

EJERCICIO 1 (25 puntos)

Dos lagos se conectan por un canal de sección trapezoidal (ancho de base $b=2.5\text{m}$, pendiente talud $m=2\text{H:1V}$) de largo $L=60\text{m}$, pendiente longitudinal de fondo $S_0=0.014$ y coeficiente de rugosidad de Manning $n=0.013$. La superficie libre del Lago A se ubica a $h_{LA}=1.5\text{m}$ respecto al fondo del canal y el nivel del Lago B puede variar.

- 1) Si el nivel del Lago B se ubica a $h_{LB}=0.3\text{m}$ respecto al fondo del canal. Calcule el caudal de descarga, clasifique el canal en **tipo M** o **S** y dibuje la superficie libre a lo largo del canal, indicando los tirantes en los puntos más relevantes y ubicando resaltos si los hubiere.
- 2) Si el nivel del Lago B cambia y se ubica a $h_{LB}=1.7\text{m}$ respecto al fondo del canal. Calcule el caudal de descarga, clasifique el canal en **tipo M** o **S** y dibuje la superficie libre a lo largo del canal, indicando los tirantes en los puntos más relevantes y ubicando resaltos si los hubiere.
- 3) Determine el rango de nivel del Lago B respecto al fondo del canal para que ocurra un resalto hidráulico en el canal manteniendo el caudal de descarga de la parte 2).



EJERCICIO 2 (25 puntos)

- 1) Se requiere realizar el diseño hidráulico de una alcantarilla a ser ubicada en las siguientes coordenadas: $X=360\text{ Km}$; $Y= 6240\text{ Km}$, correspondientes al punto de cierre de una cuenca, situada en el Departamento de Colonia. Las características principales de la cuenca de drenaje a ese punto se presentan en la Tabla 1.

Área (Km^2)	ΔH (m)	L (m)	Unidad Cartográfica de Suelos	S (%)
6.3	75	3635	Ecilda Paullier - Las Brujas	1.8

dónde: **L** es la longitud del cauce principal, **ΔH** es el desnivel máximo del cauce principal y **S** es la pendiente media de la cuenca.

- 1.1) Determinar el caudal máximo de diseño de la alcantarilla asociado a **5 años** de período de retorno y justificar el método de cálculo empleado. El uso del suelo actual en toda la superficie de la cuenca es **pastizales en condiciones hidrológicas malas**. Se podrá suponer que el **flujo es concentrado** en la cuenca. Justifique la metodología empleada.
- 1.2) Determinar el volumen (m^3) de escorrentía asociado al evento de diseño detallando metodología empleada.
- 1.3) Esquematizar el hidrograma total del evento.
- 2) Una vez construida la obra de alcantarillado para las condiciones de diseño ocurre un evento extremo de precipitación en la cuenca cuyo hietograma de lluvia se presenta en la siguiente tabla:

T(min)	0-7	7-14	14-21	21-28	28-35	35-42	42-49	49-56	56-63	63-70	70-77	77-84
P(mm)	1.6	3.2	4.1	5.8	8.7	12.2	21.7	10.5	6.2	4.6	3.6	2.0

- 2.1) Determinar el caudal máximo en el punto de cierre de la cuenca correspondiente a este evento registrado (verano, estación de crecimiento), considerando que no se registró precipitación los 5 días previos al evento; detallando la metodología empleada.
 - 2.2) Determinar el volumen (m^3) de escorrentía asociado al evento de diseño detallando metodología empleada.
 - 2.3) Esquematizar el hidrograma total del evento.
- 3) Comparar y discutir los resultados obtenidos en 2) respecto a los obtenidos en 1).

EJERCICIO 3 (25 puntos)

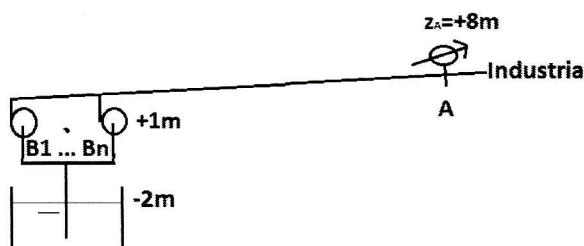
- 1) En base a la **carta topográfica** (SGM, con curvas de nivel cada **10 m**) que se adjunta, se pide **delimitar la cuenca** ubicada en el departamento de Paysandú, cuyo punto de cierre ($X= 321.8$ km; $Y= 6404.0$ km) se indica en la carta.
- 2) Determinar para la cuenca delimitada en 1), el **desnivel máximo del cauce principal** y el **tiempo de concentración**, si la longitud del cauce principal es $L= 5595$ m. Se podrá asumir que el flujo es de tipo concentrado en la misma.
- 3) Sobre la cuenca ocurre el siguiente evento de precipitación:

T (min)	0-13	13-26	26-39	39-52	52-65	65-78	78-91
P (mm)	1.2	5.5	16.3	9.6	6.3	2.7	1.4

Determinar la **precipitación efectiva** y el **coeficiente de escorrentía**, asociados a todo el evento. Considerar que la superficie de la cuenca está cubierta por cultivos de maíz en hileras rectas, sus suelos son de grupo hidrológico B en condición hidrológica buena, que el evento ocurrió en el mes de julio (estación inactiva) y que la precipitación acumulada en los 5 días previos fue de 33 mm.

EJERCICIO 4 (25 puntos)

El sistema de abastecimiento de agua para una industria se compone de un tanque de succión cuyo nivel de agua es $z_s = -2m$, una tubería de succión de diámetro $d_s = 0,1$ m y longitud $L_s = 5$ m con un número determinado (a definir) de bombas acopladas en **paralelo** (según se muestra en la figura). Las bombas se conectan a una tubería de impulsión de diámetro $d_i = 0,1$ m y longitud $L_i = 200$ m que ingresa a la industria. Al final de la tubería de impulsión y a una cota de **8 m** se ubica un manómetro **A**. Para un adecuado abastecimiento de la industria el manómetro debe registrar presiones siempre superiores a **15 m.c.a.**



Las tuberías de succión y de impulsión tienen una rugosidad absoluta $\epsilon = 0,009$ mm. Las pérdidas de carga localizadas en la tubería de succión tienen asociado un coeficiente de pérdida de carga localizada $k_s = 2$. Las pérdidas de carga localizadas en la tubería de impulsión se resumen en un coeficiente total de pérdidas de carga localizadas $k_i = 3$. Todas las bombas se ubican a cota igual a **+1m**, y presentan las siguientes curvas características:

Q (L/s)	0	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5
H(m)	52	51	49	46	42	37	31	23
rend (%)	0	30	53	64	67	65	58	43
NPSHr (m)	1,3	1,6	2,1	2,8	3,6	4,5	5,5	6,6

- 1) Para el caso que se registre en el manómetro la presión de **15 m.c.a.** Si el caudal a abastecer es como mínimo **22 L/s** determinar el **mínimo número de bombas en paralelo** que deben acoplarse para cumplir con el caudal mínimo. Justifique.
- 2) Determinar el **punto de funcionamiento de cada bomba**. Presentar la ecuación de pérdida de carga para esta instalación, detallando cada uno de sus términos. Acompañarlos con gráficos esquemáticos H-Q donde se grafiquen la curva de instalación y de las bombas, así como el punto de funcionamiento. Presentar valores numéricos de Q y H de funcionamiento para cada bomba; y factores de fricción en la condición de operación.
- 3) Determinar la **potencia** consumida por el sistema de bombeo en la condición de funcionamiento anterior:
 - a) Presentar la ecuación para cálculo de la potencia.
 - b) Presentar valores numéricos de potencia consumida por el sistema y por cada bomba.
- 4) Verificar que las bombas no **cavitan** para la condición de diseño (presión atmosférica y agua a 20°C):
 - a) Presentar la ecuación de NPSH disponible para esta instalación, detallando cada uno de sus términos.
 - b) Reporte los valores de NPSH requerido y disponible para cada bomba.



2) EJERCICIO

1) $A = 6.3 \text{ km}^2$

$P_{3,10} = 84$

$t_c = 49 \text{ minutos} \Rightarrow 2 \text{ METODOS}$

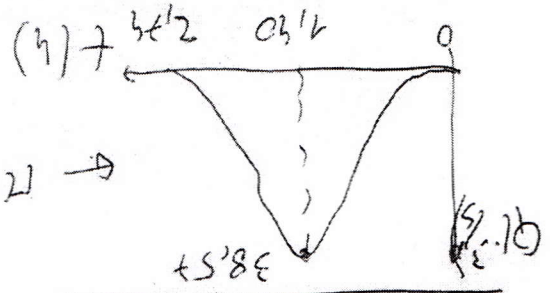
METODO RACIONAL

$C = 0.28$
 $r = 49.07 \text{ m/h}$
 $Q = C \cdot I \cdot A = 24.05 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{MAX} = 30.57 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{VI} = 0$

$Q_{MAX} = 38.57 \text{ m}^3/\text{s}$
 $V_{ESC} = 137.101 \text{ m}^3$

DEPTO. DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

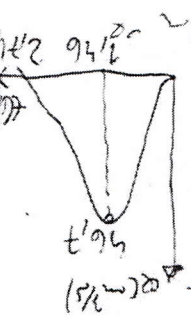


2) $P_{ant} = 0 \Rightarrow VC_I = 4.2 \cdot 0.6 = 2.52$
 $2.52 - 0.05886 = 2.46114$
 $\Rightarrow \text{SOST. TOYO} = 72$

TORRENTA METODIA POR T. DE DISTA

$Q_{MAX} = 46.70 \text{ m}^3/\text{s}$
 $V_{ESC} = 160.085 \text{ m}^3$

3) Debido a que la P. de retención es alta, el suelo es seco y no se compensa por el efecto de un



mas. P. de retención, no se compensa por el efecto de un suelo superior al de diseño y por lo tanto mayor V. esc. pero los tiempos de retención de la zona que cubren a 8 km después por la zona, mayor del suelo.

- Ejercicio 3

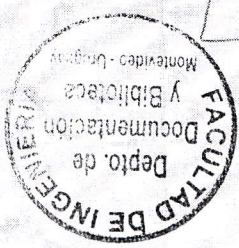
$$2) \left. \begin{array}{l} H_{max} = 105 \text{ m} \\ H_{min} = 55 \text{ m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \Delta H = 50 \text{ m} \\ L_q = 5595 \text{ m} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} S_q = \frac{L}{\Delta H} \times 100 = 0.89\% \end{array} \right.$$

$$t_c (\text{Empiezo}) = 0.14 \frac{L_q}{S_q^{0.375}} = 1.57 \text{ hs} = 94 \text{ min}$$

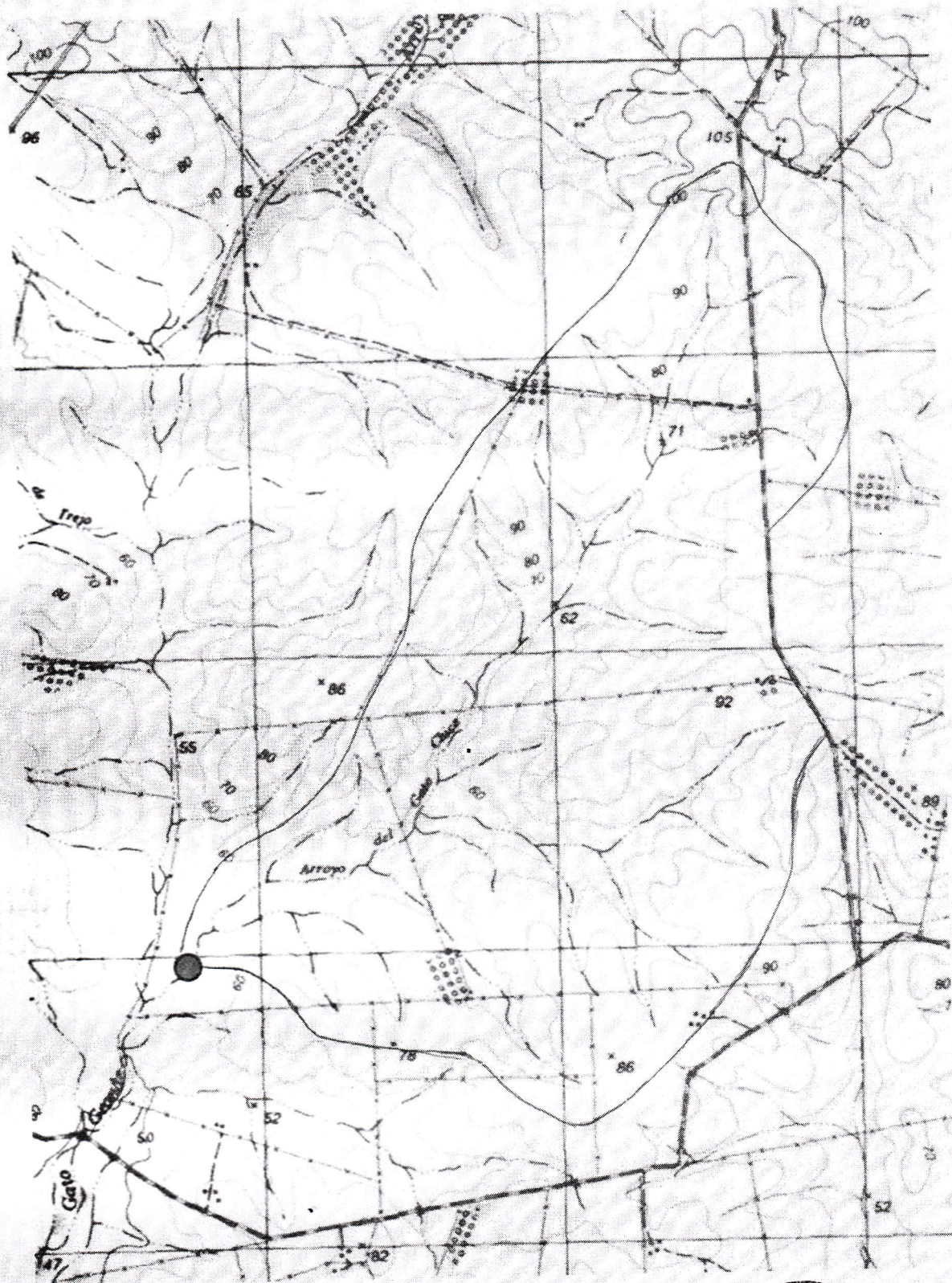
$$3) \left. \begin{array}{l} \text{Mat. 2} \\ \text{H. de los riegos} \\ \text{CH Buena} \\ \text{GH} = 0 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} N_c^{\#} = 78 \\ \text{Estación mocha} \\ P_{aum} = 33 \text{ mm} \end{array} \right\} N_c^{\text{III}} = 89$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{et} = 19.9 \text{ mm} \\ P = 43 \text{ mm} \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{P}{P_{et}} = 0.46 \end{array} \right\}$$



6/9



7/9



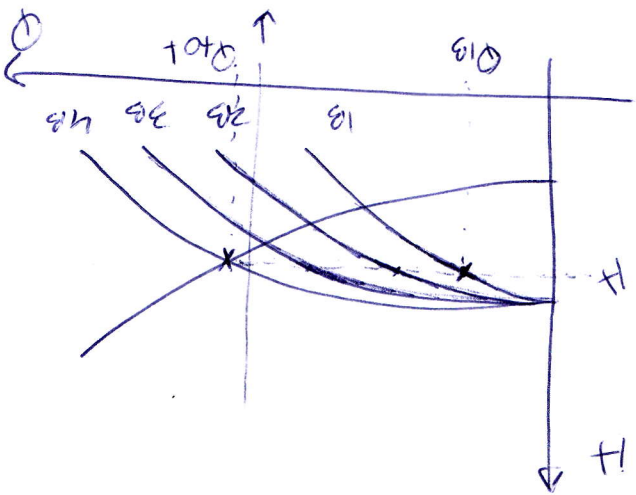
problema 4:

1) $Q_0 = 15 \text{ m}^3/\text{s}$

Quinto = 22 L/s

nivel de bombas

en paralelo



$Q = 22 \text{ L/s}$

2) $H_{\text{tota}} = H_1 - H_5 + \Delta H_5 + \Delta H_1$

$H_1 = Q^2 + \frac{Q^2}{2A^2} + \frac{Q^2}{2A^2} + \frac{Q^2}{2A^2}$

$H_5 = -2m$

profuncionamiento de las bombas

$\Delta H_1 = (K_1 + f \cdot \frac{L}{D}) \cdot \frac{Q^2}{2A^2}$
 $\Delta H_5 = (K_5 + f \cdot \frac{L}{D}) \cdot \frac{Q^2}{2A^2}$

$Q_{\text{tot}} = 23,08 \text{ L/s}$
 $H_{\text{tota}} = 42,26 \text{ m}$
 $Q_{\text{Bomba}} = 5,9 \text{ L/s}$
 $f_s = f_1 = 0,0153$
 $\eta = 66,8\%$
 $NPSH_{\text{req}} = 3,55 \text{ m}$
 $P_{\text{ot sistema}} = 4,64 \text{ kW}$
 $P_{\text{ot bomba}} = 3,66 \times 10^3 \text{ W}$



3) $P_{\text{ot sistema}} = 4,64 \text{ kW}$
 $P_{\text{ot bomba}} = 3,66 \times 10^3 \text{ W}$
 4) $NPSH_{\text{d}} = H_s - \Delta H_s + \Delta H_{\text{Bomba}} + 0,33 - 0,24 = 5,81 \text{ m}$
 $NPSH_{\text{d}} > NPSH_{\text{req}} \rightarrow \text{no cavita}$

14:30 – 16:00

Panel 3

Maritimidades e intereses marítimos: diálogos para la construcción de una Política Marítima Nacional. Ing.

Carlos Colacce (Hidrografía-MTOP), Dr. Alvar Carranza (Fcién-Udelar), CN (CG) Francisco Risso (Armada Nacional)

Moderadora Mag. Luciana Echevarría.

30 de octubre

09:00 – 09:30

Acreditaciones.

09:30 – 11:00

Panel 4

Diálogo entre las ciencias oceánicas y los sectores productivos públicos y privados para desarrollar una adecuada Planificación Espacial Marina. Dra. Mónica

Ageitos (CENNAVE), Mag. Mónica Gómez Erache (Fcién), Dr. Alvaro Soutullo (CURE), Juan Riva-Zuchelli (CIPU)

Moderador CN (CG) Mag. Alejandro Vega.

11:00 – 11:15

Coffee Break

11:15 – 13:00

Panel 5

Tensiones y necesidades para transformar la Planificación Espacial Marina en política de Estado.

Lic. Yamila Olivera (DINARA), Ing. Daniel Greif (OPP), Dr. Angel Segura (ICO-Udelar), Mag. Mariana Ríos (MA)

Moderadora Dra. Silvana Espiga

13:00 – 14:15

Almuerzo. Para la comodidad de panelistas y público en general, tienen a disposición las instalaciones de la cantina de la Escuela Naval, y los restaurantes del Club Naval (Gral. French 1661) y del Club de la Fuerza Aérea (calle Lido 1800)

