



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL (ESPOL)
FICT – INGENIERÍA CIVIL**



2do. EXAMEN DE HIDROLOGÍA

ESTUDIANTE: _____ Término: 2013-II
MATRÍCULA: _____ PARALELO 1 FECHA: 13/II/2014

INDICACIONES GENERALES:

- 1) Lea atentamente TODAS las especificaciones de cada problema. Escriba claramente.
- 2) Tomar en cuenta el Art. 21 del Reglamento de Evaluaciones y Calificaciones de Pregrado de la ESPOL (sobre deshonestidades Académicas premeditada y circunstancial), el Artículo 7, literal g del Código de Ética de la ESPOL y la Resolución del Consejo Académico CAC-2013-108, sobre el compromiso ético de los estudiantes al momento de realizar un examen escrito. No tome riesgos innecesarios en ese sentido.
- 3) Tiene 2 horas para completar su examen. ¡Éxitos!

Ira. PARTE (20 PUNTOS):

1.- Escoja entre verdadero o falso: “Delimitando cuencas, la dirección de flujo (*flow direction*) requiere un área o número de celdas como mínima acumulación para generar los cálculos”:

V F (1 punto)

2.- Escoja la respuesta INCORRECTA: “Etapas del tiempo de concentración”

(2 puntos)

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="radio"/> a) Longitud de concentración | b) “Shallow concentrated flow” (surcos) |
| c) Escorrentía superficial inicial | d) Flujo en canales |

3.- Enliste tres variables que se emplean en el método Green-Ampt:

(2 puntos)

Conductividad Hidráulica Altura (presión) de succión Porosidad

4.- Verdadero o Falso: Sobre el tiempo de encharcamiento:

(2 puntos)

- V F : La tasa de lluvia se asume igual que la tasa de infiltración.
- V F : La infiltración acumulada cesa cuando empieza la escorrentía.
- V F : El tiempo que dura la abstracción inicial es un sinónimo del tiempo de encharcamiento.
- V F : El tiempo de encharcamiento depende de la condición previa de humedad del suelo.

5.- Marque con X lo INCORRECTO: (Puede haber una o más de una respuesta):
sobre flujo subterráneo: (2 puntos)

- Medio anisotrópico implica propiedades heterogéneas en distintas direcciones.
- La ley de continuidad y cantidad de movimiento son base para la ec. de flujo subterráneo.
- La transmisividad está dada en unidades de área / tiempo.

Las velocidades en el flujo subterráneo y el superficial tienen órdenes de magnitud similares.

6.- Defina (brevemente y con puntos claros) lo que es un Sistema de Alerta Temprana (máximo 3 líneas) (3 puntos)

Sistema de Alerta temprana es una herramienta que implica el monitoreo continuo de amenazas (tsunamis, inundaciones, deslizamientos, etc) a través de recolección de datos y simulaciones. Involucra planes de evacuación/prevenición.

7.- Escoja la(s) opción(es) CORRECTA(S) sobre el método NRCS:

(3 puntos)

"Los suelos de horizonte B son menos proclives a inundación que los tipo D".

"El potencial máximo de retención S se estima como 20% de la abstr. inicial".

"La condición de humedad AMC III es más idónea para condiciones secas".

9.- Complete:

(2 puntos)

Usando GIS, el cálculo del "camino más largo" (*longest flow path*) es útil para estimar posteriormente el tiempo de concentración

10.- Explique (de manera ESCUETA y directo al punto) TRES ejemplos (con respectivo su fundamento físico) en los cuales el comandante de un ejército podría usar la hidrología como táctica o estrategia de guerra: (3 puntos)

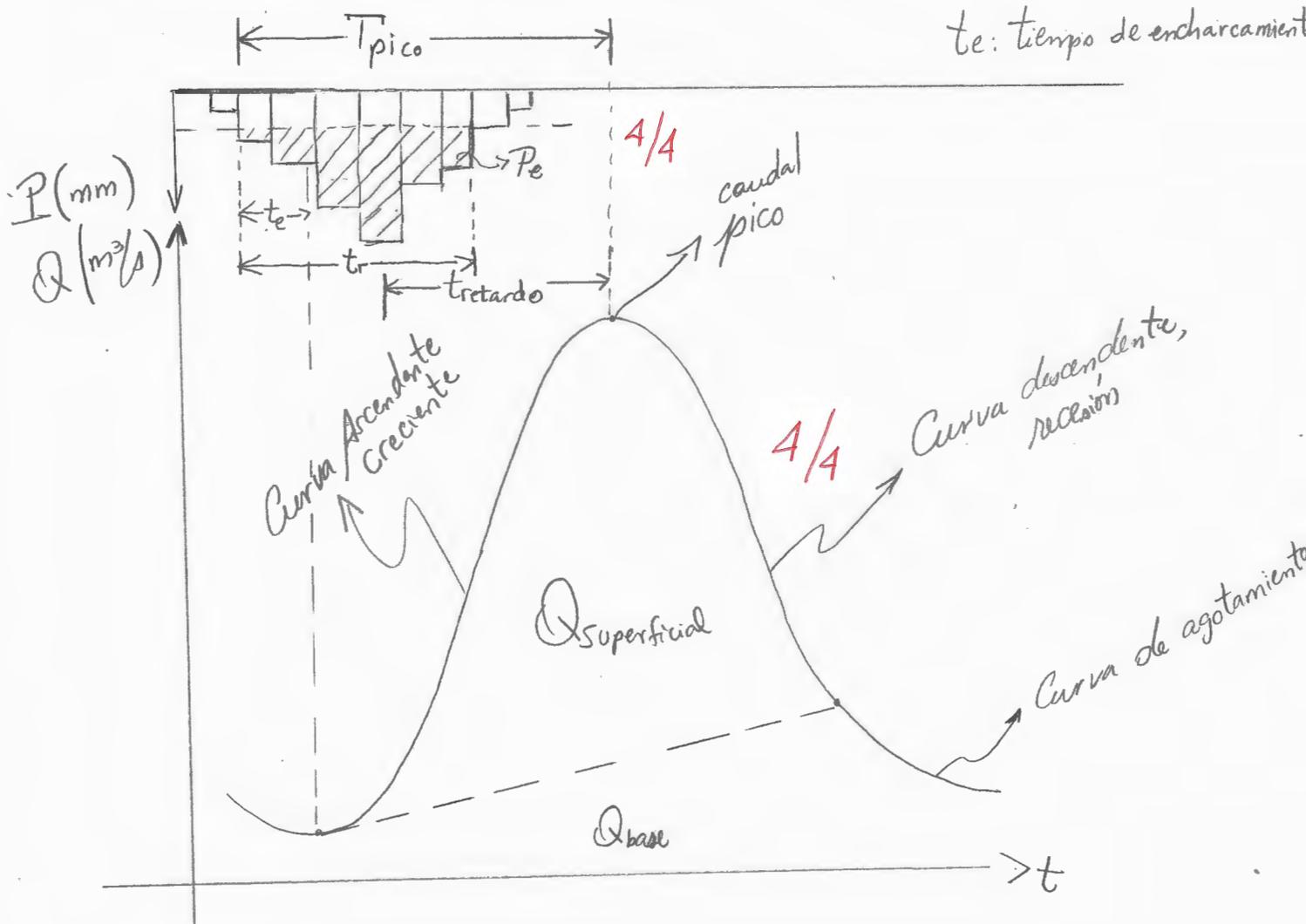
1. *Con información hidrológica y topográfica (batimétrica) se puede saber dónde y cuándo un ejército puede cruzar un río.*

2. *Bombardeo de nubes con yoduro de plata sobre zonas proclives a inundación.*

3. *Rotura de una represa, tiempos de arribo de la ola destructiva, basados en las características del río.*

IIda. PARTE (8 PUNTOS):

Dibuje un hidrograma típico, señale todas sus componentes (incluyendo ejes y unidades) y puntos clave, así como los diferentes tipos de tiempos involucrados. Incluya un hietograma como referencia al hidrograma. Sugerencia: haga 1 gráfico grande donde detalle todo CLARAMENTE o 2 pequeños (1 para los componentes y otro para los tiempos).



IIIra. PARTE (10 PUNTOS):

- a) Usando el método NRCS, calcule la escorrentía originada por una lluvia de 177.8 mm en una cuenca de 6.07 Km² que tiene grupos hidrológicos de suelos que son: 40% Grupo A, 40% Grupo B y 20% Grupo C, intercalados a lo largo de la cuenca ("entremezclados"). El uso de la tierra es 90% área residencial, la cual es 30% impermeable (considere ese % por sobre el criterio del área de la cuenca); y 10% de caminos pavimentados con cunetas. Suponga condiciones AMC I.
- b) ¿Cuál era la escorrentía para la misma cuenca y el mismo evento de lluvia antes de su invasión ("urbanización")? Considerar que el uso de la tierra anterior a ello eran pastizales en condiciones pobres.
- c) Comente (de manera escueta y directa) sus resultados de a) y b).

Uso de Suelo	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada: SIN tratamientos de conservación	72	81	88	91
Tierra cultivada: CON tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
Pastizales: condiciones óptimas	39	61	74	80
Llanuras aluviales: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
Bosques: cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.: ÓPTIMAS condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.: óptimas ACEPTABLES: cubierta de pasto en el 75% o más	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial:				
Tamaño del lote	% prom. Impermeable			
1/8 acre = 505.85 m ²	65	77	85	90
1/4 acre = 1011.71 m ²	38	61	75	83
1/3 acre = 1348.81 m ²	30	57	72	81
1/2 acre = 2023.41 m ²	25	54	70	80
1 acre = 4046.82 m ²	20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

$$S[mm] = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)}$$

a) A_{uso}
 Área residencial (30%), 90%
 Caminos con cunetas, 10%

	A		B		C	
	Area(40%)	CN	Area(40%)	CN	Area(20%)	CN
Residencial	0.36	57	0.36	72	0.18	81
Caminos con cunetas	0.04	98	0.04	98	0.02	98

2/2

$$\overline{CN}_{II} = \frac{\sum CN_i A_i}{\sum A_i} = 70.82$$

Cond. secas: $CN_2 = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058 * CN(II)} = 50.48 \rightarrow S_a[mm] = \frac{25400}{CN} - 254 = 249.17 mm$

$$P_{e_a} = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} = \frac{(177.8 - 0.2(249.17))^2}{177.8 + 0.8 * 249.17} = 43.42 mm$$

b)

		A		B		C	
Pastizales pobres	Auso	40%	CN	40%	CN	20%	CN
	100%	0.4	68	0.4	77	0.2	86

2/2

$$CN(\text{I}) = \frac{\sum CN_i \cdot A_i}{\sum A_i} = 76 \Rightarrow CN_{\text{I}} = 57.03$$

$$S_b = 190.99 \text{ mm}$$

$$P_{e_b} = 58.95 \text{ mm}$$

2/2

c) Se nota que $P_{e_b} > P_{e_a}$ (36% más). Una razón puede ser por la condición de los pastizales ("pobres") que profunden a la escorrentía, pese a estar en condiciones secas. (*)

2/2

Adicionalmente, aunque se urbaniza en el literal a) el uso de suelo que predomina (90%) tiene apenas el 30% de impermeabilidad y además 10% son pavimentos.

(*) Si se observa la tabla de CN (datos), el valor promedio de un pasto pobre es siempre más alto que el urbanizado al 30% de impermeabilidad.

IVa. PARTE (12 PUNTOS):

Dados los siguientes valores de caudales medidos al inicio y fin de un tramo de 48 Km:
 a) Determine el valor K (en horas) de Muskingum para este tramo. Pruebe con X = 0.1, 0.2 y 0.3 (defina cuál es el óptimo o más idóneo). Asuma un almacenaje inicial = 0. Sugerencia: grafique S vs. (X*I_{prom}+(1-X)*O_{prom}).
 b) Compare el hidrograma de salida observado, con el calculado vía Muskingum (el que usó el X óptimo). Use RMSE (mínimos cuadrados) para tal efecto y comente.

Fecha	Tiempo	Inflow (m³/s)	Outflow (m³/s)	I prom	O prom	S (m³/s)·h	X*I prom+(1-X)*O prom			(A-Q _{prom}) ²
							0.1	0.2	0.3=A	
2-III	6:00	10.00	10.00	-	-	0	-	-	-	
	12:00	30.00	12.90	20.00	11.45	51.3	12.3	13.2	14.0	6.6
	18:00	68.00	26.50	49.00	19.70	227.1	22.6	25.6	28.5	77.3
3-III	0:00	50.00	43.10	59.00	34.80	372.3	37.2	39.6	42.1	52.7
	6:00	40.00	44.90	45.00	44.00	378.3	44.1	44.2	44.3	0.1
	12:00	31.00	41.30	35.50	43.10	332.7	42.3	41.6	40.8	5.2
	18:00	23.00	35.30	27.00	38.30	264.9	37.2	36.0	34.9	11.5
4-III	0:00	10.00	27.70	16.50	31.50	174.9	30.0	28.5	27.0	20.3
	6:00	10.00	19.4	10.00	23.55	93.6	22.2	20.8	19.5	16.5
	12:00	10.00	15.1	10.00	17.25	50.1	16.5	15.8	15.1	4.7
	18:00	10.00	12.7	10.00	13.90	26.7	13.5	13.1	12.7	1.4
5-III	0:00	10.00	11.5	10.00	12.10	14.1	11.9	11.7	11.5	0.4
	6:00	10.00	10.8	10.00	11.15	7.2	11.0	10.9	10.8	0.1

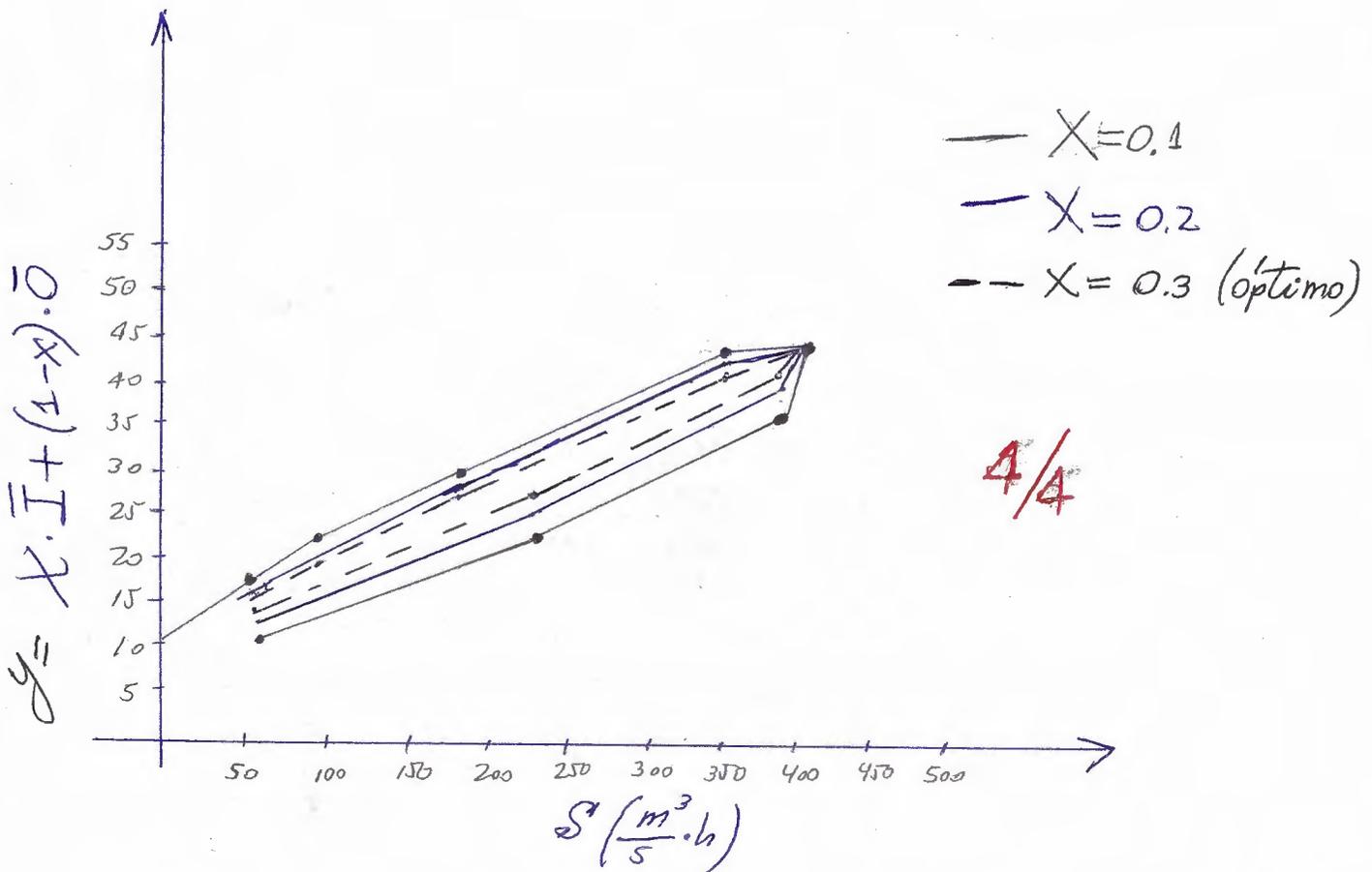
$$S_{j+1} - S_j = \frac{(I_{j+1} + I_j) * \Delta t}{2} - \frac{(O_{j+1} + O_j) * \Delta t}{2} \quad \frac{2}{2} \quad RMSE \sqrt{\frac{\sum}{n}} = 4.05$$

$$K = \frac{S}{X * I + (1 - X) * O}$$

1^{er} paso: $\bar{I} = \frac{10+30}{2} = 20 \text{ m}^3/\text{s} ; \bar{O} = \frac{10+12.9}{2} = 11.45 \text{ m}^3/\text{s}$

j=0: $S_1 - S_0 = \left(\frac{I_1 + I_0}{2}\right) \Delta t - \bar{O} \Delta t = 51.3 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \text{h}$ 3/2

$\Delta t = 6 \text{ horas}$



pendiente inversa = $K = \frac{S_2 - S_1}{y_2 - y_1} \approx \frac{378,3 - 51,3}{44,3 - 14} = 10,72 \text{ h} \approx 11 \text{ horas}$ 2/2

$$RMSE = 4,05 \frac{m^3}{s} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - y_i)^2}{n}}$$

i El X óptimo es 0.3 porque muestra el lazo más cerrado, o lo más cercano a una línea recta! 2/2

El RMSE es $4,05 \frac{m^3}{h}$, lo que si se consideran los valores promedio de S .

No obstante es de 16% si se lo compara con el promedio de $X \cdot \bar{I} + (1-X) \cdot \bar{O}$.