

EXAMEN de DISEÑO HIDROLÓGICO

11 de febrero 2022

1. (12 puntos)

- Explicar el procedimiento de campo para realizar una medición de caudal con un correntómetro acústico doppler (ADCP) montado sobre un flotador.
- Enumerar las principales ventajas y limitaciones del método.

2. (12 puntos)

- Definir el concepto de Servicios Ecosistémicos y su clasificación promovida por la ONU.
- Para dos ecosistemas prevalentes en Uruguay, enumerar los servicios ecosistémicos, clasificándolos según la categorización realizada

3. (12 puntos)

Describe brevemente los principales aspectos a definir en el diseño de un embalse de riego, haciendo énfasis en los análisis hidrológicos a considerar y mencionando los datos y métodos de cálculo necesarios para el diseño.

4. (10 puntos)

En una cuenca dada, con una extensión superficial de 120 ha, se tienen implementados y calibrados dos modelos hidrológicos de paso diario (GR4J y HBV). En la siguiente tabla se presentan los valores de algunos indicadores de desempeño obtenidos con dichos modelos para el periodo 2010-2021 (NSE: Coeficiente de eficiencia de Nash-Sutcliffe, R^2 : Coeficiente de determinación, VOL_FR: Fracción de volúmenes acumulados).

En base a estos indicadores, ¿cuál de los dos modelos hidrológicos presenta un mejor desempeño? Interprete los resultados obtenidos y justifique su respuesta.

Indicador	GR4J	HBV
NSE	0,60	0,80
R^2	0,61	0,81
VOL_FR	0,80	1,04

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N [Q_{obs}(t) - Q_{sim}(t)]^2}{\sum_{t=1}^N (Q_{obs}(t) - \mu_{obs})^2}$$

$$R^2 = \left\{ \frac{1}{N} \frac{\sum_{t=1}^N [(Q_{obs}(t) - \mu_{obs})(Q_{sim}(t) - \mu_{sim})]}{\sigma_{obs}\sigma_{sim}} \right\}^2$$

$$VOL_{FR} = \frac{\sum_{t=1}^N Q_{sim}(t)}{\sum_{t=1}^N Q_{obs}(t)}$$

5. (12 puntos)

Se sabe que, para un sitio determinado, una distribución de Pareto generalizada (GP) con parámetros de posición $\mu = 30$ mm, escala $s = 25$ mm y parámetro de forma k nulo, modela adecuadamente los montos observados en eventos de precipitación diaria mayores a μ . Se recuerda que la expresión de la distribución de Pareto generalizada es la siguiente:

$$F(x) = Prob(X < x) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{k}{s}(x - u)\right)^{-\frac{1}{k}} & \text{si } k \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x - u}{s}\right) & \text{si } k = 0 \end{cases}$$

A partir de un análisis de extremos por máximo anual, se sabe también que la precipitación diaria de 20 años de período de retorno es de 160 mm.

Asumiendo que el análisis de extremos por máximo anual y máximos por sobre un umbral coinciden en la estimación de la precipitación diaria de 20 años de período de retorno, deducir el número medio de eventos anuales que superan los 30 mm.

$$Pr(X > 160 \text{ mm}) = \exp\left(-\frac{160 - 30}{25}\right) = 0,0055$$

$$Pr(X > 160 \text{ mm}) = 1/v \cdot Tr, \text{ con } v = \text{número de eventos mayores a } 30 \text{ mm por año}$$

$$\Rightarrow v = 1 / (20 \times 0,0055) = 9 \text{ eventos por año}$$

6. (18 puntos)

En un acuífero considerado cautivo, se ha realizado un ensayo de bombeo en un pozo de 500 mm de diámetro, a caudal constante de 90 m³/día, estabilizándose los niveles a las 72 horas de bombeo. Los descensos en el pozo y en 7 piezómetros de observación han sido los siguientes:

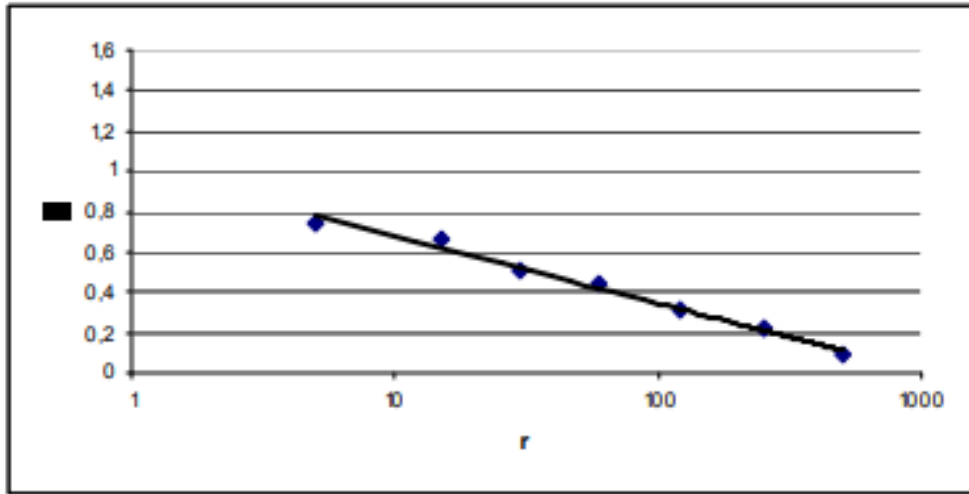
Puntos de observación	Distancia al pozo de bombeo (m)	Descenso (m)
Pozo	0,25	1,45
P1	5	0,74
P2	15	0,66
P3	30	0,51
P4	60	0,44
P5	120	0,31
P6	250	0,22
P7	500	0,09

- Calcular la transmisividad del acuífero.
- Calcular el radio de influencia.
- Calcular el descenso teórico en el pozo.
- Calcular las pérdidas de carga en el pozo de bombeo.

R:

- Calcular la transmisividad del acuífero.

Rechazamos los datos del propio pozo, y representamos descensos (escala normal) frente a distancias a los piezómetros (escala logarítmica):



Calculamos la pendiente, utilizando un módulo logarítmico completo (basta con restar los dos valores de s): $m = 7.0 - .035 = .035$

Sabemos además, según la fórmula de Thiem, $m = \frac{2.3 \cdot Q}{2\pi \cdot T}$ que , por lo que despejamos

la
$$T = \frac{2.3 \cdot Q}{2\pi \cdot m} = \frac{2.3 \cdot 90}{2\pi \cdot 0.35} = 94.13 \text{ m}^2 / \text{día}$$
 transmisividad:

b) Calcular el radio de influencia.

Basta con prolongar la línea hasta que se cruce con el eje de las x, momento en el cual, el descenso no se nota ($s=0$). Por lo cual, $R=1000 \text{ m}$.

c) Calcular el descenso teórico en el pozo.

Según la fórmula de Thiem :
$$s = \frac{2.3 \cdot Q}{2\pi \cdot T} \cdot \log \frac{R}{r} = \frac{2.3 \cdot 90}{2\pi \cdot 94.13} \cdot \log \frac{1000}{0.25}$$

$s = 1.26 \text{ m}$

d) Calcular las pérdidas de carga en el pozo de bombeo.

Las pérdidas de carga en el pozo por definición se calculan como:

$$S_{p\acute{e}rdidas} = S_{real} - S_{te\acute{o}rico} = 1.45 - 1.26 = 0.19 \text{ m}$$

7. (14 puntos)

En un pozo se ha realizado un ensayo de bombeo escalonado habiéndose alcanzado la estabilización de niveles en cada escalón de una hora de duración.

Los resultados del bombeo han sido:

Q (l/s)	s (m)
1,5	15,69
2,5	28,58
3,5	43,41

a) Obtener la ecuación característica del pozo

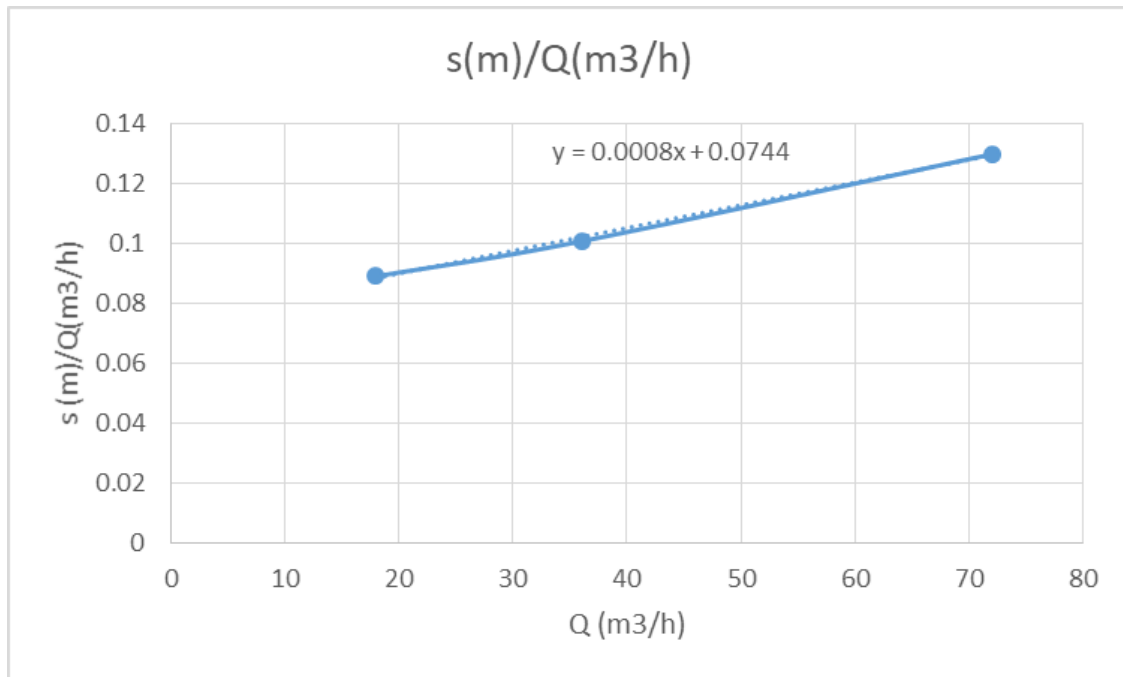
b) Calcular la eficiencia del pozo para el caudal de 10 l/s.

R:

a) Suponiendo $n=2$, $s_i=B*Q_i+C*Q_i^2$

Q (l/s)	s (m)	Q (m3/h)
5	1.55	18
10	3.62	36
20	9.33	72

Graficamente:



También se puede solucionar el sistema de ecuaciones y calcular C y B.

b) Tomando B y C de la solución gráfica:

$B=0.0744$

$C= 0.0008$

La eficiencia se calcula como:

$$Eficiencia = \frac{S_{teórico}}{S_{real}} \cdot 100$$

Los datos son:

S real (Q=10 l/s) = 3.62 m

S teórico (Q=10 l/s=36 m3/h)= 3.6144

Eficiencia= $(28.575/28.58) \times 100 = 99.84 \%$

8. (10 puntos)

En la siguiente figura se presenta un mapa piezométrico de un acuífero en la ciudad de la Plata, Argentina. Describa que información puede obtenerse, en cuanto al comportamiento hidráulico del sistema, de la interpretación del mapa piezométrico.

