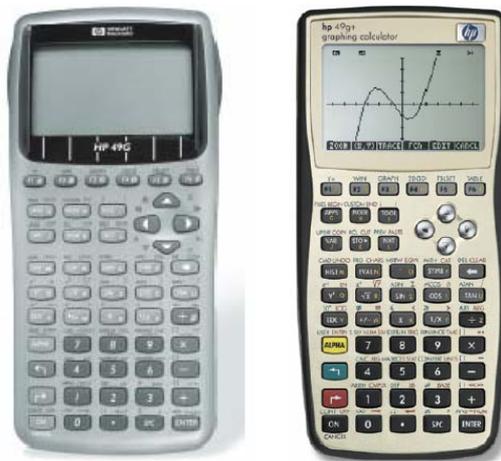


Ejemplos de Aplicación

HICA49

Hidráulica de Canales

Versión 4.00



Oscar Fuentes F. © 2004

Contenidos

INTRODUCCION.....	3
PROBLEMA N° 1	8
PROBLEMA N° 2	9
PROBLEMA N° 3	11
PROBLEMA N° 4	13
PROBLEMA N° 5	15
PROBLEMA N° 6	16
PROBLEMA N° 7	17
PROBLEMA N° 8	18
PROBLEMA N° 9	19
PROBLEMA N° 10	20
PROBLEMA N° 11.....	23
PROBLEMA N° 12	27
PROBLEMA N° 13	30
PROBLEMA N° 14	35
PROBLEMA N° 15	44
PROBLEMA N° 16	49
PROBLEMA N° 17	54

Introducción

En el Perú, la Ingeniería Hidráulica ha estado presente desde épocas remotas, como muestra de ello quedan aún los canales de irrigación hechos por el Imperio Incaico, aquel imperio cuyo progreso se basaba en la agricultura.

Durante las últimas cuatro décadas ha sido una etapa exitosa en el diseño y construcción de canales y grandes proyectos de irrigación como Majes, Olmos, Tinajones, Chira-Piura, Chavimochic entre otros y proyectos aún por concluir como Pampas y Tambo Ccaracocha.

Sin embargo, aún esto no es suficiente para reactivar por completo la agricultura en el Perú, pues, grandes extensiones de terrenos agrícolas esperan por grandes obras de irrigación.

HICA49 se dedica exclusivamente al diseño y estudio de canales, al crear este pequeño programa se espera que sea de gran utilidad a todos aquellos estudiantes y profesionales que siguen esta fascinante profesión. En este documento se presenta el desarrollo de ejemplos prácticos paso a paso mediante la utilización de este programa.

HICA49 también pretende incentivar a la creación, publicación y difusión de programas de hidráulica y afines, pues, como decía mi padre ***“El paso firme hacia el progreso de un país, esta en la agricultura y en grandes obras de irrigación”***.

Oscar Fuentes Fuentes.

06 de Enero del 2004

Ica - Perú

A la memoria de Pedro Antonio

*Mi maestro, mi amigo, **MI PADRE...***

Que aún desde el cielo guía mis pasos...

Iní : Despliega la presentación y el menú de opciones



+CXY : Extrae las columnas inicial y final de la matriz obtenida de los cálculos de CURVAS DE REMANSO.

XYGRAF : Almacena y grafica la curva de remanso con los datos obtenidos con **+CXY**, este comando es similar a un XYLINE (X vs. Y).

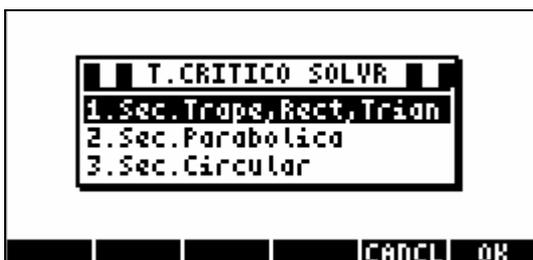
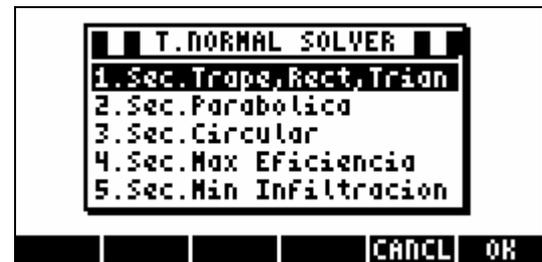
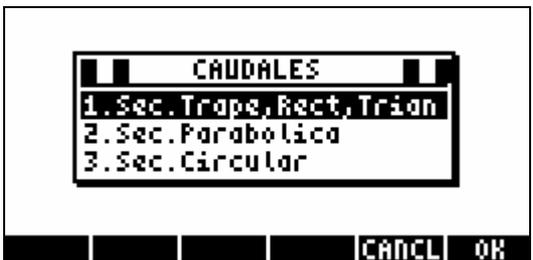
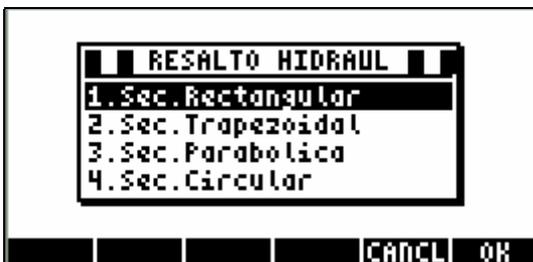
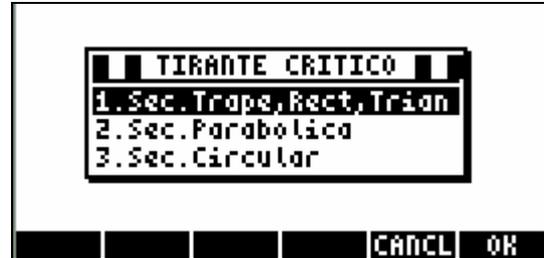
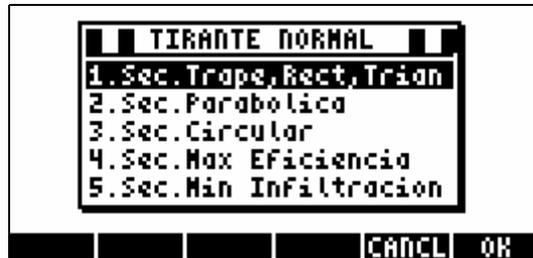
CXY+ : Devuelve la matriz XY almacenada por XYGRAF.

HSOLV : Ingresa al directorio HSOLV:

PRINT : Presenta los datos y resultados del ultimo cálculo efectuado.

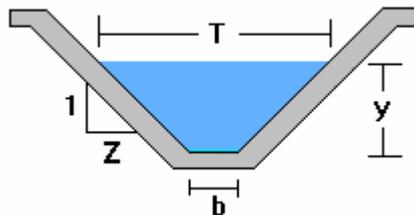
Sonid : Activa y desactiva el sonido que se generan durante la ejecución de los programas.

Menús de acceso en HICA49v4.0



Problema N° 1:

En el campus de la Universidad "San Luis Gonzaga" de Ica, se desea construir un canal revestido de concreto, de sección trapezoidal con un talud $Z=1$. El caudal de diseño es de 300 litros por segundo (l/s), el ancho de solera es 0.50 m y la pendiente de 1‰ .
Calcular el tirante del canal.

Solución:**Datos:**

$$Q = 300 \text{ l/s} \sim 0.30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 0.50 \text{ m}$$

$$Z = 1$$

$$n = 0.014$$

$$S = 1\text{‰} \sim 0.001 \text{ m/m}$$

$$y = ???$$

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
q= .3          b= .5
z= 1.          n= .014
s= .001
Pendiente (M/M)
EDIT          CANCL  OK
  
```

Resultados:

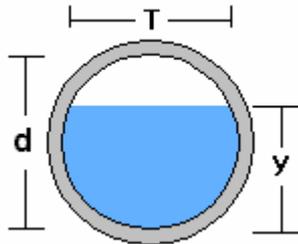
```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
y=: .402110498051
p=: 1.63734023983
A=: .362748101669
R=: .22154717318
T=: 1.3042209961
v=: .827020179071
F=: .500673519413
  
```

Rpta: $y = 0.4021 \text{ m}$

Problema N° 2:

Un canal de sección circular de diámetro 5.00 m conduce un caudal de 17.00 m³/s con una velocidad de 1.50 m/s. Calcular el tirante.

Solución:**Datos:**

$$Q = 17.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d = 5.00 \text{ m}$$

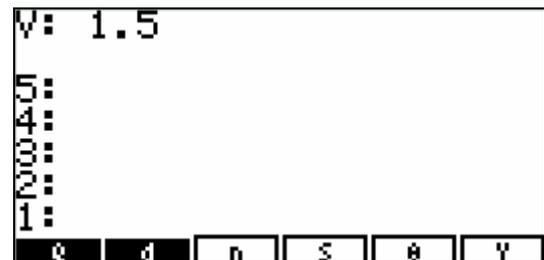
$$v = 1.50 \text{ m/s}$$

$$y = ???$$

Para este caso particular usaremos **HSOLV** / **HSOLU** / **Tirante Normal** / **Sec. Circular** el cual aplica el MES para la solución.

En el menú iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable. 17 para Q, 5 para d, 1.5 para v. Observemos que cada vez que ingresamos un dato el icono correspondiente a la variable se sombrea indicando así que existe un valor asignado.

Nota: Estoy asumiendo que el usuario no tiene conocimiento del uso del MES es por ello que lo explico paso a paso...

**Ingreso de Datos:**

Una vez ingresado todos los datos presionamos **NXT** hasta ubicar **ALL** y presionamos **←** **ALL** y el cálculo comenzara para todas las variables en blanco, si solo deseamos calcular una determinada variable presionamos **←** y la tecla correspondiente a dicha variable (para nuestro caso será **←** **Y**) una vez terminado el cálculo presionamos **→** **ALL** para visualizar todos los resultados.

Proceso de Cálculo:  **ALL**

```

Solving for P
θ: 3.38533278225
Sign Reversal
    
```

E					ALL
---	--	--	--	--	------------

Salida:  **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Secc. Circular
A: 11.3333333333
θ: 3.38533278225
P: 8.4633319556
R: 1.33911010377
Y: 2.80392153223
T: 4.9629151523
    
```

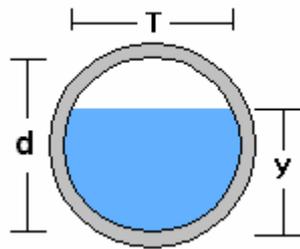
VALU	EQNS	PRINT		EXIT
------	------	-------	--	-------------

Rpta: $y = 2.803921\text{ m}$

Problema N° 3:

Un canal de sección circular conduce un caudal de 10.00 m³/s con una velocidad media de 2.00 m/s y un tirante igual a 0.75d para un rugosidad de 0.012, Calcular la pendiente que corresponde a dicho caudal.

Solución:



Datos:

- Q = 10.00 m³/s
- n = 0.012
- v = 2.00 m/s
- y = 0.75d
- S = ???

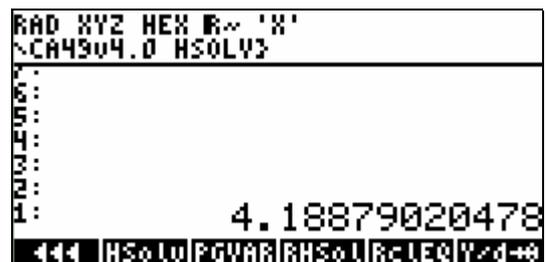
Primero debemos hallar el valor del ángulo θ que forma el espejo de agua con respecto al centro de la sección circular.

El enunciado del problema nos dice que $Y=0.75d$ por lo tanto, $Y/d=0.75$, con este datos podemos hallar θ . Colocamos el valor de 0.75 en el stack y ejecutamos **Y/d=θ** y obtendremos el valor de θ .

Ingreso de Dato:



Resultado:



Una vez obtenido el valor de θ procedemos a ejecutar:

HSOLU / Tirante Normal / Sec. Circular el cual aplica el MES para la solución.

Como en el ejemplo anterior iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable. 4.18879020478 para θ , 10.00 para Q, 2.00 para V, 0.012 para n.

Observemos que cada vez que ingresamos un dato el icono correspondiente a la variable se sombrea indicando así que existe un valor asignado.

Ingreso de Datos:

```
n: .012
Q:
d:
n:
S:
θ:
Y:
```

Verificación de datos:



```
TIRANTE NORMAL: Secc. Circular
Q: 10.
d: Undefined
n: .012
S: Undefined
θ: 4.18879020478
Y: Undefined
```

Proceso de Cálculo:



```
Solving for d
d: 2.81304925653
Zero
```

Salida:



```

TIRANTE NORMAL: Secc. Circular
A: 5.
d: 2.81304925653
P: 5.89163658565
R: .848660627198
Y: 2.10978694239
S: 7.16875510981E-4
VALU EQNS PRINT EXIT
```

Rpta: $S = 7.16875510981 \times 10^{-4} = 0.00072 = 0.72\%$

Ingreso de Datos:

```
S: .001
Q:
d:
n:
S:
θ:
Y:
E d n S θ Y
```

Verificación de datos:



```
TIRANTE NORMAL: Secc. Circular
Q: .5
d: Undefined
n: .015
S: .001
θ: 4.99618308959
Y: Undefined
E d n S θ Y
```

Proceso de Cálculo:



```
Solving For Y
d: .881305090133
Zero
E ALL
```

Salida:



```
TIRANTE NORMAL: Secc. Circular
d: .881305090133
Y: .795174531121
T: .528783054077
A: .57826992946
P: 2.20158079404
R: .262661234612
VALU EQNS PRINT EXIT
```

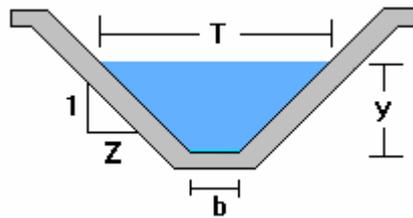
Rpta: $d = 0.881305090133 \text{ m} \approx 35.00 \text{ plg}$

Problema N° 5: Máxima Eficiencia Hidraulica.

Un canal tiene un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{s}$., una pendiente de 1‰ y se le quiere revestir de concreto con taludes 1:1.

Determinar el tirante y la plantilla para la condición de Máxima Eficiencia Hidráulica.

Solución:



Datos:

$Q = 10.00 \text{ m}^3/\text{s}$

$b = ???$

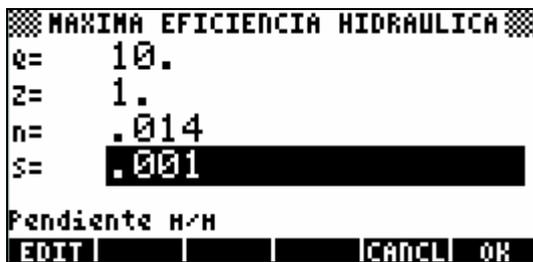
$Z = 1$

$n = 0.014$

$S = 1\text{‰} \sim 0.001 \text{ m/m}$

$y = ???$

Ingreso de Datos:



Resultados:



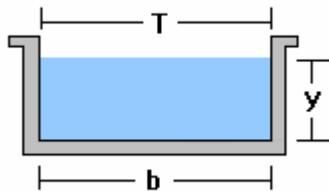
Rpta: $y = 1.6568 \text{ m}$

$b = 1.3725 \text{ m}$

Problema N° 6:

Un canal rectangular con un coeficiente de rugosidad $n = 0.014$, trazado con una pendiente de 0.0064 , transporta un caudal de $0.664 \text{ m}^3/\text{s}$. En condiciones de flujo crítico indicar el ancho de solera del canal.

Solución:



Datos:

- $Q = 0.664 \text{ m}^3/\text{s}$
- $b = ???$
- $Z = 0$ (Rectangular)
- $n = 0.014$
- $S = 0.0064 \text{ m/m}$
- $F = 1$ (Flujo Crítico)

Para este caso particular usaremos **HSOLV/HSOLM/Tirante Normal/Sec.Max Eficiencia** el cual aplica el MES para la solución.

En el menú iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable. 0.664 para Q , 0 para Z , 0.014 para n , 0.0064 para S , 1 para F . Observemos que cada vez que ingresamos un dato el icono correspondiente a la variable se sombrea indicando así que existe un valor asignado. Terminado el ingreso de datos ejecutamos   para obtener el valor de b .

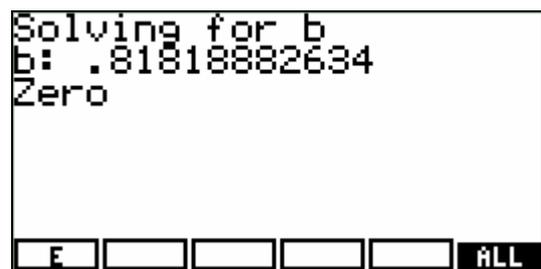
Ingreso de Datos:



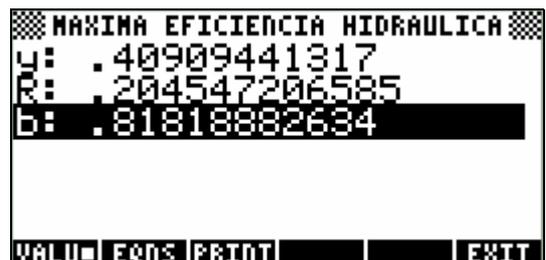
Salida:



Proceso de Cálculo



Salida:  

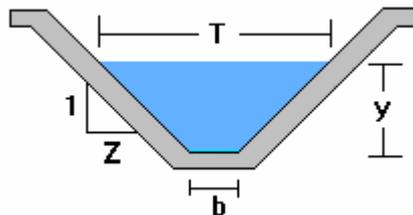


Rpta: $b = 0.81818 \text{ m} \sim 0.82 \text{ m}$

Problema N° 7:

En un canal trapezoidal de ancho de solera $b = 0.30$ m y talud $Z = 1$, determinar el caudal que debe pasar para una energía específica mínima de 0.48 m-kg/kg. Realizar el cálculo para la condición de flujo crítico.

Solución:



Datos:

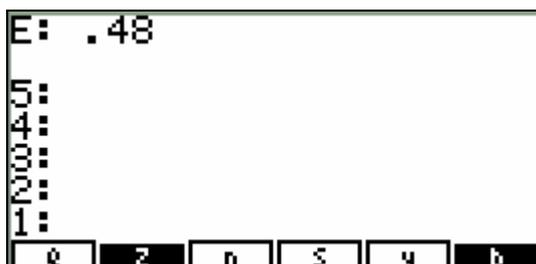
- $Q = ???$ m³/s
- $b = 0.30$ m
- $Z = 1$
- $E = 0.48$ m-kg/kg
- $F = 1$ (Flujo Crítico)

RESOLV / **RESOLV** / Tirante Normal / Sec. Max Eficiencia

Iremos ingresando los valores conocidos correspondientes a cada variable.

Terminado el ingreso de datos ejecutamos **ALL**.

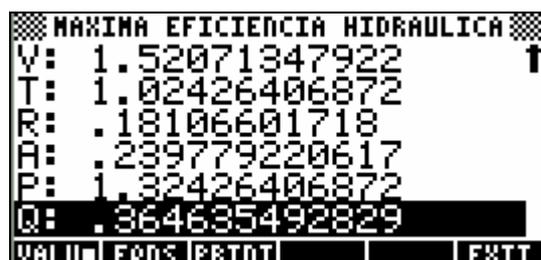
Ingreso de Datos:



Proceso de Cálculo: **ALL**.



Salida: **ALL**



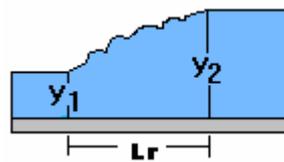
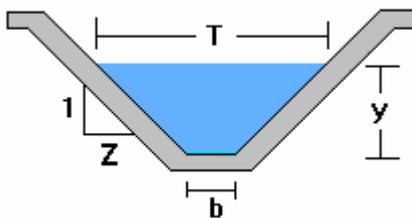
Rpta: $Q = 0.3645$ m³/s

Problema N° 9:

Un canal trapezoidal tiene un ancho de solera de 0.40 m, talud igual a 1 y transporta un caudal de 1.00m³/s. El tirante aguas arriba del resalto es 0.30 m.

Hallar la altura del resalto y la pérdida de energía en este tramo.

Solución:



Datos:

$Q = 1.00 \text{ m}^3/\text{s}$

$b = 0.40 \text{ m}$

$Z = 1$

$y_1 = 0.30 \text{ m}$

$h_r = ??? \text{ m}$

$\Delta E = ??? \text{ m-kg/kg}$

Ingreso de Datos:

```
RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.
q= 1.
Y= .3
b= .4
z= 1.
TALUD (H) Z≤1.5 PARA OBTENER Lr
EDIT | CANCL | OK
```

Resultados:

```
RESALTO HIDRAULICO: SECC. TRAPEZ.
q: .319651224681
hr: .619651224681
ΔE: .501429996538
F: .27432892452
Lr: 6.56830298162
J: 3.06550408227
| ✓CHK | CANCL | OK
```

Rpta: $h_r = 0.6196 \text{ m}$

$\Delta E = 0.5014 \text{ m-kg/kg}$

Nota: $J = y_2 / y_1$

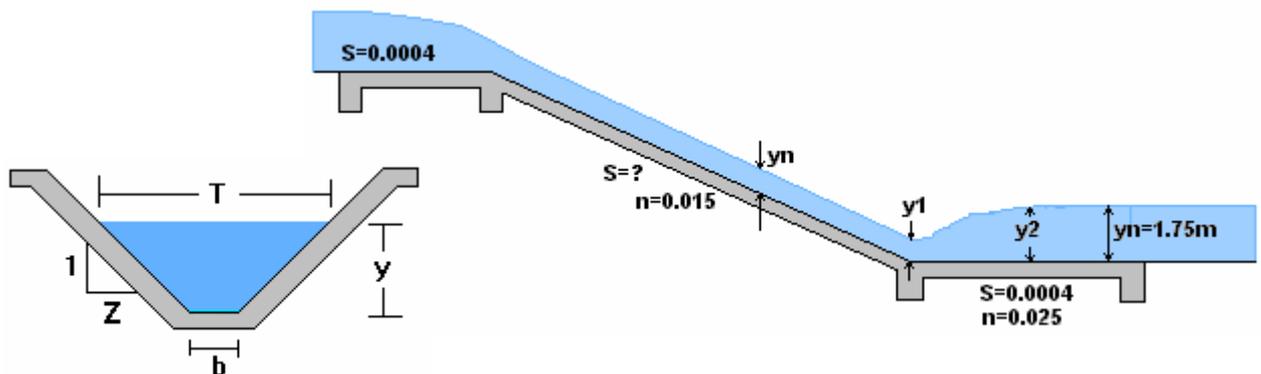
Problema N° 10:

Un canal trapezoidal tiene un ancho de solera $b=5.00\text{m.}$, talud $Z=1$ y para una pendiente $S=0.0004$, adopta un tirante normal $y_n=1.75\text{m.}$ en flujo uniforme para $n=0.025$.

Debido a razones topográficas, existe un tramo intermedio en el canal, con suficiente longitud y pendiente para que se establezca también flujo uniforme pero supercrítico.

Calcular la pendiente del tramo intermedio de manera que se produzca un resalto inmediatamente después que termina dicho tramo, el cual deberá revestirse de concreto, debido al aumento de velocidad ($n=0.015$).

Solución:



1º. Cálculo de caudal:

Usaremos **HSOL4** / **HSOL10** / Tirante Normal / Sec. Trape, Rect, Triang

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

$b = 5.00\text{m}$, $Z=1$, $n = 0.025$, $y = 1.75\text{m}$, $S=0.0004$.

Terminado el ingreso de datos ejecutamos **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: 1.75
5:
4:
3:
2:
1:
┌───┬───┬───┬───┬───┬───┐
│ a │ b │ z │ n │ s │ y │
└───┴───┴───┴───┴───┴───┘
    
```

Salida: **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Triang
Q: 10.5954234322
P: 9.9497474683
A: 11.8125
R: 1.18721606128
T: 8.5
V: .896967063043
┌───┬───┬───┬───┬───┬───┐
│ VALU │ EQNS │ PRINT │      │      │      │
└───┴───┴───┴───┴───┴───┘
    
```

$Q = 10.5954 \text{ m}^3/\text{s}$

Con el caudal hallaremos el tirante crítico y lo compararemos con el tirante normal.

2º. Cálculo del tirante crítico:

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO:Rect,Trap,Tria
q= 10.5954
b= 5.
z= 1.
Talud :Rectangular z=0
EDIT  CANCL  OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO:Rect,Trap,Tria
q: 782228583436
p: 7.07133805789
A: 4.19794813594
R: .59365683009
T: 6.46465718687
u: 2.52394733258
F: 1.
  ✓CHK  CANCL  OK
  
```

$$y_c = 0.7323 \text{ m}$$

Como $y_n=1.75\text{m} > y_c=0.73\text{m}$, en el canal el flujo uniforme es con régimen subcrítico o lento.

3º. Cálculo del tirante conjugado menor:

Para forzar a un resalto hidráulico que se inicie en la sección donde se efectúa el cambio de pendiente, el tirante conjugado mayor debe ser igual al tirante normal en el canal, es decir: $y_2=y_n=1.75\text{m}$.

Ingreso de Datos:

```

RESALTO HIDRAULICO:SECC.TRAPEZ.
q= 10.5954
y= 1.75
b= 5.
z= 1.
TALUD (H) z≤1.5 PARA OBTENER Lr
EDIT  CANCL  OK
  
```

Salida:

```

RESALTO HIDRAULICO:SECC.TRAPEZ.
q: .213230780053
hr: 1.53676921995
ΔE: 3.05266174765
F: 6.59023739268
Lr: 16.2897537315
J: .12184616003
"Resalto Estable y ..
  ✓CHK  CANCL  OK
  
```

$$y_1 = 0.2132 \text{ m}$$

Este tirante debe ser normal para el tramo intermedio, por lo tanto: $y_n=y_1=0.2132\text{m}$.

Una manera practica de visualizar los datos y resultados del cálculo anterior es usando el comando **PRINT** el cual presentara lo siguiente:

```

***** HICA49v4.0 *****
PROYECTO:
RESALTO HIDRAULICO:SECC.TRAPEZ.

***** DATOS *****
:Q: 10.5954
:Y: 1.75
:b: 5.
:Z: 1.

***** RESULTADOS *****
:y=: .212230720053
:hr=: 1.53676921995
:we=: 3.05266174765
:F=: 6.59023739268
:Lr=: 16.2897537315
:J=: .12184616003
Resalto Estable y Equilibrado
    
```

Si usted usa un emulador que permita copiar una cadena de caracteres podrá sacarle provecho a este comando, puede copiar el string y pegarlo en cualquier procesador de texto.

4º. Cálculo de la pendiente en el tramo intermedio:

Usaremos **HSOLV** / **HSOLO** / **Tirante Normal** / **Sec.Trape,Rect,Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

Q=10.5954 m3/s

b = 5.00 m

Z=1

n= 0.015

y = 0.2123 m.

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .2123
5:
4:
3:
2:
1:
e | b | z | n | s | y
    
```

Salida:  **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap,Rect,Trian
S: .179247206683
P: 5.60047507858
A: 1.10657129
R: .197585253835
T: 5.4246
V: 9.5749818342
VALU= EQNS PRINT | | | EXIT
    
```

Rpta: S= 0.1792 m/m

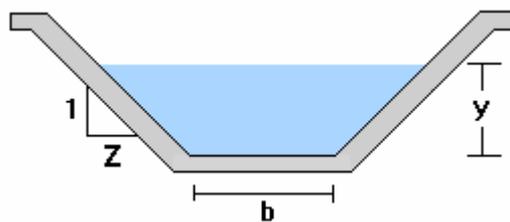
Problema N° 11: Cálculo de Rugosidad Compuesta. (Caso A)

Un canal trapezoidal con talud $Z = 1.00$, pendiente $S = 0.70\%$, ancho de solera $b = 4.00\text{m}$, fluye con un caudal de $6.00\text{ m}^3/\text{s}$, con un tirante normal de 0.88 m , siendo el fondo y las paredes del canal lisas, luego se alteran a rugosas, notándose que para el mismo caudal el tirante normal es de 1.07m , se pide:

- Calcular el caudal para un tirante normal de 1.25m , si el fondo fuese liso y las paredes rugosas.
- Calcular el caudal para el mismo tirante; si el fondo fuese rugoso y las paredes lisas.

Solución:

- Fondo y Paredes Lisas:



Datos:

$Q = 6.00\text{ m}^3/\text{s}$
 $b = 4.00\text{ m}$
 $Z = 1.00$
 $S = 0.0007\text{ m/m}$
 $Y_n = 0.88\text{ m}$
 $n_1 = ???$

Como podemos observar, la incógnita aquí es la rugosidad (n_1).

Usaremos **HSOLV** / **HSOLU** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de datos ejecutamos **←** **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .88
Q:
b: 4.00
Z: 1.00
S: 0.0007
n:
1:
  
```

q | b | z | n | s | y

Salida: **→** **ALL**

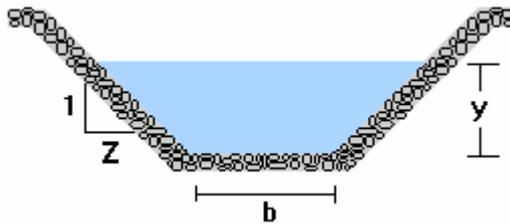
```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
n: 1.43807886075E-2
P: 6.48901586977
A: 4.2944
R: .661795268525
T: 5.76
V: 1.39716840537
  
```

VALU | EQNS | PRINT | EXIT

$$n_1 = 1.4387E-2 \approx 0.014$$

- Fondo y Paredes Rugosas



Datos:

- Q = 6.00 m³/s
- b = 4.00 m
- Z = 1.00
- S = 0.0007 m/m
- Yn = 1.07 m
- n₂ = ???

La incógnita aquí es la rugosidad (n₂).

Usaremos **RESOLV** / **RESOLV** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

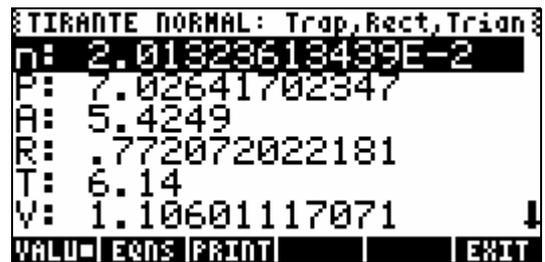
Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de

datos ejecutamos **←** **ALL**.

Ingreso de Datos:

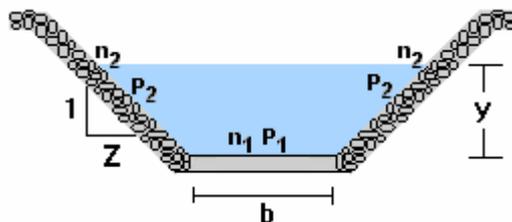


Salida: **→** **ALL**



$n_2 = 2.0132E-2 \approx 0.020$

- Fondo Liso y Paredes Rugosas



Datos:

- Q = 6.00 m³/s
- b = 4.00 m
- Z = 1.00
- S = 0.0007 m/m
- Yn = 1.25 m
- n = ???
- n₁ = 0.014
- n₂ = 0.020
- P₁ = b = 4.00
- P₂ = Yn · √(1+Z²) = 1.25√2

La incógnita aquí es la rugosidad compuesta (n), la cual calcularemos con el programa que existe en esta nueva versión de HICA49 para este propósito.

HICA49 calcula la rugosidad compuesta por tres métodos al mismo tiempo, estos métodos son:

- Método de Hortón y Einstein's
- Método de Pavlovskij's, Mühlhofer y Banks
- Método de Lotter's

Los dos primeros métodos necesitan obligatoriamente una lista de rugosidades $\{n\}$ y una lista de perímetros $\{P\}$, el último método necesita una lista de radios hidráulicos $\{R\}$ y el valor del radio hidráulico R . Si no se disponen de $\{R\}$ y R entonces se ingresara una lista vacía $\{ \}$ para $\{R\}$ y cualquier valor para R , el programa reconocerá la lista vacía y obviara el cálculo de la rugosidad compuesta por este ultimo método.

Para nuestro caso los datos son:

$\{n\} = \{ 0.020 \ 0.014 \ 0.020 \}$

$\{P\} = \{ 1.25\sqrt{2} \ 4.00 \ 1.25\sqrt{2} \}$

Ingreso de Datos:

```

RUGOSIDAD COMPUESTA:
{N}= C .02 .014 .02
{P}= C '1.25*√2.' 4.
{R}= C }
R= 0.
Rugosidades
EDIT | | | | CANCL | OK

```

Salida:

```

RAD XYZ HEX R= 'X'
NAME HICA49v4.0}
7:
6:
5:
4: "Horton-Einstein's"
3: n=: .016947903983
2: "Pavlovskij's, Mühlhofer-Banks"
1: n=: 1.70796091226E-2
Ini |+[XY]|XYGRA|XYI|+HSOLV|PRINT

```

$n = 0.01694 \approx 0.017$ *Rugosidad Compuesta (Horton y Einstein's)*

Hallando el Caudal: Una vez hallada la rugosidad compuesta hallaremos el caudal.

Calculo de Caudal/Sec.Trape,Rect,Trian

Ingreso de Datos:

```

CALCULO CAUDAL:Trap,Rect,Trian
Y= 1.25 b= 4.
Z= 1. n= .017
S= .0007
Tirante (H)
EDIT | | | | CANCL | OK

```

Salida:

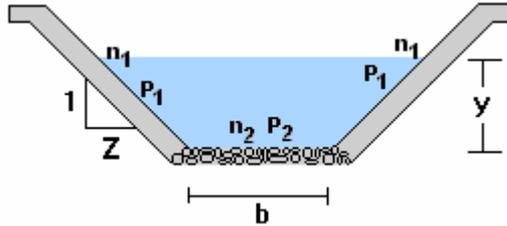
```

CALCULO CAUDAL:Trap,Rect,Trian
A=: 6.5625
P=: 7.53553390592
R=: .870873926378
Q=: 9.31407285008
V=: 1.41928721525
T=: 6.5
E=: 1.35266953106
|✓CHK| | CANCL | OK

```

Rpta: $Q = 9.31 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Fondo Rugoso y Paredes Lisas



Datos:

- Q = 6.00 m³/s
- b = 4.00 m
- Z = 1.00
- S = 0.0007 m/m
- Yn = 1.25 m
- n = ???
- n₁ = 0.014
- n₂ = 0.020
- P₂ = b = 4.00

$$P_1 = Yn \cdot \sqrt{1+Z^2} = 1.25\sqrt{2}$$

La incógnita aquí es la rugosidad compuesta (n).

Para nuestro caso los datos son:

$$\{n\} = \{0.014 \ 0.020 \ 0.014\}$$

$$\{P\} = \{1.25\sqrt{2} \ 4.00 \ 1.25\sqrt{2}\}$$

Ingreso de Datos:

```

RUGOSIDAD COMPUESTA
{N}= C .014 .02 .014
{P}= C '1.25*√2.' 4.
{R}= C >
R= 0.
Rugosidades
EDIT | | | | CANCL | OK
    
```

Salida:

```

RAD XYZ HEX R~ 'X'
NAME HICA49v4.03
-----
P.1:
P.2:
P.3:
R: "Horton-Einstein's"
n=: 1.73158196427E-2
R: "Pavlovski,j's,Mühlhofer-Banks"
n=: 1.74438227524E-2
I:
Ini [+<W>] RWGRA [W>] ←ASOLV PRINT
    
```

$n = 1.7315E-2 \approx 0.0173$ Rugosidad Compuesta (Horton y Einstein's)

Hallando el Caudal: Una vez hallada la rugosidad compuesta hallaremos el caudal.

Calculo de Caudal/Sec.Trape,Rect,Trian

Ingreso de Datos:

```

CALCULO CAUDAL:Trap,Rect,Trian
Y= 1.25 b= 4.
Z= 1. n= .0173
S= .0007
Tirante (H)
EDIT | | | | CANCL | OK
    
```

Salida:

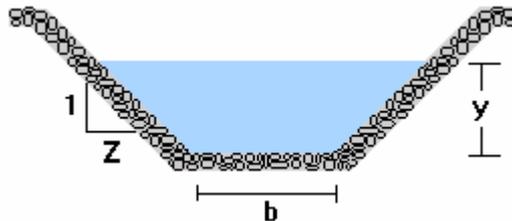
```

CALCULO CAUDAL:Trap,Rect,Trian
A=: 6.5625
P=: 7.53553390592
R=: .870873926378
Q=: 9.15255664463
Y=: 1.39467529823
T=: 6.5
E=: 1.349139612
+
| | | | ✓CHK | CANCL | OK
    
```

Rpta: Q = 9.31 m³/s.

Problema N° 12: Cálculo de Rugosidad Compuesta. (Caso B)

Un canal trapezoidal cuyo ancho de solera es de 1.50m, tiene un talud de 0.75 y una pendiente de 0.0008. Si el canal estuviera completamente revestido de mampostería, entonces para un caudal de $1.50\text{m}^3/\text{s}$ el tirante sería de 0.813m. Si el mismo canal estuviera revestido de concreto, se tendría para un caudal de $1.20\text{m}^3/\text{s}$ un tirante de 0.607m. Se pide determinar la velocidad la velocidad del flujo, cuando se transporte un caudal de $1.30\text{m}^3/\text{s}$, si el fondo es de concreto y las paredes de mampostería. Utilizar el criterio de Horton y Einstein's

Solución:**- Revestimiento de Mamposteria:****Datos:**

$Q = 1.50 \text{ m}^3/\text{s}$
 $b = 1.50 \text{ m}$
 $Z = 0.75$
 $S = 0.0008 \text{ m/m}$
 $y = 0.813 \text{ m}$
 $n_1 = ???$

La incógnita aquí es la rugosidad (n_1).

Usaremos **RSOLV** / **RSOLV** / **Tirante Normal** / **Sec.Trape,Rect,Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de datos ejecutamos **←** **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .813
Q:
b: 1.500
Z:
S: 0.0008
n:
1:
  
```

Q	b	Z	n	S	y
---	---	---	---	---	---

Salida: **→** **ALL**

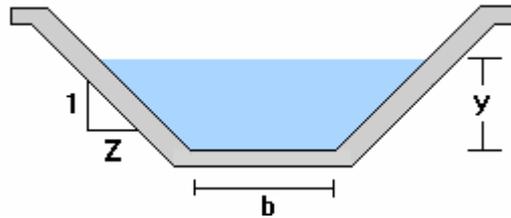
```

TIRANTE NORMAL: Trap,Rect,Trian
n: 1.99802778204E-2
P: 3.5325
A: 1.71522675
R: .485556050955
T: 2.7195
V: .874519943209
  
```

VALU	EQNS	PRINT	EXIT
------	------	-------	------

$$n_1 = 1.9980E-2 \approx 0.020$$

- **Revestimiento de Concreto:**



Datos:

- Q = 1.20 m³/s
- b = 1.50 m
- Z = 0.75
- S = 0.0008 m/m
- y = 0.607 m
- n₂ = ???

La incógnita aquí es la rugosidad (n₂).

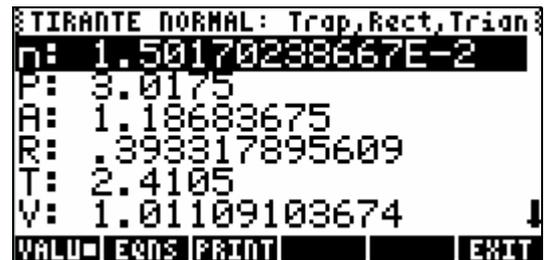
Usaremos **HSOLW** / **HSOLU** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable y una vez terminado el ingreso de datos ejecutamos **←** **ALL**.

Ingreso de Datos:

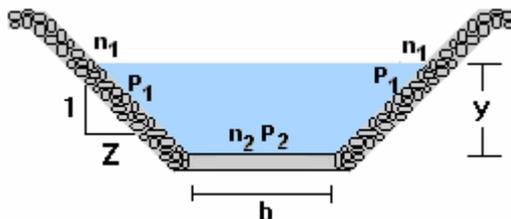


Salida: **→** **ALL**



$n_2 = 1.5017E-2 \approx 0.015$

- **Fondo de Concreto y Paredes de mamposteria:**



Datos:

- Q = 1.30 m³/s
- b = 1.50 m
- Z = 0.75
- S = 0.0008 m/m
- n = ???
- n₁ = 0.020
- n₂ = 0.015
- P₂ = b = 1.50

$P_1 = y \cdot \sqrt{1+Z^2} = y \cdot \sqrt{1+0.75^2}$

$P_1 = 1.25 \cdot y$

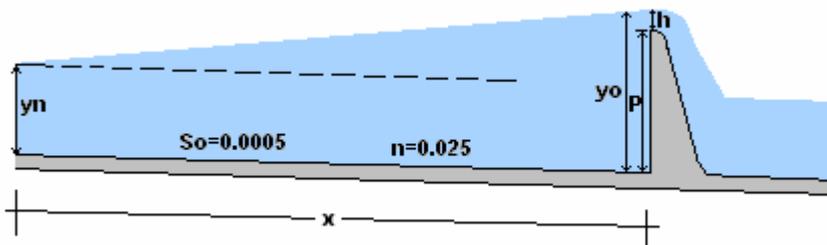
Problema N° 13: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Integración Gráfica.

Un canal de sección trapezoidal de ancho de solera 2.50m, talud 1.5 está excavado en tierra (n=0.025), con una pendiente uniforme de 0.0005 conduce un caudal de 5.00m³/s. Con el objetivo de dar carga sobre una serie de compuertas para tomas laterales, se desea utilizar un vertedero de cresta redonda y forma rectangular (coeficiente de descarga C=2) con una longitud de cresta L=7.00m.

La ecuación del vertedero es $Q=CLh^{3/2}$ y la altura de cresta al fondo es P=1.80m.

Calcular el perfil del flujo y la longitud total x del remanso, considerando que termina al alcanzar un tirante que sea 2‰ mayor que el normal.

Solución:



Datos:

- Q=5.00m³/s
- n=0.025
- S_o=0.0005
- b=2.50m
- P=1.80m
- Z=1.5
- C=2
- L=7.00m

1º. Cálculo del tirante normal.

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trian
q= 5.      b= 2.5
z= 1.5    n= .025
s= .0005

Caudal (M3/s)
EDIT |      |      | CANCL | OK
    
```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL:Trap,Rect,Trian
y= 1.37487286482
p= 7.45753516684
A= 6.2732577312
R= .241197204016
T= 6.62491859476
u= .797034047419
F= .26150866158 +
      |      | ✓CHK | CANCL | OK
    
```

$y_n = 1.375 \text{ m}$

2º. Cálculo del tirante crítico.

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Tria
q= 5.
b= 2.5
z= 1.5
Caudal (M3/s)
EDIT          CANCL OK

```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Tria
q: .848333312715
p: 4.83257502744
A: 2.24514665779
R: .464525990914
T: 4.44081973814
u: 2.22702600859
F: 1.
          +
          ✓CHK  CANCL OK

```

$$y_c = 0.647 \text{ m}$$

3º. Identificación de la sección de control.

El tirante aguas arriba de la sección de control es : $y_o = P + h$

Aplicando la ecuación para el vertedero rectangular de cresta angosta, tenemos:

$$Q = CLh^{3/2} \quad h = \left[\frac{Q}{CL} \right]^{3/2} \quad h = 0.50 \text{ m}$$

Luego:

$$y_o = 1.80 + 0.50 \quad y_o = 2.30 \text{ m}$$

3º. Cálculo del perfil.

El cálculo se efectúa desde $y_o = 2.30 \text{ m}$ hacia aguas arriba, hasta un tirante superior en un 2% del tirante normal, es decir hasta:

$$y = 1.02y_n$$

$$y = 1.02 \times 1.375$$

$$y = 1.4025 \approx 1.40 \text{ m}$$

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: NET. INTG. GRAFI
Q= 5.      b= 2.5
z= 1.5     s= .0005
n= .025    Y1= 1.4
Y2= 2.3    Nt= 9.
NUMERO DE TRAMOS
EDIT      CANCL  OK
    
```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.

Salida:

```

RAD XYZ HEX B~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1: 1.800 9.360 7.900 1.041 0.534
   1.900 10.165 8.200 1.087 0.492
   2.000 11.000 8.500 1.133 0.455
   2.100 11.865 8.800 1.178 0.421
   2.200 12.760 9.100 1.223 0.392
   2.300 13.685 9.400 1.268 0.365
In: [+XY] [YGRA] [XY] [RESOLV] [PRINT]
    
```

Nota: Podemos visualizar la matriz con *MTRW, EDIT, VIEW, SCROLL*

Visualizando la matriz de resultados.

 **VIEW** y usando las teclas direccionales:

Y	A	T	R	V	S1	N1	D1	F(Y)	Δ%	X
1.400	6.440	6.700	0.853	0.776	4.655E-4	0.936	3.446E-5	27,165.561	0.000	0.000
1.500	7.125	7.000	0.901	0.702	3.537E-4	0.951	1.463E-4	6,498.700	1,683.213	1,683.213
1.600	7.840	7.300	0.948	0.638	2.729E-4	0.961	2.271E-4	4,233.651	536.618	2,219.831
1.700	8.585	7.600	0.995	0.582	2.135E-4	0.969	2.865E-4	3,383.160	380.841	2,600.671
1.800	9.360	7.900	1.041	0.534	1.690E-4	0.975	3.310E-4	2,947.067	316.511	2,917.183
1.900	10.165	8.200	1.087	0.492	1.353E-4	0.980	3.647E-4	2,687.304	281.719	3,198.901
2.000	11.000	8.500	1.133	0.455	1.094E-4	0.984	3.906E-4	2,518.257	260.278	3,459.179
2.100	11.865	8.800	1.178	0.421	8.921E-5	0.987	4.108E-4	2,401.629	245.994	3,705.173
2.200	12.760	9.100	1.223	0.392	7.336E-5	0.989	4.266E-4	2,317.758	235.969	3,941.143
2.300	13.685	9.400	1.268	0.365	6.079E-5	0.991	4.392E-4	2,255.545	228.665	4,169.808

Veamos que significa cada columna:

Y = Tirante

A = Área Hidráulica

T = Espejo de agua

R = Radio hidráulico

V = Velocidad

$$S_1 = \left(\frac{n \times V}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$N_1 = 1 - \frac{Q^2 \times T}{g \times A^3}$$

$$D_1 = S - S_1$$

$$F(Y) = \frac{N_1}{D_1}$$

$$\Delta x = A = \frac{2255.545 + 2284.437}{2} \times -0.1 = -226.999$$

$$X = \text{Coordenada X del perfil..... } |-226.999 + -230.110| = 457.109$$

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **→[XY]** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **→[XY]**

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1:
2,917.183 1.800
3,198.901 1.900
3,459.179 2.000
3,705.173 2.100
3,941.143 2.200
4,169.808 2.300
In: [+ [XY] ] [YGRA] [XY] → [RESOLV] PRINT
```

Visualización con el *MTRW*

```
10 2 1
0.000 1.400
1,683.213 1.500
2,219.831 1.600
2,600.671 1.700
2,917.183 1.800
3,198.901 1.900
3,459.179 2.000
I-1: 0.000
EDIT VEC +MID MID+ GO+ GO+
```

Visualizando la matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

 **VIEW** y usando las teclas direccionales:

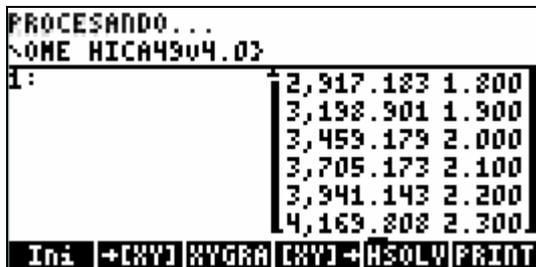
X	Y
0.000	1.400
1,683.213	1.500
2,219.831	1.600
2,600.671	1.700
2,917.183	1.800
3,198.901	1.900
3,459.179	2.000
3,705.173	2.100
3,941.143	2.200
4,169.808	2.300

Nota: Para la visualización de las matrices se uso el modo 3 FIX.

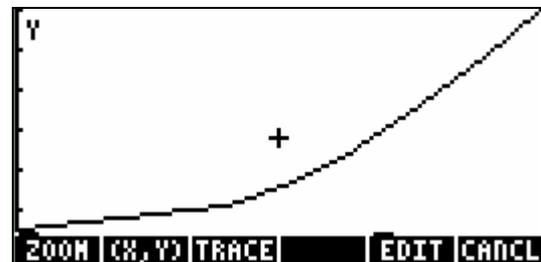
Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **PICT** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

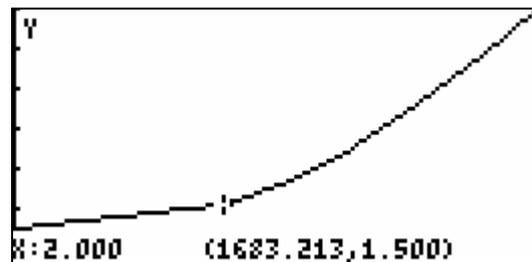
Proceso de Cálculo



Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:



Punto N° (X, Y)

Formato Tabla: (salir del PICT y ejecutar)



Punto N°	X	Y
0		1.4
1	1683.213	1.5
2	2219.831	1.6
3	2600.671	1.7
4	2917.183	1.8
5	3198.901	1.9

ZOOM BIG DEFT

2. Cálculo del Tirante Crítico.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Trian
e= .9
b= 1.
z= 1.
Talud : Rectangular z=0
EDIT  CANCL  OK
  
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Trian
y: .38082029976
p: 2.07724049637
A: .525917915253
R: .253181043202
T: 1.76172405995
v: 1.71129366936
F: 1.
CHK  CANCL  OK
  
```

$$y_c = 0.3808 \text{ m}$$

3. Cálculo de la Pendiente Crítica.-

Nuestro programa de Tirante Crítico no calcula la pendiente crítica, para ello usaremos el *Solver de Tirante Normal* donde introduciremos los datos de $Y_c=0.3808\text{m}$ y el $F=1$ para que el programa reconozca de que se trata de un flujo crítico.

Usaremos **MSQW / MSOLV / Tirante Normal / Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

Datos: $Q = 0.9 \text{ m}^3/\text{s}$; $b = 1.0 \text{ m}$; $Z = 1$; $n = 0.015$; $y = 0.3808\text{m}$; $F = 1$

Terminado el ingreso de datos ejecutamos **← ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .3808
Q:
b:
z:
n:
s:
y:
e  b  z  n  s  y
  
```

Salida: **→ ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
S: 4.11631505301E-3
P: 2.0770650491
A: .52580864
R: .253149818407
T: 1.7616
V: 1.7116493179
VALU= EQNS PRINT  EXIT
  
```

$$S_c = 4.1163\text{E-}3 \sim 0.004116$$

4. Ubicación de la sección de control.-

La sección esta ubicada en el punto donde cambia la pendiente, es en este punto donde se presenta el tirante crítico $Y_c=0.3808 \text{ m}$.

5. Cálculo del perfil en el tramo 1 y la distancia L₁-

El cálculo se efectuara desde $y_c = y_1 = 0.3808$ m hacia aguas arriba, hasta un tirante que corresponda a la velocidad de 1.00m/s.

Usaremos **HSOLV** / **HSOLW** / **Tirante Normal** / **Sec. Trape, Rect, Trian**

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

Datos:

Q = 0.90 m³/s

b = 1.00 m

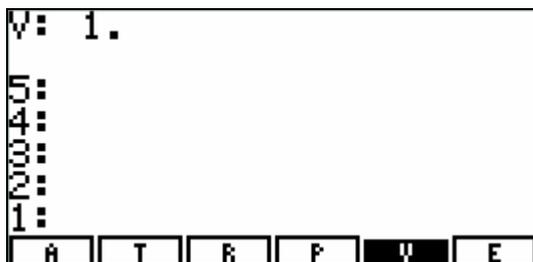
Z = 1

n = 0.015

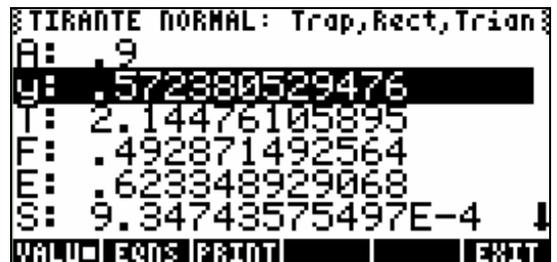
V = 1.00 m/s

Terminado el ingreso de datos ejecutamos **←** **ALL**.

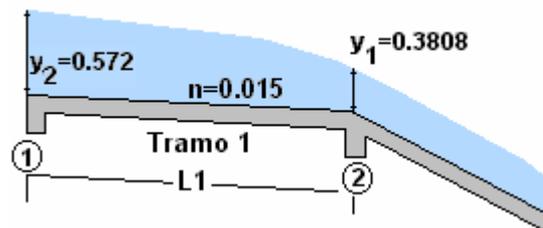
Ingreso de Datos:



Salida: **→** **ALL**



$y_2 = 0.5723$ m



Como se observa en la figura anterior el cálculo se realizará desde $y_1 = y_c = 0.3808$ hasta $y_2 = 0.572$, siendo el y promedio para el tramo el siguiente:

$$y = \frac{y_1 + y_2}{2} = \frac{0.3808 + 0.572}{2} = 0.4764 \text{ m}$$

Visualizando la matriz de resultados.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

Y	U	V	F(U,N)	F(V,J)	ΔX	L
0.572	0.846	0.823	0.996	0.989	-46.092	0.000
0.562	0.831	0.807	0.964	0.952	-29.500	16.592
0.552	0.816	0.790	0.936	0.919	-16.638	29.455
0.542	0.801	0.773	0.907	0.888	-2.714	43.378
0.532	0.787	0.756	0.881	0.859	7.956	54.049
0.522	0.772	0.740	0.856	0.831	17.152	63.244
0.512	0.757	0.723	0.832	0.804	25.075	71.168
0.502	0.742	0.707	0.809	0.779	31.891	77.983
0.491	0.727	0.690	0.787	0.754	37.734	83.827
0.481	0.712	0.674	0.766	0.731	42.721	88.814
0.471	0.697	0.657	0.745	0.708	46.950	93.042
0.461	0.682	0.641	0.725	0.686	50.503	96.595
0.451	0.668	0.625	0.706	0.665	53.453	99.546
0.441	0.653	0.609	0.686	0.644	55.864	101.956
0.431	0.638	0.593	0.668	0.624	57.790	103.883
0.421	0.623	0.576	0.649	0.604	59.281	105.373
0.411	0.608	0.560	0.632	0.585	60.379	106.471
0.401	0.593	0.545	0.614	0.566	61.122	107.215
0.391	0.578	0.529	0.597	0.548	61.546	107.639
0.381	0.563	0.513	0.579	0.529	61.681	107.773

$L_1 = 107.50 \sim 108.00\text{m}$.

Por lo tanto deberá de revestirse desde la sección de cambio de pendiente hacia aguas arriba 108.00 m

Veamos que significa cada columna:

Y = Tirante

$$U = \frac{Y}{Y_n}$$

$$V = U^{N/J}$$

$$N = \frac{10}{3} \left[\frac{1+2Z(y/b)}{1-Z(y/b)} \right] - \frac{8}{3} \left[\frac{\sqrt{1+Z^2}(y/b)}{1+2\sqrt{1+Z^2}(y/b)} \right]$$

$$M = \frac{3[1+2Z(y/b)]^2 - 2Z(y/b)[1+Z(y/b)]}{[1+2Z(y/b)][1+Z(y/b)]}$$

$$J = \frac{N}{N - M + 1}$$

$$F(U,N) = \int_0^N \frac{dU}{1 - U^N}$$

$$F(V,J) = \int_0^V \frac{dV}{1 - V^J}$$

Δx = Longitud que existe entre la sección considerada y un punto arbitrario.

L = Longitud entre dos secciones consecutivas ($x_2 - x_1$).

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **[>[XY]]** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **[>[XY]]**

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1:
103.883 0.431
105.373 0.421
106.471 0.411
107.215 0.401
107.639 0.391
107.773 0.381
Iní [XY] [YGRA] [XY] [RESOLV] PRINT
    
```

Visualización con el **MTRW**

```

2D 2
1
0.000 0.572
16.592 0.562
29.455 0.552
43.378 0.542
54.049 0.532
63.244 0.522
71.168 0.512
I-1: 0.000
EDIT VEC +WID MID+ GO+ GO+
    
```

Visualizando la matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

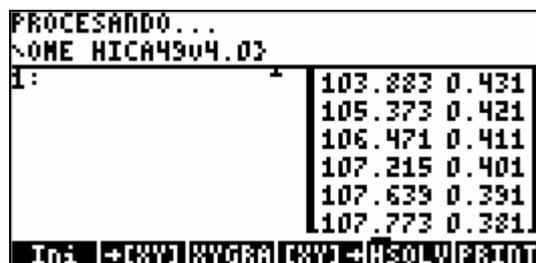
X	Y
0.000	0.572
16.592	0.562
29.455	0.552
42.378	0.542
54.049	0.532
63.244	0.522
71.168	0.512
77.983	0.502
83.827	0.491
88.814	0.481
93.042	0.471
96.595	0.461
99.546	0.451
101.956	0.441
103.883	0.431
105.373	0.421
106.471	0.411
107.215	0.401
107.639	0.391
107.773	0.381

Nota: Para la visualización de las matrices se uso el modo 3 FIX.

Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos  para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

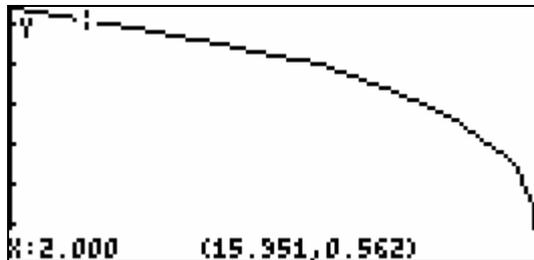
Proceso de Cálculo



Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:



Punto N° (X, Y)

Formato Tabla: (salir del PICT y ejecutar)



Punto N°	X	Y
1	0	.572
2	16.59204	.561937
3	29.45492	.551874
4	43.37846	.541811
5	54.04884	.531748
6	63.24443	.521685

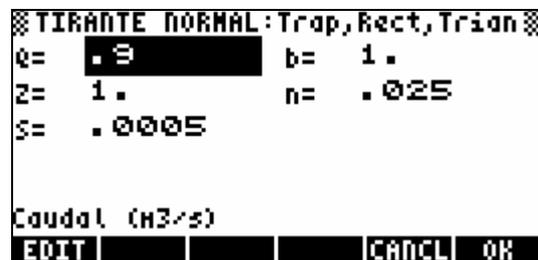
200H | BIG | DEFN

B. Cálculo de L.

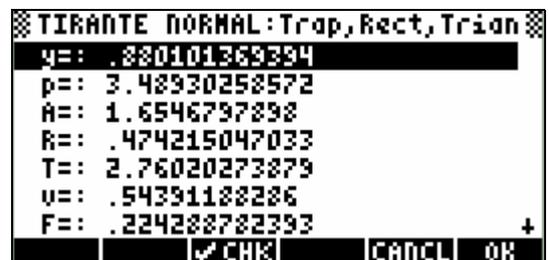
El cálculo se realizara desde $y_1 = 0.572$ m hasta $y_2 = 0.99y_n$, debiendo calcular antes el y_n para este tramo con un $n = 0.025$.

1. Cálculo del Tirante Normal.-

Ingreso de Datos:



Salida:

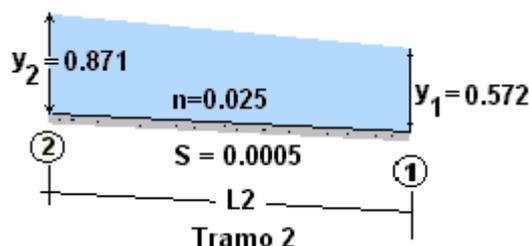


$y_n = 0.880$ m

2. Secciones de cálculo.-

$y_1 = 0.572$

$y_2 = 0.99 \times 0.88 = 0.8712$ m



Como se observa en la figura el cálculo se realizará desde $y_1 = 0.572$ hasta $y_2 = 0.8712$, siendo el y promedio para el tramo el siguiente:

$$y = \frac{y_1 + y_2}{2} = \frac{0.572 + 0.8712}{2} = 0.7216 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

$Q = 0.90 \text{ m}^3/\text{s}$ $b = 1.0 \text{ m}$
 $Z = 1$ $S = 0.0005$
 $y_n = 0.880 \text{ m}$ $y_c = 0.3808 \text{ m}$
 $y_1 = 0.572 \text{ m}$ $y_2 = 0.871 \text{ m}$
 $Nt = 1$

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: MET. BARRHMETEFF
Q= .9      b= 1.      z= 1.
S= .0005      Yn= .88
Yc= .3808      Y1= .57:
Y2= .871      Nt= 1.
NUMERO DE TRAMOS
EDIT      [CANCL] OK
    
```

Nota: En Nt hemos colocado 1 por que solo nos interesa hallar la longitud total.

Salida:

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
NAME HICA49v4.03
5:
4:      N: 3.83553152252
3:      M: 3.66666650815
2:      J: 3.28141528352
1:      Y      U      V
      [.572      .65      .604395146+
      .871 .989772727273 .988056050+
Ini [+ [XY] XYGRA [XY] +HSOLV PRINT
    
```

Ejecutando **→[X]**:

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
NAME HICA49v4.03
5:
4:      N: 3.83553152252
3:      M: 3.66666650815
2:      J: 3.28141528352
1:      Y      V
      [ 0.      .572]
      [1198.73602756 .871]
Ini [+ [XY] XYGRA [XY] +HSOLV PRINT
    
```

$L_2 = 1198.736 \text{ m} \sim 1200.00 \text{ m}$

$L = L_1 + L_2$

$L = 108.00 + 1200.00$

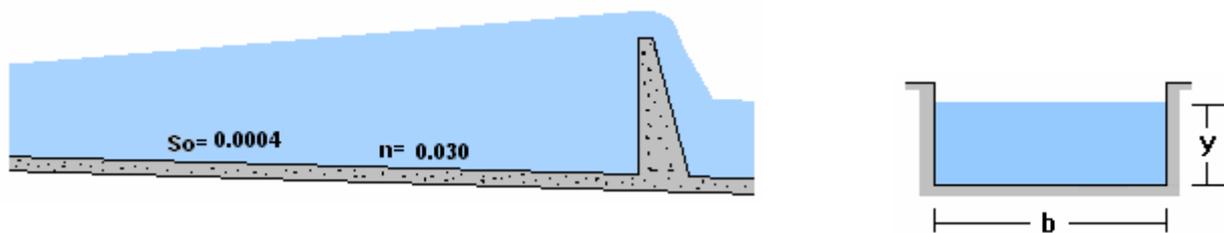
Rpta: $L = 1308.00 \text{ m}$

La distancia total de influencia del cambio de pendiente, medida desde la sección donde ocurre dicho cambio hacia aguas arriba es de 1308.00 m.

Problema N° 15: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Bresse.

Un río de fondo ancho, casi rectangular, con $b = 10.00\text{m}$, $S = 0.0004$, $n = 0.030$, $Q = 10.00\text{m}^3/\text{s}$. Determinar la curva de remanso producida por una presa que origina una profundidad de 3.00m .

Nota: La solución por el método de Bresse es un caso particular, en la que la hipótesis fundamental es la de considerar una sección rectangular muy ancha, es decir, donde $R = y$

Solución:**Datos:**

$$Q = 10.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0.030$$

$$S_o = 0.0004$$

$$b = 10.00\text{m}$$

$$Z = 0$$

1. Cálculo del Tirante Normal.-**Ingreso de Datos:**

```

❖ TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian ❖
q= 10.    b= 10.
z= 0.    n= .03
s= .0004

Caudal (M3/s)
EDIT |          |          | CANCL | OK
  
```

Salida:

```

❖ TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian ❖
y=: 1.4085442983
p=: 12.8170885966
A=: 14.085442983
R=: 1.0989580728
T=: 10.
u=: .709952822362
F=: .190989605366 +
          | ✓CHK |          | CANCL | OK
  
```

$$y_n = 1.4085 \text{ m}$$

2. Cálculo del Tirante Crítico.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO:Rect,Trap,Tria
q= 10.
b= 10.
z= 0.

Caudal (M3/s)
EDIT          CANCL OK
    
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO:Rect,Trap,Tria
q: .467136351268
p: 10.9342727025
A: 4.67136351268
R: .427222151832
T: 10.
u: 2.14070259633
F: 1.
          +
          ✓CHK  CANCL OK
    
```

$y_c = 0.4671 m$

3. Sección de Control.-

La sección de control es la presa y los cálculos se realizan desde este punto con tirante $y_1 = 3.00m$, hacia aguas arriba hasta un tirante superior al 1% del tirante normal, es decir:

$$y_2 = 1.01y_n = 1.01 \times 1.4085 \qquad y_2 = 1.4225m$$

4. Cálculo del Perfil o curva de remanso.-

Con los datos obtenidos anteriormente procederemos al cálculo de perfil.

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO:MET.BRESSE
q= 10.      b= 10.
S= .0004    n= .03
Yn= 1.409   Y1= 1.4225
Y2= 3.      Nt= 39.

CAUDAL (M3/s)
EDIT          CANCL OK
    
```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.

Salida:

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
~OME HICA49v4.03
1: 2.798 1.986 6,994.332 0.134 4
   2.838 2.014 7,095.452 0.130 4
   2.879 2.043 7,196.572 0.126 4
   2.919 2.072 7,297.692 0.122 4
   2.960 2.100 7,398.812 0.119 3
   3.000 2.129 7,499.932 0.115 3
In: [XY] [YGRA] [XY] [ABSOLV]PRINT
    
```

Nota: Podemos visualizar la matriz con *MTRW, EDIT, VIEW, SCROLL*, antes ejecutar este último comando duplique la matriz para no perder la matriz de cálculo.

Visualizando la matriz de resultados.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

Y	Z	SX1	F(Z)	SX2	ΔX	L
1.423	1.010	3,556.250	1.433	4,750.803	-1,194.553	0.000
1.463	1.038	3,657.372	0.931	3,251.406	405.966	1,600.519
1.503	1.067	3,758.492	0.804	2,663.899	1,094.593	2,289.145
1.544	1.096	3,859.612	0.694	2,299.952	1,559.660	2,754.213
1.584	1.124	3,960.732	0.615	2,039.623	1,921.109	3,115.661
1.625	1.153	4,061.852	0.555	1,839.209	2,222.642	3,417.195
1.665	1.182	4,162.972	0.506	1,677.810	2,485.162	3,679.715
1.706	1.211	4,264.092	0.466	1,543.794	2,720.298	3,914.851
1.746	1.239	4,365.212	0.431	1,430.021	2,935.190	4,129.743
1.787	1.268	4,466.332	0.402	1,331.794	3,134.538	4,329.091
1.827	1.297	4,567.452	0.376	1,245.857	3,321.595	4,516.148
1.867	1.325	4,668.572	0.353	1,169.862	3,498.710	4,693.263
1.908	1.354	4,769.692	0.332	1,102.061	3,667.630	4,862.183
1.948	1.383	4,870.812	0.314	1,041.120	3,829.692	5,024.245
1.989	1.411	4,971.932	0.297	985.993	3,985.939	5,180.492
2.029	1.440	5,073.052	0.282	935.851	4,137.200	5,331.753
2.070	1.469	5,174.172	0.269	890.024	4,284.148	5,478.701
2.110	1.498	5,275.292	0.256	847.962	4,427.330	5,621.883
2.151	1.526	5,376.412	0.244	809.209	4,567.203	5,761.756
2.191	1.555	5,477.532	0.233	773.383	4,704.149	5,898.702
2.231	1.584	5,578.652	0.223	740.162	4,838.490	6,033.043
2.272	1.612	5,679.772	0.214	709.271	4,970.501	6,165.054
2.312	1.641	5,780.892	0.205	680.474	5,100.418	6,294.971
2.353	1.670	5,882.012	0.197	653.565	5,228.447	6,423.000
2.393	1.699	5,983.132	0.190	628.363	5,354.764	6,549.317
2.434	1.727	6,084.252	0.182	604.726	5,479.526	6,674.079
2.474	1.756	6,185.372	0.176	582.503	5,602.869	6,797.422
2.515	1.785	6,286.492	0.169	561.578	5,724.914	6,919.467
2.555	1.813	6,387.612	0.163	541.843	5,845.769	7,040.322
2.595	1.842	6,488.732	0.158	523.203	5,965.529	7,160.081
2.636	1.871	6,589.852	0.153	505.573	6,084.279	7,278.832
2.676	1.899	6,690.972	0.147	488.875	6,202.097	7,396.650
2.717	1.928	6,792.092	0.143	473.040	6,319.052	7,513.605
2.757	1.957	6,893.212	0.138	458.006	6,435.205	7,629.758
2.798	1.986	6,994.332	0.134	443.717	6,550.614	7,745.167
2.838	2.014	7,095.452	0.130	430.122	6,665.330	7,859.883
2.879	2.043	7,196.572	0.126	417.173	6,779.399	7,973.952
2.919	2.072	7,297.692	0.122	404.827	6,892.865	8,087.417
2.960	2.100	7,398.812	0.119	393.047	7,005.765	8,200.318
3.000	2.129	7,499.932	0.115	381.796	7,118.136	8,312.689

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **→RXY** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **→RXY**

```

RAD XYZ HEX C~ 'X'
\ONE HICA49v4.03
1:
7,745.167 2.798
7,859.883 2.838
7,973.952 2.879
8,087.417 2.919
8,200.318 2.960
8,312.689 3.000
In1 →RXY RYGRA RYV →RSOLVPRINT
    
```

Visualización con el **MTRW**

```

40 2 1 2
0.000 1.423
1,600.519 1.463
2,289.145 1.503
2,754.213 1.544
3,115.661 1.584
3,417.195 1.625
3,679.715 1.665
-1: 0.000
EDIT VEC ←HID MID+ GO+ G0+
    
```

Visualizando la matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

Ejecute **VIEW** y usando las teclas direccionales:

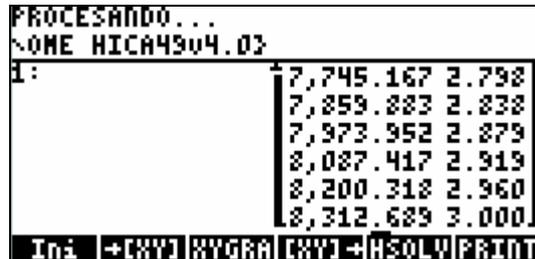
X	Y
0.000	1.423
1,600.519	1.463
2,289.145	1.503
2,754.213	1.544
3,115.661	1.584
3,417.195	1.625
3,679.715	1.665
3,914.851	1.706
4,129.743	1.746
4,329.091	1.787
4,516.148	1.827
4,693.263	1.867
4,862.133	1.908
5,024.245	1.948
5,180.492	1.989
5,331.753	2.029
5,478.701	2.070
5,621.883	2.110
5,761.756	2.151
5,898.702	2.191
6,033.043	2.231
6,165.054	2.272
6,294.971	2.312
6,423.000	2.353
6,549.317	2.393
6,674.079	2.434
6,797.422	2.474
6,919.467	2.515
7,040.322	2.555
7,160.081	2.595
7,278.832	2.636
7,396.650	2.676
7,513.605	2.717
7,629.758	2.757
7,745.167	2.798
7,859.883	2.838
7,973.952	2.879
8,087.417	2.919
8,200.318	2.960
8,312.689	3.000

Nota: Para la visualización de las matrices se uso el modo 3 FIX.

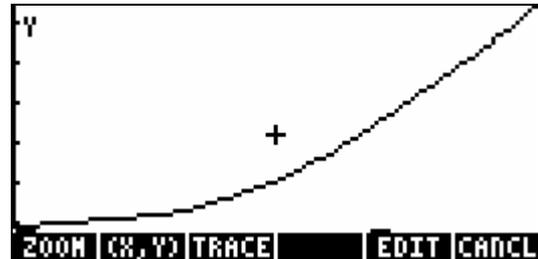
Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **BYGRA** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

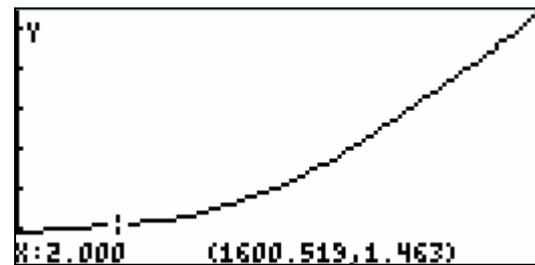
Proceso de Cálculo



Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:



Punto N° (X, Y)

Formato Tabla: (salir del PICT y ejecutar)



Punto N°	X	Y
0		1.4225
1	1600.519	1.462949
2	2289.145	1.503397
3	2754.213	1.543845
4	3115.661	1.584293
5	3417.195	1.624741

H.

ZOOM | | BIG | DEFN

Problema N° 16: *Cálculo de Curvas de Remanso – Método Directo por Tramos.*

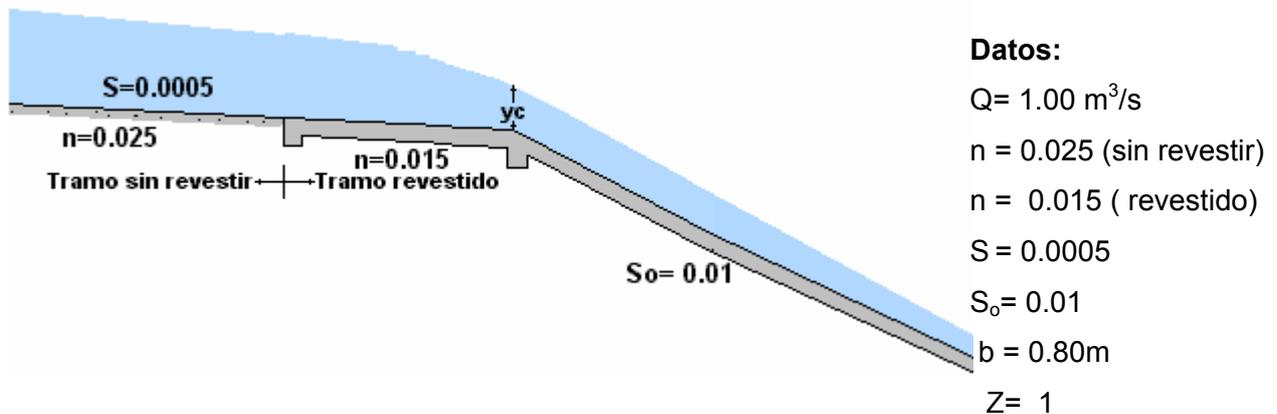
Un canal de sección trapezoidal de ancho de solera $b=0.80\text{m}$, talud $Z=1$, pendiente $S=0.0005$, coeficiente de rugosidad $n=0.025$ y con un caudal $Q = 1.0\text{m}^3/\text{s}$.

A partir de cierta sección en adelante (ver fig.), es necesario aumentar la pendiente del canal a $S_0 = 0.01$ y el canal se reviste con concreto con un $n=0.015$.

Se pide calcular:

El perfil del flujo en el tramo de mayor pendiente considerando que la variación del perfil termina cuando el tirante es el 1% superior al tirante normal.

Solución:



Los cálculos, como lo indica el problema, se realizaran solo en el tramo de mayor pendiente.

a. Cálculo del Tirante Normal.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
q= 1.      b= .8
z= 1.      n= .015
s= .01
Pendiente (M/M)
EDIT      |      |      | CANCL  OK
    
```

Salida:

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
y=: .351508757134
p=: 1.73421973169
A=: .404766915067
R=: .225594952456
T=: 1.50301951427
v=: 2.47055765374
F=: 1.51398847741
      |      |      | ✓CHK| CANCL  OK
    
```

$y_n = 0.3515\text{m} \sim 0.352\text{m}$

b. Cálculo del Tirante Crítico.-

Ingreso de Datos:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Trian
Q= 1.
b= .8
Z= 1.
Talud :Rectangular Z=0
EDIT  CANCL OK
    
```

Salida:

```

TIRANTE CRITICO: Rect, Trap, Trian
q: .44662949165
p: 2.06325896889
A: .556781496132
R: .269855362088
T: 1.6932589833
V: 1.79603669832
F: 1.
      +
      ✓CHK  CANCL OK
    
```

$y_c = 0.4462m$

c. Cálculo de la Pendiente Crítica.-

Nuestro programa de Tirante Crítico no calcula la pendiente crítica, para ello usaremos el *Solver de Tirante Normal* donde introduciremos los datos de $Y_c=0.4462m$ y el $F=1$ para que el programa reconozca de que se trata de un flujo crítico.

Usaremos **SOLV** / **SOLV** / Tirante Normal / Sec. Trape, Rect, Trian

Ingresaremos los datos correspondientes a cada variable:

Datos:

$Q = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$

$b = 0.80m$

$Z = 1$

$n = 0.015$

$y = 0.4462m$

$F = 1$

Terminado el ingreso de datos ejecutamos  **ALL**.

Ingreso de Datos:

```

y: .4462
Q:
b:
Z:
n:
F:
1:
  e  b  Z  n  S  y
    
```

Salida:  **ALL**

```

TIRANTE NORMAL: Trap, Rect, Trian
S: 4.1769130111E-3
P: 2.06204418306
A: .55605444
R: .269661748554
T: 1.6924
V: 1.7983850646
VALU= EQNS PRINT  EXIT
    
```

$S_c = 4.1769E-3 \sim 0.0042$

Visualizando la matriz de resultados.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

Y	A	R	V	F	F2	ΔE	SE	SE2	ΔX	X
0.447	0.557	0.270	1.794	0.999	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
0.437	0.540	0.265	1.851	1.040	1.019	3.916E-4	0.005	0.004	0.069	0.069
0.427	0.524	0.261	1.910	1.084	1.062	0.001	0.005	0.005	0.244	0.313
0.417	0.507	0.256	1.973	1.130	1.107	0.002	0.005	0.005	0.471	0.784
0.407	0.491	0.252	2.039	1.180	1.155	0.003	0.006	0.006	0.776	1.559
0.396	0.474	0.247	2.108	1.234	1.207	0.005	0.006	0.006	1.206	2.766
0.386	0.458	0.242	2.182	1.290	1.262	0.006	0.007	0.007	1.859	4.625
0.376	0.443	0.237	2.260	1.351	1.321	0.008	0.008	0.007	2.961	7.586
0.366	0.427	0.233	2.342	1.417	1.384	0.009	0.009	0.008	5.211	12.797
0.356	0.412	0.228	2.430	1.487	1.452	0.011	0.010	0.009	12.322	25.119

Con la matriz de resultados en el stack (pila) ejecutamos el comando **→RXY** para extraer las coordenadas (x,y) de la curva perfil:

Ejecutando **→RXY**

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'
NAME HICA49v4.03
1:
1.559 0.407
2.766 0.396
4.625 0.386
7.586 0.376
12.797 0.366
25.119 0.356
In: →RXY|XYGRA|XY|→HSOLV|PRINT
```

Visualización con el **MTRW**

```
10 2
1
0.000 0.447
0.069 0.437
0.313 0.427
0.784 0.417
1.559 0.407
2.766 0.396
4.625 0.386
1-1: 0.000
EDIT|VEC|+WID|WID+|GO+=|GO+
```

Visualizando la matriz (X,Y) del perfil ó curva de remanso.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

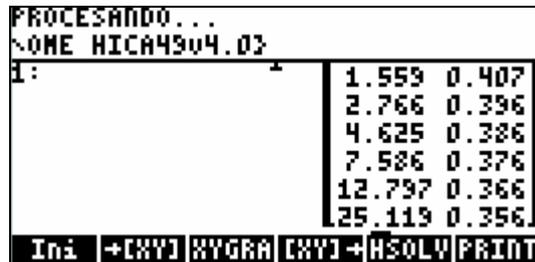
X	Y
0.000	0.447
0.069	0.437
0.313	0.427
0.784	0.417
1.559	0.407
2.766	0.396
4.625	0.386
7.586	0.376
12.797	0.366
25.119	0.356

Nota: Para la visualización de las matrices se uso el modo 3 FIX.

Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **XYGRF** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

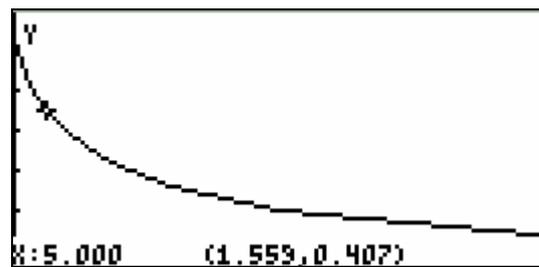
Proceso de Cálculo



Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:



Punto N° (X, Y)

Formato Tabla: (salir del PICT y ejecutar)



Punto N°	X	Y
0		.447
.0690943		.436889
.3130525		.426778
.7837691		.416667
1.559426		.406556
2.765822		.396445

200M | BIG | DEFN

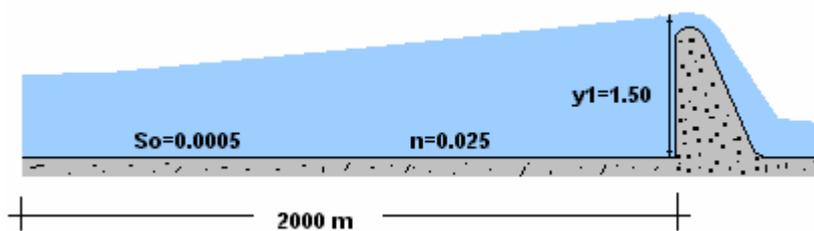
Problema N° 17: Cálculo de Curvas de Remanso – Método de Tramos Fijos.

Un canal de sección trapezoidal conduce un caudal de $2.00\text{m}^3/\text{s}$, con un ancho de solera de 1.00m , talud de 2, coeficiente de rugosidad de 0.025 y pendiente de 0.0005 . En un punto de su perfil longitudinal se construye una presa que hace que se forme una curva de remanso con un tirante de 1.50m detrás de la presa.

Se pide calcular:

- El tirante que se tendrá en un punto localizado a 200 m aguas arriba de la presa.
- El perfil del flujo desde la presa hasta una distancia de 2000 m aguas arriba considerando tramos $\Delta x = 200\text{ m}$.

Solución:



Datos:

- $Q = 2.00\text{ m}^3/\text{s}$
- $n = 0.025$ (sin revestir)
- $S_o = 0.0005$
- $b = 1.00\text{m}$
- $Z = 2$
- $y_1 = 1.50\text{m}$

a. Cálculo del perfil.-

- $Q = 2.00\text{ m}^3/\text{s}$
- $Z = 2$
- $n = 0.025$
- $nt = 10$
- $b = 1.00\text{m}$
- $S = 0.0005$
- $y_1 = 1.50\text{m}$
- $\Delta x = -200\text{ m}$ (cálculo hacia aguas arriba)

Ingreso de Datos:

```

CURVA DE REMANSO: MET. TRAMOS FIJ
Q= 2.      b= 1.
Z= 2.      S= .0005
n= .025    Yi= 1.5
nt= 10.    dx= -200.
DIST C/TRAMO (+)AGUAS+ (-)AGUAS+
EDIT      CANCL OK
    
```

Salida:

```

RAD XYZ HEX C= 'X'
NAME HICA49v4.03
1:
-1000. 1.17817028864
-1200. 1.14046328295
-1400. 1.11185801857
-1600. 1.09111045672
-1800. 1.07663830839
-2000. 1.06685520392
Ini +[XY] XYGRA [XY] +[SOLV] PRINT
    
```

Nota: Cuando mayor es el número de tramos (Nt) los resultados serán más exactos.

Visualización con el *MTRW*:

```

1 2 1 2
MTRW 0. 1.5
-200. 1.42100135492
-400. 1.34804111732
-600. 1.28248096334
-800. 1.22557216488
-1000. 1.17817028864
-1200. 1.14046328295
I-1: 0.
EDIT VEC +MID MID+ GO+ GO+
    
```

Nota: Podemos visualizar la matriz con *MTRW*, *EDIT*, *VIEW*, *SCROLL*, antes ejecutar este último comando duplique la matriz para no perder la matriz de cálculo.

Visualizando la matriz de resultados.

Ejecute  **VIEW** y usando las teclas direccionales:

X	Y
0.	1.5
-200.	1.42100135492
-400.	1.34804111732
-600.	1.28248096334
-800.	1.22557216488
-1000.	1.17817028864
-1200.	1.14046328295
-1400.	1.11185801857
-1600.	1.09111045672
-1800.	1.07663830839
-2000.	1.06685520392

El tirante a 200m aguas arriba de la presa es 1.421m.

Para este caso, ya no es necesario ejecutar el comando **←MTRW**, podemos ejecutar el comando **VIEW** con la matriz en el stack para graficar la curva de remanso o perfil.

Gráfico del Perfil o curva de Remanso.

Con la matriz de coordenadas (X,Y) en el stack ejecutaremos **VIEW** para graficar la curva y guardar la matriz (X,Y).

Proceso de Cálculo

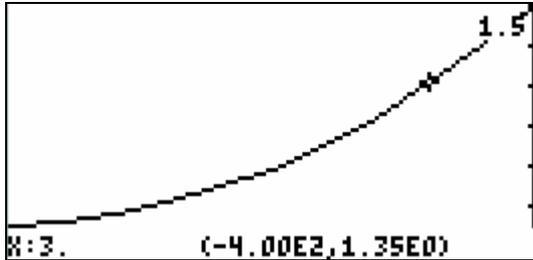
```

PROCESANDO...
HOME HICA49v4.03
I:
-1000. 1.17817028864
-1200. 1.14046328295
-1400. 1.11185801857
-1600. 1.09111045672
-1800. 1.07663830839
-2000. 1.06685520392
Ini [+XY] [YGRA] [XY] +[RESLV]PRINT
    
```

Perfil o Curva de Remanso



Trazado de la curva:



Punto N° (X, Y)

Formato Tabla: (salir del PICT y ejecutar)



Punto N°	X	Y
0		1.5
-200		1.421001
-400		1.348041
-600		1.282481
-800		1.225572
-1000		1.17817

1.

ZOOM | BIG | DEFN |

Documento creado por Oscar Fuentes Fuentes.
 HICA49 fue creado por Oscar Fuentes Fuentes.
 Contacte al autor:
oscar_lff@hotmail.com

+51 56 252889
 +51 56 9705807
 Ica - Perú