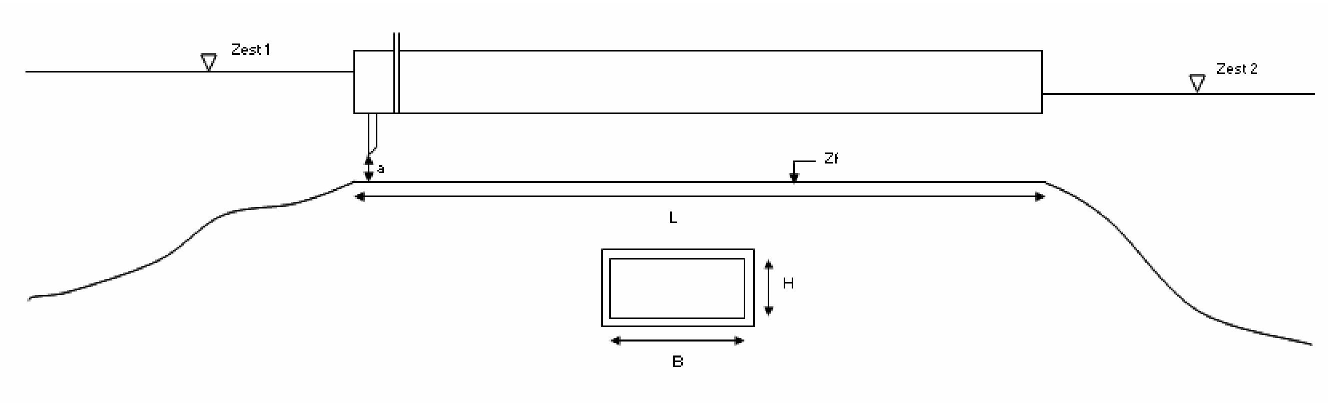
Sem. Primavera 2006
Auxs.:Amparo Edwards
Cristián Godoy

Control #3 CI41A
Martes 14 de Noviembre 2006

P1) Se tiene un ducto de sección rectangular, de ancho B, altura H y coeficiente de fricción f, como el que se muestra en la figura:



La función que desempeña el ducto es la de comunicar dos embalses con nivel de carga constante. A la entrada del ducto existe una compuerta de abertura a.

Datos: $H = 1{,}5$ [m]; $B = 2{,}0$ [m]; $L = 50$ [m]; $f = 0{,}05$ [m]; $z_f = 25$ [m]; $z_{EST2} = 27{,}4$ [m]; $\mu = 0{,}6$

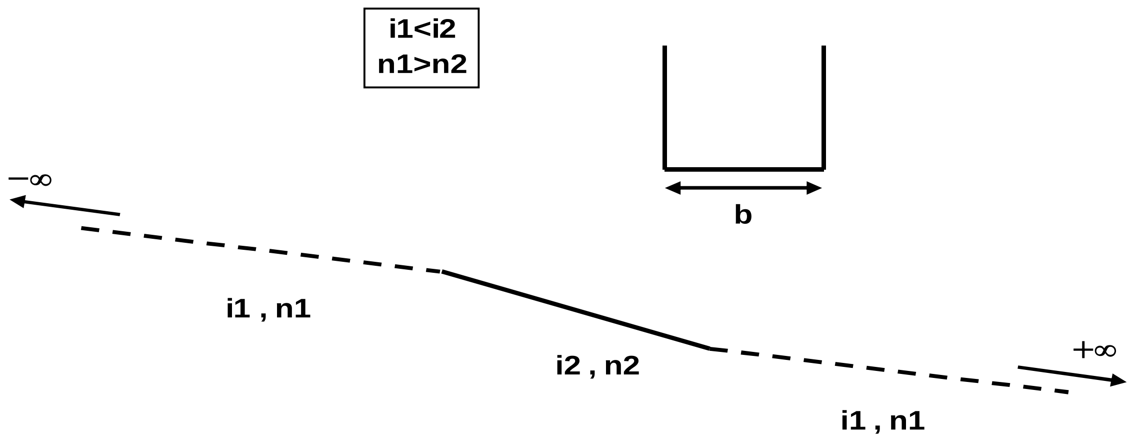
a) Encontrar el valor de la abertura de la compuerta para que se genere un resalto al pie de ésta y el valor de carga del primer embalse, si se sabe que el caudal conducido por el ducto es de $Q = 4$ [m^3/s].

b) Si se sabe que $a = 0{,}2$ [m] y $z_{EMB1} = 32{,}5$ [m], encontrar el valor del caudal que escurre por el sistema.

Indicación: Considere que no existe pérdida de energía singular en la entrada y salida del ducto.

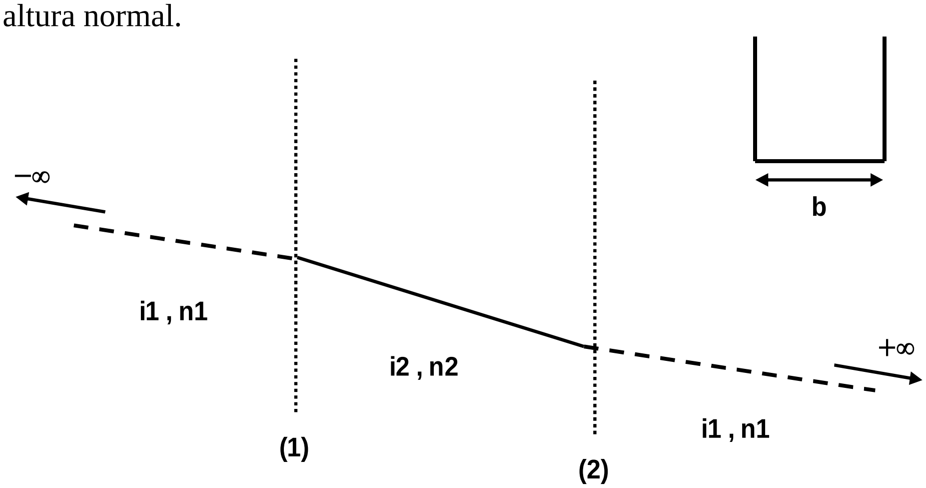
P2) El canal mostrado en la figura tiene un tramo intermedio de distinta pendiente y rugosidad. Suponiendo caudal constante y que la sección de escurrimiento se mantiene a lo largo del canal, se pide:

i.- Esquematizar los ejes hidráulicos posibles de ocurrir en el canal, considerando todas las combinaciones posibles de pendiente hidráulica, si cumple que:



Indicaciones: Considere que ambas pendientes siempre son mayores que cero. Por simplicidad, no considere la pendiente crítica en alguno de los tramos como caso particular. En la gráfica de los casos posibles, incluya un esquema de las alturas normales y críticas en cada tramo.

ii.- Para el mismo canal, pero a partir de los datos entregados, determine la posición del resalto en el sistema, calculando la distancia a la cual se encuentra con respecto de las secciones (1) o (2). Considere para este cálculo, un solo intervalo o paso en la discretización de la ecuación del eje hidráulico. Además considere que todos los tramos son suficientemente largos como para que se alcance altura normal.

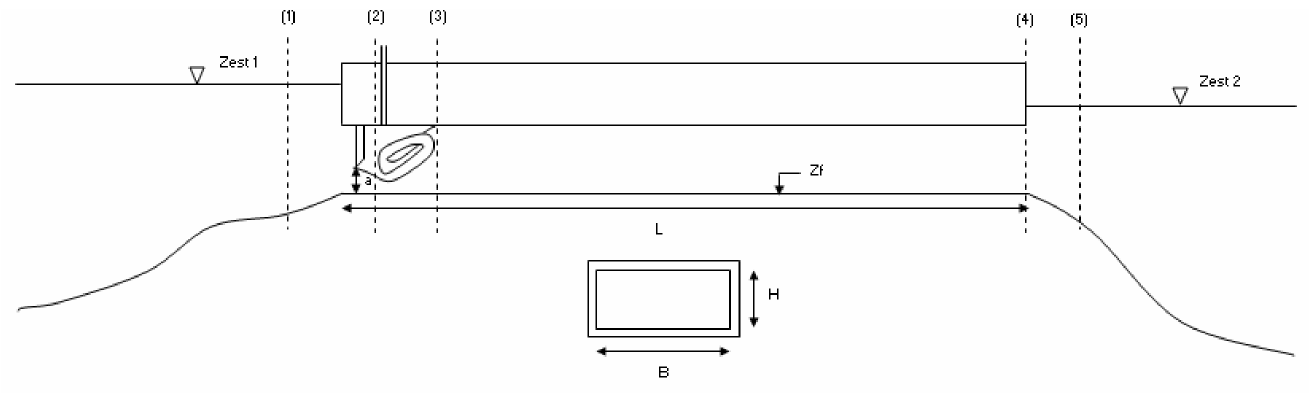


Datos:

n1 =	0.018	n2 =	0.01
i1 =	0.001	i2 =	0.08
Q [m^3/s] =	3	b [m] =	2

Pauta P1

a)



- Igualdad de Bernoulli entre secciones (4) y (5):

$$B_5 = z_{EST\,2} = 27{,}4\,[\mathrm{m}]$$
$$B_4 = \eta_4 + \frac{H}{2} + z_f + \left(\frac{Q}{B\cdot H}\right)^2 \cdot \frac{1}{2\cdot g}$$
$$B_4 = B_5 \Rightarrow \eta_4 = 1{,}559\,[\mathrm{m}]$$

- Igualdad de Bernoulli entre secciones (3) y (4):

Considerando largo del resalto despreciable: $\Lambda_f = J\cdot L = \left(\frac{Q}{B\cdot H}\right)^2 \cdot \frac{f\cdot L}{4\cdot R_h}\cdot\frac{1}{2\cdot g}$

$$R_h = \frac{\Omega}{\chi} = \frac{B\cdot H}{2\cdot(B+H)} = 0{,}429\,[\mathrm{m}]$$
$$\Rightarrow \Lambda_f = 0{,}132\,[\mathrm{m}]$$
$$B_3 = B_4 + \Lambda_f \Rightarrow B_3 = 27{,}532\,[\mathrm{m}]$$

Además, $B_3 = \frac{H}{2} + \eta_3 + z_f + \left(\frac{Q}{B\cdot H}\right)^2 \cdot \frac{1}{2\cdot g} \Rightarrow \eta_3 = 1{,}692\,[\mathrm{m}]$

$$\Rightarrow M_3 = \eta_3 \cdot (B\cdot H) + \frac{Q^2}{g\cdot(B\cdot H)} = 5{,}619\,[\mathrm{m}^3]$$

- Resalto al pie: $M_{\mu \cdot a} = M_3$

$$M_{\mu \cdot a} = m_{\mu \cdot a} \cdot B = \left[\frac{(\mu \cdot a)^2}{2} + \left(\frac{Q}{B} \right)^2 \cdot \frac{1}{g \cdot (\mu \cdot a)} \right] \cdot B$$

$$\Rightarrow a = \begin{cases} 3{,}821 \\ 0{,}243 \\ -4{,}064 \end{cases}$$

Solución supercrítica $\Rightarrow a = 0{,}243\,[\mathrm{m}]$.

- $B_{\mu \cdot a} = z_{EST1}$

$$\Rightarrow z_{EST1} = (\mu \cdot a) + \left(\frac{Q}{\mu \cdot a \cdot B} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot g} + z_f = 34{,}742\,[\mathrm{m}].$$

b) Supongamos que el resalto es rechazado $\Rightarrow B_{EST1} = B_{\mu \cdot a}$

$$B_1 = z_{EST1} = 32{,}5\,[\mathrm{m}]$$

$$B_{\mu \cdot a} = z_f + \mu \cdot a + \left(\frac{Q}{\mu \cdot a \cdot B} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot g}$$

$$\Rightarrow Q = 2{,}886\,[\mathrm{m^3/s}]$$

$$\eta_4 = z_{EST2} - \frac{H}{2} - z_f - \left(\frac{Q}{B \cdot H} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot g} = 1{,}603\,[\mathrm{m}]$$

$$M_4 = \eta_4 \cdot B \cdot H + \frac{Q^2}{g \cdot B \cdot H} = 5{,}092\,[\mathrm{m^3}]$$

$$M_{\mu \cdot a} = m_{\mu \cdot a} \cdot B = \left[\frac{(\mu \cdot a)^2}{2} + \left(\frac{Q}{B} \right)^2 \cdot \frac{1}{g \cdot \mu \cdot a} \right] \cdot B = 3{,}557\,[\mathrm{m^3}]$$

$M_4 > M_{\mu \cdot a} \Rightarrow$ resalto ahogado, es decir, supuesto incorrecto!

Se deben cumplir 3 relaciones:

- Igualdad de momenta antes y después del resalto ahogado: $M_2 = M_3$

$$\eta_2 \cdot B \cdot H + \frac{Q^2}{g \cdot B \cdot \mu \cdot a} = \eta_3 \cdot B \cdot H + \frac{Q^2}{g \cdot B \cdot H} \quad \textbf{(1)}$$

- Conservación de Bernoulli entre secciones (1) y (2): $B_1 = B_2$

$$z_{EST1} = z_f + \eta_2 + \frac{H}{2} + \left(\frac{Q}{\mu \cdot a \cdot B} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot g} \qquad \textbf{(2)}$$

- Conservación de Bernoulli entre sección (3) y (5): $B_3 = B_5 + \Lambda_f$

$$z_f + \eta_3 + \frac{H}{2} + \left(\frac{Q}{B \cdot H} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot g} = z_{EST2} + \left(\frac{Q}{B \cdot H} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot g} \cdot \frac{f \cdot L}{4 \cdot R_h} \qquad \textbf{(3)}$$

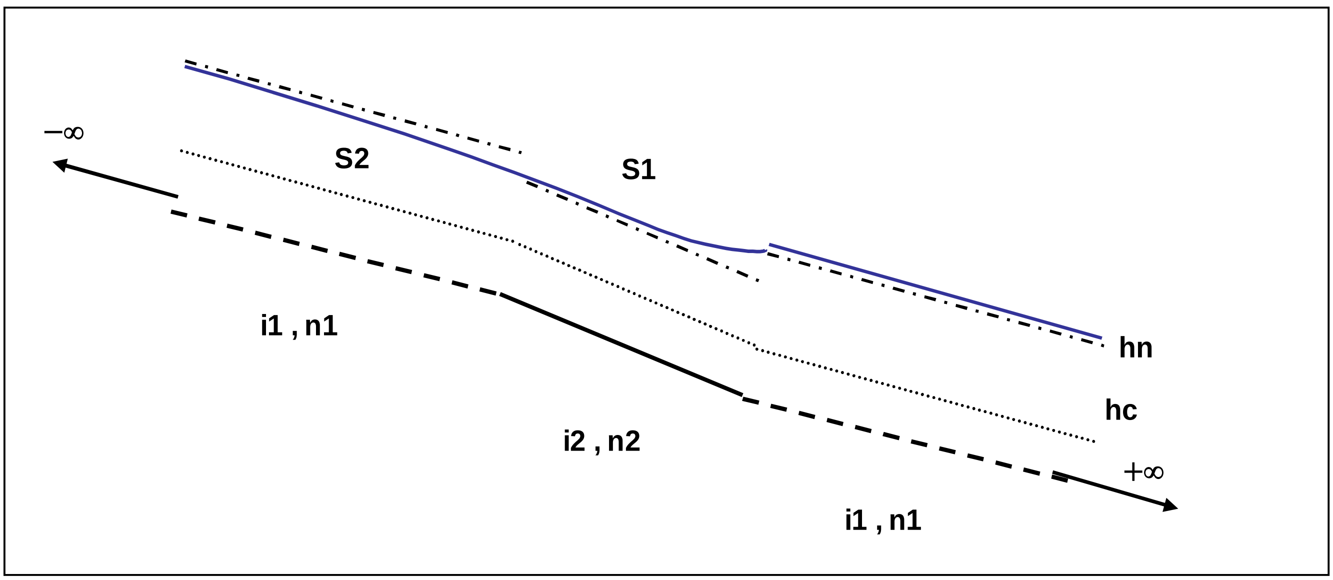
$\therefore$ 3 incógnitas y 3 ecuaciones $\Rightarrow Q = 2{,}594$ [m^3/s]

Pauta P2

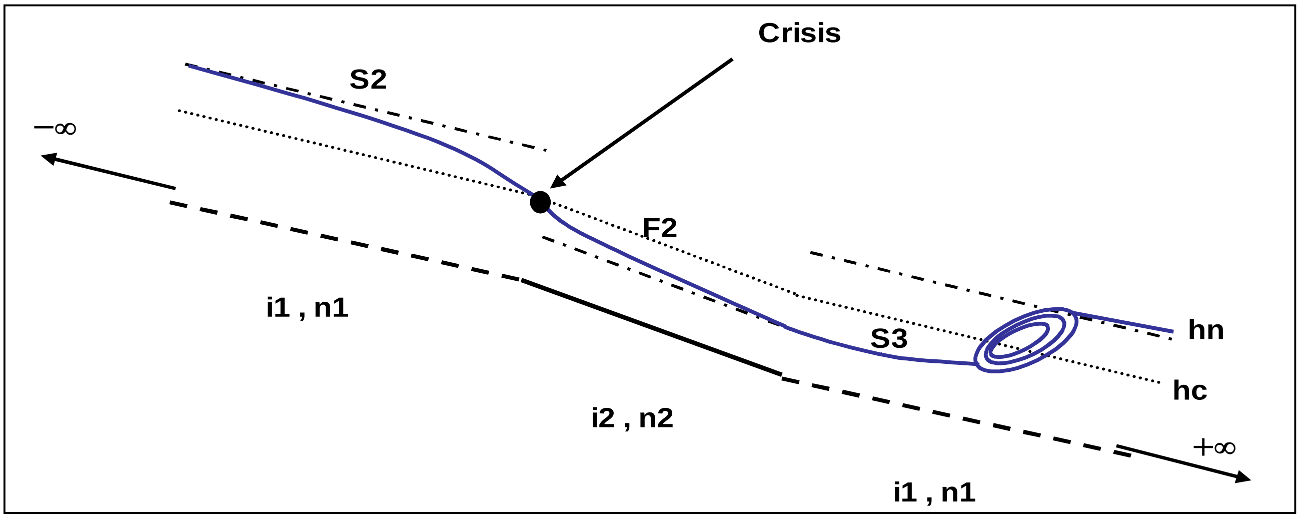
a)
Casos :

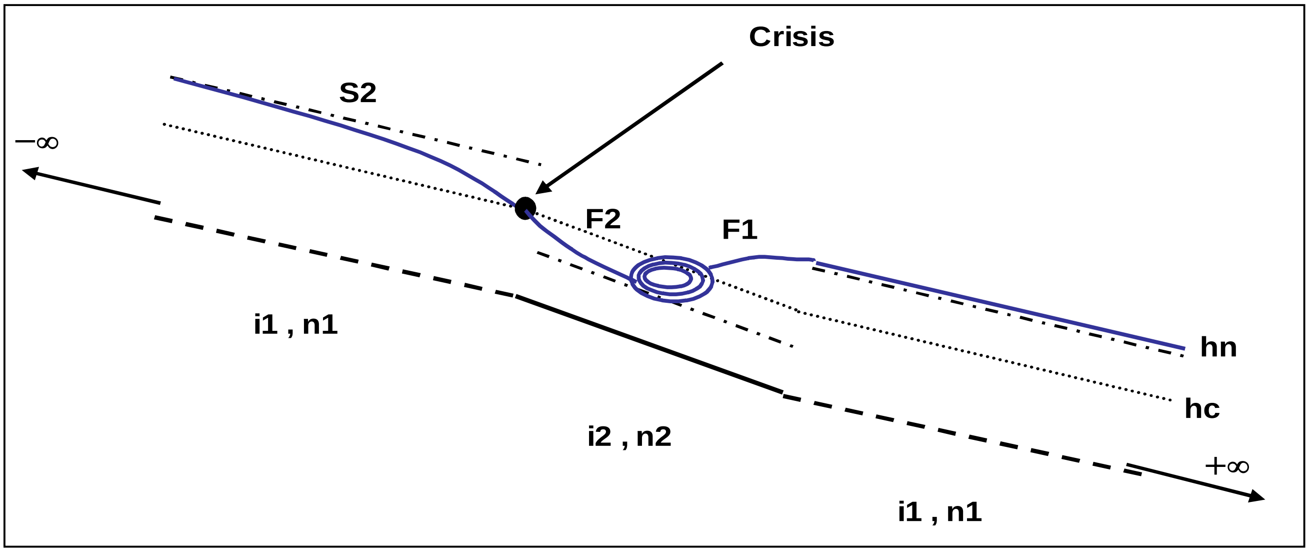
1.- i_1 **-> P.Suave =>** i_2 **-> P.Suave.**
2.- i_1 **-> P.Suave =>** i_2 **-> P.Fuerte.**
3.- i_1 **-> P.Fuerte =>** i_2 **-> P.Fuerte .**

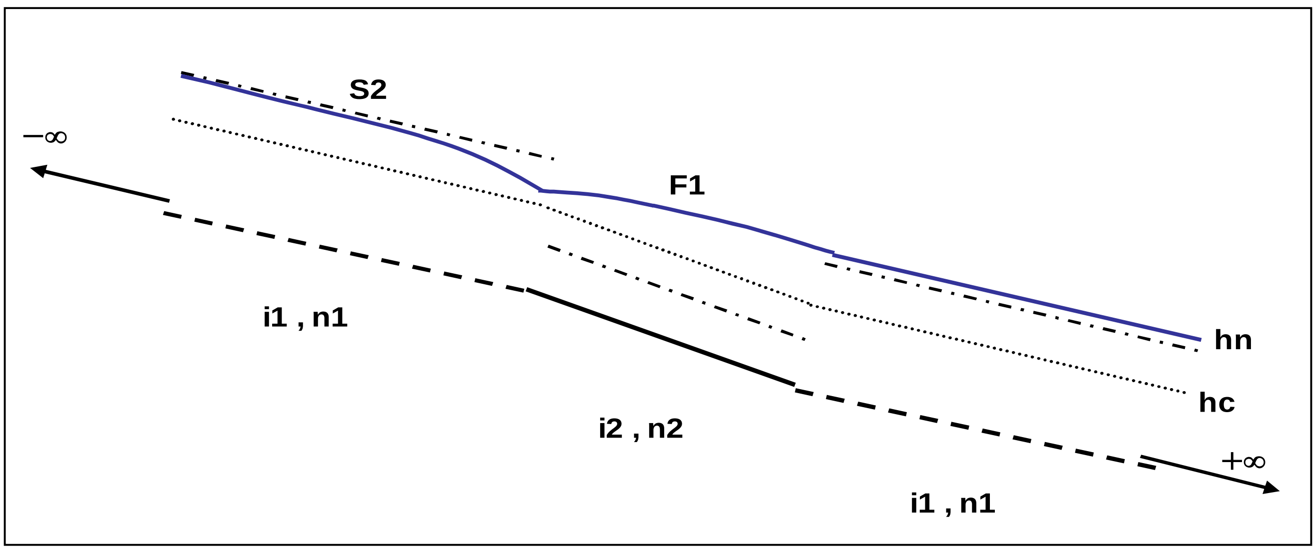
1.- **i1 -> P.Suave => i2 -> P.Suave. (i2>i1)**



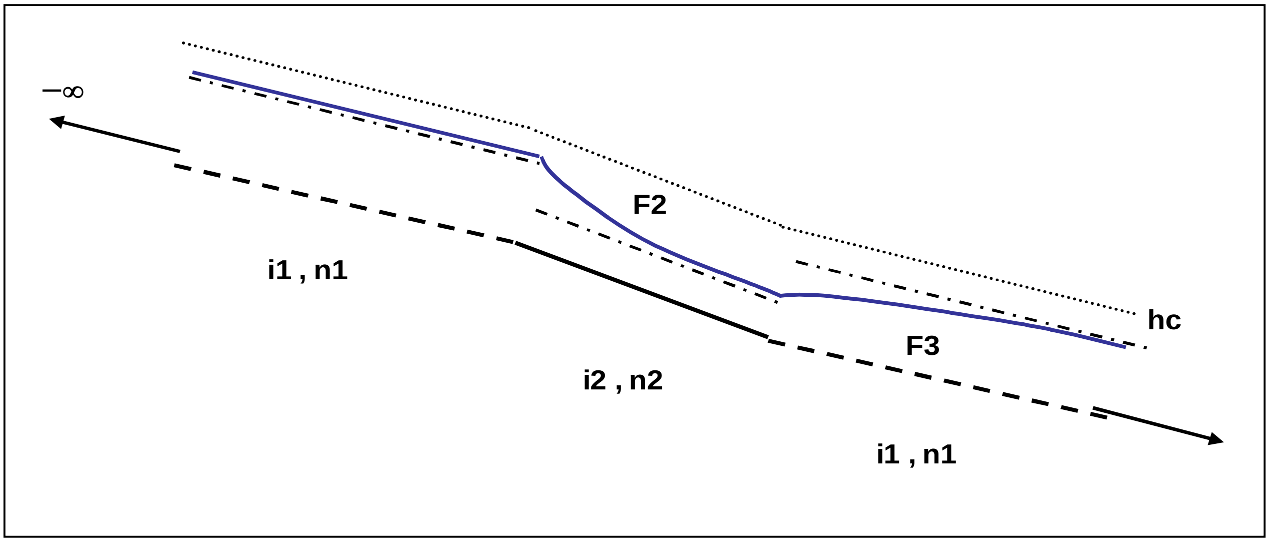
2.- **i1 -> P.Suave => i2 -> P.Fuerte.**







3.- **i1 -> P.Fuerte => i2 -> P.Fuerte .**



b) **Con el caudal por unidad de ancho podremos calcular la altura crítica de escurrimiento.**

q [m^2/s] =	**1.5**	**=>**	**hc [m] =**	**0.612**

Esta altura es igual en todo el canal, dado que la geometría de éste no cambia en toda su extensión. Ahora calculamos las alturas normales asociadas a las pendientes:

hn1 [m] =	**1.260**	**=> Pendiente Suave**
hn2 [m] =	**0.184**	**=> Pendiente Fuerte**

Considerando que en todos los tramos es posible alcanzar la altura normal, deberemos comparar las momentas de las alturas normales del tramo central, entre (1) y (2), con la del tramo final, aguas debajo de (2). Así podremos ubicar el resalto en alguno de estos tramos y calcular su posición.

m(hn1) [m^2] =	**0.976**
m(hn2) [m^2] =	**1.267**

La momenta asociada a la altura normal del tramo central es mayor que la del final, por lo que el resalto se ubicará aguas debajo de (2).

Para calcular la posición en un solo paso utilizamos la ecuación del eje hidráulico:

$$\Delta x = \frac{\left(E_1 - E_2\right)}{\left(J_m - i\right)}$$

$$Siendo:$$

$$J_m = \frac{J\left(hn_1\right) + J\left(hn_2\right)}{2}$$

Con J proveniente de la ecuación de Manning:

$$\frac{Q*n}{\sqrt{J}}=\frac{(b*h)^{5/3}}{(b+2h)^{2/3}}$$

$$\Rightarrow J=\left(Q*n*\frac{(b+2h)^{2/3}}{(b*h)^{5/3}}\right)^2$$

J (hn_1 conj) =	0.109
J (hn_2) =	0.258
J promedio =	0.184

E (hn_1 conj) [m] =	2.187
E (hn_2) [m] =	3.575

=> ΔX [m] =	7.585

El resalto comienza a 7,585 metros aguas abajo de la sección (2).

Gráficamente se tiene: