UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA

CURSO: MECÁNICA DE FLUIDOS II

UNIDAD III

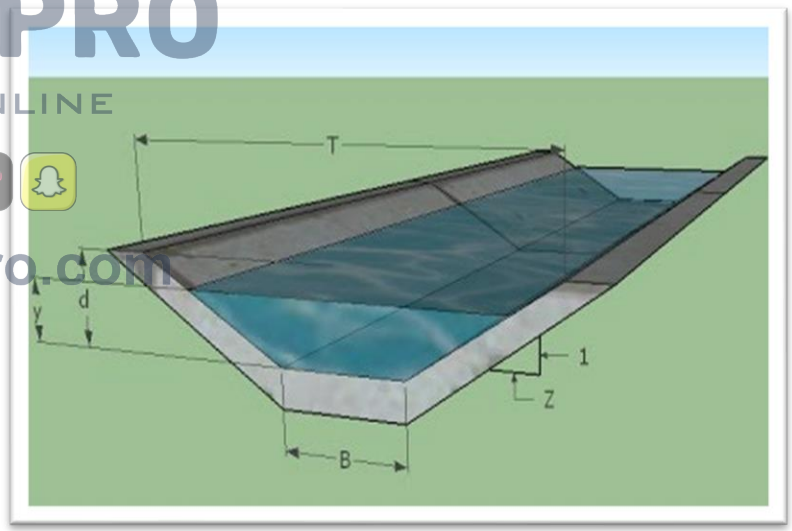
Máxima eficiencia hidráulica en canales abiertos

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

SEMANA 12

TEMAS :

- Máxima eficiencia hidráulica en canales abiertos.



Docente: Ing. David Requena Machuca

12.- Máxima eficiencia hidráulica en canales abiertos.

Una sección es de máxima eficiencia hidráulica cuando para la misma área hidráulica, pendiente y calidad de paredes deja pasar un caudal máximo (Villón, 2007).

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
WWW.TUTORIALESPROGRAMACION.COM
www.geniospro.com

Encontrar la menor excavación para conducir un caudal dado, conocida la pendiente.

Recordando la ecuación de Manning en base a caudal.

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

Donde: n, A y S son constantes.

$$Q = K.R^{\frac{2}{3}}$$

Normalmente para los problemas de canales hidráulicos los datos que nos dan son: Q, n, z, S, hay muchas combinaciones de las incógnitas “b” y “y” que satisfacen la fórmula de Manning.

Donde: K es una constante en la sección del canal.

Según la ecuación anterior, se alcanzara un caudal máximo, cuando el radio hidráulico es máximo.

$$R = \frac{A}{P}$$

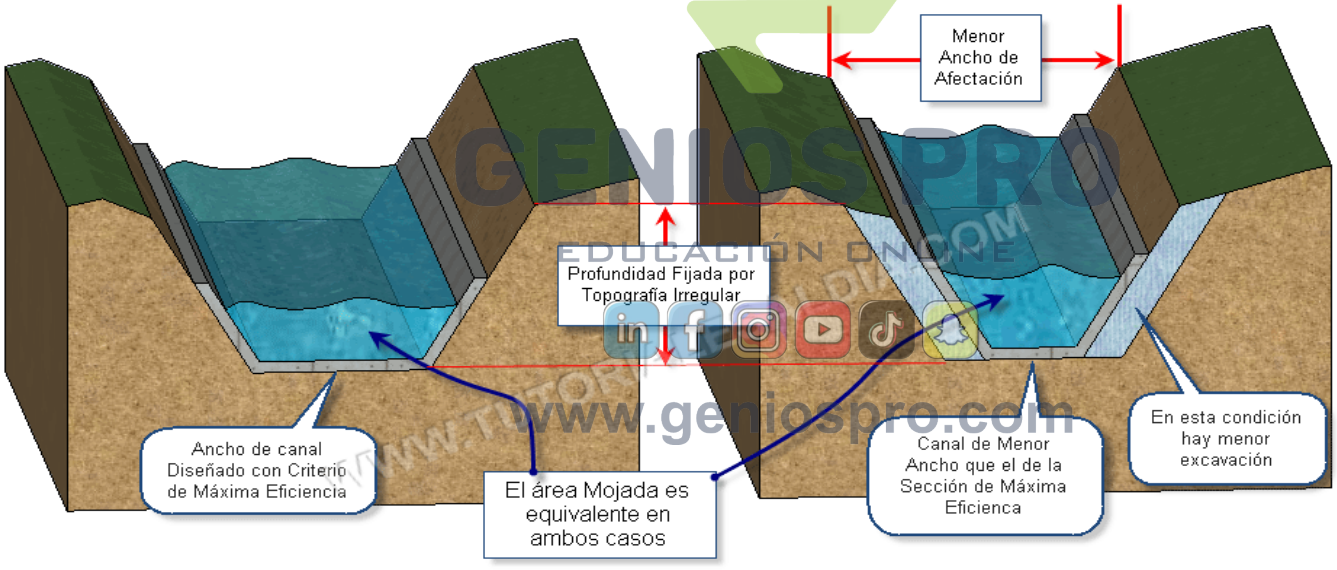
GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

En la ecuación anterior, el área es constante para un caudal, R será máximo si P es mínimo, entonces se puede decir que para un Q máximo se presenta cuando el P perímetro mojado es mínimo.

Una sección de máxima eficiencia hidráulica en canales se presenta cuando el perímetro mojado sea mínimo..

$$\frac{dP}{dy} = 0$$

Mediante ecuaciones se puede plantear y resolver el problema de encontrar la menor excavación para conducir un caudal dado, conocida la pendiente.

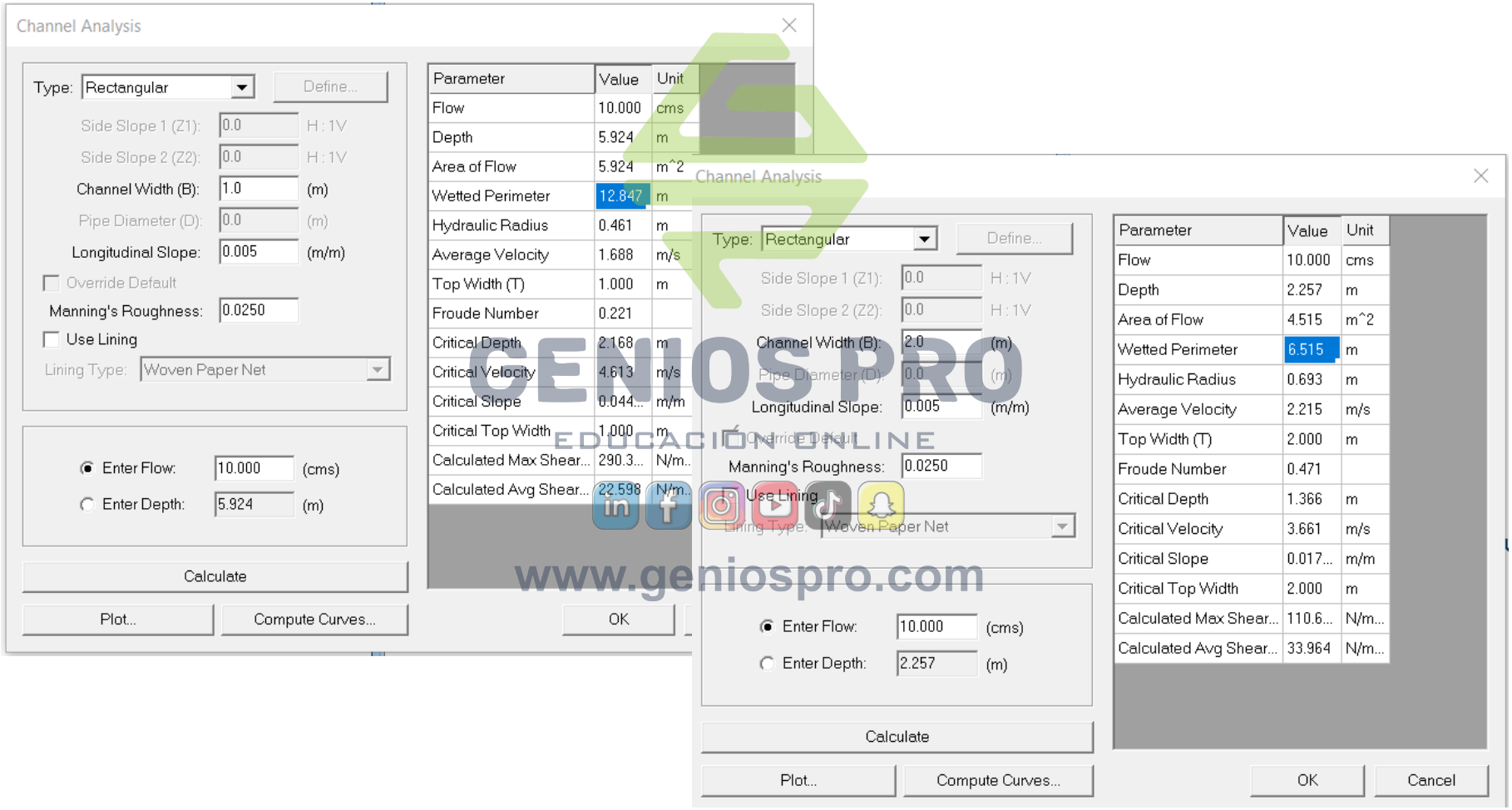


GENIOSPRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

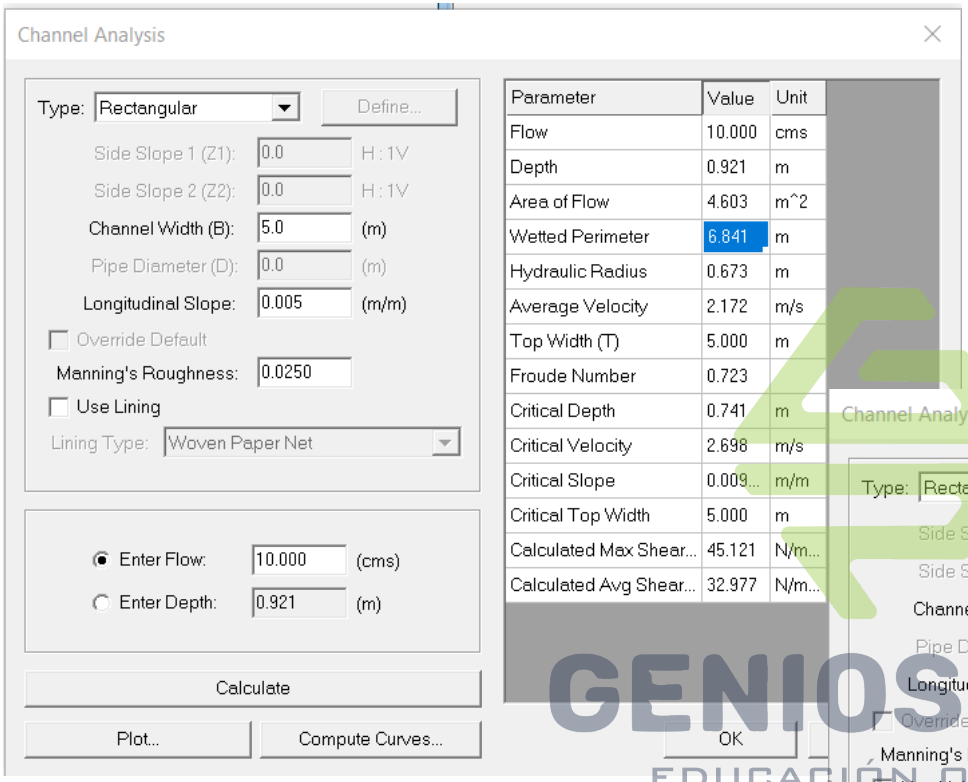
Menor excavación y menor recubrimiento.

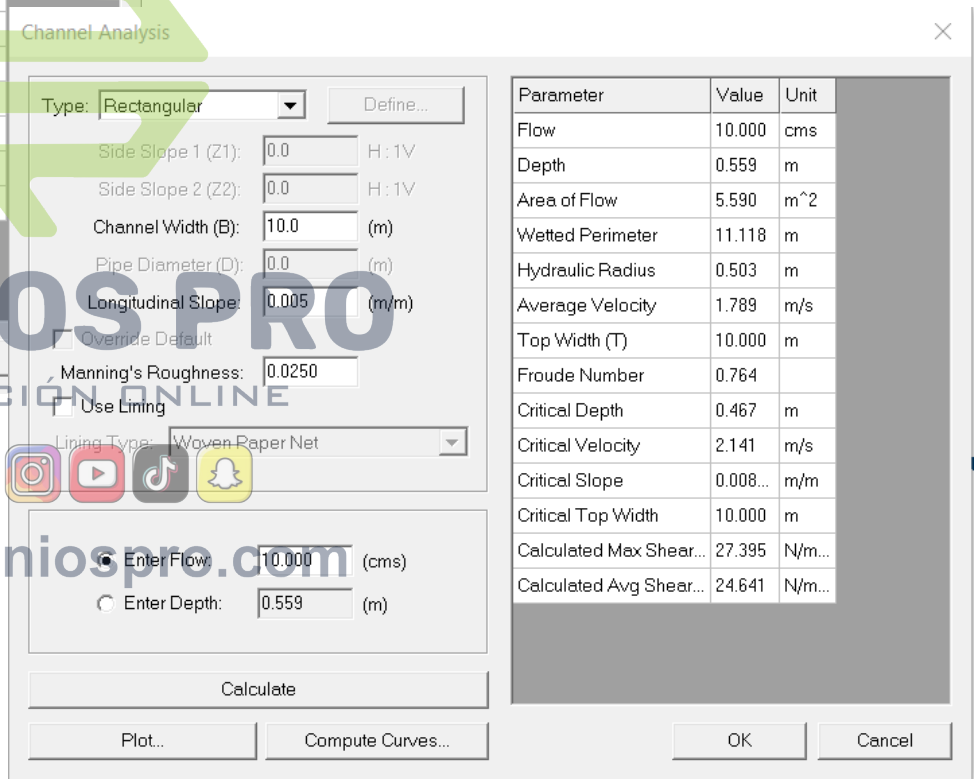
PREVIO ANALISIS.

Se requiere diseñar un canal rectangular que transporta un caudal de 10 m3/s, una pendiente S=0.005 y un n=0.025.



GENIOSPRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com





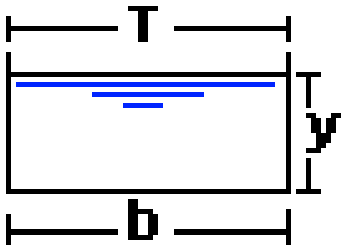
GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

BASE (m)	PERIMETRO M (m)
1	12.85
2	6.52
5	6.84
10	11.12

12.2.- Obtención de la sección máxima eficiencia hidráulica

Lo primero que se debe tomar en cuenta es que lo que nos dará la sección de máxima eficiencia hidráulica es la geometría de la sección transversal de nuestro canal

1.-) Sección rectangular.



A : b*y

P : b + 2y

Despejando la base b de la ecuación de área.

$$b = \frac{A}{y}$$

Sustituyendo la base en la ecuación del perímetro.

$$P = \frac{A}{y} + 2y$$

Según criterio de máxima eficiencia hidráulica.

$$\frac{dP}{dy} = 0 \qquad \frac{dP}{dy}\left[\frac{A}{y} + 2y\right] = 0 \qquad \frac{A}{y^2} = 2$$

$$\boxed{A = 2y^2}$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

Si:

$$b = \frac{A}{y} \qquad = \frac{2y^2}{y}$$

Base M. E. H.

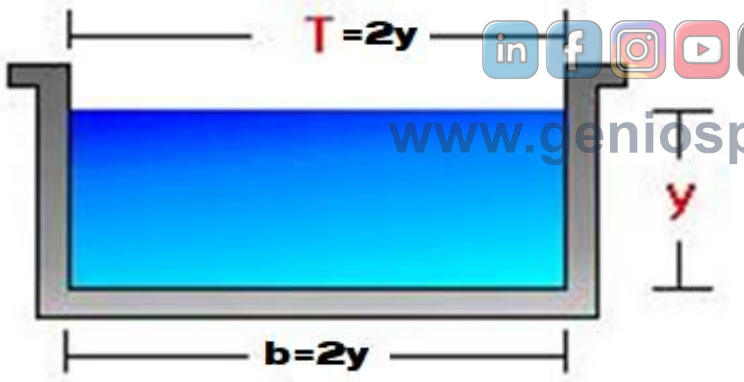
$$\boldsymbol{b = 2y}$$

Relación de (base-tirante) para máxima eficiencia hidráulica del rectángulo.

Así se obtiene que el radio hidráulico máximo:

$$R = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{Pmin}} = \qquad \frac{2y^2}{\mathrm{b} + 2\mathrm{y}} = \qquad \frac{2y^2}{2\mathrm{y} + 2\mathrm{y}} = \qquad \mathrm{R} = \frac{\mathrm{y}}{2}$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com



El área de M. E. H. será:

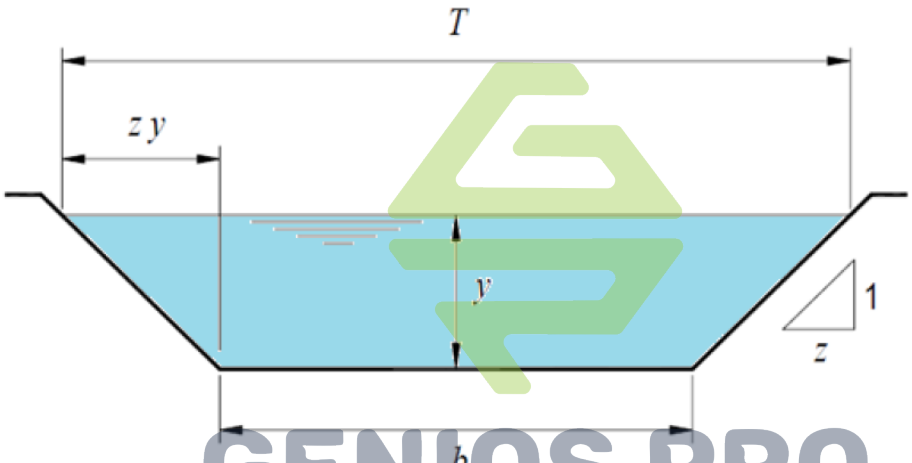
$$A = 2y^2$$

El perímetro de M. E. H. será:

$$P = 4y$$

$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{y}}{2}$$

2.-) Sección trapezoidal.



GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE

Figura: Elementos geométricos de la sección trapezoidal de un canal.

www.geniospro.com

A : $by + Zy^2$ T : $b + 2Zy$

P : $b + 2y\sqrt{1 + Z^2}$ R : $\dfrac{by + Zy^2}{b + 2y\sqrt{1 + Z^2}}$

Sea el área:

$$A = (b + Zy)y \qquad ; \quad b = \frac{A}{y} - Zy$$

El perímetro será:

$$P = b + 2y\sqrt{1 + Z^2}$$

Sustituyendo el valor de b en P:

$$P = \frac{A}{y} - Zy + 2y\sqrt{1 + Z^2}$$

Por lo tanto la derivada del perímetro en función del tirante es:

$$\frac{dP}{dy} = -\frac{A}{y^2} - Z + 2\sqrt{1 + Z^2} = 0$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

Despejando el área:

$$A = [2\sqrt{1 + Z^2} - Z]y^2$$

Base M. E. H.

Si: $b = \frac{A}{y} - Zy$ Entonces:

$$b = 2y(\sqrt{1 + Z^2} - Z)$$

El área de M. E. H. será:

$$A = y^2\left(2\sqrt{1+Z^2} - Z\right)$$

El perímetro de M. E. H. será:

$$P = 2y\left(2\sqrt{1+Z^2} - Z\right)$$

Relación de (base-tirante) para máxima eficiencia hidráulica de la sección trapecial.

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE

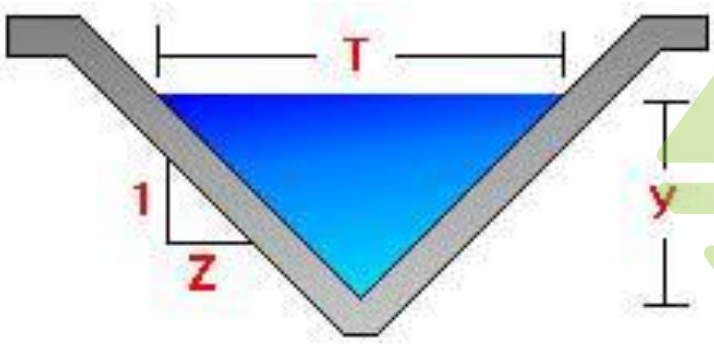
Así se obtiene que el radio hidráulico máximo:

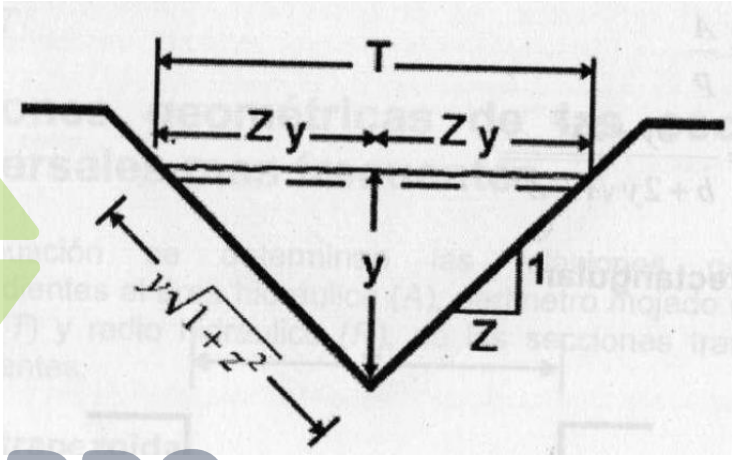
$$R = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{Pmin}} = \qquad = \frac{y^2\left(2\sqrt{1+Z^2} - Z\right)}{2y\left(2\sqrt{1+Z^2} - Z\right)} \qquad R = \frac{y}{2}$$

www.geniospro.com

Lo que indica que en una sección de máxima eficiencia hidráulica de forma trapezoidal o rectangular (para cualquier valor de Z), el radio hidráulico es igual a la mitad del tirante .

3.-) Sección triangular.





GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE

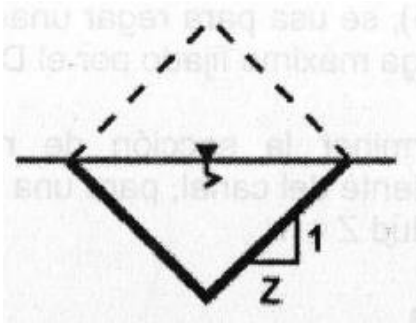
La máxima eficiencia hidráulica se da cuando el Angulo interior es de 60º .

www.geniospro.com

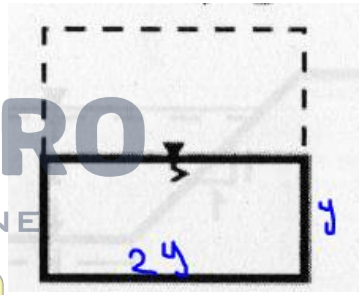
$$m = \frac{\sqrt{3}}{3}\ ;\ \emptyset = 30°;\qquad A = \frac{\sqrt{3}}{3}.y^2\ \ ;\ \ ;\qquad P = \frac{4\sqrt{3}}{3}.y\ \ ;\ \ R_H = \frac{y}{4}$$

Otras sección es de máxima eficiencia hidráulica, son :

Sección triangular: mitad de cuadrado, con una de sus diagonales colocadas en forma vertical, siendo Z = 1

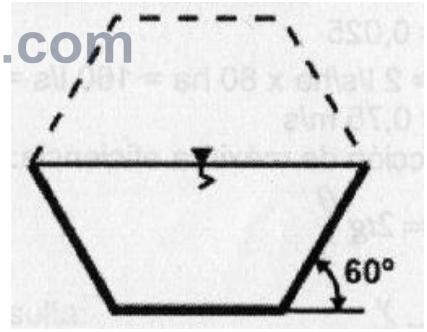


Sección rectangular: mitad de un cuadrado, siendo b = 2y



GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

Sección trapezoidal: mitad de un hexágono regular

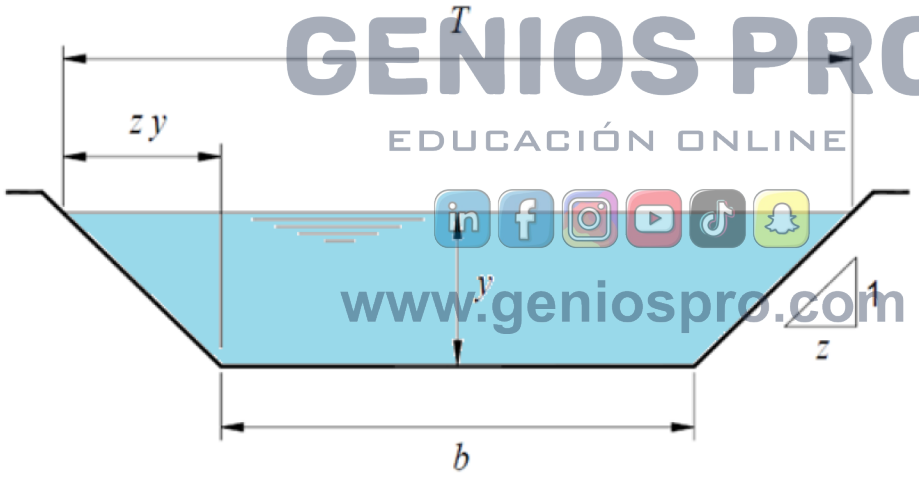


Sección circular: semicírculo, es decir mitad de un círculo. Esta representa la sección de máxima eficiencia hidráulica

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

12.2.- EJERCICIOS 01

Un canal debe transportar $6\,m^3/s$. La inclinación de las paredes (talud) impuesta por la naturaleza de terreno es de 60° con la horizontal. Determinar las dimensiones de la sección transversal con la condición de obtener máxima eficiencia hidráulica. La pendiente del fondo es de 0.003 y el coeficiente de rugosidad de se ha considerado de 0.025.

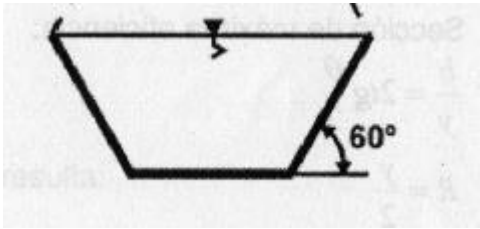


GEÑIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

SOLUCION

Datos:

Q = 6 m^3/s
Z = 60°
S = 0.003
n = 0.025



Hallando el valor de Z:

$$tg\ 60° = \frac{1}{Z}$$

$$= 1.732\ \ por\ lo\ tanto\ \ Z = \frac{1}{1.732} = 0.5774$$

$$sen\ \ 60^o = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$cos\ \ 60^o = \frac{1}{2}$$

$$tg\ \ 60^o = \sqrt{3}$$

$$cotg\ \ 60^o = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

Tenemos que para la máxima eficiencia hidráulica:

$$A = [2\sqrt{1 + Z^2} - Z]y^2$$

$$A = [2\sqrt{1 + 0.5774^2} - 0.5774]y^2$$

$$A = 1.732y^2$$

Aplicando la fórmula de Manning:

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

$$R = \frac{y}{2} =$$

$$A = 1.732y^2$$

S = 0.003

Q = 6 m^3/s

Reemplazando los valores:

$$Q = \frac{1}{0.025}1.732y^2 * \left(\frac{y}{2}\right)^{\frac{2}{3}}(0.003)^{\frac{1}{2}}$$

$$6 = 2.39y^{\frac{8}{3}}$$

Entonces el valor de tirante es:

$$y = 1.41\ m$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

Hallando las demás características geométricas del canal:

$$R = \frac{1.41}{2} = 0.705\ \text{m}$$

$$P = 2y\left(2\sqrt{1+Z^2} - Z\right)$$

$$b = 2 * 1.41(\sqrt{1+0.5774^2} - 0.5775)$$

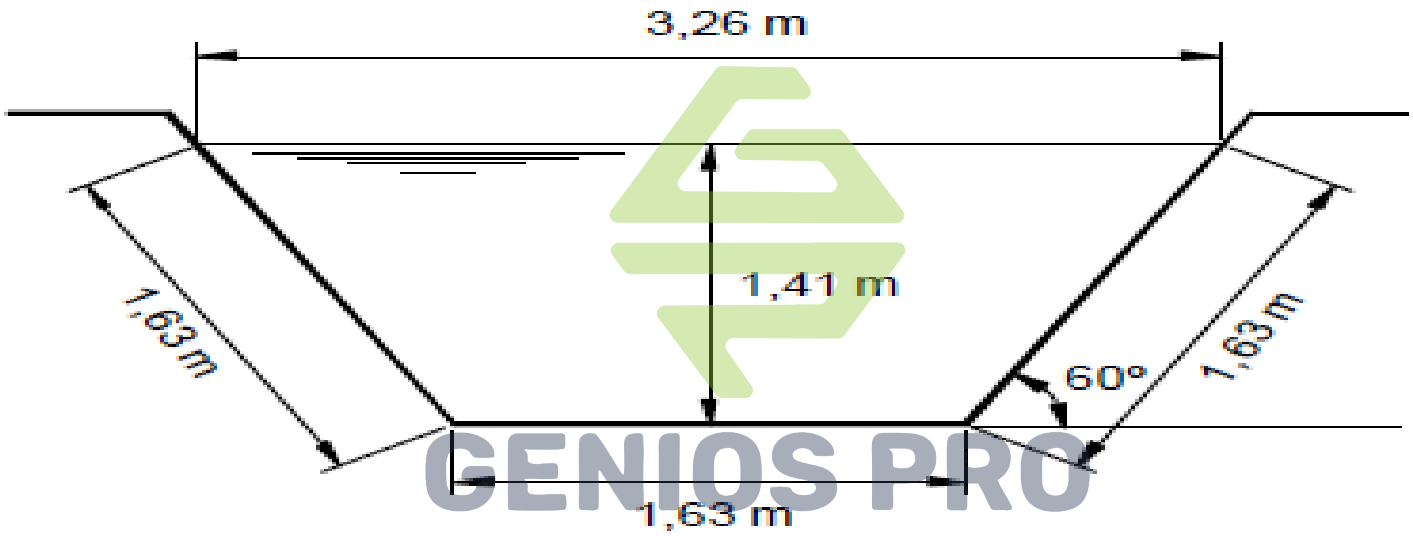
$$P = 2 * 1.41\left(2\sqrt{1+0.5774^2} - 0.5774\right)$$

b =1.62777 m

$$P = 4.884\ m$$

$$A = 1.732 * 1.41^2 = 3.443\ \text{m2}$$

Resultados finales.



GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE

$Q = 6\ m^3/s$ $V = 1,74\ m/s$ $R = 0,705\ m$

$A = 3,45\ m$ $P = 4,89\ m$ $y = 1,41\ m$

www.geniospro.com

12.2.- EJERCICIOS 02

1) Un canal de riego de sección trapezoidal , construido en tierra (n = 0,025), se usa para regar una superficie de 80 has . El módulo de entrega máximo fijado por el Distrito de Riego es 2 l/s/ha.

Determinar la sección de máxima eficiencia hidráulica y la pendiente del canal, para una velocidad en el canal de 0,75 m/s y un talud Z = 1.

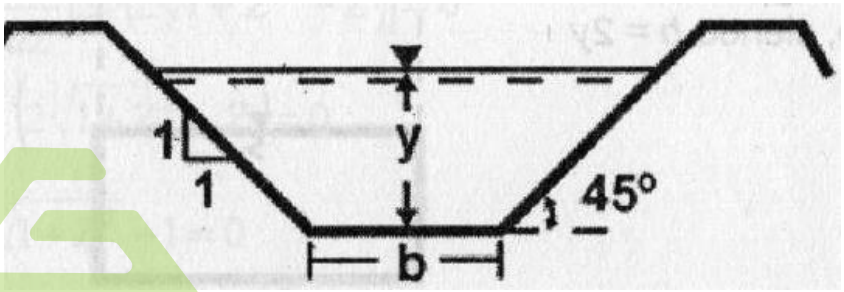
GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

Pide calcular y, b y S:

SOLUCION

Datos:

Q = 2 l/s/ha x 80 ha =0.16 m3/s
V = 0.75 m/s
Z = 1
n = 0.025



Tenemos que para la máxima eficiencia hidráulica:

$$A = [2\sqrt{1 + Z^2} - Z]y^2$$

$$A = [2\sqrt{1 + 1^2} - 1]y^2 \qquad A = 1.828y^2$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

De la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A \qquad A = \frac{Q}{V} \qquad A = \frac{0.16}{0.75} = 0.21333m^2$$

Reemplazando el área en la ecuación de máxima eficiencia hidráulica:

$$0.2133 = 1.828y^2$$

y = 0.3416 m

Hallando las demás características geométricas del canal:

$$b = 2y\left(\sqrt{1 + Z^2} - Z\right)$$

$$b = 2 * 0.3416\left(\sqrt{1 + 1^2} - 1\right)$$

b =0.28299 m

Hallando la pendiente del canal a partir de la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n}.R^{\frac{2}{3}}.S_o^{\frac{1}{2}} \qquad R = \frac{y}{2}$$

$$0.75 = \frac{1}{0.025}.\frac{0.3416^{\frac{2}{3}}}{2}.S_o^{\frac{1}{2}}$$

$$S_o = 0.0037$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com

...GRACIAS

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE
www.geniospro.com