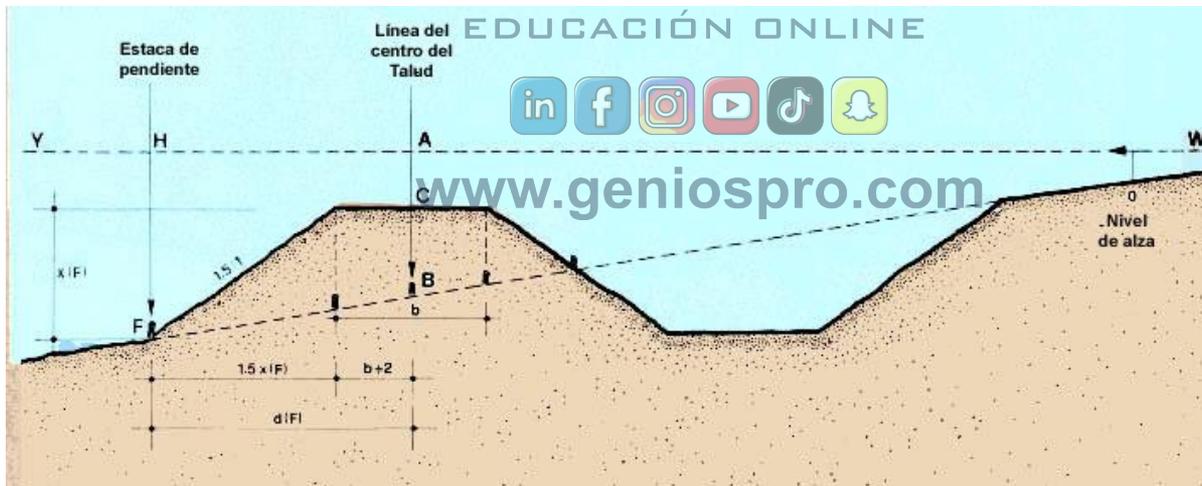
| Tipo de suelo | Pendiente (S) (‰) |
|-------------------|----------------------|
| Suelos sueltos | 0,5 – 1,0 |
| Suelos francos | 1,5 – 2,5 |
| Suelos arcillosos | 3,0 – 4,5 |



c) Taludes (Z)

Tabla 2.6 . Taludes recomendados en función del material
Talud Z:1 (horizontal : vertical) Fuente: Villon

| Características de los suelos | Canales poco profundos | Canales profundos |
|------------------------------------|------------------------|-------------------|
| Roca con buenas condiciones | Vertical | 0,25 : 1 |
| Arcillas compactas o conglomerados | 0,5 : 1 | 1 : 1 |
| Limos arcillosos | 1 : 1 | 1,5 : 1 |
| Limoso - arenosos | 1,5 : 1 | 2 : 1 |
| Arenas sueltas | 2 : 1 | 3 : 1 |



d) Bordo libre (B . L .)

Una practica corriente para **canales en tierra**, es dejar un borde libre o resguardo igual a un tercio del tirante, es decir:

$$B.L. = \frac{Y}{3}$$

Mientras que para **canales revestido**, el borde libre puede ser la quinta parte del tirante, es decir:

$$B.L. = \frac{Y}{5}$$

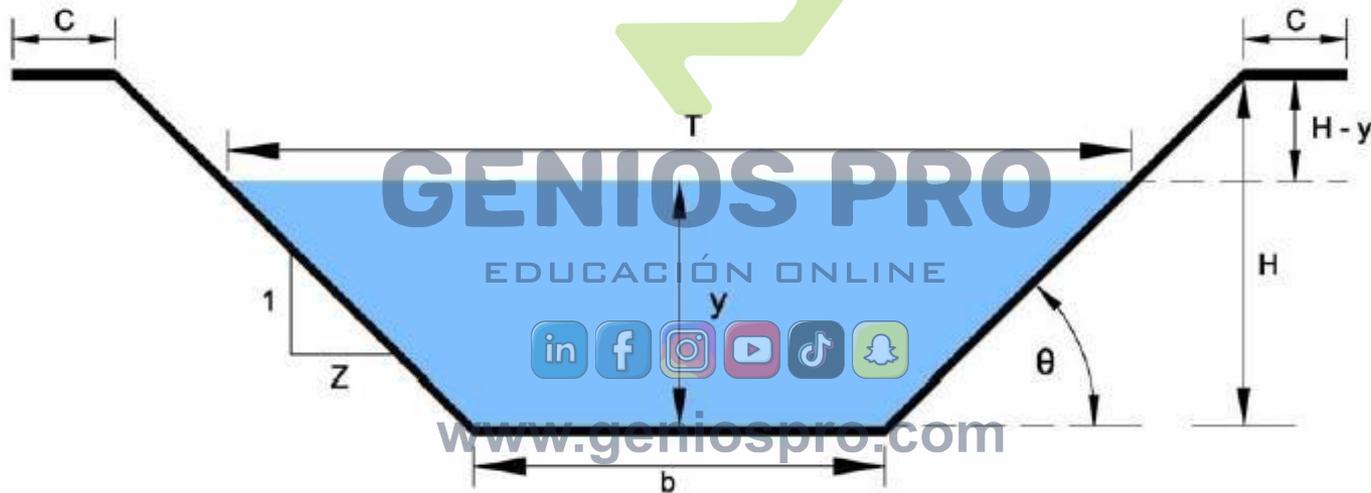
En relación con el caudal se tiene:



| Caudal Q (m ³ /s) | Bordo libre (m) |
|---------------------------------|--------------------|
| Menores que 0,5 | 0,30 |
| Mayores que 0,5 | 0,40 |

12.1.- EJERCICIOS 01

En un canal trapezoidal de ancho de **solera** 0.5 m y talud $Z = 1$, circula un caudal de $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ y pendiente de fondo 0.001 . Considerando un coeficiente de rugosidad de $n = 0.014$, calcular El tirante normal de la sección hidráulica.



SOLUCION

De la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S_o^{1/2}}{n}$$

$$A \cdot R^{2/3} = \frac{n \cdot Q}{S_o^{1/2}}$$

$AR^{2/3} = \frac{nQ}{S^{1/2}}$

Geometría de la sección del canal

Variables del flujo

$$\frac{A \cdot A^{2/3}}{P^{2/3}} = \frac{n \cdot Q}{S_o^{1/2}}$$

$$\frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = \frac{n \cdot Q}{S_o^{1/2}}$$

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE

La función a resolver es:

$$f(y) = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} - \frac{Q \cdot n}{S_o^{1/2}} = 0$$

En la cual A y P son funciones del tirante "y". Para la aplicación del método de "Newton-Raphson" se requiere obtener la derivada de la función, que en este caso es:

www.geniospro.com

Derivada de la función es:

$$f'(y) = \frac{1}{P^{2/3}} \cdot \left(\frac{5}{3} \cdot A^{2/3} \cdot \frac{dA}{dY} \right) + A^{5/3} \cdot \left(\frac{-2}{3} \cdot P^{-5/3} \cdot \frac{dP}{dY} \right)$$

$$y_{1+1} = y_1 - \frac{f(y)}{f'(y)}$$

Entonces, en la aplicación del método se utilizará la ecuación del método numérico siguiente:

$$y_{i+1} = y_i - \frac{f(y)}{f'(y)}$$

$$Q(m^3/s) = 0.5$$

$$So (m/m) = 0.001$$

$$n = 0.014$$

$$b(m) = 0.5$$

$$Z = 1$$

Geometría de un canal trapezoidal:

$$A: \quad by + Zy^2 = 0.5y + 1y^2 \quad \frac{dA}{dY} = 0.5 + 2y$$

$$P: \quad b + 2y\sqrt{1 + Z^2} = 0.5 + 2y\sqrt{2} \quad \frac{dP}{dY} = 2\sqrt{2}$$

$$R: \quad \frac{by + Zy^2}{b + 2y\sqrt{1 + Z^2}} = \frac{0.5y + y^2}{0.5 + 2\sqrt{2}y}$$

Área y Perímetro y derivadas con respecto al tirante



$$f(y) = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} - \frac{Q \cdot n}{S_o^{1/2}} = \frac{(0.5y + 1y^2)^{5/3}}{(0.5 + 2y\sqrt{2})^{2/3}} - \frac{0.5 * 0.014}{0.001^{1/2}}$$

$$f'(y) = \frac{1}{P^{2/3}} \cdot \left(\frac{5}{3} \cdot A^{2/3} \cdot \frac{dA}{dY} \right) + A^{5/3} \cdot \left(\frac{-2}{3} \cdot P^{-5/3} \cdot \frac{dP}{dY} \right)$$

$$f'(y) = \frac{1}{(0.5 + 2y\sqrt{2})^{2/3}} \cdot \left(\frac{5}{3} \cdot (0.5y + 1y^2)^{2/3} \cdot (0.5 + 2y) \right) + (0.5y + 1y^2)^{5/3} \cdot \left(\frac{-2}{3} \cdot (0.5 + 2y\sqrt{2})^{-5/3} \cdot 2\sqrt{2} \right)$$

Aplicando la ecuación :

$$y_{i+1} = y_i - \frac{f(y)}{f'(y)}$$

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

$$\frac{(0.5y + 1y^2)^{5/3}}{(0.5 + 2y\sqrt{2})^{2/3}} - \frac{0.5 * 0.014}{0.001^{1/2}}$$

$$y_{i+1} = y_i - \frac{1}{(0.5 + 2y\sqrt{2})^{2/3}} \cdot \left(\frac{5}{3} \cdot (0.5y + 1y^2)^{2/3} \cdot (0.5 + 2y) \right) + (0.5y + 1y^2)^{5/3} \cdot \left(\frac{-2}{3} \cdot (0.5 + 2y\sqrt{2})^{-5/3} \cdot 2\sqrt{2} \right)$$

Realizando el proceso iterativo:

| Nº iteracion | Yi | Y i+1 | Error |
|--------------|----|--------|--------|
| 1 | 1 | 0.6613 | 0.3387 |

| Nº iteracion | Yi (m) | Y i+1 (m) | Error |
|--------------|--------|---------------|-----------|
| 1 | 1 | 0.6613 | -0.338700 |
| 2 | 0.6613 | 0.5382 | -0.123100 |
| 3 | 0.5382 | 0.5207 | -0.017500 |
| 4 | 0.5207 | 0.5203 | -0.000400 |
| 5 | 0.5203 | 0.5203 | 0.000000 |
| 6 | 0.5203 | 0.5203 | 0.000000 |
| 7 | 0.5203 | 0.5203 | 0.000000 |

El tirante Normal: **0.5203 metros**

Calculo de la Geometría del canal trapezoidal:

$$A: \quad by + Zy^2 = 0.5y + 1y^2 = 0.50 * 0.5203 + 1 * 0.5203^2 = 0.5308 \text{ m}^2$$

$$P: \quad b + 2y\sqrt{1 + Z^2} = 0.5 + 2y\sqrt{2} = 0.5 + 2 * 0.5203 * \sqrt{2} = 1.9716 \text{ m}$$

$$R: \quad \frac{by + Zy^2}{b + 2y\sqrt{1 + Z^2}} = \frac{0.5y + y^2}{0.5 + 2\sqrt{2}y} = 0.2692 \text{ m}$$

$$T: \quad b + 2Zy = 1.5406 \text{ m}$$

Calculo de parámetros hidráulicos del canal trapezoidal:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$V: = 0.9417 \text{ m/s}$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

Calculo del numero de Froude :

$$F_R = \frac{v}{\sqrt{gD_H}}$$

$$F_R = \frac{v}{\sqrt{g * \frac{A}{T}}}$$

$$F_R = \frac{0.9417}{\sqrt{9.806 * \frac{0.5308}{1.5406}}}$$

$$FR = 0.5123256687$$

Régimen de flujo subcrítico

Calculo de borde libre:

$$B.L. = \frac{Y}{3}$$

$$B.L. = \frac{0.5203}{3}$$

$$B.L. = 0.173333 \text{ m}$$

Calculo de altura total del canal:

$$H = Y + B.L.$$

$$H = 0.5203 + 0.1733$$

$$H = 0.6936 \text{ m}$$

$$H = 0.70 \text{ m}$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



Dimensiones finales del diseño de canales





...GRACIAS GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com