

*Prof. Alfredo Rivas-López*

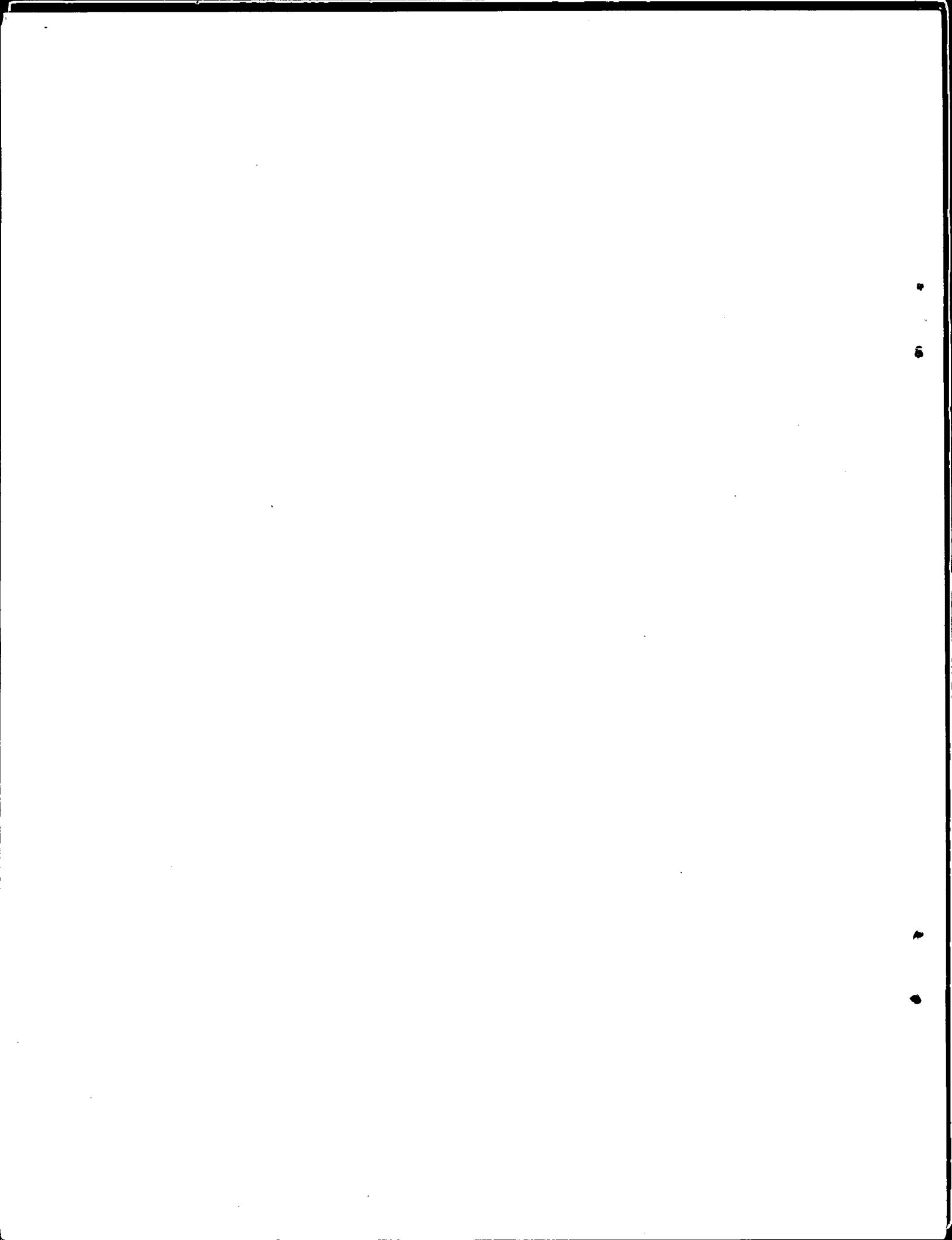
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

HIDROLOGIA 1701  
HIDROLOGIA 1701  
HIDROLOGIA 1701

PROBLEMARIO  
PROBLEMARIO  
PROBLEMARIO

Caracas, Marzo 1987  
2ª Edición

Prof. Jaime Ventura R.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No. 1

TEMA No. 1

Se desea determinar la evaporación en un periodo de tiempo en donde ocurrió lluvia, la cual no pudo ser registrada por el pluviógrafo por haberse dañado en dicho lapso. No obstante, la precipitación caída se recogió en el recipiente de control o balde.

Calcular la evaporación ocurrida sabiendo que:

- a) Radio de la boca recolectora del pluviógrafo = 10 cm.
- b) Volúmen medido en el recipiente de control o balde = 4,712 lts.
- c) Nivel de la tina evaporimétrica al inicio del periodo = 50 mm.
- d) Nivel de la tina evaporimétrica al final del periodo = 130 mm.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
 HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No. 2

TEMA No. 1

En cierta estación se efectúan observaciones una vez cada mes en el último día de los mismos, si dichas observaciones están señaladas en la tabla adjunta, calcule la evaporación correspondiente al año 1975. (Nota: En los aparatos no han ocurrido rebosamientos por exceso de agua).

ANO	MES	LECTURA DEL NIVEL DE LA TINA EVAPORIMETRICA (mm)	NUEVO NIVEL DE LA TINA DESPUES DE LA LIMPIEZA (mm)	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION EN EL MES (mm)
1974	Oct	220			
	Nov	110	250		
	Dic	180		20	
1975	Ene	180		50	
	Feb	110	240		
	Mar	120	250		
	Abr	140	230	30	
	May	130			
	Jun	200		120	
	Jul	210		80	
	Ago	210		90	
	Sep	120	240		
	Oct	150	230	10	
	Nov	180			
	Dic	100	240	20	
1976	Ene	170	250		
	Feb	140		30	

En una cierta región se tiene un embalse destinado al abastecimiento de una población y al riego de unas parcelas. Se desea determinar cuánto es el abastecimiento en  $M^3$  durante el mes de Noviembre, si para dicho mes se contó con los siguientes datos:

$$AB = 3.000 \text{ mts.}$$

$$BC = 5.000 \text{ mts.}$$

$$N_1 = \text{Nivel del embalse a principio de noviembre} = 200 \text{ mts.}$$

$$N_2 = \text{Nivel del embalse al final de noviembre} = 199,5 \text{ mts.}$$

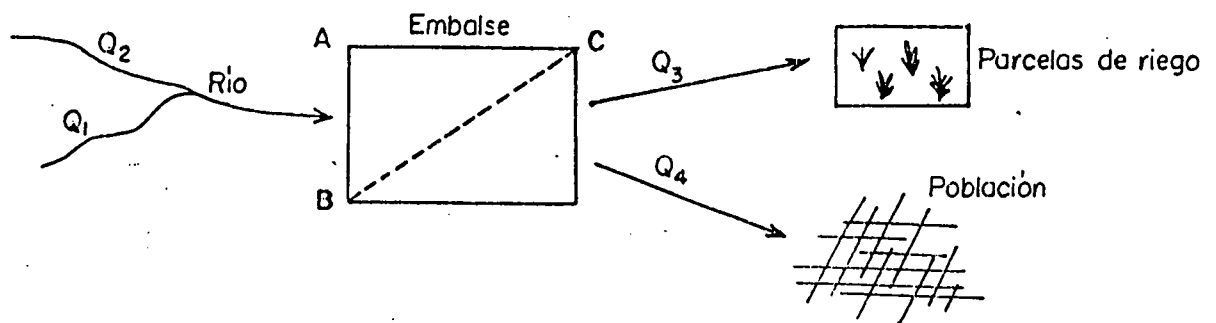
$$Q_1 = \text{Caudal medio en el río 1} = 1 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_2 = \text{Caudal medio en el río 2} = 3 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_3 = \text{Caudal medio para riego} = 2 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_4 = \text{Abastecimiento para la población} = ?$$

$$\text{Precipitación} = \text{Evaporación} = 0 \text{ mm (Cero milímetros)}$$

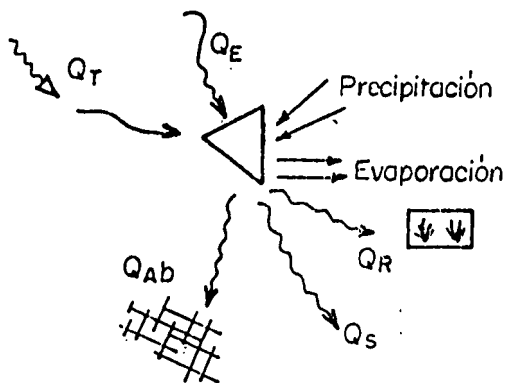


PROBLEMA No. 4

TEMA No. 1

Un cierto embalse ha sido construido para abastecer el consumo de una población y para regar una cierta área situada en su vecindad. Por compromisos establecidos con los usuarios situados aguas abajo de dicho embalse es necesario que la corriente efluente mantenga un caudal de  $1,5 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Se tiene una estación hidrométrica situada aguas arriba del embalse para controlar los aportes del río. Mediante una estación climatológica situada en sus cercanías se puede determinar las precipitaciones directas sobre el embalse y pérdidas por evaporación directa desde la superficie libre del embalse. Un canal proveniente de otro embalse permite trasladar el agua hacia el primer embalse con el fin de compensar las deficiencias. Si en el mes de junio se han medido los datos que se indican en la tabla anexa, calcular el volumen de agua que fué necesario trasladar en dicho mes para que el nivel de agua en el embalse permaneciera constante.

CROQUIS



TABLA

$(\text{m}^3/\text{seg})$	$(\text{mm})$
$Q_E = 0.20$	Precip. = 120
$Q_S = 1.50$	Evapor. = 200
$Q_R = 1.20$	
$Q_{Ab} = 0.50$	
$Q_T = ?$	

Area de la superficie libre del embalse = 10 Ha.

Se tiene un embalse para uso de abastecimiento y riego como el que se muestra en la figura No. 1.

A comienzo del mes de abril el embalse presentaba una altura de agua de 16 mts., y al final del mismo mes la altura había descendido hasta los 12 mts. Si durante el mes en referencia no se presentaron precipitaciones sobre la superficie del embalse y los caudales de entrada, salida, riego y abastecimiento variaron según se muestra en los gráficos No. 1, 2, 3 y 4; determine la lámina evaporada tomando como área evaporante el promedio de las áreas existentes al principio y al final del mes.

FIGURA No. 1

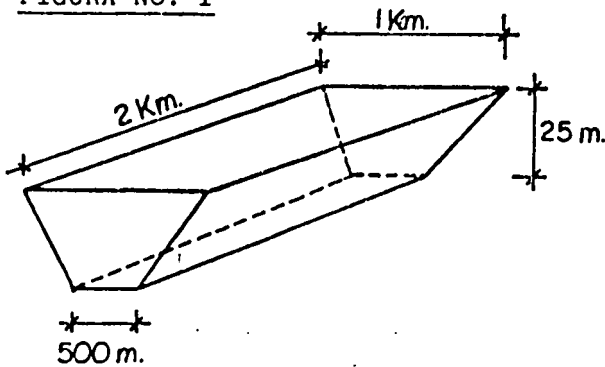


GRAFICO No. 1

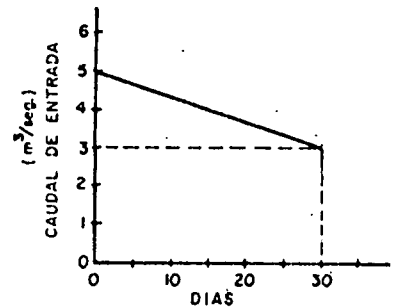


GRAFICO No. 2

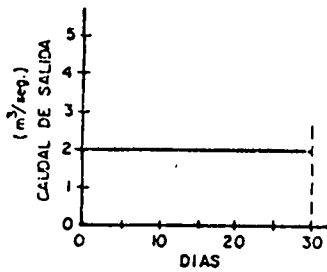


GRAFICO No. 3

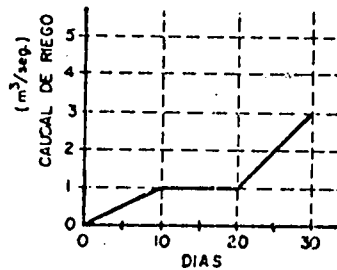
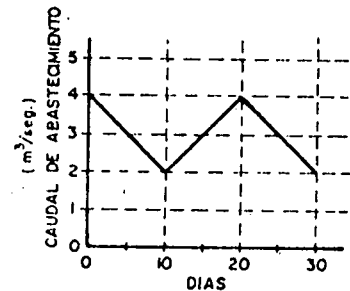


GRAFICO No. 4



Se tiene un sistema de embalses "A", y "B" como el que se muestra en la figura, cuyas funciones son las siguientes:

EMBALSE "A": Aportar aguas al embalse "B" para evitar el descenso del nivel del agua en este último.

EMBALSE "B": Para riego.

Por compromisos establecidos es necesario dejar salir agua de los dos embalses ( $Q_S$ ) en las siguientes magnitudes:

EMBALSE "A": 500 lts./seg.

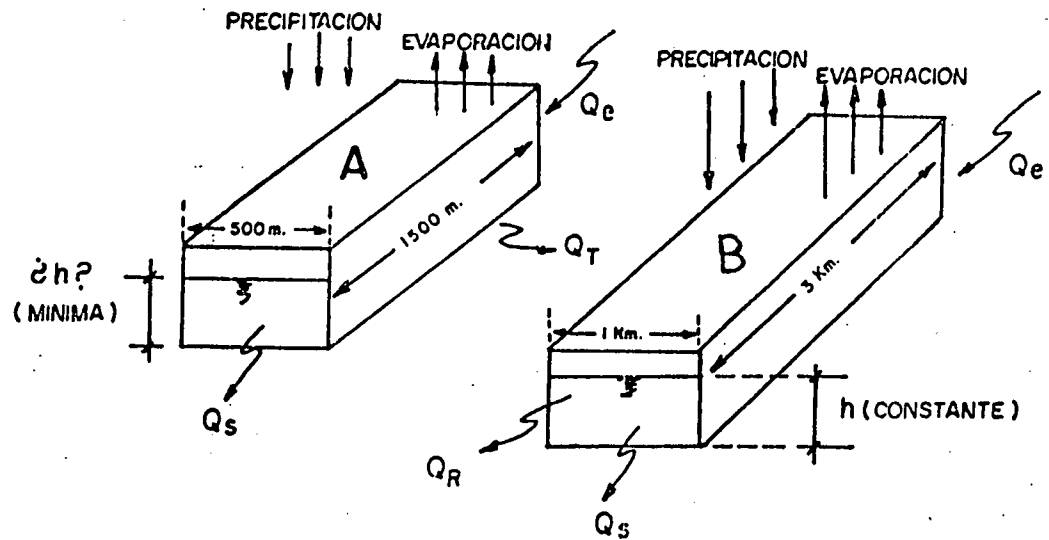
EMBALSE "B": 800 lts/seg.

Si durante el mes de abril (30 días), es necesario un caudal para riego de 1.000 lts/seg., se pide calcular la altura mínima de agua que debe existir en el embalse "A" a principios del mes de abril, de forma que en dicho mes se puedan cumplir con los requerimientos de riego y los caudales de salida de los embalses y mantener el nivel de embalse "B", si se preveen los cuadales de entrada, precipitación y evaporación que se muestra en la tabla adjunta.

TABLA

OBLIGACIONES	VALORES ESPERADOS DURANTE EL MES
EMBALSE "A": $Q_S = 500$ lts/seg.	EMBALSE "A": $Q_e = 300$ lts/seg. Evap. = 250 mm. Precip. = 0 mm
EMBALSE "B": $Q_S = 800$ lts/seg.	EMBALSE "B": $Q_e = 400$ lts/seg. Evap. = 200 mm. Precip. = 0 mm.

NOTA: Figura en la siguiente página.



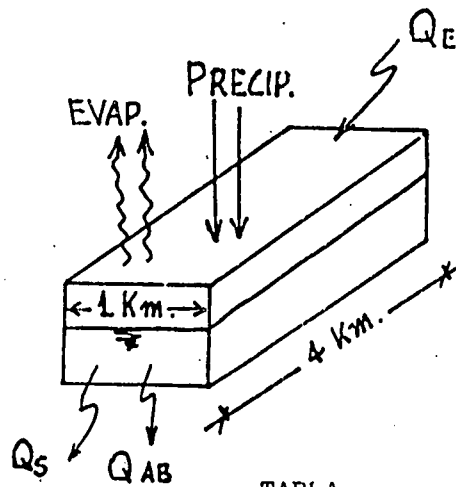
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DPTO. DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
 HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No. 7

TEMA No. 1

En un embalse como el que se muestra en la figura se observó, al inicio del mes septiembre de 1980, que la altura de agua dentro del embalse era de 20 metros. Para ese mismo mes se pueden esperar los valores máximos y mínimos que se muestran en la tabla.

PREGUNTA: Determine la altura de agua mínima (en metros) que podría tener el embalse al final del mes de septiembre de 1980.



TABLA

MES DE SEPTIEMBRE DE 1980

		<u>Máximo</u>	<u>Mínimo</u>
Precip.	(mm)	180	0
Evap.	(mm)	300	100
Q Entrada	(m <sup>3</sup> /s)	8	0,5
Q Abatetec.	(m <sup>3</sup> /s)	3	1,5
Q Salida	(m <sup>3</sup> /s)	2	0,5

Se tiene un embalse cuya forma del vaso de almacenamiento es el que se indica en la figura No. 1, si el día 24-08-73 a las 6 p.m. el embalse tenía un nivel de 18 mts. y ocurrió una tormenta de duración 6 horas, la cual produjo un hidrograma de entrada de la forma que se indicó en la figura No. 2, y por otra parte un pluviómetro situado en las inmediaciones del embalse registró una precipitación de 200 mm. durante la tormenta, determinar la altura del agua en dicho reservorio después de ocurrida la lluvia, si la compuerta estaba parcialmente abierta dejando escapar  $6,5 \text{ M}^3/\text{seg.}$

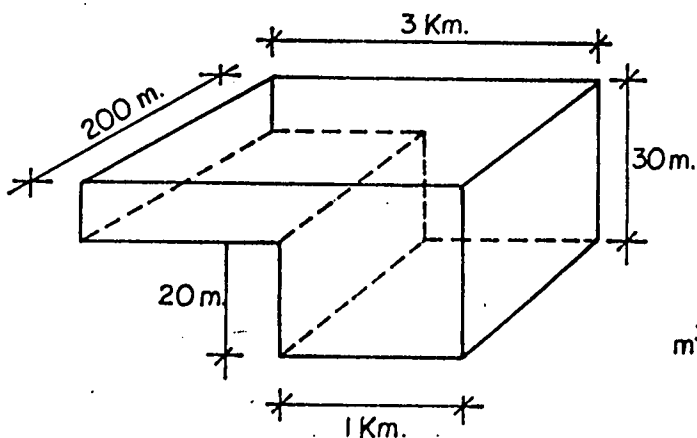


Figura Nº 1

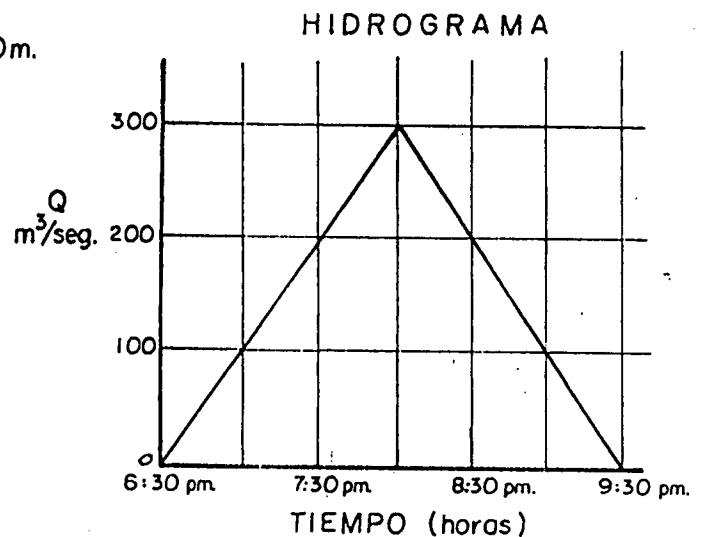


Figura Nº 2

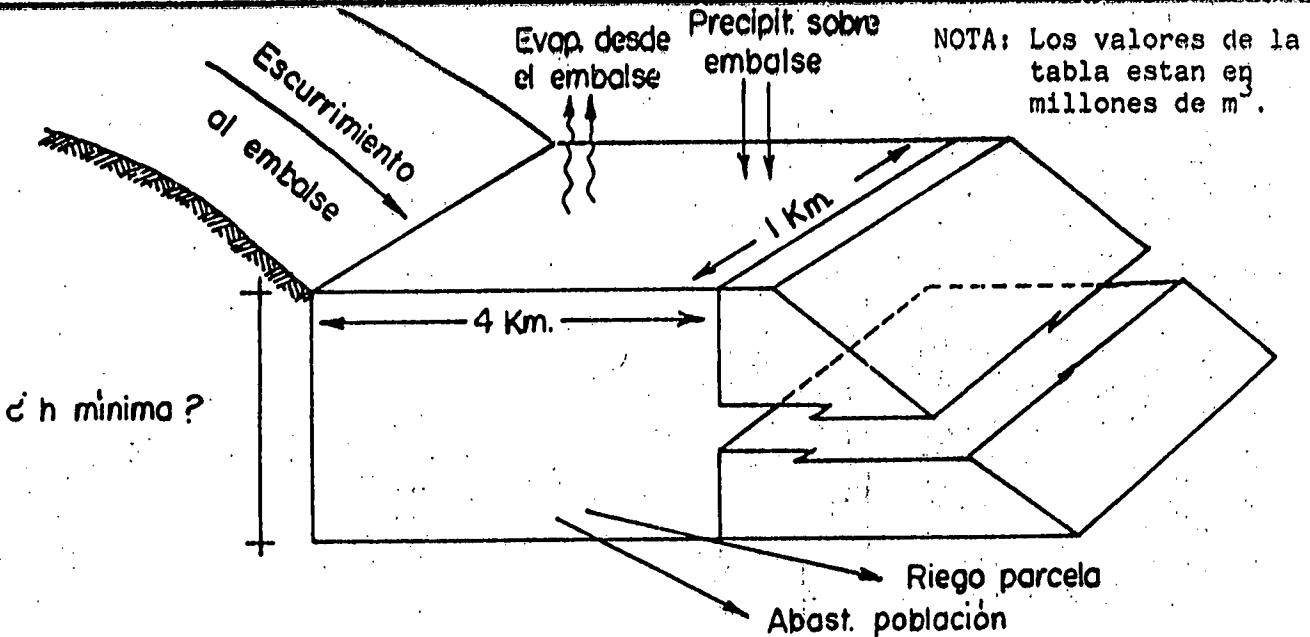
NOTA: Todo el fondo del embalse es impermeable.

PROBLEMA No. 9

TEMA No. 1

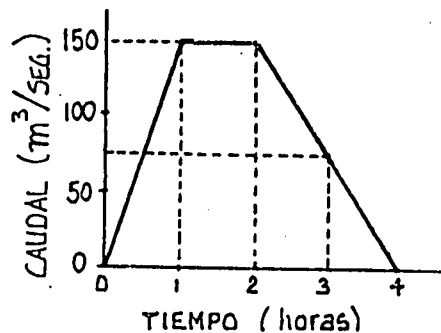
Se desea construir un embalse para uso de abastecimiento de una población y riego de una parcela. Si los datos de los valores mensuales del periodo de un año, que se muestra en la tabla, se repiten año tras año en el sitio en donde se construirá el embalse, calcule la "ALTURA MINIMA" que debe tener la presa a fin de poder cumplir con el abastecimiento de la población y el riego de la parcela, considerando que una vez construido el embalse (con la altura de presa por Ud. calculada) se dejará llenar totalmente y luego se pondrá en funcionamiento.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Escorrimento al embalse	2	1,5	10,5	22	2,5	29,5	16,5	4,5	45,5	3	22	23,5
Precipitación sobre el embalse	0	0	0,5	0,5	0	1	1	0	1	0,5	0,5	1
Extracción desde el embalse para uso de riego	5	18	10	4	17	2	0	7	0	18,5	0	0
Extracción desde el embalse para uso de abastecimiento de población	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Evaporación desde el embalse	1	1,5	1	0,5	1,5	0,5	1,5	1,5	0,5	1	0,5	0,5



Un embalse para control de inundaciones se encuentra totalmente lleno a causa de una creciente reciente, produciéndose nuevamente, a las 4:00 pm., la alarma de que viene desplazándose otra creciente que llegará al embalse dentro de 3 horas, siendo la forma de ella la que se muestra en la figura. Si inmediatamente de dar la alarma se abre hasta el máximo la compuerta de salida de agua del embalse, dejando escapar una caudal constante de 45 metros cúbicos por segundo, se desea determinar:

- El volúmen de agua, en  $m^3$ , que se rebosará sobre el embalse.
- La hora en que comenzará a rebosarse el embalse.



PROBLEMA No. 11  
 TEMA No. 1

Un río que alimenta un embalse de múltiples usos (abastecimiento de población, riego y control de inundaciones) se la ha determinado su creciente máxima, la cual está representada por el hidrograma de creciente que se muestra en la figura No. 1.

Ahora bien, dado que faltan 15 días para que comience el período de lluvias torrenciales que producen fuertes crecientes, se desea saber que caudal debemos dejar escapar desde el embalse ( $Q$  salida) durante esos 15 días, a fin de bajar el nivel del embalse a un valor tal, que si ocurre la creciente máxima ésta quede almacenada totalmente dentro del embalse llenándolo hasta su máxima altura (sin reboseamiento).

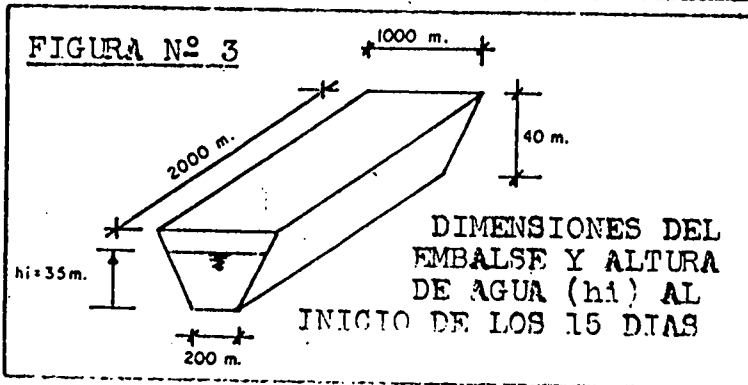
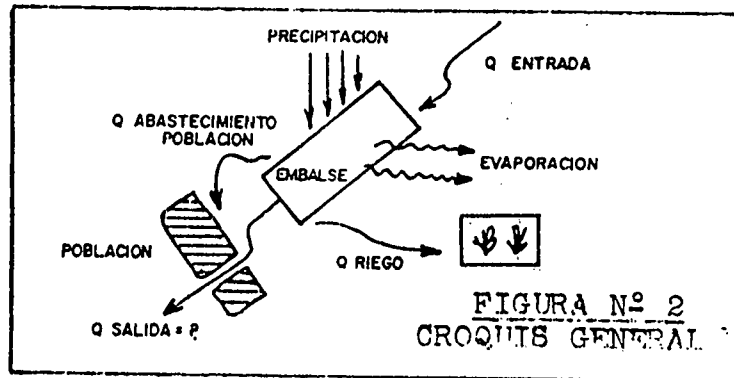
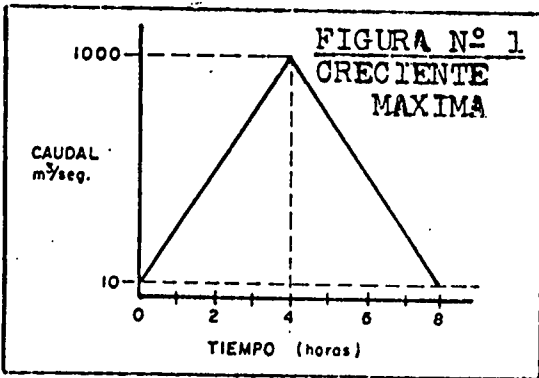


TABLA DE VALORES PARA LOS 15 DIAS
$Q_{entrada} = 10 \text{ m}^3/\text{seg.}$
$Q_{abast \text{ pobla}} = 4 \text{ m}^3/\text{seg.}$
$Q_{riego} = 2 \text{ m}^3/\text{seg.}$
$Q_{salida} = ?$
Precipitación = 500 mm.
Evaporación = 200 mm.

NOTA: Considere como área evaporante y área receptora de precipitación en el embalse, el promedio de áreas al inicio y al final de los 15 días.

En un plano a escala 1:50000 se ha trazado un cuadrado de 5 cm. de lado y mediante un planímetro se hicieron cuatro (4) lecturas para calcular su constante según se muestra en la tabla anexa. Con el mismo planímetro se recorrió la divisoria de una cuenca en el ese plano y se obtuvo un promedio de lecturas de 4,787. Se desea calcular el área de la cuenca.

T A B L A

<u>Recorrido No.</u>	<u>Lectura inicial</u>	<u>Lectura Final</u>
1	5,327	4,979
2	4,979	4,619
3	4,619	4,267
4	4,267	0,842

PROBLEMA No. 13

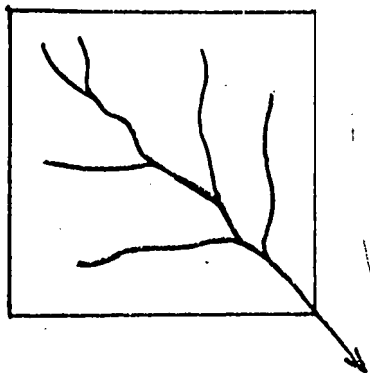
TEMA No. 2

Dadas las cuencas A y B de igual áreas y que se muestran en las figuras, determinar cual de ellas es más propensa a producir crecientes bajo las mismas condiciones fisiográficas y de precipitación.

CUENCA "A"

Figura geométrica

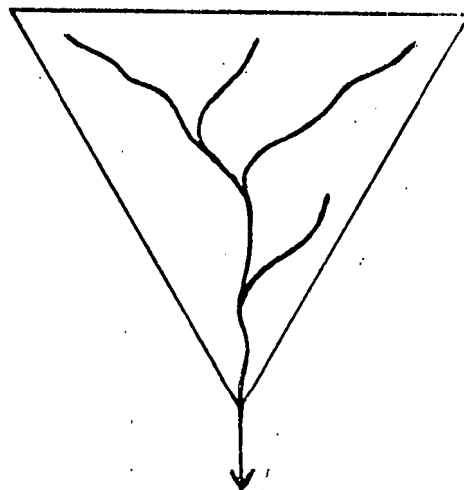
"cuadrado"



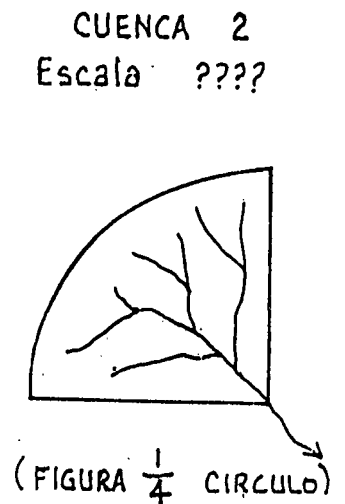
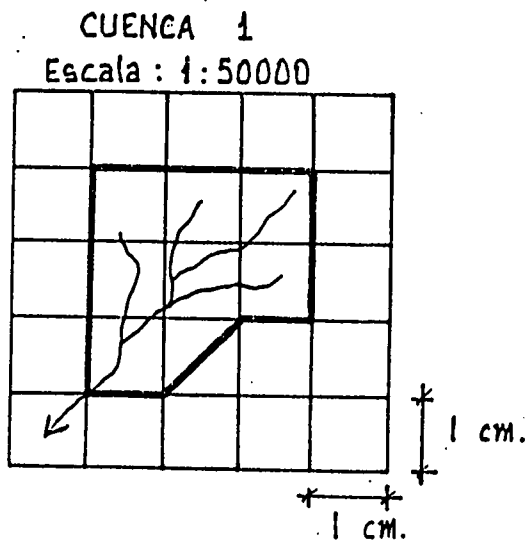
CUENCA "B"

Figura geométrica

"triángulo equilátero"



Dadas las cuencas 1 y 2 que se muestran en la figura y las cuales, a excepción de sus formas, presentan factores morfológicos y fisiográficos iguales. Demuestre cual de las dos es más propensa a producir crecientes, bajo las mismas condiciones de precipitación y sabiendo que para una cuenca circular los valores  $F_f$  y  $K_c$  son 0,785 y 1,000 respectivamente.



Dada la cuenca que se muestra en la figura No. 1 dibuje la curva Hipsométrica de dicha cuenca.

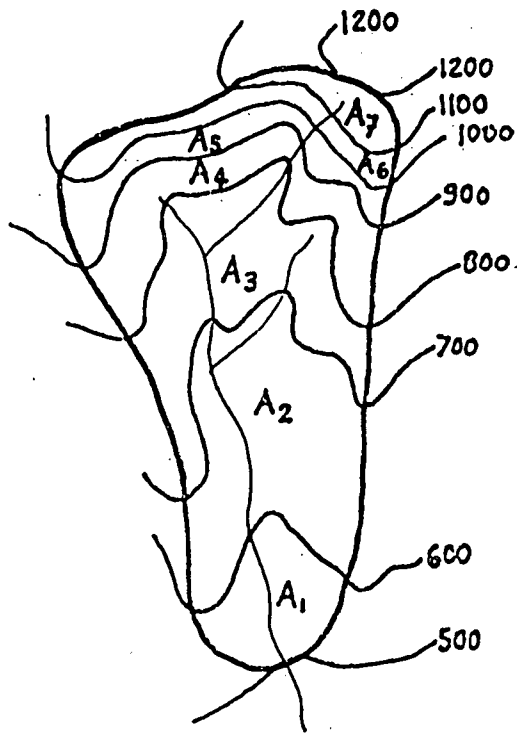
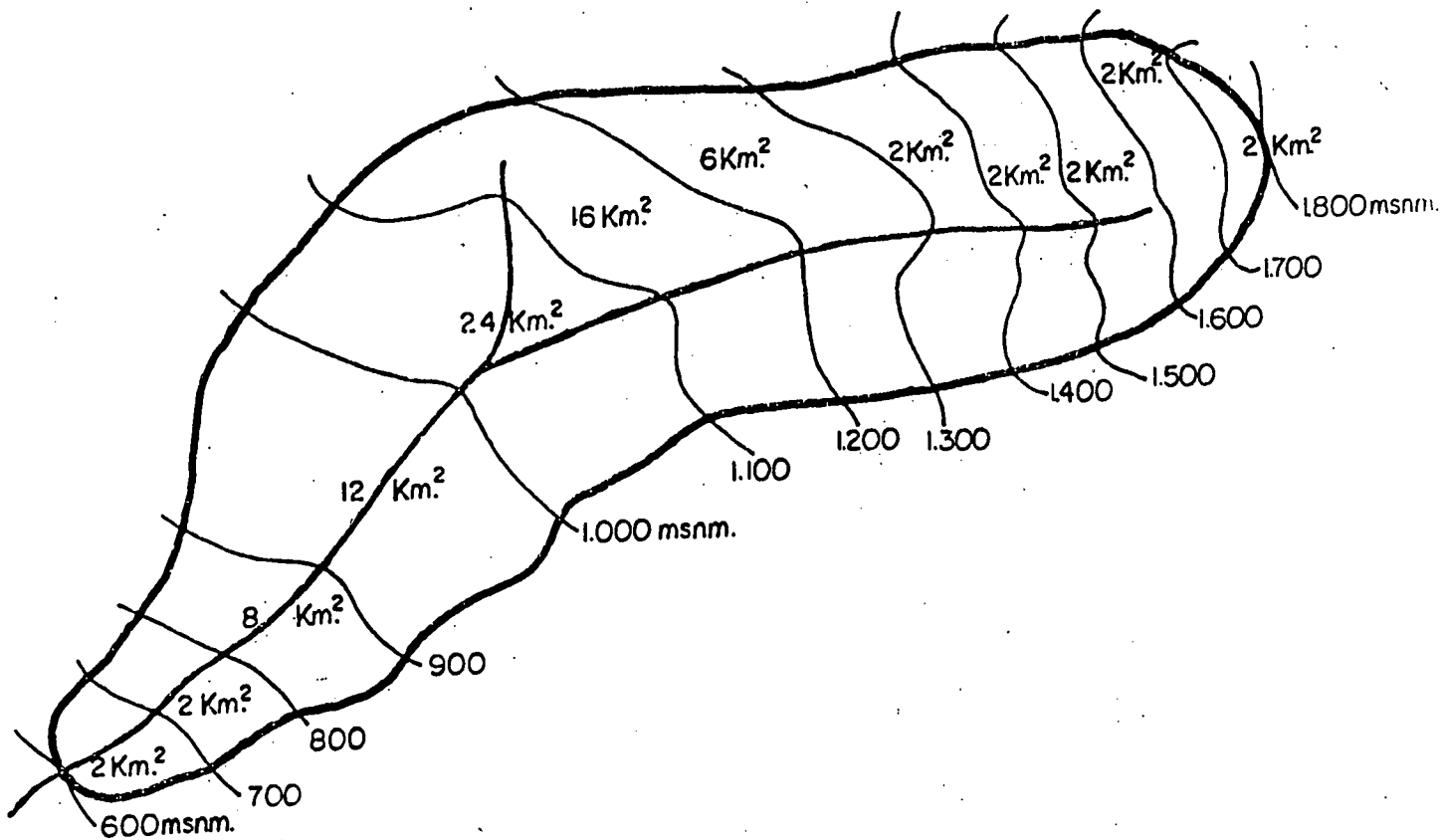


FIGURA No. 1...  
CURVA DE NIVEL EN M.S.N.M.

- A<sub>1</sub> - 12 Km<sup>2</sup>
- A<sub>2</sub> - 48 Km<sup>2</sup>
- A<sub>3</sub> - 36 Km<sup>2</sup>
- A<sub>4</sub> - 12 Km<sup>2</sup>
- A<sub>5</sub> - 6 Km<sup>2</sup>
- A<sub>6</sub> - 3,6 Km<sup>2</sup>
- A<sub>7</sub> - 2,4 Km<sup>2</sup>

Dada la cuenca que se muestra en la figura determinar:

- Elevación media de la cuenca.
- Elevación mediana de la cuenca.
- Altura media de la cuenca.
- Modo ó valor más frecuente de altura en la cuenca.



.msnm. = metros sobre el nivel del mar.

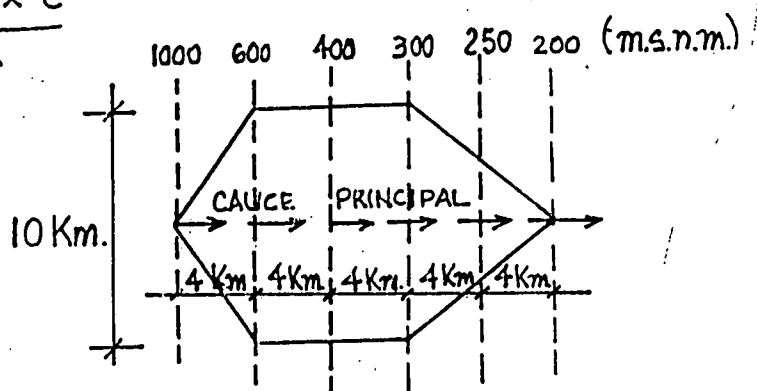
En la cuenca que muestra en la figura determine:

- a) Pendiente media del cauce principal en % utilizando el método analítico.

$$S = \left( \frac{N}{S_1^{-\frac{1}{2}} + S_2^{-\frac{1}{2}} + \dots + S_n^{-\frac{1}{2}}} \right)^2$$

- b) Elevación media de la cuenca expresada en m.s.n.m.

$$E = \frac{\sum a \times e}{A}$$



En una determinada región se han efectuado estudios de varias cuencas, encontrándose las relaciones que se muestran en los gráficos No. 1, 2 y 3.

Dentro de la misma región está ubicada la cuenca que se muestra en la figura No. 1 y a la cual se le desea determinar:

- La producción de sedimentos en  $M^3/año$ .
- La precipitación media anual en mm.
- El tiempo de concentración en minutos.

GRAFICO No. 1

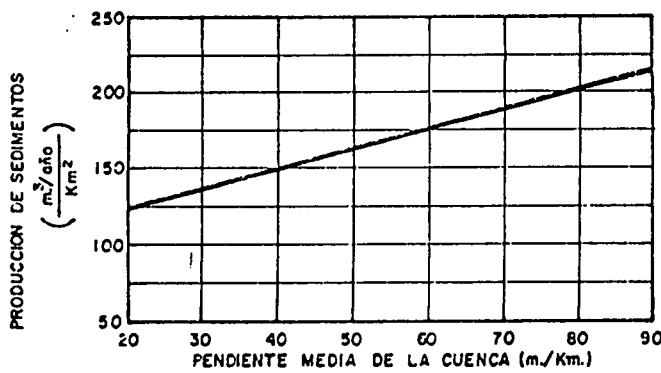


GRAFICO No. 2

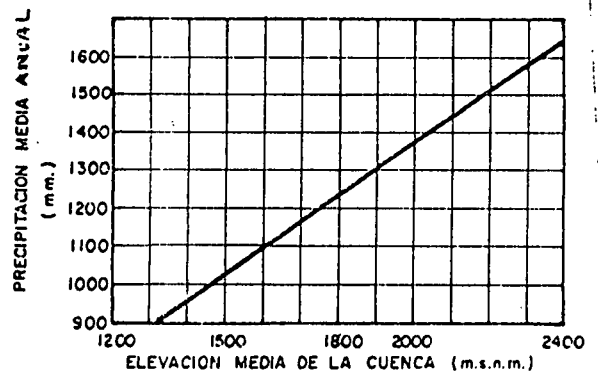
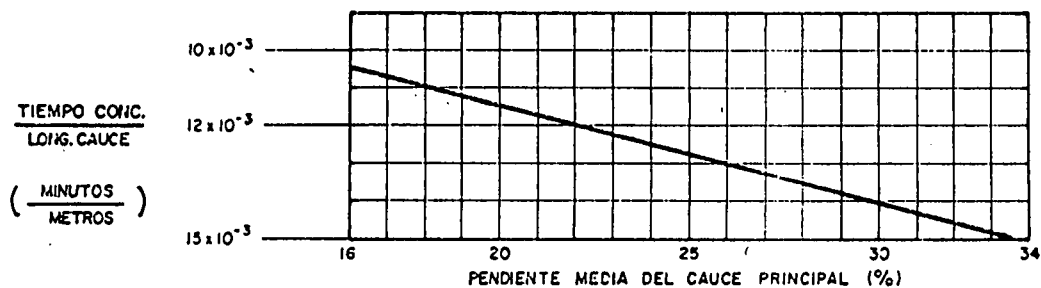


GRAFICO No. 3

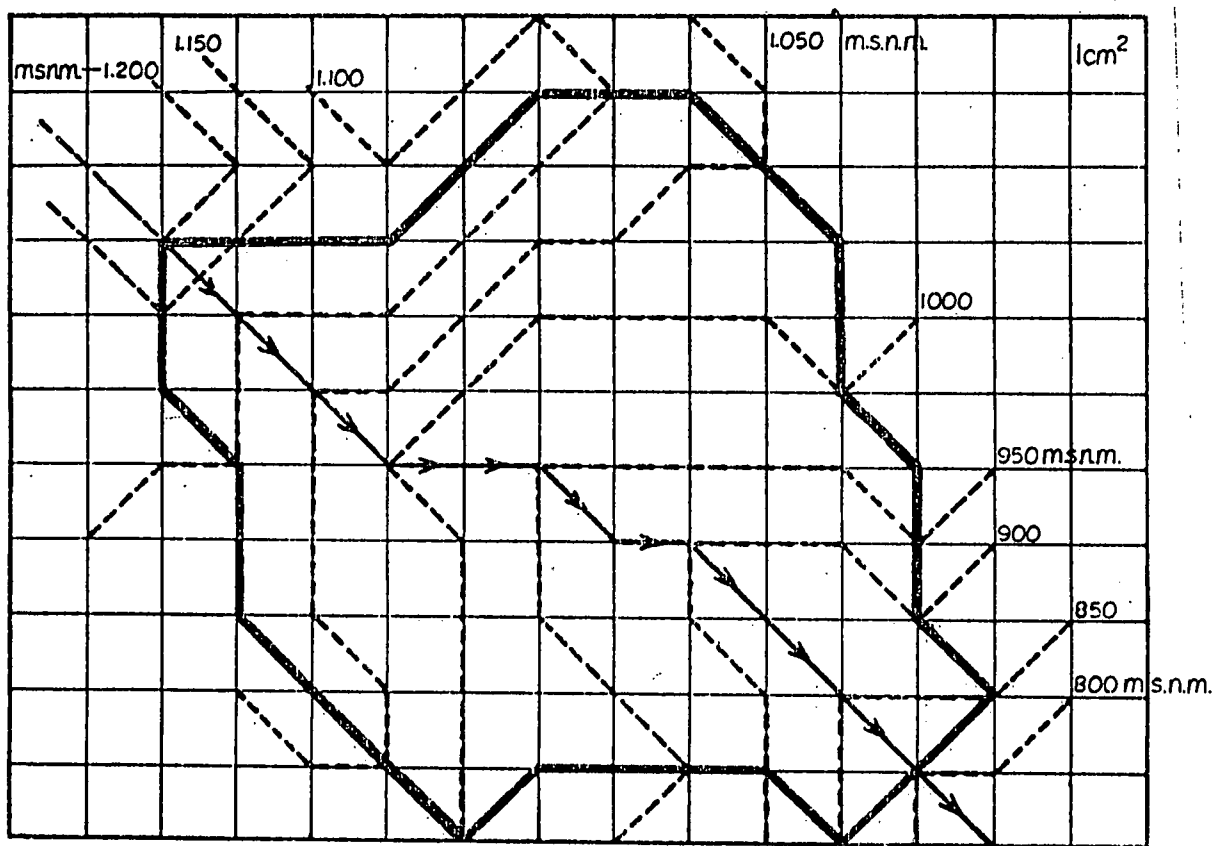


NOTA: La figura No. 1 está en la siguiente página.

FIGURA No. 1

ESCALA 1:25000

- Curvas de nivel.
- Cauce del río.
- ∩ Divisoria de cuenca.



Las figuras que se anexan a continuación representan lo siguiente:

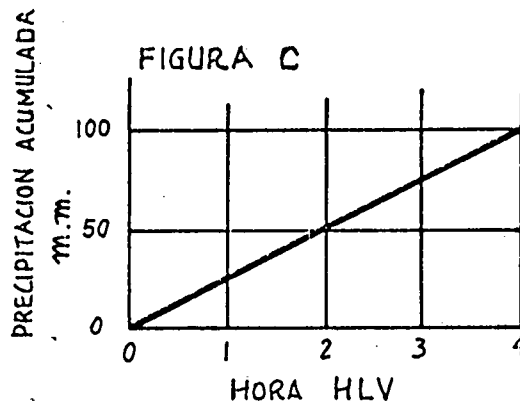
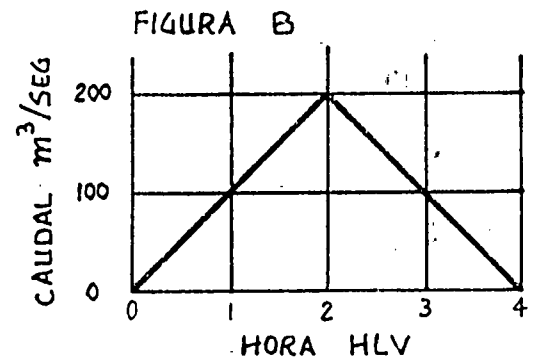
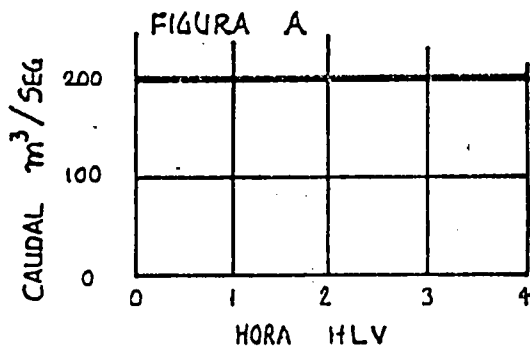
Figura A: Agua extraída a un embalse entre las 00:00 HLV y las 04:00 HLV.

Figura B: Aportes de agua de un río a un embalse en el lapso dado.

Figura C: Curva de masa de la lluvia sobre el embalse en el lapso dado.

El embalse posee (para simplificar el problema) base horizontal plana de 100 Has. y paredes planas verticales. A las 00:00 HLV la cota de la superficie libre del embalse era de 30,00 m.s.n.m., se pide:

- Determinar las cotas de la superficie libre del embalse para cada hora dentro del lapso dado.
- Dibujar un gráfico de cotas (m.s.n.m.) vs tiempo (línea poligonal).

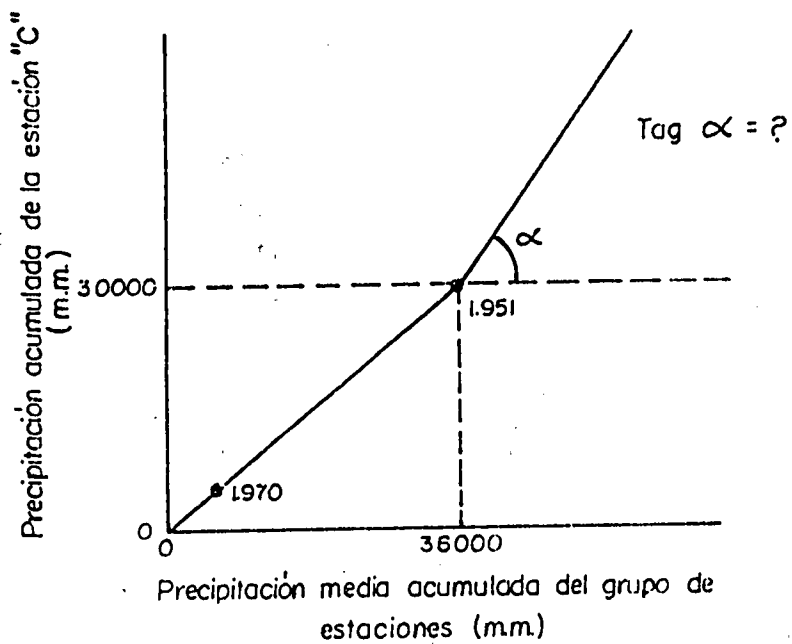


UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
HIDROLOGIA 1701

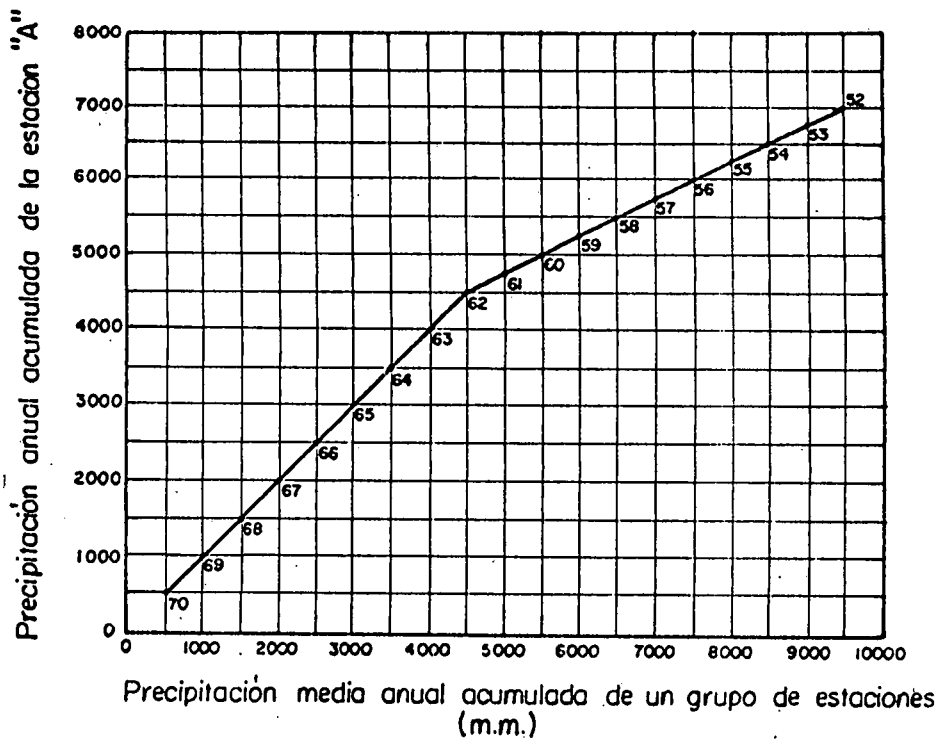
PROBLEMA No 22

TEMA No. 3

La relación de la curva de doble masa de una estación "C" y un grupo de estaciones vecinas está dado en la figura. Si se sabe que antes del año 1951 en la estación "C", se empleaba una probeta que no era la apropiada y que por cada mm de precipitación se medía en la probeta 1.5 mm. Se pide calcular la pendiente de la recta antes del año 1951. (Suponga que las mediciones del grupo de estaciones eran correctas antes y después de 1951)

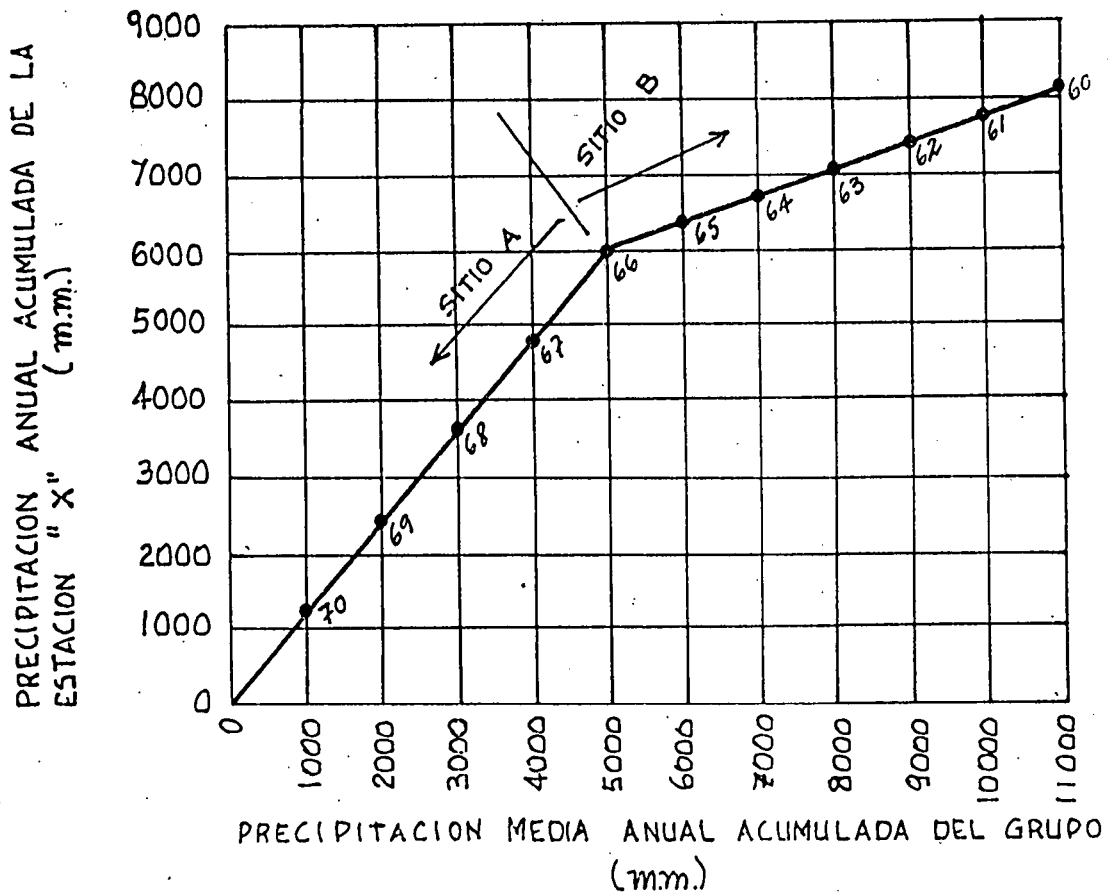


Dada la curva de "Doble Masa" que se muestra en la figura, calcule: Las precipitaciones corregidas de la estación "A" para los años: 1964, 1961, 1958 y 1953



Dada la siguiente curva de doble masa para la estación X, determinar:

- La precipitación media anual de la estación X para el período 1966-1970, si dicha estación hubiese permanecido siempre en el sitio.
- La precipitación acumulada del grupo para el período 1950-1970 en el sitio "A".
- Responder la siguiente interrogante: ¿Cómo se manifestaría y por qué, un cambio de situación atmosférica en el área de influencia de las estaciones consideradas?



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No. 25

TEMA No. 3

Se tienen las siguientes series de datos de lluvia en mm, correspondientes a una estación "B" y el promedio anual de un grupo de estaciones vecinas de "B".

Determine la precipitación media anual de la estación "B" para el período 1968 - 74

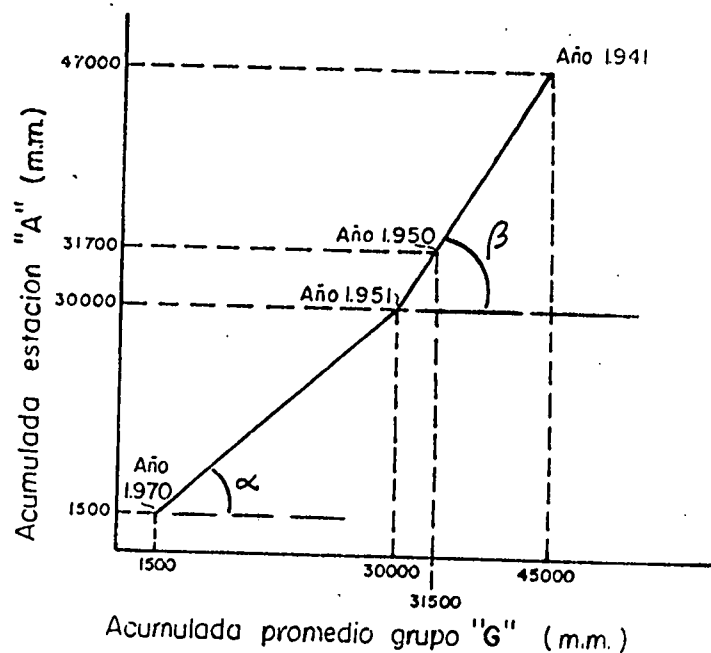
<u>AÑO</u>	<u>ESTACION "B"</u>	<u>PROMEDIO DEL GRUPO</u>
1975		1550
74	1200	1600
73	1222	1400
72	1478	1700
71	1447	1650
70		1550
69	1571	1500
68	1528	1750

El estudio de consistencia de una estación pluviométrica "A" con respecto a un grupo vecino de estaciones pluviométricas "G", permitió obtener el gráfico de doble ploteo de masa de precipitaciones anuales que se muestra en la figura No. 1. Una investigación posterior sobre la historia de la localización de la estación "A" indica que desde 1941 hasta 1950 (ambos inclusive), dicha estación se encontraba en un sitio desconocido "X", diferente al sitio actual denominado "Y".

Se pide:

- Determinar la precipitación media ( $\bar{P}$ ) de la estación "A" para el sitio "Y", del período 1941 a 1970. Exprese el resultado en mm.
- Determinar la precipitación media anual ( $\bar{M}$ ) de la estación "A", suponiendo que dicha estación no se hubiera mudado en 1951. Exprese el resultado en mm.

FIGURA Nº 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DPTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
 HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No 27

TEMA No. 3

Dadas las precipitaciones anuales (mm) que se muestran en la tabla No. 1 correspondientes a una estación piloto "A", se desea calcular la precipitación media anual para el período 1961-76 de cada una de las estaciones con registro corto que se muestra en la tabla No. 2, suponiendo que dichas estaciones de registro corto están dentro del área de influencia de la estación piloto "A".

TABLA No. 1

AÑO	Precio anual (mm)
1961	1680
62	1840
63	1440
64	1920
65	320
66	1760
67	2080
68	2000
69	1520
70	2400
71	800
72	1680
73	1680
74	1200
75	1520
76	1760

TABLA No. 2

<u>Estaciones de registro corto</u>		
Estación	Período de registro	M (mm)
1	1965-74	1400
2	1968-73	1380
3	1964-71	1120
4	1971-76	820
5	1966-75	1350
6	1969-72	1522

NOTA:

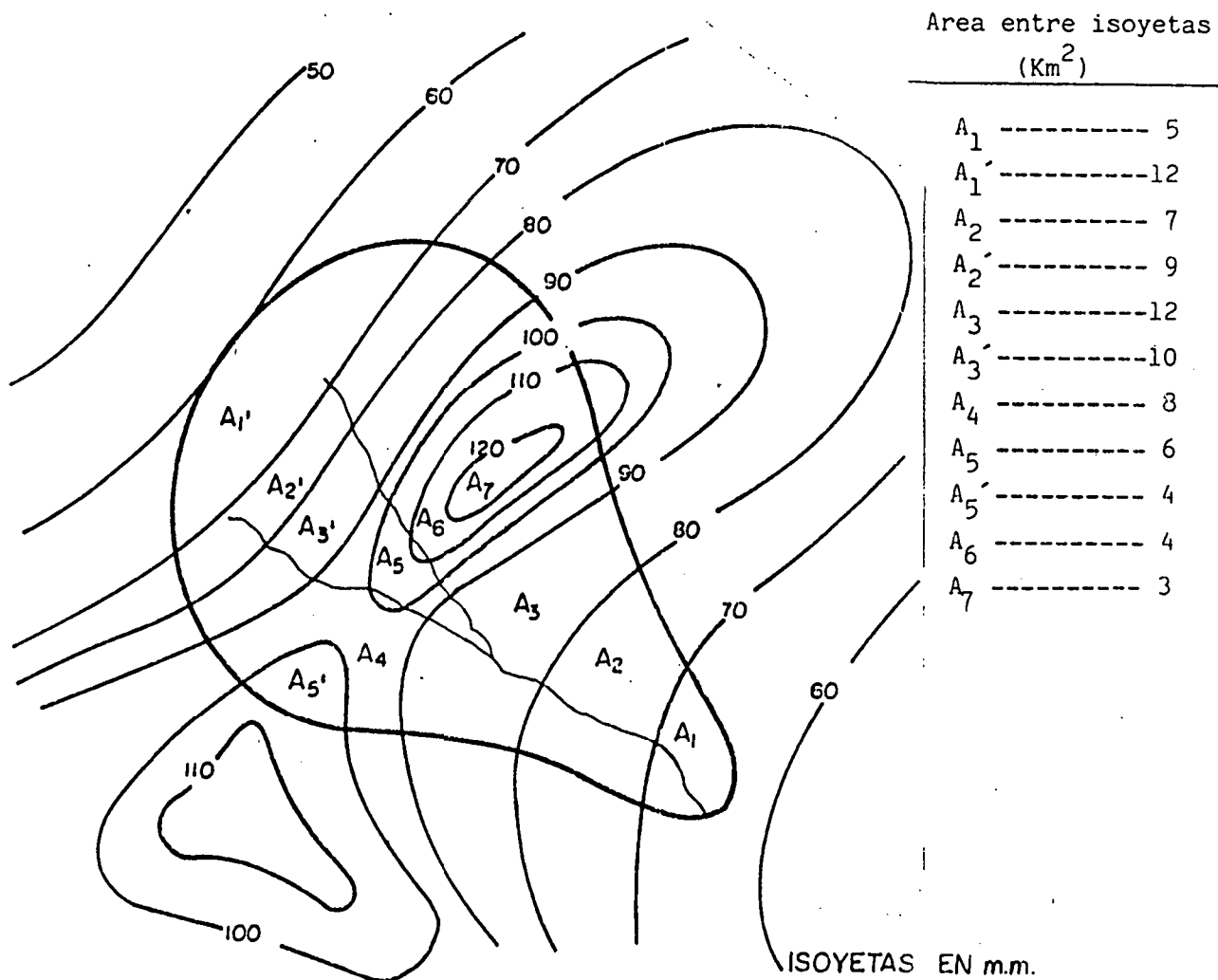
$\bar{M}$  es precipitación media del período de registro.

Si se tienen los datos de la curva de masa por diferencia de una estación "A" y la precipitación del año 1964 de esa misma estación, determinar la precipitación ocurrida durante el año 1967 en dicha estación.

<u>CURVA DE MASA FOR DIFERENCIA</u>		<u>PRECIPITACION ANUAL</u>
<u>Año</u>	<u>% Acumulado</u>	<u>(mm)</u>
1.960	..... 10	
61	..... 20	
62	..... 40	
63	..... -20	
64	..... -10	..... 2024
65	..... -40	
66	..... 5	
67	..... 30	..... ?
68	..... 20	
69	..... 10	
70	..... 0	

Sobre una determinada cuenca ocurrió una tormenta cuyo mapa isoyético se muestra en la figura.

Determinar la precipitación media de dicha tormenta sobre el área de la cuenca.

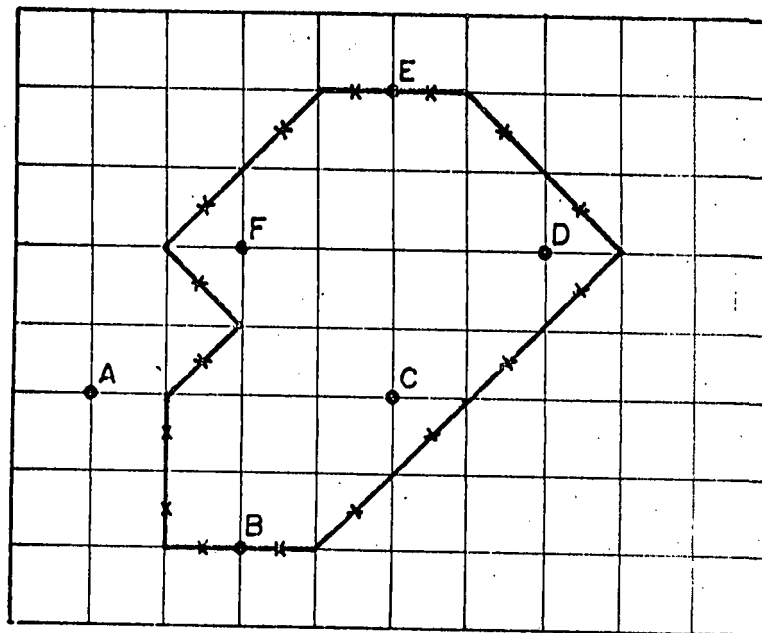




En la figura se idealiza una cuenca a escala 1:50.000; ~~—X—X—X—~~  
 SIGNIFICA LIMITE DE LA CUENCA. A, B, C, D, E, F. significa la ubicación de  
 las estaciones climatológicas. Se pide calcular por polígonos de Thiessen  
 la precipitación media de la cuenca si los valores promedio de cada estación  
 son:

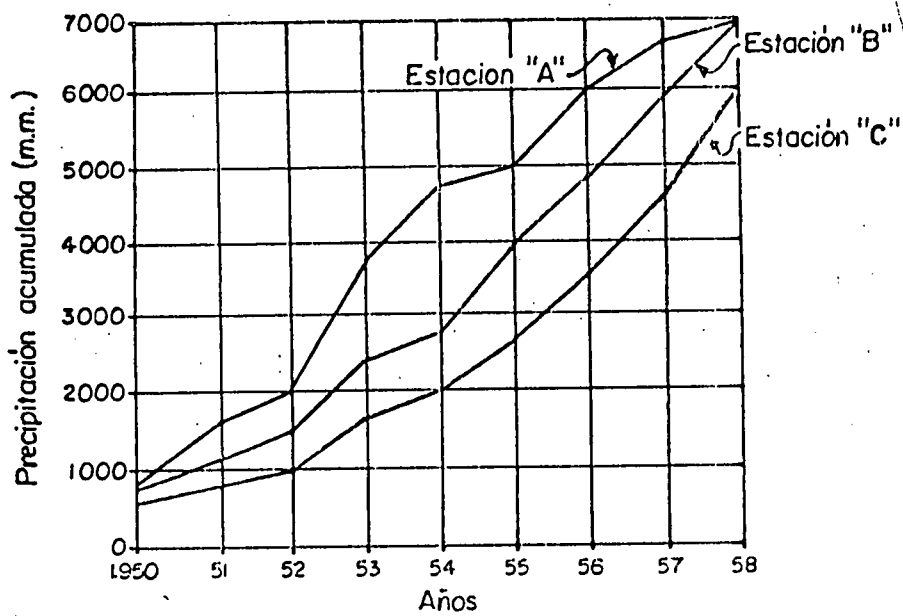
ESTACION	PRECIPITACION (mm)
A	400
B	600
C	800
D	700
E	200
F	300

FIGURA



Dado el siguiente diagrama, determinar la precipitación media anual sobre una cuenca para el período 1950-1958, sabiendo que las áreas de influencia de tres estaciones ubicadas en dicha cuenca son las siguientes:

ESTACION	AREA DE INFLUENCIA (Km <sup>2</sup> )
A	30
B	10
C	50



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DPTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
 HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No. 33

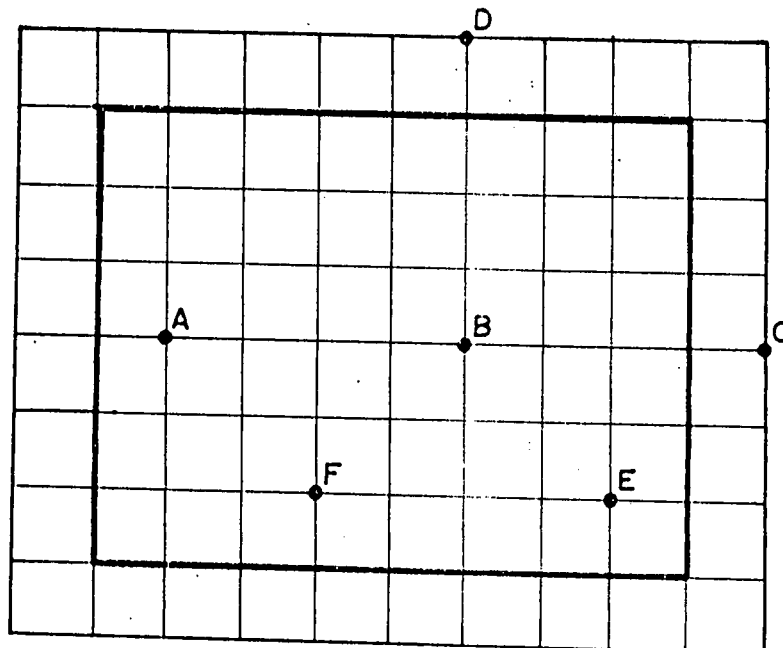
TEMAS Nos. 3 y 4

Determine la precipitación media anual para el período 1960-1964 de la cuenca que se muestra en la figura, empleando el método de Thiessen.

Utilice el procedimiento de razón de valores normales y las estaciones A, B y C en toda estimación que ejecute.

PRECIPITACIONES ANUALES (mm)

AÑO	A	B	C	D	E	F
1960	2120	2024	1970	2094	2005	2094
1961	1874	1936	1732	1890	1845	1918
1962	1970	2104	1820		1930	2075
1963	1626	1525	1436	1484		
1964	1758	1672	1585	1675	1628	1730



En la figura "A" se presenta el mapa isoyetico medio anual de una cuenca "C" para el período 1951 a 1972. En la tabla "A" se presentan los volúmenes anuales escurridos de la cuenca mencionada para el período 1951 a 1972. Se pide:

- Calcular la precipitación media anual caída sobre la cuenca.
- Calcular el caudal medio anual ( $m^3/seg$ ) para el período 1951 a 1972.
- Calcular la rata de evaporación real promedio (mm/mes y lit/hora) para el período 1951 a 1972. Para ello suponga que el suelo contiene igual cantidad de milímetros de agua al principio y al final del período considerado. Suponga que no existen otras pérdidas o ganancias que las consideradas.

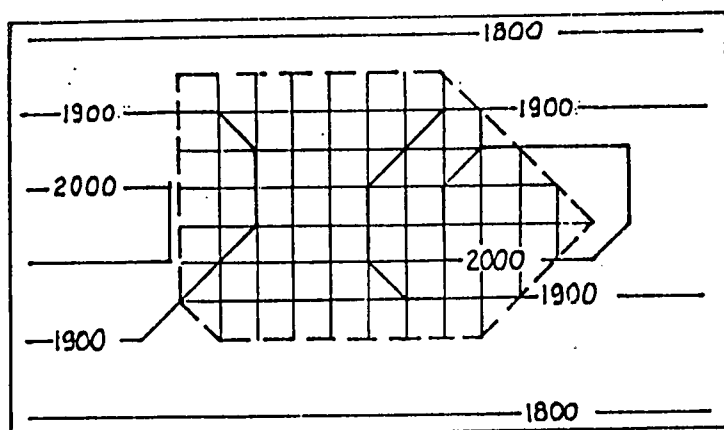


FIGURA A  
 MAPA ISOYETICO MEDIO ANUAL  
 (m.m.) Período 1951-1972

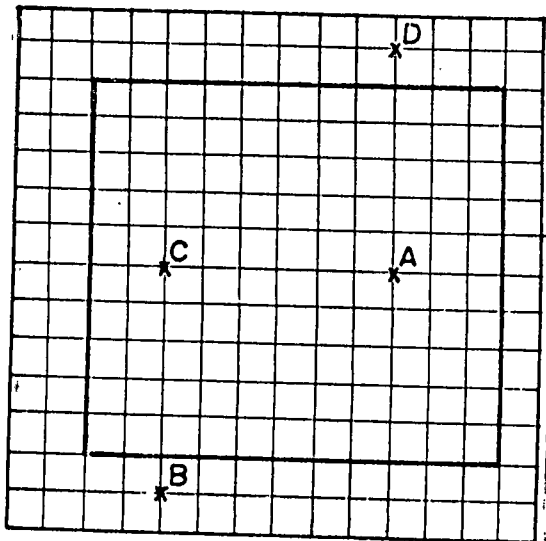
□ Area de cada cuadrito : 6 Km<sup>2</sup>

TABLA A  
 VOLUMENES ANUALES ESCURRIDOS  
 ( $10^6 m^3$ )

AÑO	VOLUMEN	AÑO	VOLUMEN
1951	270	1962	250
52	390	63	280
53	350	64	340
54	350	65	170
55	190	66	380
56	240	67	300
57	320	68	330
58	350	69	370
59	260	1970	320
1960	300	71	390
61	200	72	280

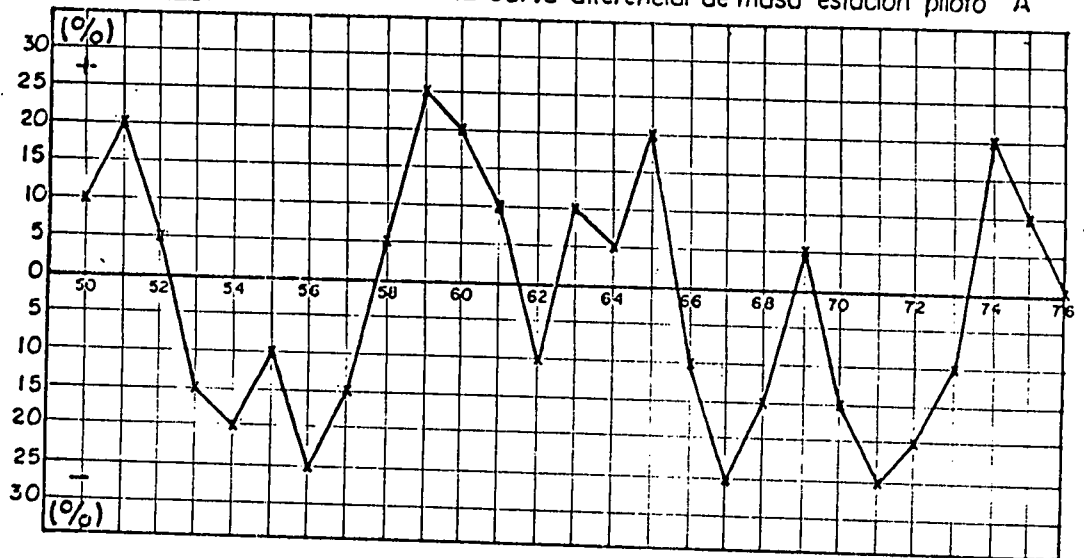
Dada la cuenca rectangular que se muestra en la figura No. 1 y las estaciones de precipitación A, B, C y D, en donde la estación "A" se puede considerar como piloto de dicho grupo y cuya curva diferencial de masa es la indicada en la figura NO. 2. Determine la precipitación media anual en la cuenca mediante el método de Thiessen, conociendo los períodos de registro y la precipitación media anual de estos períodos para cada una de las estaciones.

FIGURA No 1



ESTACION	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACION MEDIA ANUAL DEL PERIODO DE REGISTRO (mm)
A	1950-76	800,0
B	1962-75	600,0
C	1962-71	966,2
D	1957-74	1435,9

FIGURA No. 2. ... Curva diferencial de masa estación piloto "A"



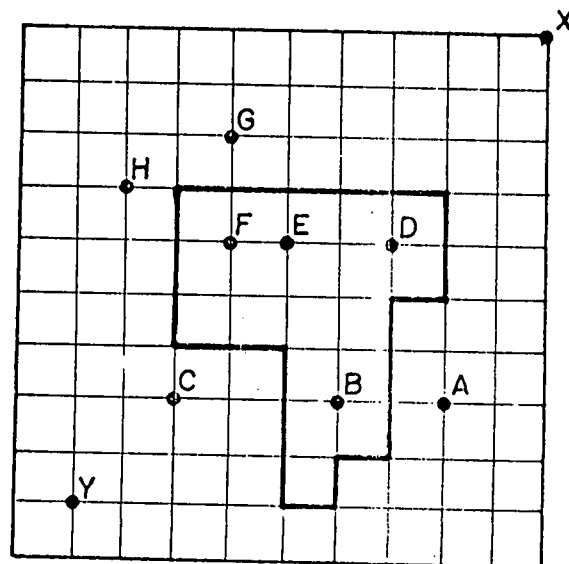
Determine la precipitación media anual por el método isoyéctico y para el período 1961-76, en la cuenca que se muestra en la figura. Asuma la estación "F" como piloto, cuyos valores de la curva diferencial de masa se anejan.

Considere que la isoyetas son paralelas a la diagonal  $\overline{XY}$ .

CURVA DE MASA POR DIFERENCIA DE LA ESTACION "F"	
AÑO	% ACUMULADO
1961	-10
1962	-14
1963	- 5
1964	10
1965	52
1966	50
1967	10
1968	15
1969	22
1970	-30
1971	-40
1972	22
1973	30
1974	38
1975	- 1
1976	0

ESTACION	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACION MEDIA DEL PERIODO DE REGISTRO (mm)
A	1967-70	500
B	1965-74	720
C	1970-74	930
D	1970-72	800
E	1966-75	950
F	1961-76	1100
G	1971-75	1380
H	1963-67	1471

FIGURA

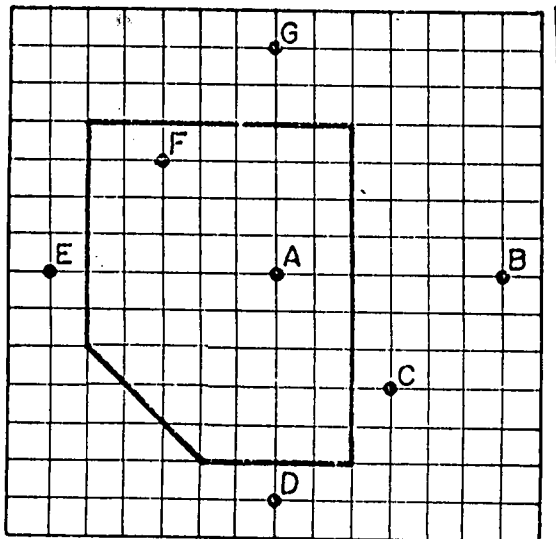


Determine la precipitación media anual mediante el método de Thiessen y para el período 1961-1976, en la cuenca que se muestra en la figura. Asuma la estación "A" como piloto, cuyos valores de la curva diferencial de masa se anexan.

ESTACION	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACION MEDIA DEL PERIODO DE REGISTRO (mm)
A	1961-76	1252
B	1965-74	1400
C	1968-73	1380
D	1964-71	1120
E	1971-76	820
F	1966-75	1350
G	1969-72	1522

VALORES DE LA CURVA DIFERENCIAL DE MASA DE LA ESTACION DE PILOTO "A"	
AÑO	% ACUMULADO
1961	5
1962	20
1963	10
1964	30
1965	-50
1966	-40
1967	-10
1968	15
1969	10
1970	60
1971	10
1972	15
1973	20
1974	-5
1975	-10
1976	0

FIGURA



En un embalse como el que se muestra en la figura, se recomienda disponer siempre de una reserva de 10 millones de metros cúbicos para casos de suma urgencia. Por otra parte en el referido embalse se observó, al inicio del mes de septiembre de 1980, que la altura de agua dentro de él era de 10 metros.

En ese mismo mes se han estimado las precipitaciones máximas y mínimas (Tabla No. 1) que pueden ocurrir en las diferentes estaciones que se muestran en la figura, así como el rango de fluctuación (máximos y mínimos) de los factores que intervienen en el balance del embalse (Tabla No. 2). Determine:

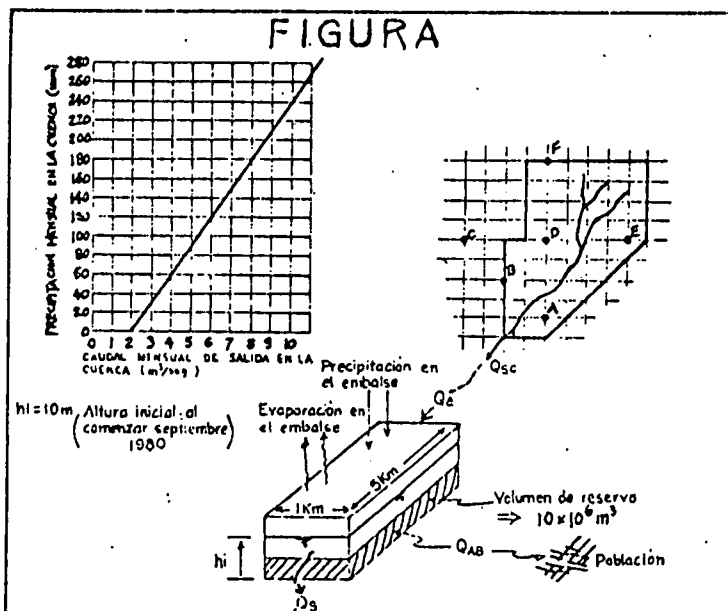
- El caudal máximo ( $Q_s$ ) que podría dejarse escurrir por el río de producirse las condiciones mas favorables para ello.
- El caudal mínimo ( $Q_s$ ) que podría dejarse escurrir por el río de presentarse la situación más desfavorable para ello.
- Bajo que valor de caudal ( $Q_s$ ) se debe trabajar el embalse, en el mes en estudio, a fin de que en ninguna circunstancia puedan ocurrir perturbaciones en las necesidades de abastecimiento de la población.

TABLA Nº 1 PRECIPITACION (mm)  
 MES SEPT. 1980

ESTACION	MAXIMA	MINIMA
A	160	0
B	80	0
C	120	0
D	280	0
E	320	0
F	200	0

TABLA Nº 2 MES SEPT. 1980

	MAXIMO	MINIMO
Precip. emb. (mm)	150	10
Evap. emb. (mm)	200	80
$Q_{AB}$ ( $m^3/seg$ )	3	1,5
$Q_e$ ( $m^3/seg$ )	?	?
$Y_s$ ( $m^3$ )	?	?



Dadas las precipitaciones máximas anuales de 15 minutos de duración que se muestran en la tabla adjunta, determinar:

- a) La precipitación máxima para la misma duración correspondiente a un periodo de retorno de 25 años.
- b) La probabilidad de no ocurrencia de una intensidad de lluvia de 120,0 mm/Hora para la misma duración.

TABLA

<u>AÑO</u>	<u>PRECIPITACION MAXIMA (mm)</u>
1965 -----	17,1
66 -----	14
67 -----	19,5
68 -----	24
69 -----	16,1
70 -----	12,7
71 -----	18,3
72 -----	21,4
73 -----	15,2

En una estación pluviográfica cuyo período de registro es desde 1966 a 1976 ambos inclusivos. Se ha determinado las precipitaciones máximas anuales para las duraciones de 15, 30, 45, 60 y 90 minutos, cuyas medias y desviaciones típicas se señalan a continuación:

	DURACION (min.)				
	15	30	45	60	90
MEDIA (mm)	22	45	75	95	130
DESVIACION TIPICA (mm)	5.05	7.22	5.41	6.13	9.38

Construya la curva de I - D - F correspondiente a un período de retorno de 25 años.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No. 41

TEMA No. 5

En los registros pluviométricos de una determinada estación que abarca el período comprendido entre 1953 y 1967, ambos inclusive, se ha encontrado que los valores medios y las desviaciones típicas de las intensidades máximas para diferentes duraciones son los que se indican en la tabla adjunta; se desea determinar las intensidades máximas para los siguientes casos:

- a) Duración 20 minutos y período de retorno de 10 años.
- b) Duración 10 minutos y período de retorno de 50 años.

TABLA

	DURACIONES EN MINUTOS				
	5	15	30	45	60
INTENSIDAD MEDIA PARA EL PERIODO OBSERVADO (mm/hr.)	77,37	66,21	54,68	45,74	41,79
DESVIACION TIPICA PARA EL PERIODO OBSERVADO (mm/hr.)	30,40	9,27	3,71	3,09	2,47

En la cuenca que se muestra en la figura se ha podido calcular las intensidades máximas anuales de lluvia para diferentes duraciones según se indica en la tabla No. 1.

Sobre la la misma cuenca ocurrió el día 24-06-76, entre las 4:15 pm. y las 5:00 pm, una tormenta cuyos valores de precipitación en las estaciones se muestran en la tabla No. 2.

Determine el período de retorno ( $T_r$ ) de la referida tormenta.

NOTA: Las condiciones de precipitación en la cuenca permiten utilizar el método de Thiessen.

AÑO	Intensidades máximas		
	30'	45'	60'
1966	51.3	46.5	47.8
67	44.5	52.9	57.1
68	64.9	35.0	42.6
69	73.6	64.5	36.0
1970	41.3	43.9	40.2
71	55.0	37.3	52.3
72	59.1	38.5	33.0
73	37.0	41.3	38.2
74	48.0	49.4	45.0

Tabla Nº 1

Estación	Precipitación (mm.)
A	65
B	62
C	71
D	76
E	73
F	68
G	62
H	60
I	55

Tabla Nº 2

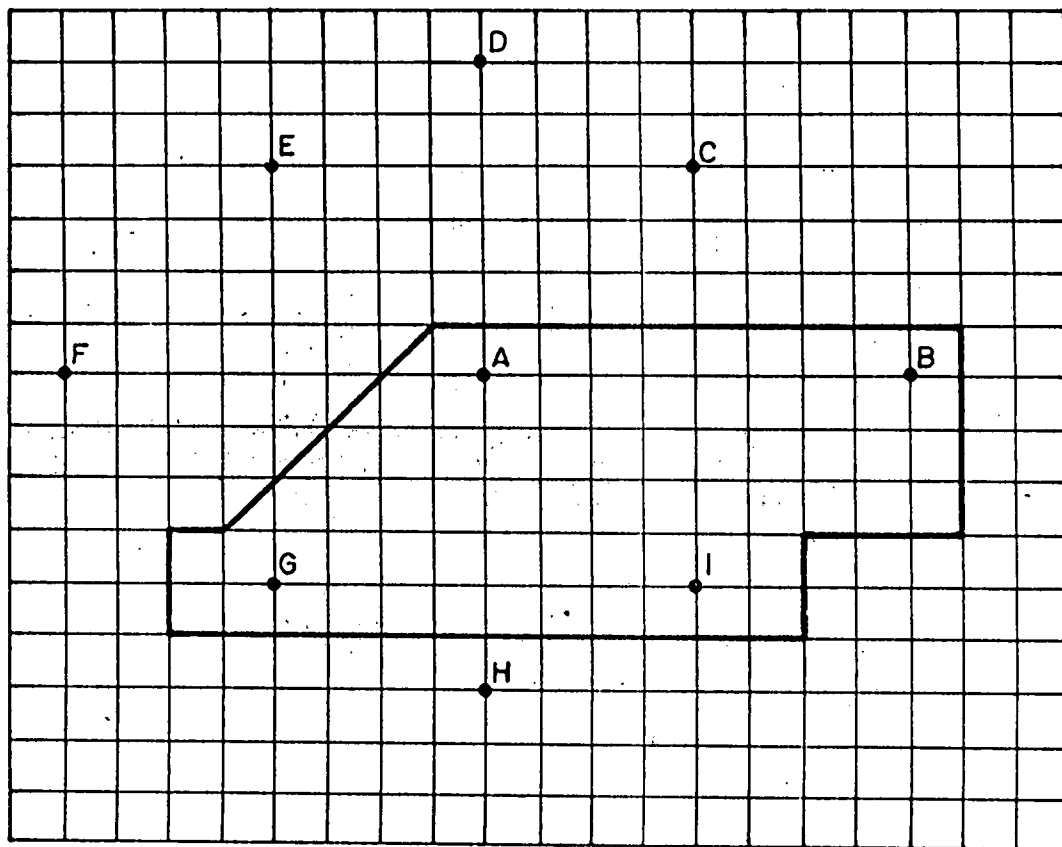


FIGURA.

Período de retorno $T_r$ (años)	VALORES DEL FACTOR FRECUENCIA "K"							
	NUMERO DE AÑOS DE REGISTRO (n)							
	8	9	10	11	12	13	14	15
5	1.071	1.059	1.048	1.026	1.008	0.993	0.979	0.967
10	1.861	1.846	1.831	1.796	1.768	1.743	1.721	1.702
20	2.620	2.601	2.583	2.536	2.498	2.463	2.434	2.404
50	3.601	3.579	3.557	3.493	3.442	3.396	3.356	3.320
100	4.337	4.311	4.286	4.210	4.149	4.094	4.047	4.004

En la figura No. 1 se muestra una cuenca, cuyas precipitaciones máximas anuales (determinadas mediante el método de Thiessen) se señalan en la tabla 1.

En la tabla No. 2 se muestran los valores de la precipitación registrada en varias estaciones y correspondientes a una tormenta extraordinaria ocurrida recientemente. Determine:

- El período de retorno (años) de la reciente precipitación ocurrida sobre la cuenca.
- La probabilidad de no ocurrencia de la misma precipitación del punto a).

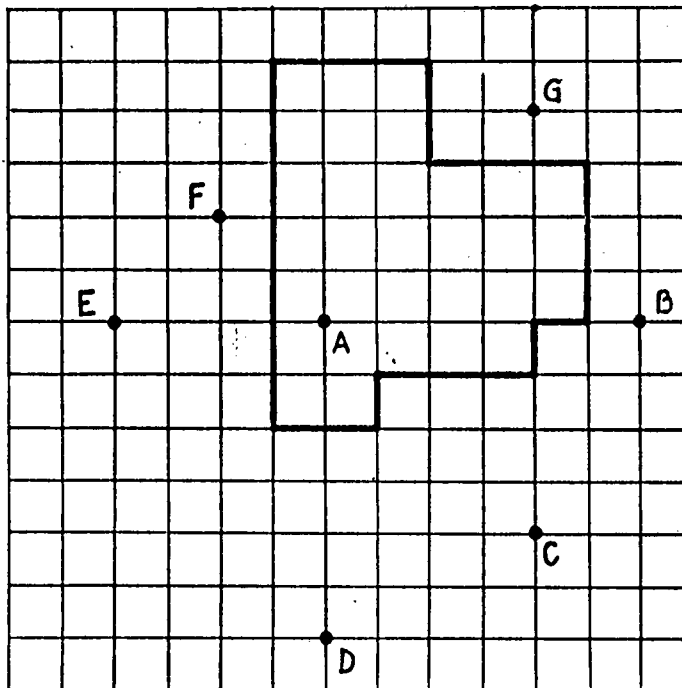


TABLA N° 2

Precipitaciones en las estaciones para la tormenta reciente

<u>Estación</u>	<u>Precipit. (mm)</u>
A .....	127
B .....	74
C .....	53
D .....	46
E .....	84
F .....	105
G .....	95

TABLA N° 1

Precipit. máximas anuales en la cuenca

<u>AÑO</u>	<u>Precipit. (mm)</u>
1970 .....	62.0
71 .....	70.5
72 .....	46.7
73 .....	86.0
74 .....	58.5
75 .....	76.4
76 .....	51.3
77 .....	55.1
78 .....	65.9

En un lago natural se ha determinado los datos de la Tabla No. 1 para la superficie libre de las aguas. En el año 1980 se extravió el dato de la cota máxima de la superficie libre del lago, pero se sabe que esa cota máxima ocurre entre el 1ro. y el 6 de agosto del referido año, según los datos de las lluvias y las evaporaciones de la Tabla No. 2. Al comienzo del día 1ro. de agosto de 1980 la cota del lago era de 29,90 m.s.n.m.

Determine la probabilidad de no ocurrencia de la cota máxima ocurrida entre el 1ro. y el 6 de agosto de 1980.

TABLA No 1

Año	Cota máxima anual (m.s.n.m.)
1970	29.00
71	20.10
72	48.00
73	29.60
74	20.70
75	23.20
76	20.90
77	19.50
78	45.50
79	29.90

T A B L A No 2

Día	P (mm)	E (mm)
1/Ago./80	0	20
2/Ago./80	55	5
3/Ago./80	35	5
4/Ago./80	50	10
5/Ago./80	0	20
6/Ago./80	5	15

P = Precipitación media sobre el lago  
 E = Evaporación media desde el lago

- NOTAS: a) Suponga paredes verticales para el lago  
 b) No hay otras ganancias ni pérdidas en el lago  
 c) Utilice el método Factor frecuencia

$$K = \frac{Y - \bar{Y}_n}{\sqrt{n}} \quad ; \quad Y = -\ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_r} \right) \right] \quad ; \quad T_r = \frac{1}{1 - e^{-e^{-Y}}}$$

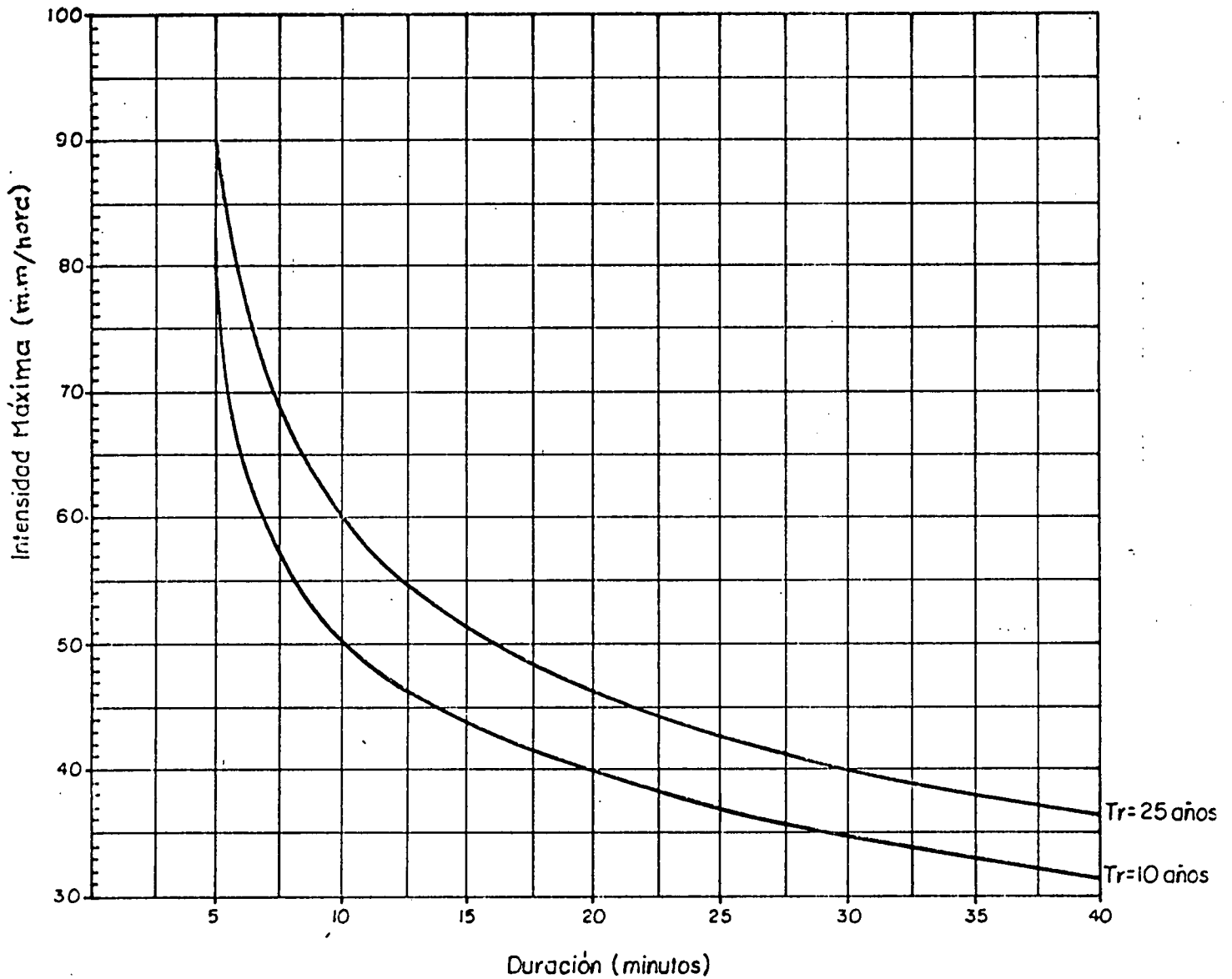
n	$\bar{Y}_n$	$\sqrt{n}$
9	0.4897	0.9533
10	0.4967	0.9573
11	0.5008	0.9735
12	0.5043	0.9870

De una serie de precipitaciones máximas de 30 minutos correspondiente a un período de registro desde 1969 hasta 1977, se conocen los dos valores mayores, los cuales son: 18.2 mm y 16.6 mm.

Si la serie de datos del período se alinea perfectamente en el papel de probabilidades extremas de gumbel, determine:

- a) La intensidad media y la desviación típica de la intensidad para la serie de datos del período.
- b) La intensidad de precipitación alcanzada o excedida, en promedio, una vez en un período de 100 años. (intensidad máxima correspondiente a un período de retorno de 100 años).

Dadas las curvas de I-D-F de una cierta estación cuyo periodo de registro es desde 1957 hasta 1966, determine la precipitación media y la desviación típica, de las precipitaciones máximas de 10 minutos en dicho periodo.



Las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia de lluvias que se muestran en la figura No. 1, fueron elaboradas con datos registrados en la estación pluviográfica "A". Si en esta misma estación se ha registrado la precipitación que se muestra en la figura No. 2, calcular el periodo de retorno que le corresponde.

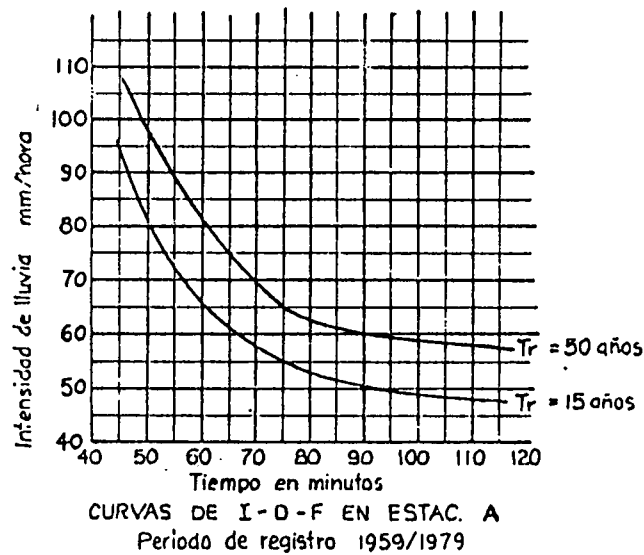


FIG. Nº 1 ..

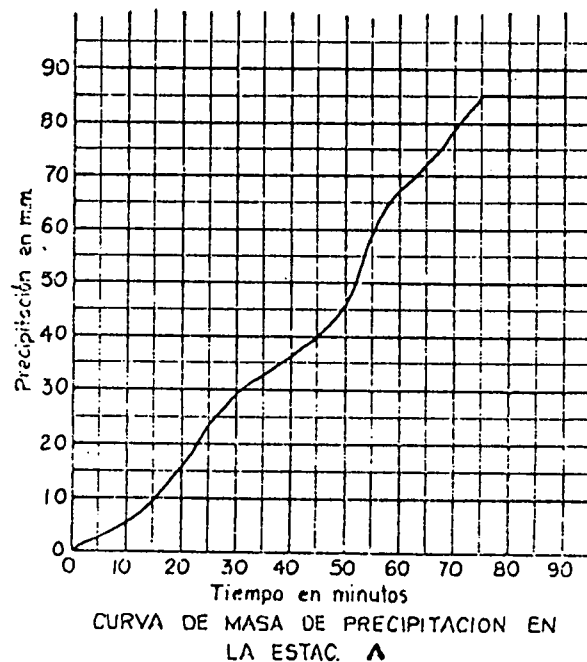


FIG. Nº 2 ..

En una parcela de riego de 5000 Há., se tienen los datos climatológicos, condiciones de suelo y funcionamiento del sistema de riego siguiente:

Almacenamiento máximo del suelo = 100 mm.

Suelo seco al finalizar el año 1971.

Coefficiente de cultivo = 0,80

Eficiencia del sistema de riego = 0,60

DETERMINE:

- a) Demanda bruta en millones de metros cúbicos.
- b) Volúmen de excedencias en millones de metros cúbicos.

AÑO 1972 (mes)	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION TINA (mm)
Ene	0	200
Feb	10	220
Mar	30	180
Abr	200	200
May	120	190
Jun	300	160
Jul	200	150
Ago	120	180
Sep	180	120
Oct	190	130
Nov	50	160
Dic	10	150

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No 51

TEMA No. 6

En una parcela de riego se tienen los datos de precipitación y ETP para los meses del año en curso (fecha de proposición de este problema 31/09/80), así como los valores de los mismos parámetros estimados para los próximos meses de este año.

Se desea determinar cual es la Demanda Bruta en  $M^3$  que se debe proveer para 10 000 Ha. durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de este año si la eficiencia del sistema es 40% y el almacenamiento máximo del suelo es de 90 mm.

	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PRECIPITACION (mm)	90	65	30	80	140	70	170	60	60	95
ETP (mm)	80	75	60	70	80	100	110	130	120	130

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DPTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
 HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No.52

TEMA No.6

De un embalse se extraen 800 lts/seg. constantemente durante los meses de mayo, junio y julio para regar una parcela de 5000 ha, siendo 60% la eficiencia del sistema de riego.

Los datos de la zona en donde se efectúa el riego son los siguientes:

Almacenamiento máximo del suelo = 90 mm.

Coefficiente de cultivo para calcular la ETP = 0,80

Determine para cada uno de los meses de mayo, junio y julio:

MES	PRECIPIT. (mm)	EVAP. EN TINA (mm)
E	0	120
F	0	140
M	10	110
A	20	100
M	50	90
J	120	100
J	80	110
A	90	130
S	50	100
O	20	120
N	20	100
D	10	90

a) La cantidad de agua, en millones de metros cúbicos, que innecesariamente se suplió para riego en la parcela.

b) El área, en Há., que en cada mes del período solicitado se ha podido regar con el agua innecesariamente suplida en la parcela. (Suponga que la nueva área está adyacente a la parcela)

En una cuenca determinada se proyecta construir un embalse en un área donde actualmente existe una parcela de riego, en cuya entrada el aporte por escurrimiento, "destinado al riego de la misma" es constante. Para un período de varios años, se dispone en la parcela de datos promedios como los que se muestran en la tabla indicada. Si se suponen las siguientes condiciones:

- a) Capacidad de almacenamiento del suelo = 100 mm.
- b) Interior del embalse impermeable.
- c) Fecha de inicio de llenado del embalse = 1<sup>o</sup> de enero
- d) Igualdad de condiciones climáticas en la cuenca, antes y después de construído el embalse.
- e) Se utiliza la totalidad del agua disponible en el embalse, durante el lapso comprendido entre el 1<sup>o</sup> de Enero y el 30 de Junio.
- f) Coeficiente de cultivo de la cuenca (coeficiente evaporimétrico) = 0,80.

Determinar la variación del escurrimiento en mm. en la salida de la parcela, después de construído el embalse, para:

- a) Los meses de ENE, FEB, MAR, ABR, MAY y JUN.

M E S	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Precipitación (mm)	0	0	110	50	130	170	180	175
Evaporación Tina (mm)	115	135	105	150	115	140	135	135

Una cuenca pequeña se encontrará totalmente cultivada durante el próximo año 1979. En la tabla se presentan algunos de los valores más probables del balance hidrológico para enero y febrero de ese año.

Se pide:

- a) Calcular los valores de la evapotranspiración potencial más probables para enero y febrero de 1979.
- b) Suponiendo que las demandas de agua del cultivo fueran satisfechas totalmente mediante riego, ¿Se producirá escurrimiento superficial durante enero y febrero de 1979?

Explique en menos de 5 líneas.

TABLA

	Dic. 1978	Ene 1979	Feb 1979
Db		16.7	10.0
Nf		60 %	50 %
P		60.0	45.0
ETR		60.0	45.0
ETP		?	?
A	0.0	?	?
Dn		?	?

Db: Demanda bruta de riego en mm

Nf: Eficiencia del sistema en %

P: Precipitación en mm

ETR: Evapotranspiración real en mm

ETP: Evapotranspiración potencial en mm.

A: Almacenamiento de agua en el suelo en mm.

Dn: Demanda neta de riego en mm.

Los datos de la tabla de abajo corresponden a una parcela, para la cual se pide:

- a) Calcular el balance hidrológico.
- b) Los requerimientos de riego ( $m^3$ ) para julio, agosto y septiembre.

	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.
PRECIPIT. (mm)		115	90	25
EVAP. TINA (mm)		80	150	126.25
ETP (mm)				
ETR (mm)				
ALMACEN. (mm)	40			
DEFICIT (mm)				
EXCESO (mm)				

- NOTA :
- a) El área de la parcela es de  $100 \text{ Dm}^2$
  - b) El coeficiente del cultivo es igual a 0.8
  - c) El almacenamiento a final de Junio es 40.0 mm.
  - d) La máxima capacidad de almacenamiento del suelo es de 100 mm.



Una cierta zona cuenta con un embalse para abastecimiento y riego, siendo el suministro para abastecimiento obligatorio.

Determine el área máxima (en Há) a regar en el mes de "agosto" dejando en el embalse, como reserva de urgencia, un volumen de 5 millones de metros cúbicos.

DATOS

EMBALSE (mes de agosto)

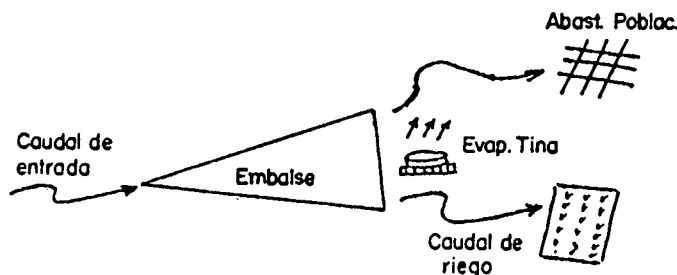
Volúmen al inicio del mes =  $10 \times 10^6 \text{ m}^3$   
 Caudal de entrada =  $3,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$   
 Caudal de abastecimiento =  $2,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$   
 Evaporación de la tina = 200 mm.  
 Coeficiente evaporimétrico = 0,75  
 Precip. sobre el embalse = 100 mm.  
 Area del embalse = 300 Há.

PARCELA DE RIEGO

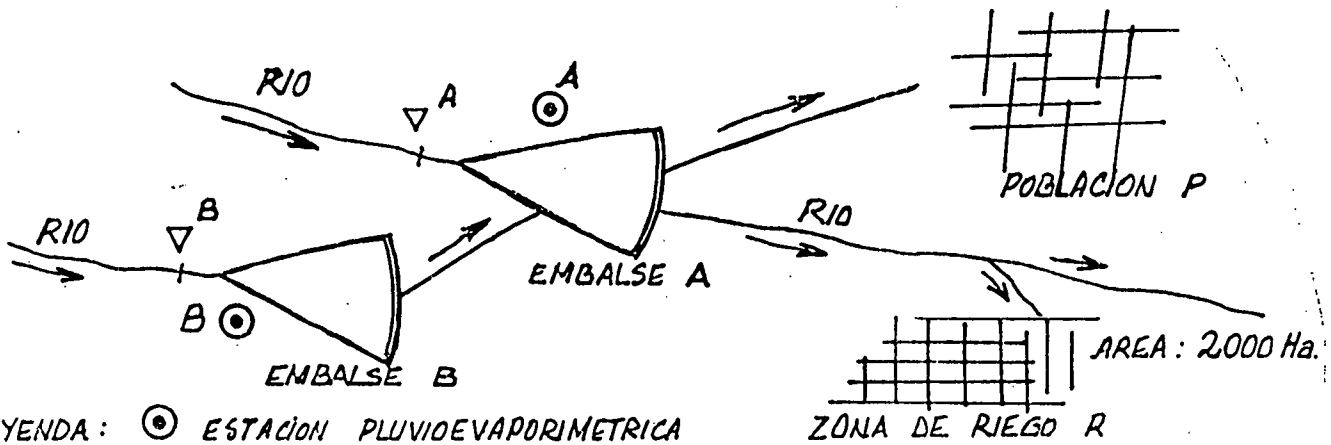
Almac. máximo del suelo = 100 mm.  
 Efic. del sist. de riego = 70%

Mes	Precip. (mm)	Temp. Media (°C)
E	0	23
F	0	23
M	10	24
A	5	25
M	20	25
J	40	24
J	60	24
A	40	26
S	100	26
O	70	27
N	10	26
D	10	25

FIGURA



Para abastecer una zona de riego (R) se cuenta con un embalse (A) que además se utiliza para el consumo de una población (P). Otro embalse auxiliar (B) conectado al embalse principal (A), proporciona reservas adicionales como medida de previsión. En cada uno de los embalses se miden los aportes, la precipitación y la evaporación en las estaciones hidrometeorológicas señaladas en la figura. Si la población tiene un consumo constante de  $0,5 \text{ (m}^3\text{/seg.)}$ , calcule la eficiencia de riego del sistema para cubrir una demanda neta en la zona de riego (R) de  $10 \text{ mm. al año}$ , si toda el agua disponible en los embalses se usará completamente en el año, además no habrá diferencia de almacenamiento entre el comienzo y final del año.



LEYENDA:  $\odot$  ESTACION PLUVIOEVAPORIMETRICA  
 $\nabla$  ESTACION HIDROMETRICA

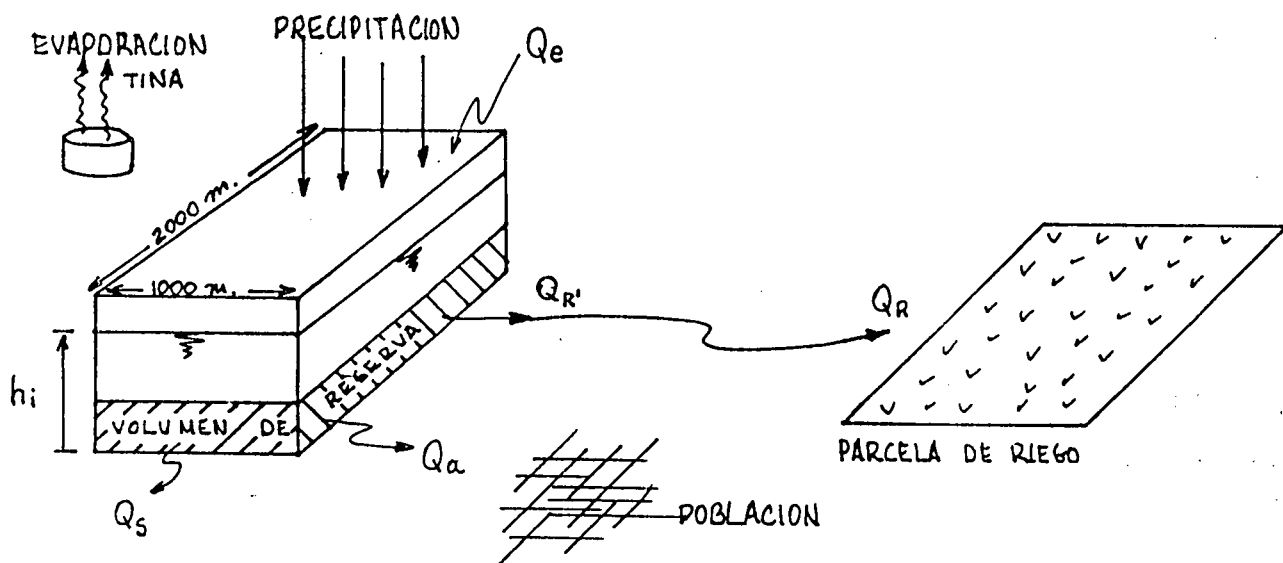
DATOS:

Precipitación medida en la estación A:	1.200 mm/año
Evaporación medida en la estación A:	2.500 mm/año
Precipitación medida en la estación B:	1.400 mm/año
Evaporación medida en la estación B:	1.500 mm/año
Caudal medio anual medido en la estación A:	$0,2 \text{ m}^3\text{/seg.}$
Caudal medio anual medido en la estación B:	$0,5 \text{ m}^3\text{/seg.}$
Area de la superficie libre del embalse A:	800 Há.
Area de la superficie libre del embalse B:	300 Há.
Area de la zona de riego R	2.000 Há.

	1978					1979	
	A	S	O	N	D	E	F
Precipitación (mm)	68	256	284	88	94	44	
Evaporación tina (mm)	200	250	300	320	310	290	
Coef. Cultivo (maíz)	0,37	0,76	0,88	0,60	0,20	0,20	0,32

FIGURA No. 2.

- $h_i$  = Altura de agua al final de Enero de 1979 = 7,61 m  
 Volúmen de reserva de urgencia =  $10 \times 10^6 \text{ m}^3$   
 Precipitación estimada para Febrero de 1979 = 10 mm  
 Evaporación tina estimada para Febrero de 1979 = 300 mm  
 $Q_a$  = Caudal para abastecimiento de la población = 500 l/s  
 $Q_e$  = Caudal de entrada al embalse = 800 l/s  
 $Q_r$  = Caudal para uso de riego = ? l/s  
 $Q_s$  = Caudal de salida por el lecho del río = ? l/s



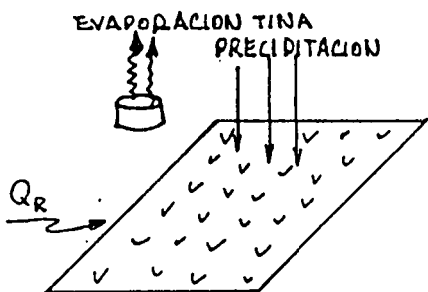
En la actualidad (2 de febrero de 1979) se está sembrando maíz en una parcela cuyos datos climatológicos, condiciones de suelo, área y eficiencia de riego se muestran en la figura No 1. Así mismo se estima que para el mes de febrero la precipitación y la evaporación de la tina en la parcela son los señalados en la referida figura.

Dicha parcela es regada con agua tomada de un embalse situado algo distante de ella y cuyas dimensiones, caudales que lo afectan, precipitación sobre el embalse y evaporación en tina se muestran en la figura No. 2.

NOTA: En el embalse no intervienen otras ganancias ni pérdidas mas que las que se señalan.

Si el embalse al final de enero de 1979 tenía la altura de agua que se muestra en la figura No. 2 y además es necesario dejar siempre un volumen de agua en reserva de urgencia, cuyo valor también se muestra en la figura, calcule el caudal máximo ( $Q_s$ ) en lts/seg. que Ud. podrá dejar escurrir por el lecho del río durante el mes de febrero sin que se produzcan inconvenientes en el suministro para la población y para el riego.

FIGURA No. 1



Area de la parcela	= 4500 Há.
Almacen. máximo del suelo	= 80 mm
Cultivo	= maíz
Efic. del sistema de riego	= 40%
Prec. estimada para Feb. 1979	= 16 mm
Evapor. estimada para Feb. 1979	= 250 mm

NOTA: Continúa en la siguiente página.

Los planes de riego de una parcela de algodón de 5000 há. indican que debe regarse durante febrero 1979 el 60% del cultivo, durante marzo 1979 el 40% restante y durante abril 1979 se debe regar toda la parcela. El agua para el riego la suministrará un embalse como el de la figura 1, el cual recibirá los caudales aportados por un río cuyos estimados se dan en la figura II. La eficiencia del sistema se estima en 40%.

Con la ayuda de los datos dados de la tabla 1 se pide calcular la cota mínima en m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar) a la que debe estar la superficie libre de las aguas embalsadas, a principios de febrero de 1979, para que se puedan cumplir los planes de riego mencionados.

FIGURA 1 ... EMBALSE

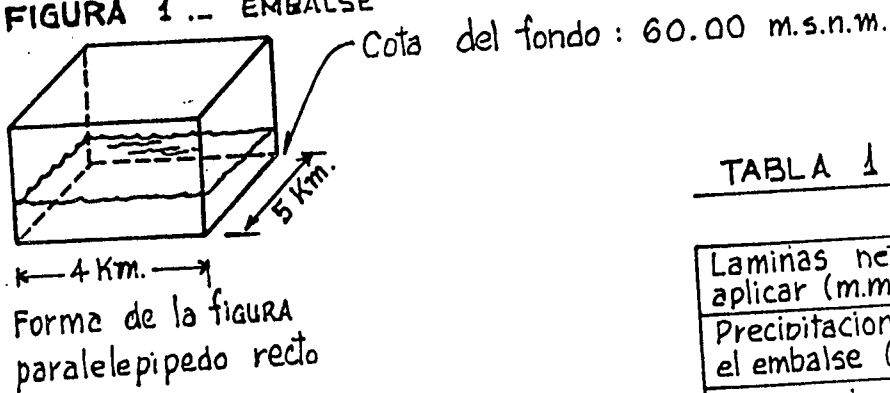
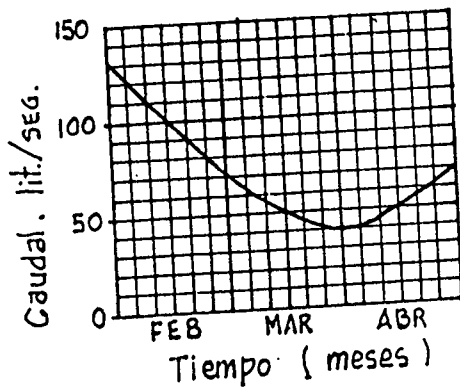


TABLA 1

	MESES		
	FEB	MAR	ABR
Laminas netas a aplicar (m.m)	30	40	50
Precipitaciones sobre el embalse (m.m.)	15	5	35
Evaporaciones del embalse (m.m.)	45	50	30
Coefficiente de cultivo	0,6	0,5	0,7



NOTA: Considere meses de 30 días.

Figura II ... HIDROGRAMA DE ENTRADA AL EMBALSE.

En una cuenca dada se proyecta construir un embalse en un área en donde actualmente existe una parcela de riego. Para un período de varios años se dispone de los datos hidroclimáticos promedio sobre el área que sería por el embalse mostrados en la tabla. Asuma una capacidad máxima de almacenamiento del suelo igual a 100 mm., que el fondo del embalse es impermeable y que el embalse comienza a llenarse de lro. de Enero. Determine la diferencia en el escurrimiento (en mm) a la salida del área con y sin el embalse, desde el lro. de enero hasta el 30 de junio, si las condiciones climáticas son iguales en ambos casos, y bajo la consideración de que toda el agua disponible en el embalse durante ese lapso se usa completamente.

Mes	Lluvia	Evap. Tina	Caudal que entra al Area del emb.
	(mm)	(mm)	(M <sup>3</sup> /seg.)
N	0	120	2
D	0	105	1
E	150	110	5
F	50	130	8
M	120	125	10
A	85	148	12
M	130	138	12
J	180	126	15

Considere para efectos de este problema que:

Coef. de cultivos = Coef. evaporimétrico = 0,75

El embalse ocupará totalmente la parcela de riego y será de forma rectangular.

En una determinada localidad ocurrió una precipitación cuya distribución de intensidades se dá a continuación:

INTERVALO DE TIEMPO (minutos)	INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hora)
0 - 5	15
5 - 10	30
10 - 15	10

Para la misma zona se encontró que para el momento de ocurrir la lluvia el valor de capacidad de infiltración era de 10 mm/hora, tendiendo a un valor constante de 2,5 mm/hora, ~~tendiendo a un valor constante de 2,5 mm/hora.~~

Si la constante de infiltración para el suelo y superficie particular fué de  $0,1 \text{ minutos}^{-1}$ , determine la lámina escurrida y la lámina infiltrada para dicha lluvia sabiendo que:

$$f_p = f_c + (f_o - f_c)e^{-kt}$$

$f_p$  = capacidad de infiltración (mm/hora) para cualquier t.

$f_c$  = valor mínimo de  $f_p$  (estable) en mm/hora.

$f_o$  = valor máximo de  $f_p$  al inicio de la lluvia.

k = constante en  $\text{minutos}^{-1}$

t = tiempo desde el comienzo de la lluvia en minutos.

NOTA: Considere, para fines de este problema, que  $f_p$  varía linealmente entre los intervalos señalados en la lluvia.

Una tormenta deposita sobre una cuenca pequeña, precipitaciones con las características de la tabla. Por medio de experimentos de campo previos a la tormenta mencionada se determinaron las características de la capacidad de infiltración de la cuenca, obteniéndose:

- a)  $f_o = 50$  mm/hora     $f_c = 10$  mm/hora     $k = 0,0231$  minutos<sup>-1</sup>  
para suelo seco al comienzo de cualquier tormenta.
- b)  $f_o = 30$  mm/hora     $f_c = 10$  mm/hora     $k = 0,0200$  minutos<sup>-1</sup>  
para suelo húmedo al comienzo de cualquier tormenta.

Se pide:

Determinar el escurrimiento superficial en mm, suponiendo:

- a) Suelo seco al comienzo de la tormenta, y  
b) Suelo húmedo al comienzo de la tormenta.

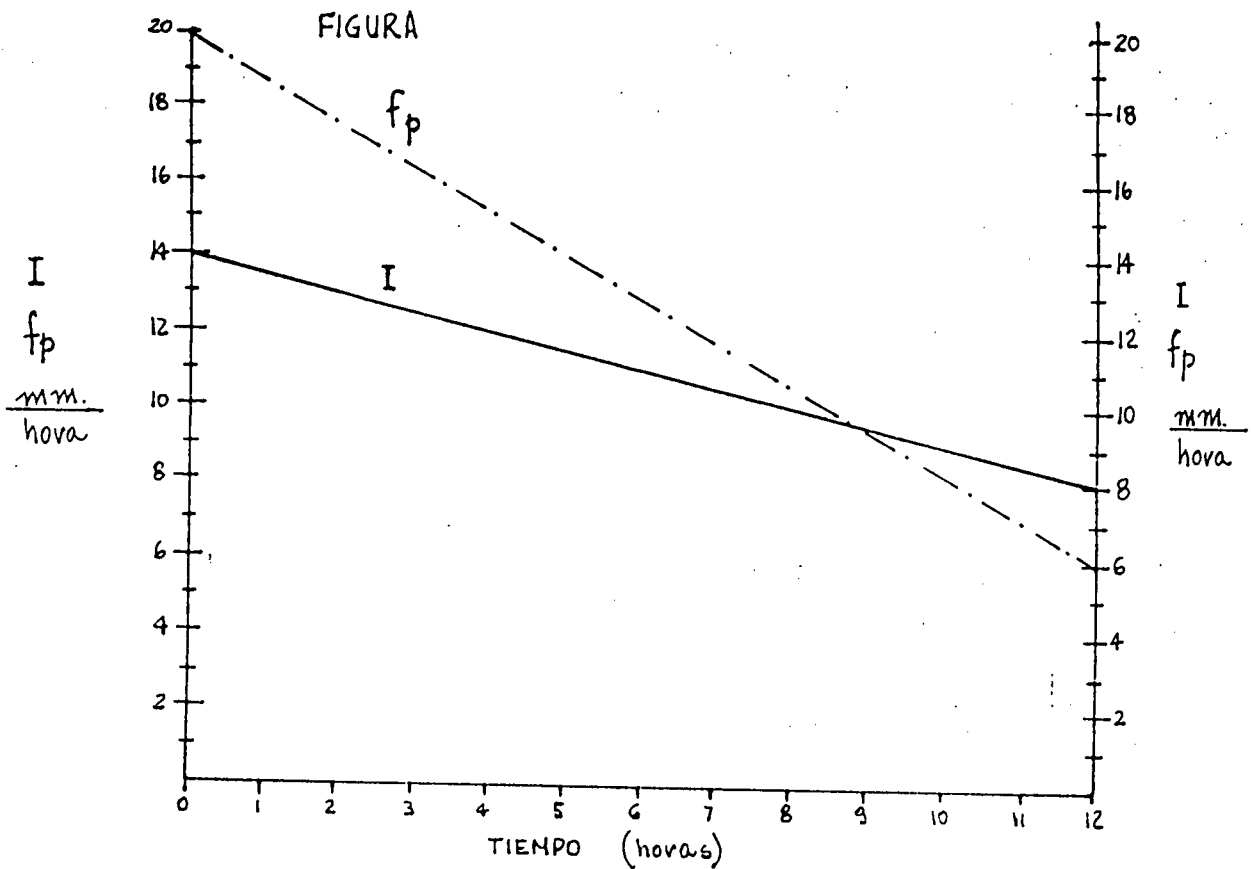
NOTA: Calcule de  $f_p$  cada 15 minutos y suponga variación lineal entre ellos

TABLA

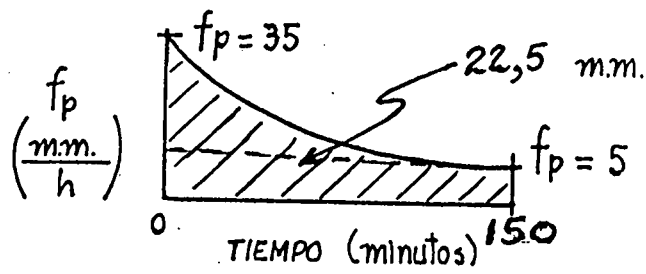
INTERVALO DE TIEMPO (HLV)	INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hora)
0900 a 0915	50
0915 a 1000	70

Dadas las relaciones de capacidad de infiltración e intensidad de lluvia mostradas en la figura, correspondientes a una tormenta caída sobre una cuenca determinada cuya área es de 100 ha, calcule:

- El escurrimiento para el intervalo de tiempo desde la hora 7 hasta la hora 11 (en mm.).
- El volúmen total infiltrado entre las horas cero y doce (0 - 12) en  $m^3$ .

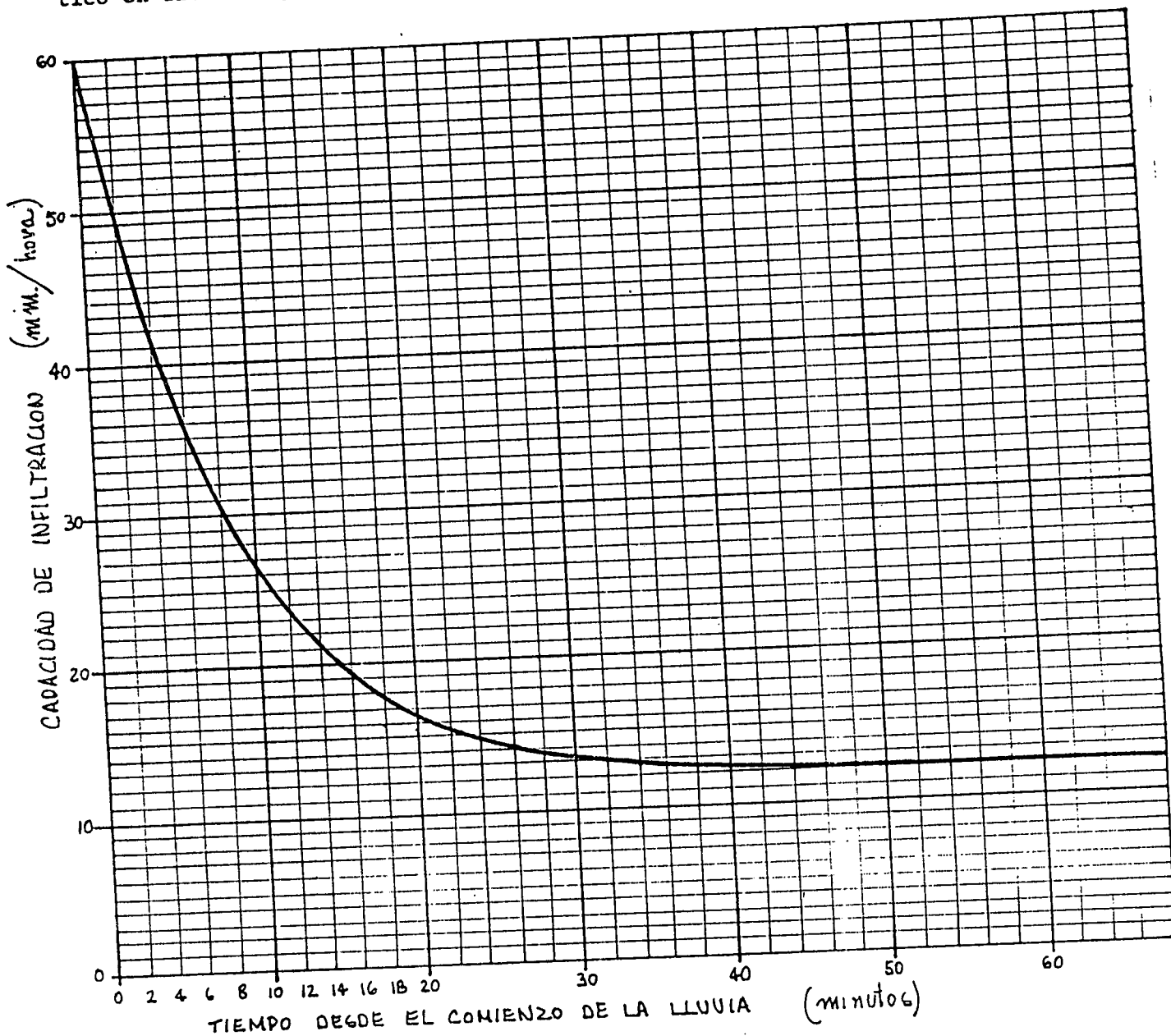


Determine la constante de infiltración "K" de la curva  $f_p$  que se muestra a continuación.



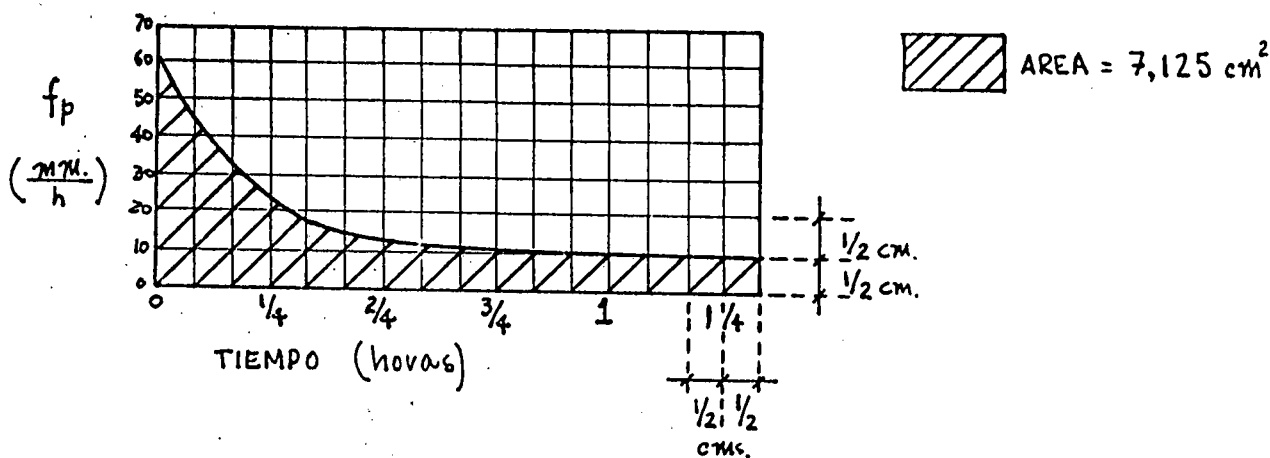
En la figura anexa se muestra una curva de capacidad de infiltración para ciertas condiciones de humedad inicial del suelo, y la cual será usada en un programa de computación.

Se desea hallar la ecuación de dicha curva a fin de hacerla de uso práctico en dicho computador.



Determine el valor de la constante "k" en minutos<sup>-1</sup>, de la curva de capacidad de infiltración que se muestra en la figura.

FIGURA



En un suelo se realizó una medición con un infiltrómetro, encontrándose que la lámina de agua descendía de acuerdo a los valores que se muestran en la tabla.

- Se pide:
- Dibujar la curva de capacidad de infiltración ( $f_p$ ) en mm/hr.
  - Hallar la ecuación de la curva  $f_p$  (Ecuación de Horton).
  - Utilizando los mismos valores de  $f_o$  y  $f_c$  de la curva del punto "a", dibuje dos curvas adicionales para:

$$K = 0,05 \text{ minutos}^{-1}$$

$$K = 0,10 \text{ minutos}^{-1}$$

TABLA

TIEMPO (min.)	LAMINA DE AGUA ( mm. )
0	60,0
5	55,9
10	53,0
15	50,8
20	49,1
25	47,8
30	46,7
40	44,9
50	43,4
60	42,0
80	39,4
100	36,8
120	34,2

En un suelo se efectuó una prueba de infiltración utilizando para ello un infiltrómetro, para lo cual se inundó dicho infiltrómetro y se comenzó a añadir agua dentro del mismo, siendo los valores del tiempo desde el comienzo de la prueba y la lámina de agua añadida en cada uno de esos tiempos los que se muestran en la tabla N° 1. Inmediatamente después de terminada la prueba ocurrió una tormenta sobre la zona, cuya precipitación que llegó al suelo en cada intervalo de 5 minutos, se muestra en la tabla N° 2.

Se desea determinar:

TABLA N° 2

Intervalo de tiempo (minutos)	Precip. (mm)
0 - 5	4.0
5 - 10	5.0
10 - 15	8.0
15 - 20	6.0
20 - 25	2.5
25 - 30	2.0
30 - 35	1.5
35 - 40	0.0

- El volúmen de escurrimiento que produjo cada hectárea de terreno expresada en  $m^3/Há.$
- El volúmen infiltrado en cada hectárea de terreno expresado en  $m^3/há.$
- La ecuación de la curva de infiltración correspondiente a la prueba efectuada.

TABLA N° 1

Tiempo desde el comienzo de la prueba (min)	Lámina de agua añadida para mantener el nivel (mm)
2	1.4
5	1.9
10	2.7
15	2.2
20	1.9
25	1.7
30	1.5
40	2.8
50	2.7
60	2.6
80	5.0
100	5.0
120	5.0

En una determinada localidad ocurrió una precipitación cuya distribución de intensidades se da a continuación:

Intervalo de tiempo (minutos)	Intensidad de lluvia mm/hora
0 - 15	80
15 - 30	70
30 - 45	35

Para la misma localidad se encontró que para el momento de ocurrir la lluvia, la capacidad de infiltración del suelo podía expresarse por la siguiente ecuación:

$$f_p = 14 + 54 e^{-kt}$$

y la lámina de infiltración, transcurridos 90 minutos desde el comienzo de la tormenta, era de 25,5 mm. y para ese tiempo ya se había alcanzado el  $f_c$ .

Determinar: a.) La lámina de escurrimiento durante la tormenta.

b.) La lámina infiltrada durante la tormenta.

NOTA: Para efectos de este problema considere que la capacidad de infiltración varía linealmente dentro de los intervalos de tiempo indicados en la lluvia.

En una cuenca se encuentran tres estaciones A, B y C cuyas áreas de influencia dentro de la cuenca son las siguientes:

$$A = 2,4 \text{ Km}^2$$

$$B = 3,0 \text{ Km}^2$$

$$C = 4,2 \text{ Km}^2$$

Si sobre la referida cuenca ocurre una tormenta y los valores del caudal medio a la salida de ella y los de precipitación en las estaciones son los que se indican a continuación para los intervalos de tiempo, determine:

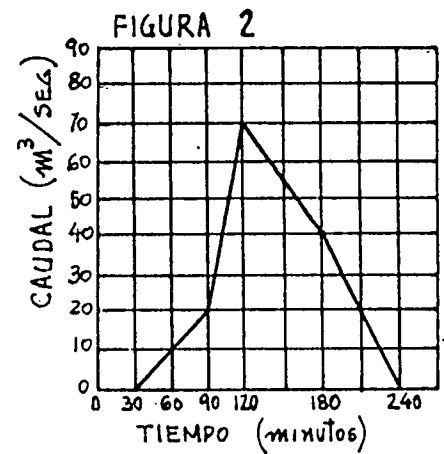
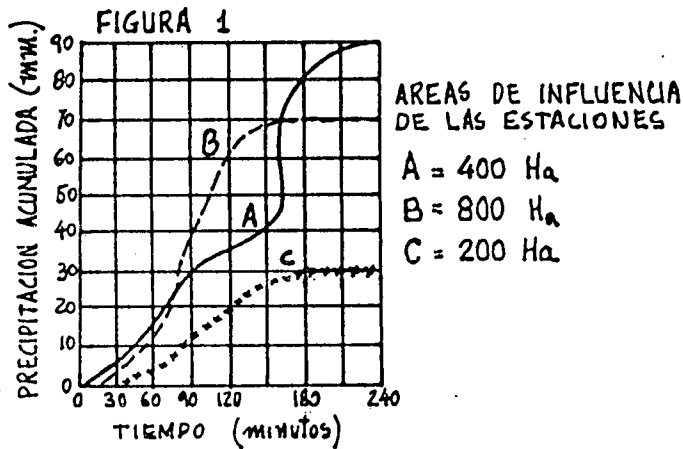
- a) Las pérdidas ocurridas en dicha tormenta en mm y en %
- b) El coeficiente de escurrimiento en %

INTERVALO DE TIEMPO (hora)		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
CAUDAL MEDIO (m <sup>3</sup> /seg)		0	6	14	10	8	6	4	0
PRECIPITACION EN MM	ESTACION A	20	10						
	ESTACION B	70	35						
	ESTACION C	30	15						

Sobre una cuenca ocurrió una tormenta cuya precipitación fue registrada por las estaciones A, B y C según se muestra en la figura N° 1. Dicha tormenta produjo una variación de caudales a la salida de la cuenca según se muestra en la figura N° 2.

Determine:

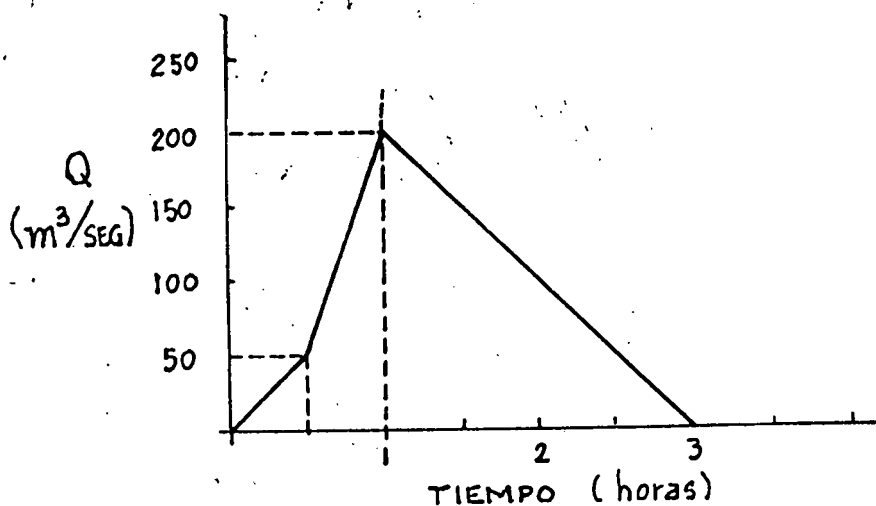
- Lámina escurrida en mm
- Pérdidas en %
- Coefficiente de escurrimiento en %



En la figura se muestra el hidrograma de creciente ocasionado por la lluvia de intensidad constante de 40 mm/h y de duración 2 h, ocurrida sobre una cuenca de 49,5 Km<sup>2</sup>.

Las pérdidas en esa tormenta se transformaron en su totalidad en infiltración, siendo la capacidad de infiltración al inicio de la lluvia de 38 mm/h y estabilizándose dicha capacidad, antes de finalizar la lluvia, en un valor de 28 mm/h.

Determine la constante de infiltración "K" en minutos<sup>-1</sup>, de la curva de capacidad de infiltración del suelo de la cuenca.



En una cuenca de 100 Km<sup>2</sup> ocurrió una tormenta cuya precipitación media sobre dicha cuenca fue de 75 mm distribuidos según la tabla No. 1. Las pérdidas que se produjeron en esta tormenta fueron ocasionadas por infiltración y evaporación, alcanzando estas últimas (evaporación) un total de 1032600 metros cúbicos. Con respecto a la infiltración se sabe que  $f_0 = 40$  mm/h y que  $f_c = 10$  mm/h, siendo la capacidad de infiltración a los 12 minutos desde el comienzo de la lluvia igual a 35,36 mm/h.

Por otra parte, durante el resto del año en que ocurrió dicha tormenta no se observó ninguna variación notable en los caudales del río, pudiéndose estimar un caudal medio para este resto del año de 1 m<sup>3</sup>/seg.

Con toda el agua producida durante el año, previamente embalsada, se desea regar una superficie de 200 Has. cuyas características de valores medios se indican en la Tabla No. 2.

- Determine:
- El agua necesaria que hay que suplirle al cultivo, desde el embalse durante el año (m<sup>3</sup>).
  - El agua sobrante en el embalse si la hay (m<sup>3</sup>).
  - Si se usara solamente el agua proveniente de la tormenta para regar la superficie de cultivo, determine los valores de déficit y excedentes durante el año en la parcela si la hay (mm).

NOTA:

- No hay pérdidas en el embalse.
- El embalse está vacío cuando comenzó el año en que ocurrió la tormenta mencionada.
- El embalse tiene una capacidad tal que en él se puede almacenar toda el agua que produjo el río en el año en que ocurrió la tormenta.
- Considere que la capacidad de infiltración varía linealmente entre los intervalos de tiempo que se señalan en la Tabla No. 1.

T A B L A No. 1.

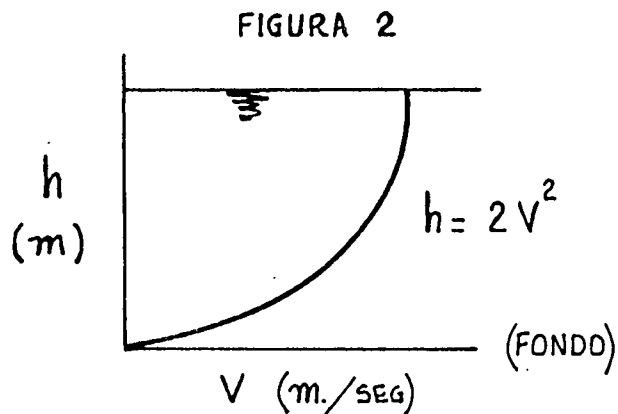
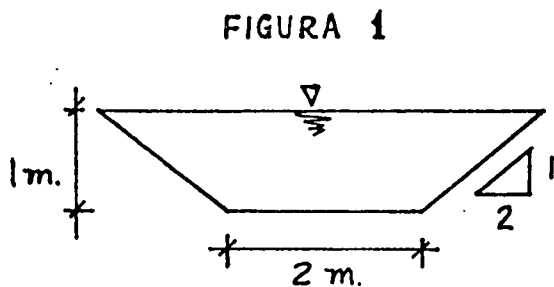
INTERVALO DE TIEMPO EN MINUTOS	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35
PRECIPITACION EN mm.	13	10	14	16	13	5	4

T A B L A No. 2.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PRECIPIT. (mm)	0	0	10	25	90	160	130	180	85	60	16	10
ETP (mm)	120	108	116	200	180	160	140	150	155	130	135	110

Eficiencia de riego 0,60/Coeficiente de cultivo 0,80.  
 Almacenamiento máximo del suelo 80 mm.  
 Almacenamiento en el suelo al comienzo del año = 0 mm.

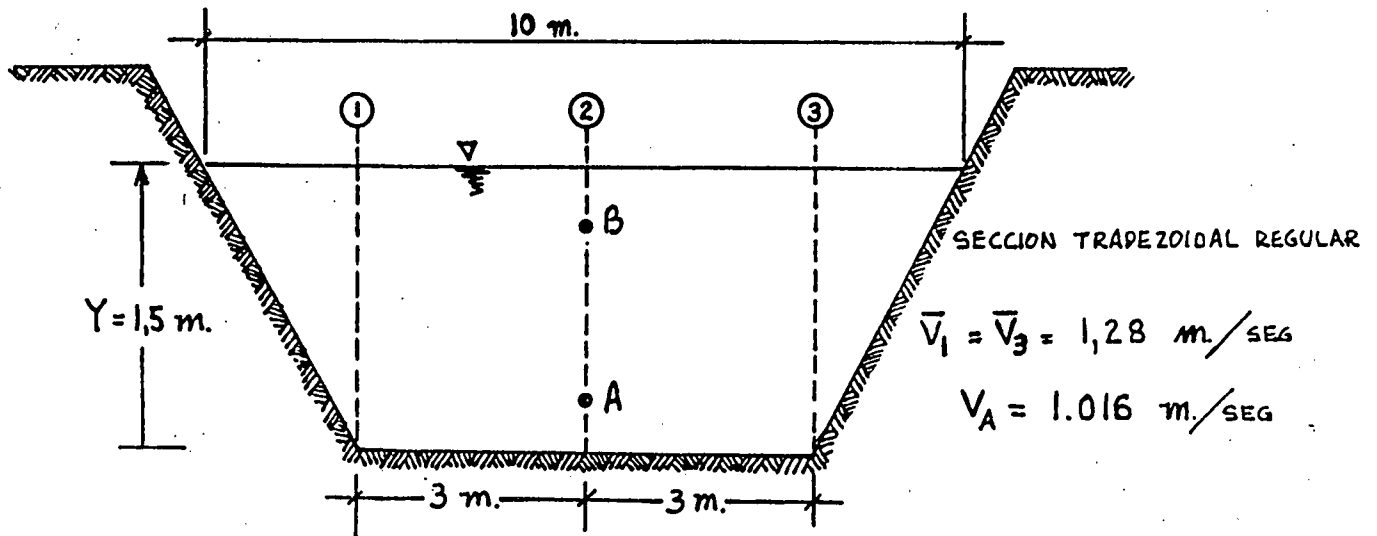
En un determinado río se realiza un aforo de vado por el método de Sección-Velocidad. En la figura N° 1 se muestra la sección del río y en la figura N° 2 la curva de Velocidades Vs. Altura sobre el Fondo del Canal, valedera para cualquier vertical en la sección. Calcule el caudal aforado.



NOTA: Para efectos de éste problema considere verticales con separación de 0,5 mts.

Con las dimensiones y los datos que se dan en el dibujo se pide calcular:

- El caudal que corresponde a la altura de agua indicada empleando la ecuación de Manning.
- La velocidad del flujo en el punto "B", dado que "A" se encuentra al 20% de "Y" en la dirección indicada y "B" se encuentra al 80% en la misma dirección.



COEFICIENTE DE RUGOSIDAD = 0,27

PENDIENTE DE LA SUPERFICIE DE AGUA = 0,001

$\bar{V}_1$  = VELOCIDAD MEDIA EN LA VERTICAL 1

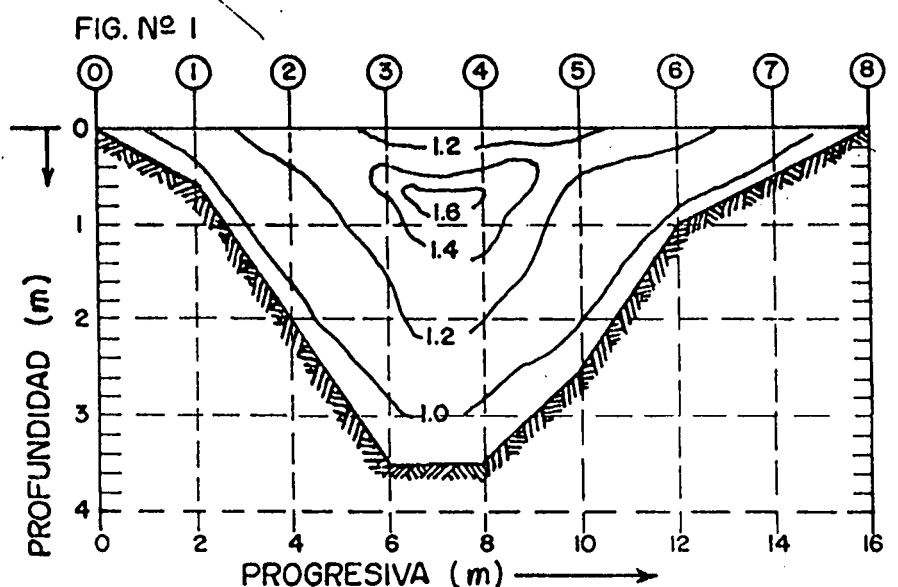
$\bar{V}_2$  = " " " " " 2

$\bar{V}_3$  = " " " " " 3

$\bar{V}_A, \bar{V}_B$  = VELOCIDADES EN EL PUNTO "A" y "B"

En un cierto río, cuya sección esquematizada se muestra en la figura No. 1, se ha efectuado un aforo en el momento en que ocurría la creciente máxima del año 1976. Con las velocidades puntuales medidas en el aforo, se han trazado líneas de igual velocidad (isotacas) las cuales se incluyen en el dibujo de la sección. Se cuenta además con el récord de niveles que se muestra en la figura No. 2, medidos en el sitio del aforo. La curva de gastos correspondientes se presenta en la figura No. 3.

Calcule el período de retorno de la creciente de 1976, considerando para efectos de este ejercicio una variación lineal entre cualquiera de los valores sucesivos de la tabla No. 1.



NOTA : Para brevedad de este problema utilice solamente las verticales de sondeo que se señalan

FIG. Nº 2 ... FLUVIOGRAMA

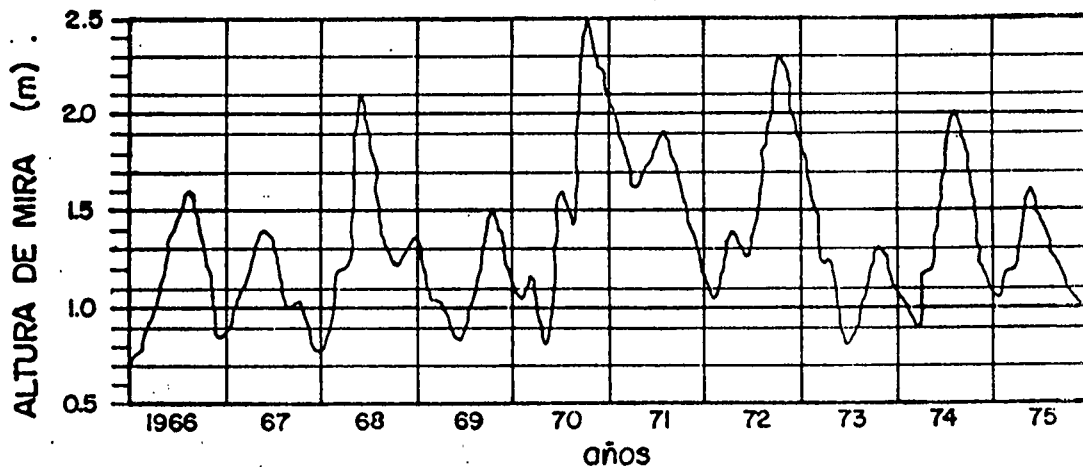


FIG. Nº 3 ... CURVA DE GASTOS

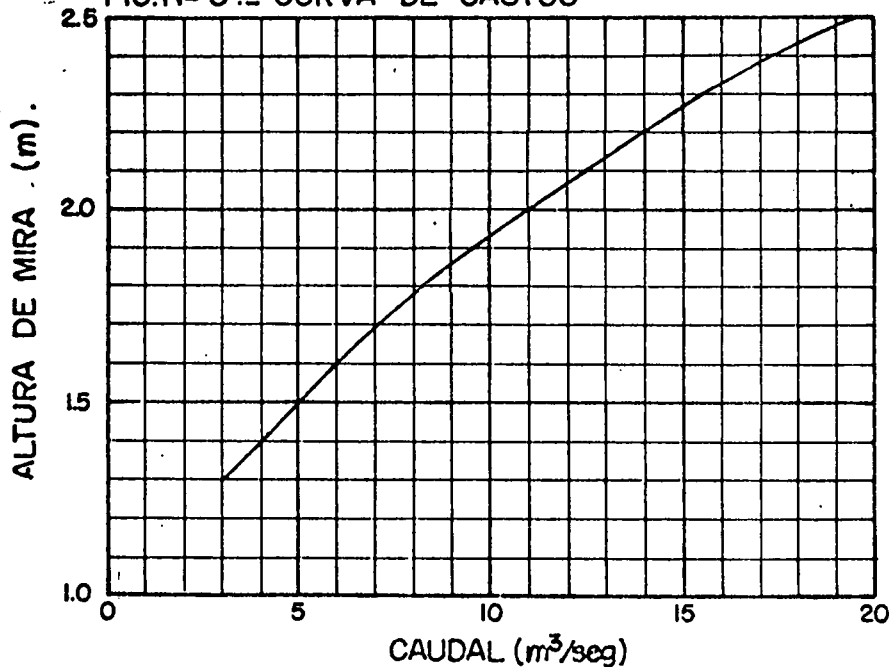


TABLA Nº I

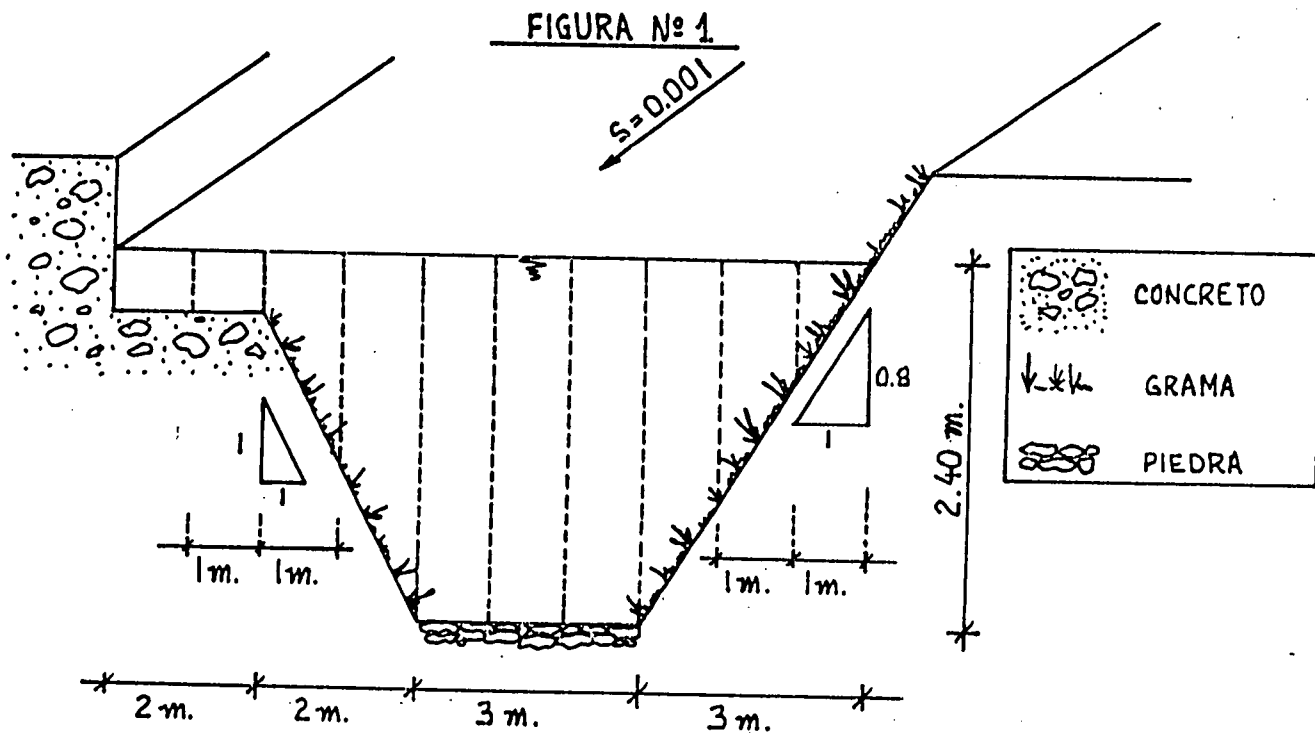
FACTOR DE FRECUENCIA "K"

Tr (años) ↓	AÑOS DE REGISTRO		
	10	20	30
5	1.048	0.919	0.820
20	2.606	2.302	2.086
50	3.588	3.179	2.889
100	4.323	3.836	3.491

NOTA : Considere que K varia lineal-  
mente entre los valores indicados.

En un canal como el que se muestra en la figura N° 1, se ha encontrado que la distribución de velocidades en cualquier vertical viene dada por la relación que muestra en la figura N° 2.

Determine el coeficiente de rugosidad de la sección cuando el nivel del agua ascendió hasta los 2,40 metros desde el fondo del canal.



En la figura que se muestra a continuación se presenta una sección transversal de un cauce en el momento de producirse la creciente máxima del año 1977. Si se conocen los siguientes datos:

Pendiente media del cauce = 0,003

Coefficiente de rugosidad de Manning = 0,025

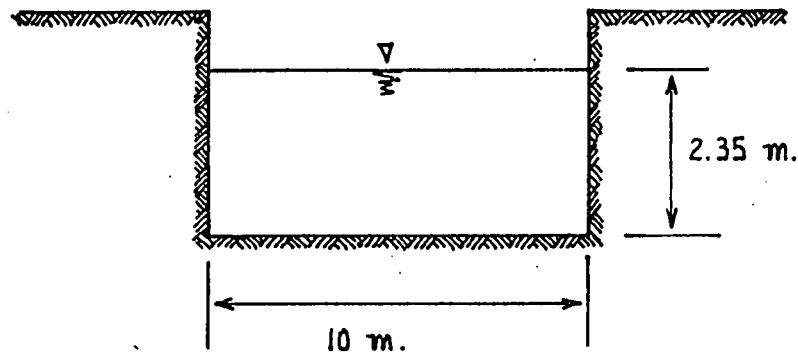
Media de los caudales máximos anuales =  $38,9 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Desviación típica de los caudales máximos anuales =  $18,52 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Período de registro = 1951 - 1975

Se pide determinar el período de retorno del caudal correspondiente al nivel de agua en la figura.

FIGURA



En la tabla N° 1 se dan los caudales máximos anuales de un río "R" en un sitio "X". En la figura N° 1 se presenta la sección transversal de un canal que se piensa construir en el sitio "X", con la finalidad de evitar las inundaciones periódicas que produce el desbordamiento de las aguas del cauce. Se pide:

- El caudal máximo anual de probabilidad de excedencia de 7.143%
- La capacidad máxima del canal ( $M^3/seg$ ).
- Determinar si el canal permite el paso del caudal de agua de probabilidad de ocurrencia 7.143%

T A B L A 1

AÑO	CAUDAL	AÑO	CAUDAL
77	570	72	593
76	490	71	470
75	530	70	451
74	400	69	627
73	425	68	407

T A B L A D E K

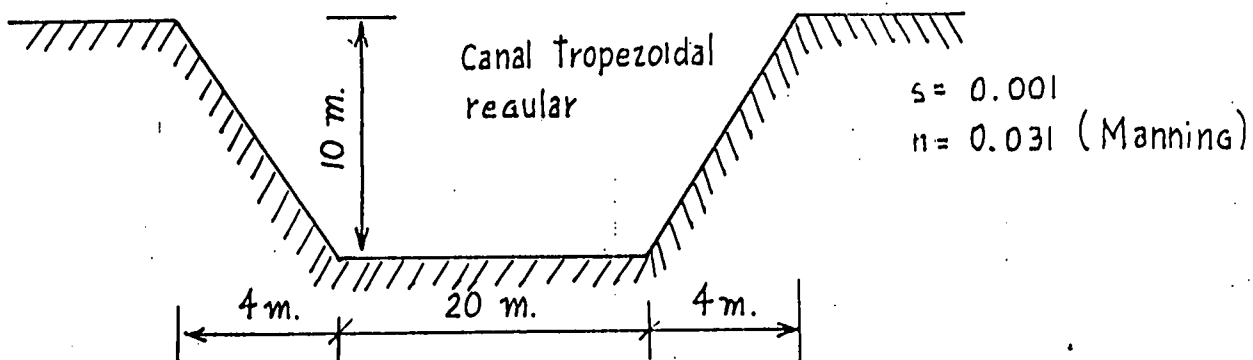
$T_r$

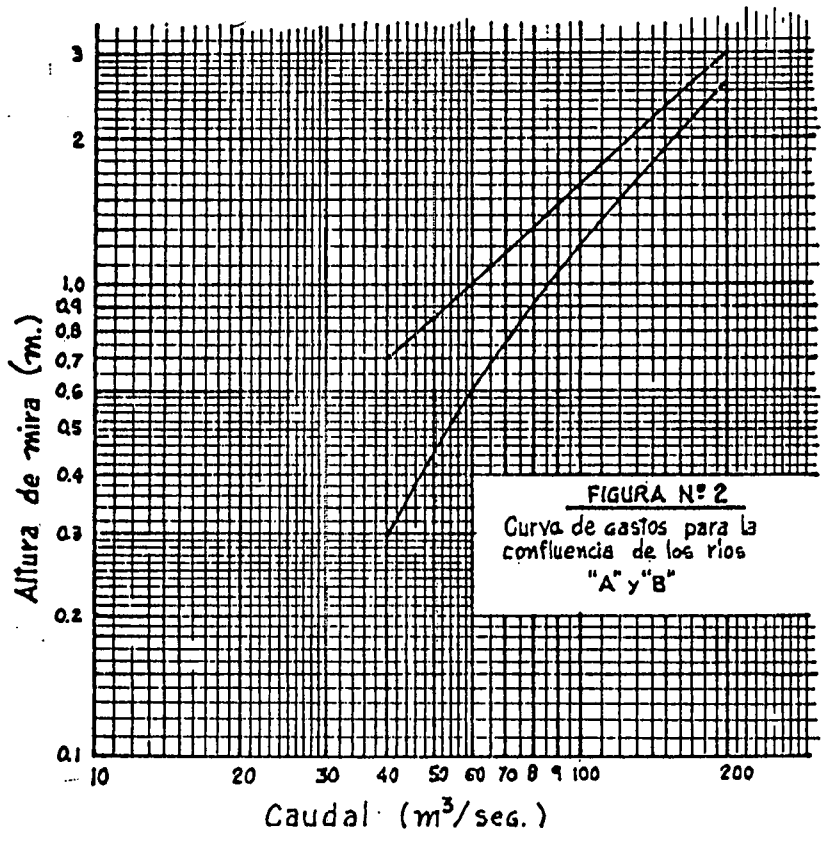
AÑOS DE REGISTRO

$T_r$	10	14
10	1.85	1.72
12	2.05	1.91
14	2.22	2.07

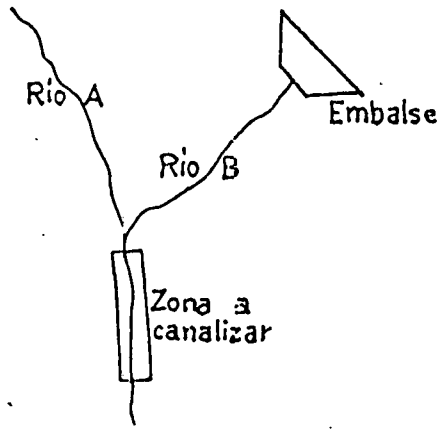
CAUDALES DADOS EN  $m^3/seg$ .

FIGURA 1





**FIGURA Nº 1**



VALORES DEL FACTOR FRECUENCIA "K"

PERIODO DE RETORNO Tr (años)	NUMERO DE AÑOS DE REGISTRO (n)							
	8	9	10	11	12	13	14	15
5	1.071	1.059	1.048	1.026	1.008	0.993	0.979	0.967
10	1.861	1.846	1.831	1.796	1.768	1.743	1.721	1.702
20	2.620	2.601	2.583	2.536	2.498	2.463	2.434	2.404
50	3.601	3.579	3.557	3.493	3.442	3.396	3.356	3.320
100	4.337	4.311	4.286	4.210	4.149	4.094	4.047	4.004

En la zona de confluencia de dos ríos, uno de los cuales se aprovecha para la generación de energía hidroeléctrica, se ha hecho indispensable la realización de una obra de canalización de las aguas (ver figura No. 1) para evitar su desbordamiento.

Si se tiene la siguiente información:

- a) Tabla No. 1: Resumen de caudales máximos anuales del río "A" en un sitio próximo a la confluencia con el río "B".
- b) En el embalse ubicado en el río "B" se sabe que la relación de potencia generada en función del caudal de salida es:

$$\text{Potencia (Megavatios)} = 3,0 \times Q \text{ salida (m}^3/\text{seg)}.$$

y que dicha potencia puede variar entre 100 y 420 Megavatios.

- c) Figura No. 2: curva de gastos y linealización de la misma para el sitio de confluencia de los dos ríos "A" y "B".

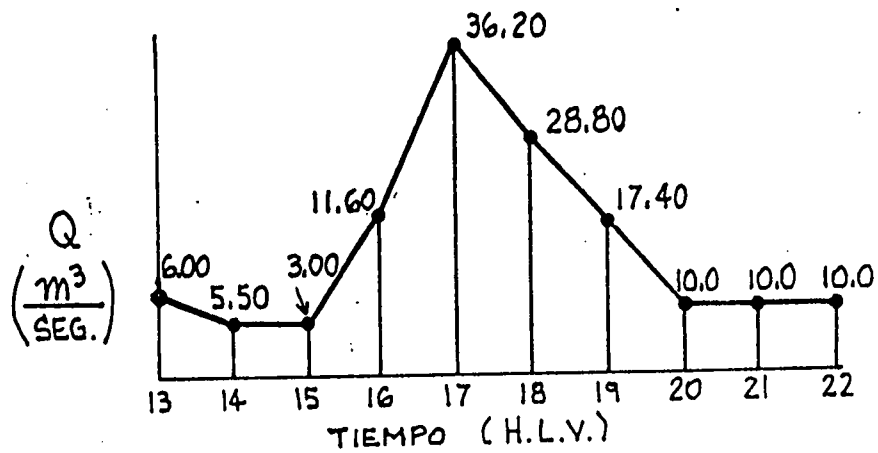
Se desea determinar, para el caso de que en el río "A" ocurra una crecida de probabilidad de ocurrencia del 5% en el momento de la generación máxima de energía de la presa, lo siguiente:

- a) La altura de mira que alcanzaría el agua en el sitio a canalizar en las condiciones actuales, es decir antes de la canalización.
- b) La velocidad media del agua en un canal rectangular de concreto (coeficiente de rugosidad 0,015) con pendiente 0,007 y cuya base es de 30 m.

T A B L A No. 1

	CAUDALES MAXIMOS ANUALES DEL RIO "A"											
AÑO	1960	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Q máx. (m <sup>3</sup> /seg)	315	303	320	322	300	350	287	295	310	312	290	340

En base al hidrograma total que se muestra a continuación y a los datos que también se anexan, determine el caudal máximo (pico) producto de otra tormenta sobre la misma cuenca y cuya precipitación fue de 100 mm.

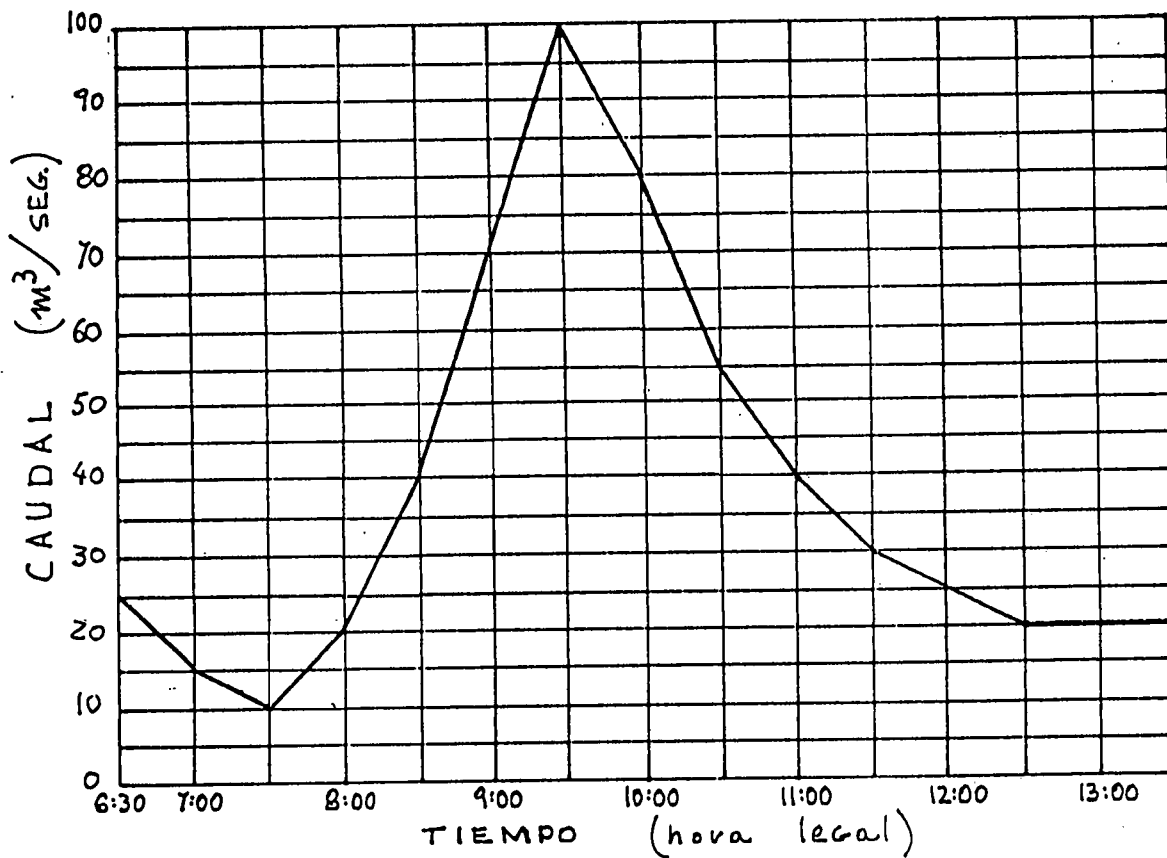


Area de la cuenca = 46.08 Km<sup>2</sup>

Precipitación sobre la cuenca  
que produjo este hidrograma = 25 mm.

Sobre una cuenca de  $65 \text{ Km}^2$  Ha ocurrido una tormenta ocasionando una creciente según se muestra en el hidrograma de la figura adjunta, si el coeficiente de escurrimiento de dicha cuenca es de 0,25, Determine:

- La precipitación media sobre la cuenca que ocasionó esta creciente.
- Las ordenadas del hidrograma unitario.
- El hidrograma total resultante de otra tormenta que ocurrió bajo las mismas condiciones que la anterior y cuya precipitación media sobre la cuenca fue de 80 mm.



En un cierto río, se ha registrado una creciente cuyos datos aparecen en la tabla No. 1, originada por la tormenta que se muestra en la figura No. 1 de este problema. La curva de gastos correspondiente se muestra en la figura No. 2.

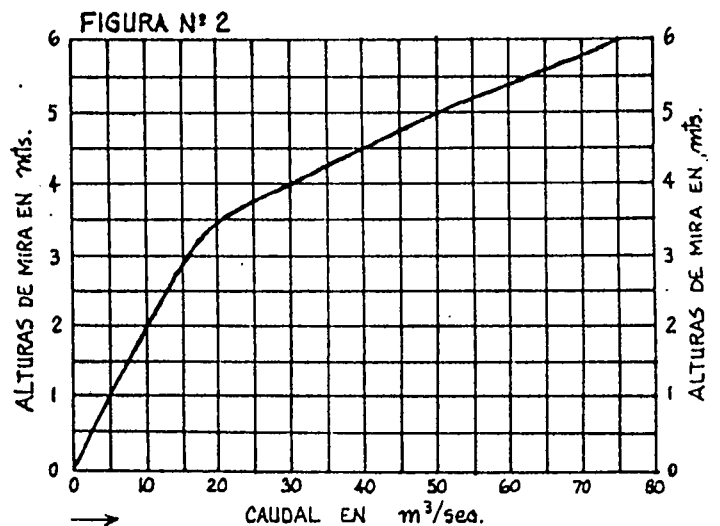
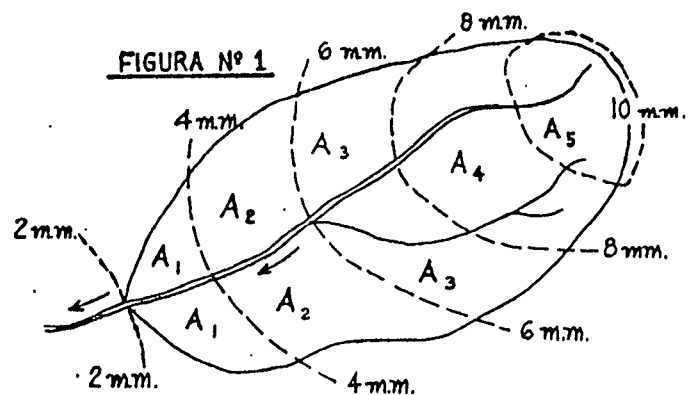
Se pide calcular:

- Pérdidas, expresadas en % de la lluvia
- Ordenadas del Hidrograma Unitario.

T A B L A No. 1

FECHA	HORA	NIVEL (mts.)
11-02-76	23:00	2.5
	24:00	2.25
12-02-76	01:00	2.00
	02:00	4.50
	03:00	6.00
	04:00	4.50
	05:00	3.00
	06:00	2.50
	07:00	2.00
	08:00	2.00

- $A_1 = 30 \text{ Km}^2$   
 $A_2 = 50 \text{ Km}^2$   
 $A_3 = 70 \text{ Km}^2$   
 $A_4 = 80 \text{ Km}^2$   
 $A_5 = 70 \text{ Km}^2$



En el suelo de una cuenca de 764 Ha. se ha observado que:

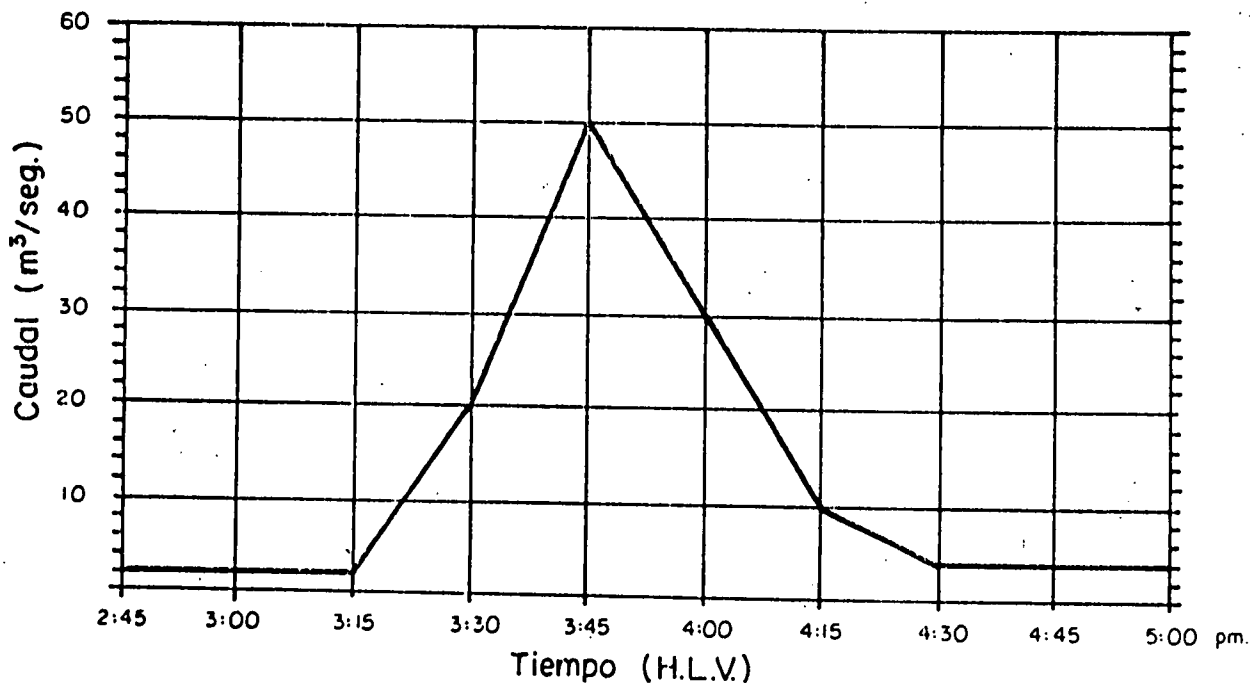
$$f_o = 68 \text{ mm/h y } f_c = 14 \text{ mm/h}$$

así como también que en dicho suelo se infiltra como máximo 25,5 mm. de agua durante 90 minutos (contados a partir de  $f_o$ ), tiempo en el cual ya se ha alcanzado su mínima capacidad de infiltración ( $f_c$ ).

Por otra parte sobre dicha cuenca ocurrió una tormenta que originó la creciente que se muestra en la figura No. 1.

Se pide determinar el caudal máximo o pico del hidrograma total que ocasionará una lluvia de intensidad constante igual a 150 mm/h y duración 20 minutos, si dicha lluvia ocurre bajo las mismas condiciones de la que produjo la creciente de la figura No. 1. y que además las pérdidas que se originan en la cuenca son solo producto de la infiltración.

FIGURA Nº 1



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DPTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
HIDROLOGIA 1701

PROBLEMA No. 86  
TEMA No. 8 y 11

Las ordenadas del Hidrograma Unitario de una cuenca se muestra en la tabla adjunta. Si el coeficiente de escurrimiento es de 0,35; Calcule el Hidrograma Directo de una precipitación media sobre la cuenca de 90 mm.

TIEMPO (hr)	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
CAUDAL UNITARIO (M <sup>3</sup> /seg.)	0,0	1,3	2,6	2,2	1,0	0,0

Sobre una cuenca de  $17,1 \text{ Km}^2$ , ocurrió una tormenta "A" la cual generó la creciente que se muestra la figura No. 1 y cuyo hidrograma se puede considerar característico de las crecientes de esa cuenca.

En la figura No. 2, se muestra un croquis de una curva de capacidad de infiltración típica de la cuenca.

Determine:

- a) La ecuación de la curva de capacidad de infiltración de la figura No. 2.
- b) El hidrograma total resultante de la tormenta "B" que se muestra en la figura No. 3, si en la cuenca solo existen pérdidas por infiltración y las cuales ocurren según la curva de capacidad de infiltración correspondiente a la figura No. 2.

NOTA: Para brevedad del problema utilice intervalos de tiempo de 5 minutos en el cálculo de las pérdidas por infiltración.

FIGURA N° 1  
Creciente generada por la  
tormenta "A"

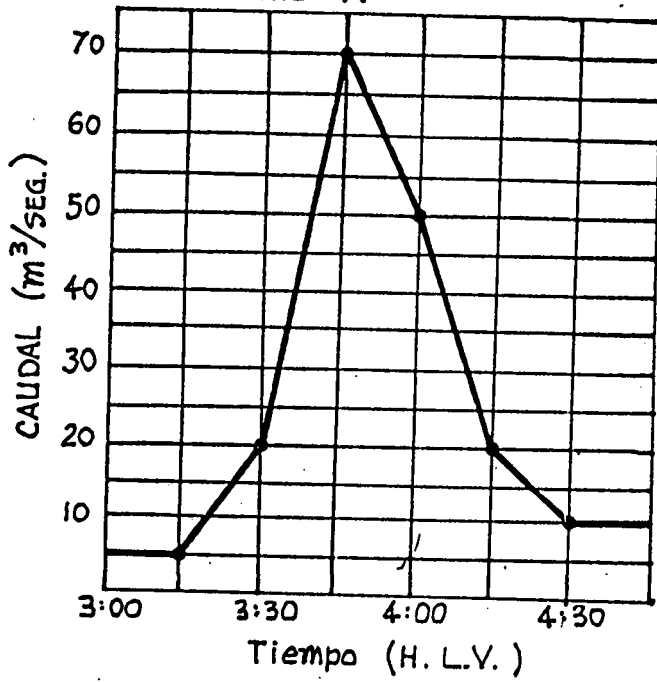


FIGURA N° 2

"CROQUIS"

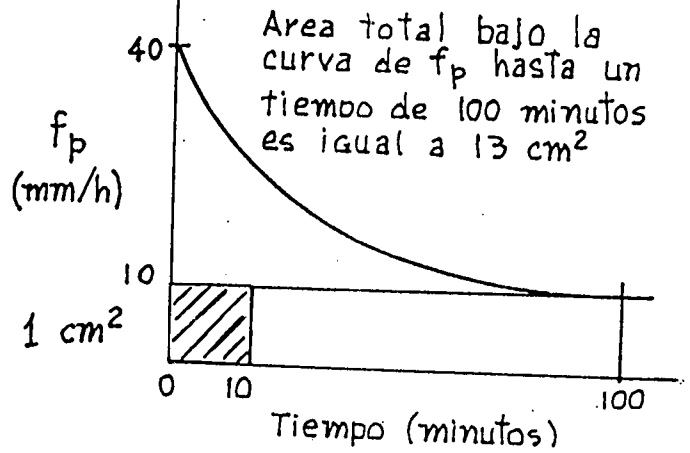
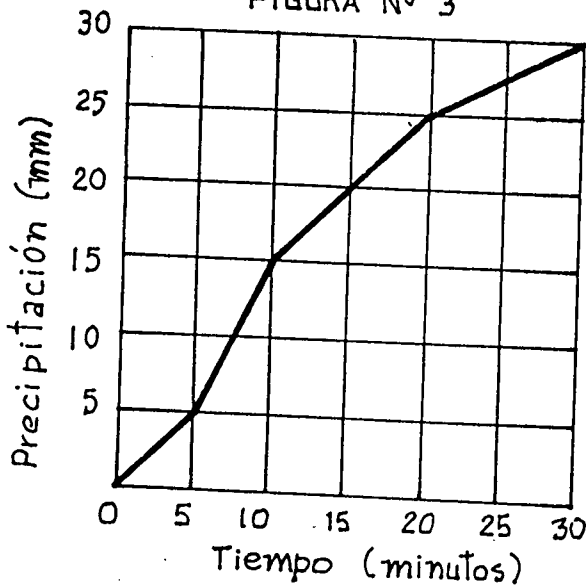


FIGURA N° 3



Tormenta "B"

Curva de precipitación  
acumulada

Sobre una cuenca de  $49 \text{ Km}^2$  se han podido registrar los hidrogramas de dos crecientes que se muestran en las figuras Nos. 1 y 2, si sobre la misma cuenca sucede una tercera tormenta de igual duración que las anteriores y cuya precipitación media sobre la cuenca fué de 54 mm, determine el hidrograma total producto de la tercera tormenta.

FIGURA 1 TORMENTA N° 1  
 PRECIP. MEDIA: 32,1 mm.

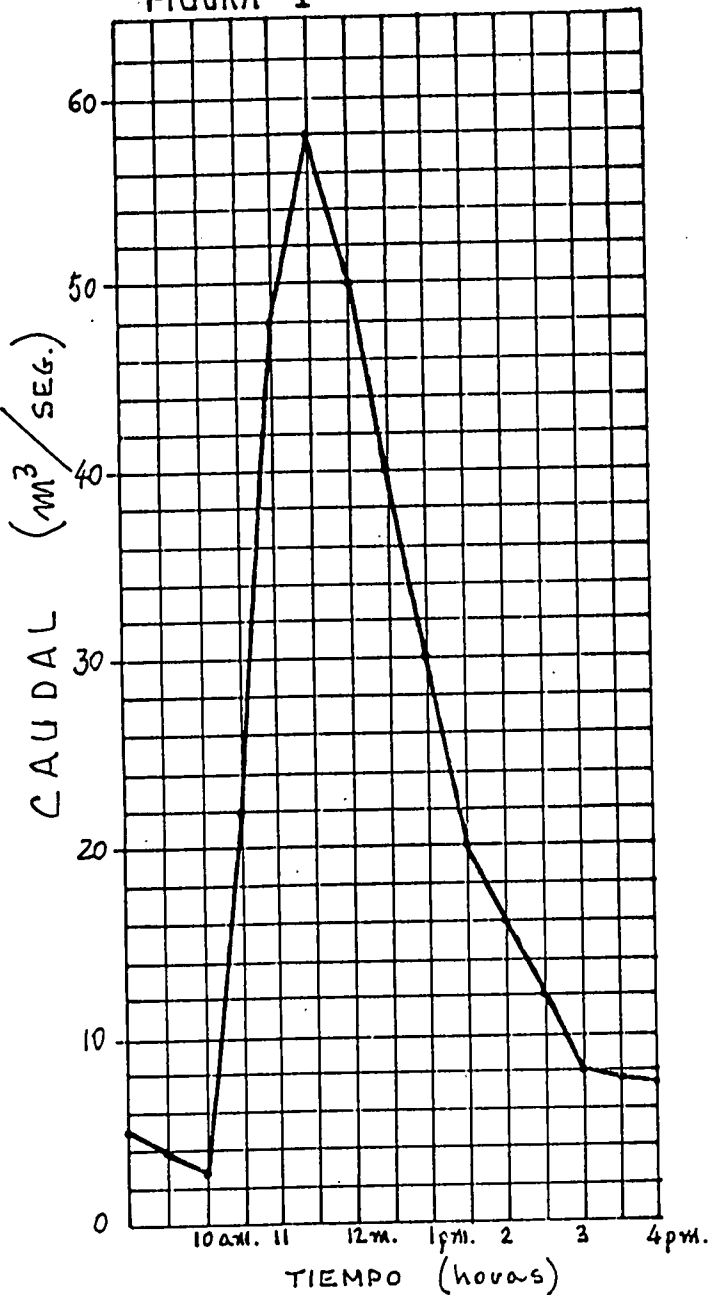
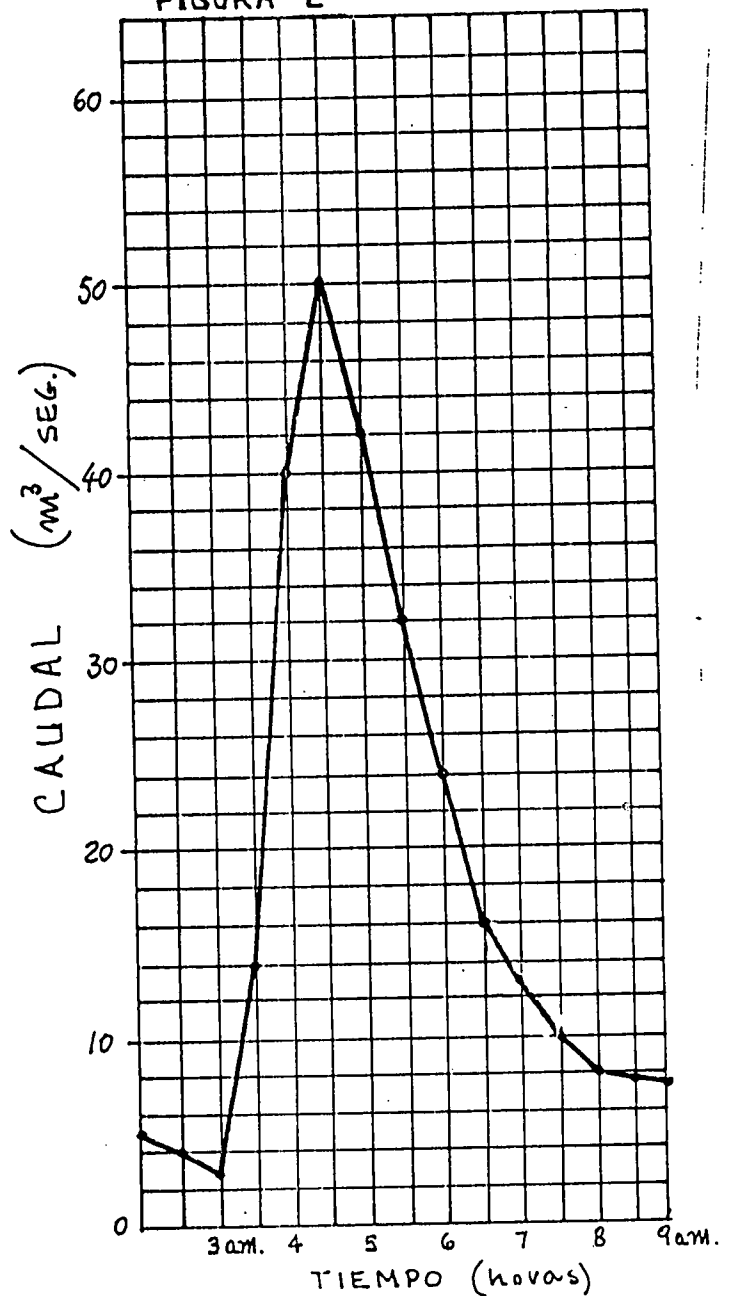
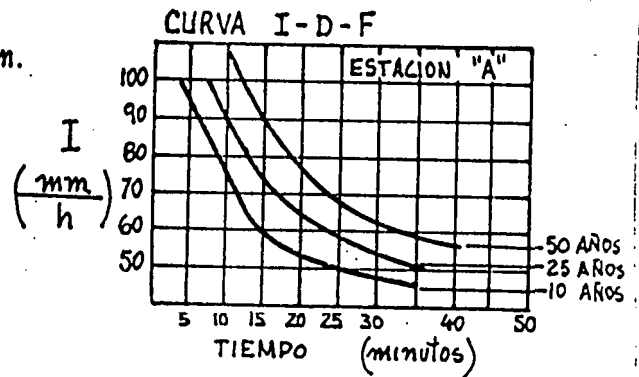
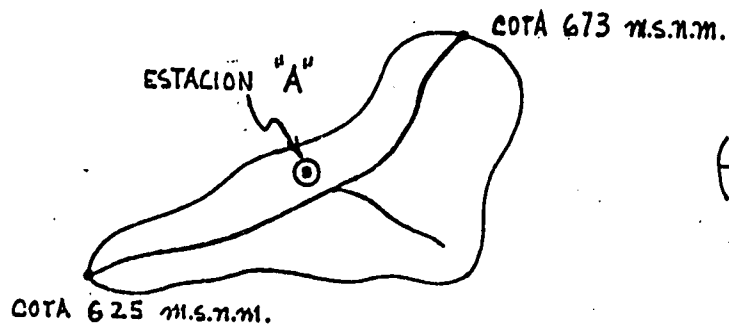


FIGURA 2 TORMENTA N° 2  
 PRECIP. MEDIA: 21,9 mm.



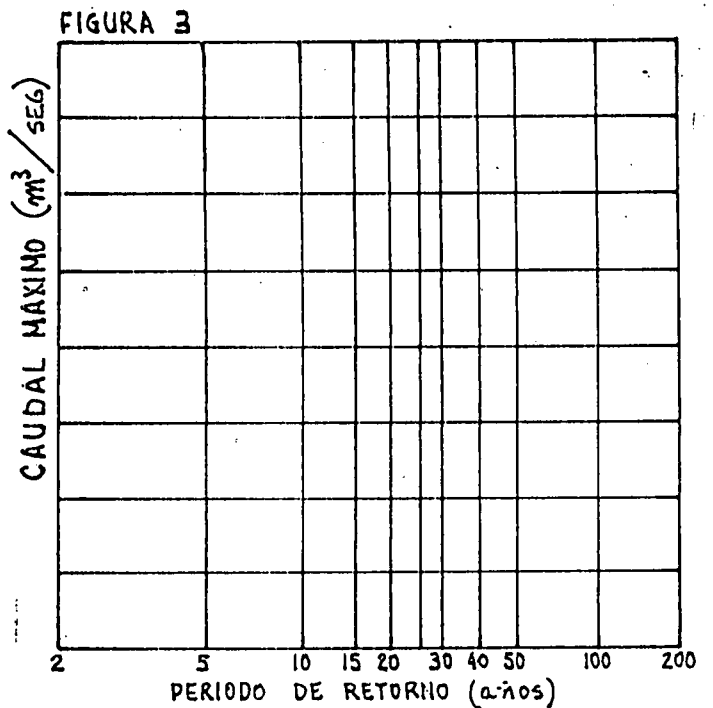
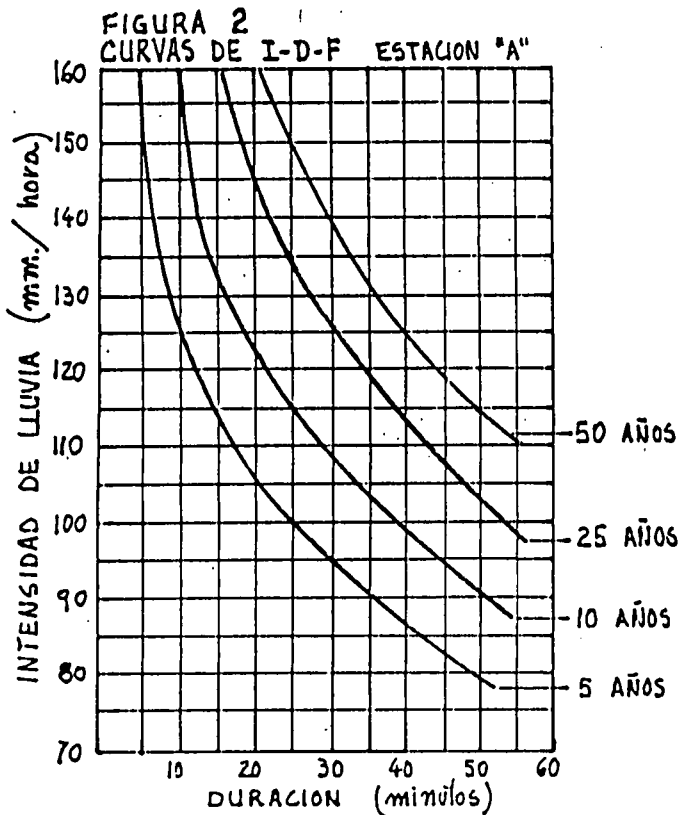
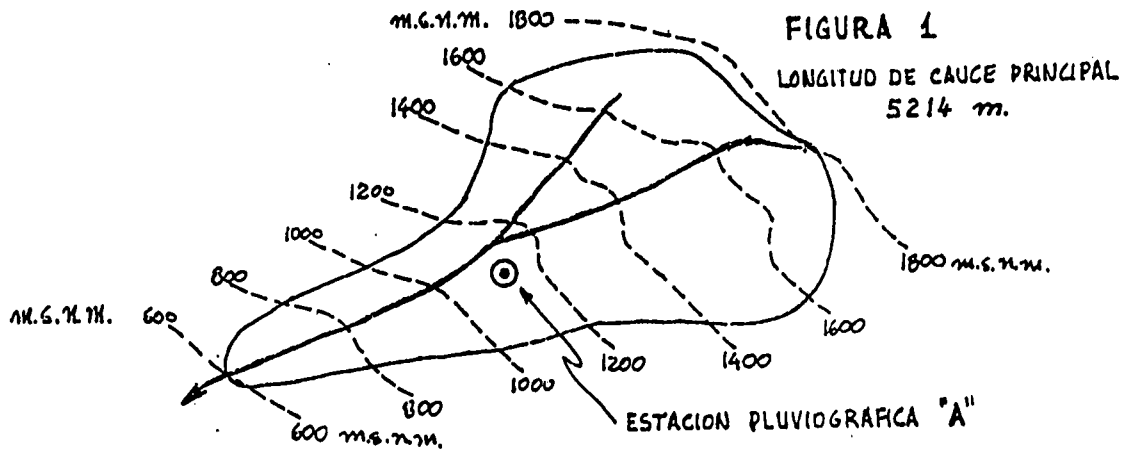
Determine el caudal máximo en  $m^3/seg.$  para  $Tr = 50$  años de la cuenca que se muestra en la figura.



LONGITUD CAUCE = 1.15 Km.  
AREA CUENTA = 70 Ha.  
COEF. ESCURRIMIENTO = 0.40

En la figura No. 1 se muestra una cuenca de 200 hectáreas dentro de la cual se encuentra la estación "A", representativa de las precipitaciones en dicha cuenca y cuyas curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia se muestra en la figura No. 2.

Elabore la figura No. 3 correspondiente a la relación Caudal Máximo Vs. Período de retorno, sabiendo que el coeficiente de escurrimiento para caudales máximos en dicha cuenca se ha estimado en 0,36.

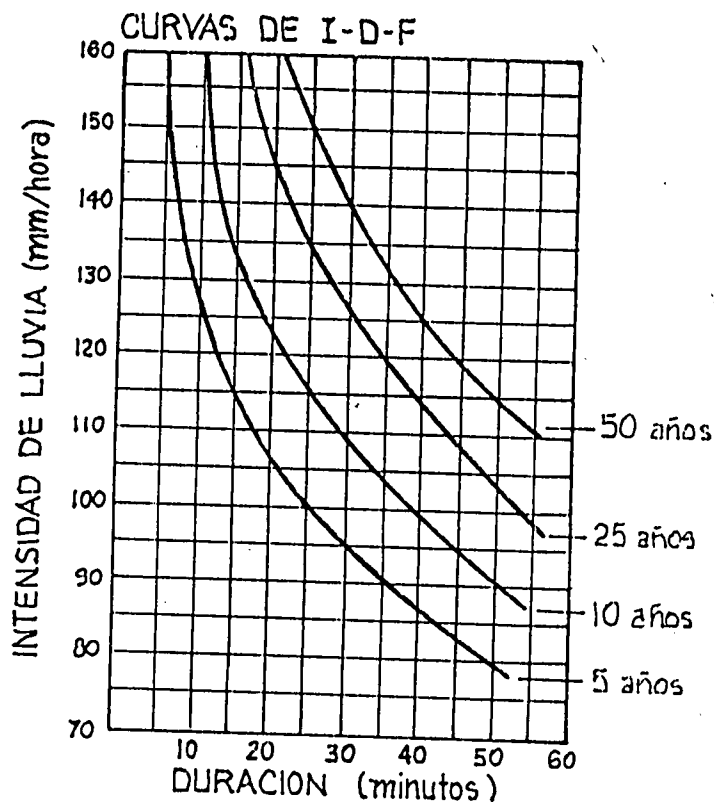




En una cuenca de 200 Há. de superficie y coeficiente de escurrimiento 20%, ocurren dos lluvias de la misma duración; cuyas crecientes pueden representarse por hidrogramas triangulares de ascenso y descenso lineales e iguales, - (triángulo isóseles) y de gasto base despreciable. La primera de estas, produjo un volúmen de escurrimiento superficial de 180000 metros cúbicos de agua; y la segunda, un pico de  $10 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

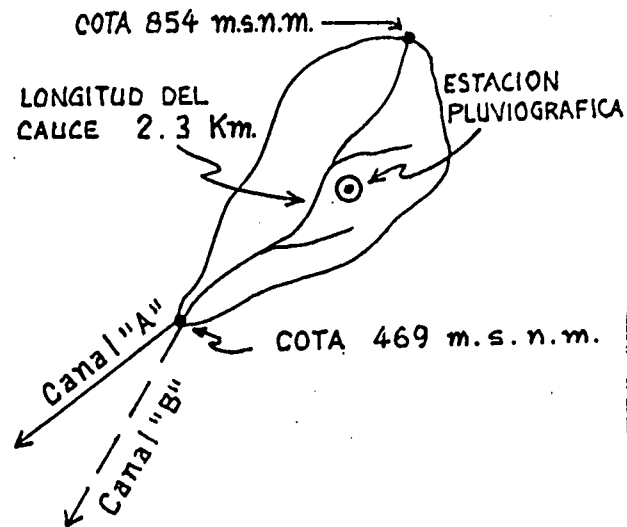
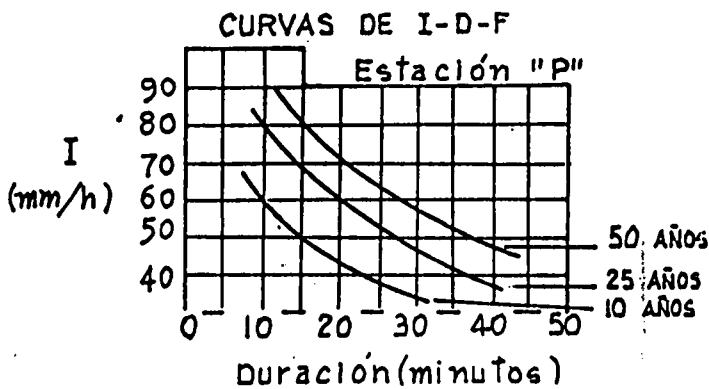
Se desea determinar:

- Los períodos de retorno correspondientes a ambas crecientes, si por referencias históricas se sabe que la primera de las dos ha sido la mayor ocurrida desde el año 1931 hasta 1979; y la segunda, la mayor registrada desde 1971 hasta 1979.
- El tiempo base de los hidrogramas obtenidos (en horas).
- La media y la desviación típica de la serie de lluvias de la duración considerada.

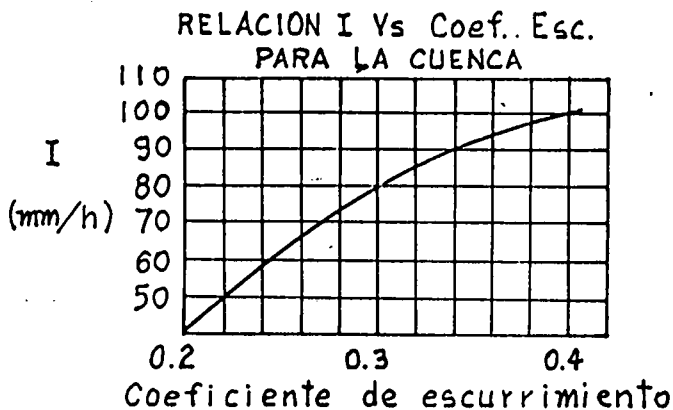
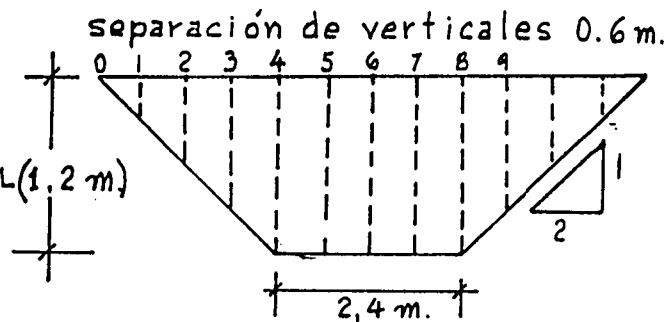


Actualmente existe un canal "A" para drenar las crecientes de una determinada quebrada, cuya cuenca posee un área de 400 há. Dicho canal ha sido insuficiente ya que en varias oportunidades se ha desbordado, por tal motivo se ha decidido construir otro canal "B" de tal forma que por medio de los dos canales, en forma conjunta, puede drenarse la creciente de período de retorno de 50 años.

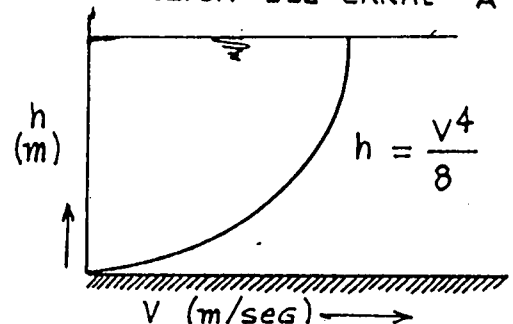
Determine el caudal con que se deberá diseñar el canal "B".



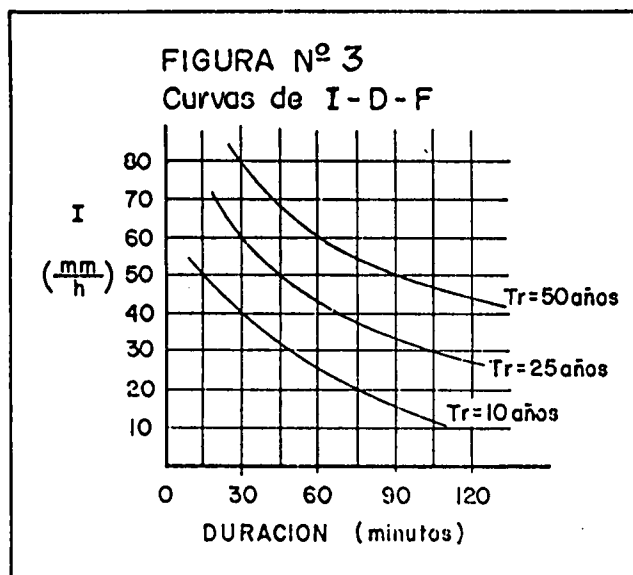
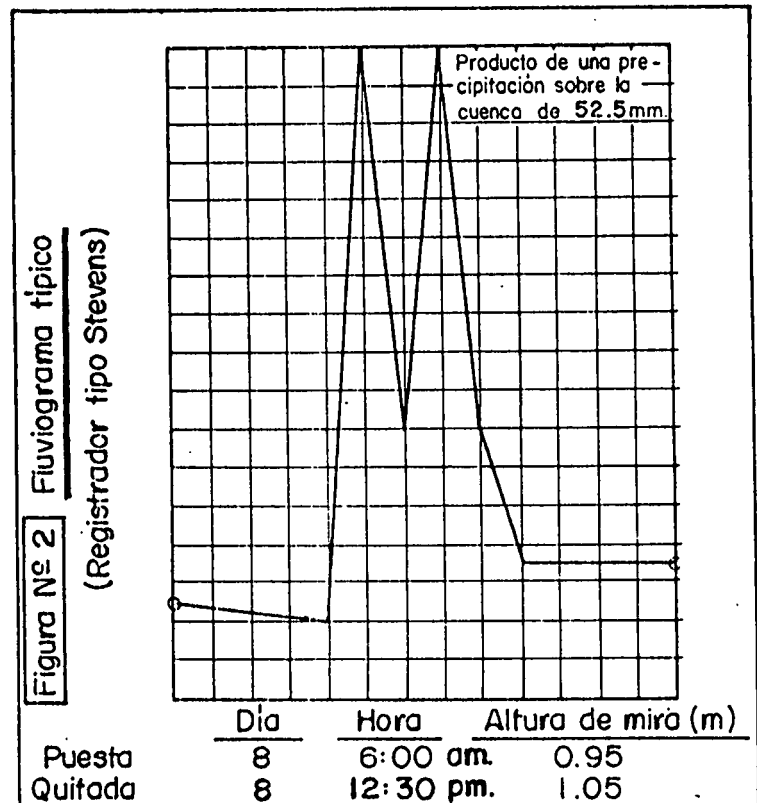
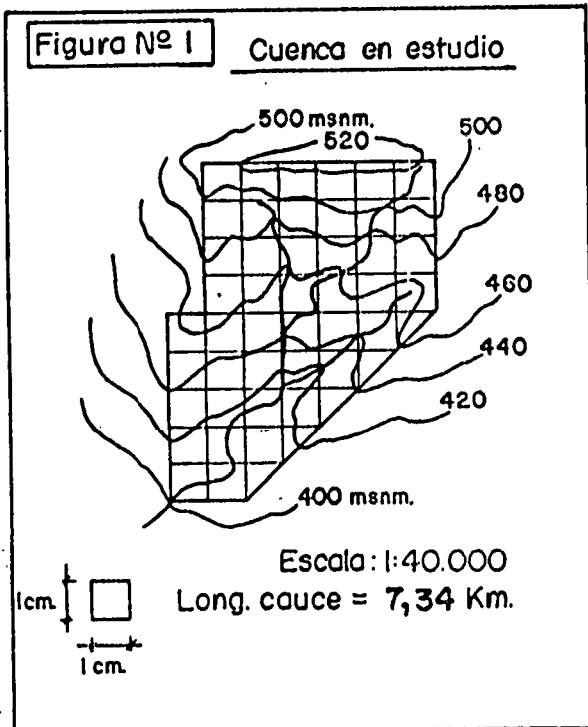
SECCION TRANSVERSAL (1.2 m) DEL CANAL "A"



CURVA DE VELOCIDADES VS ALTURA SOBRE EL FONDO DEL CANAL, VALEDERA PARA CUALQUIER VERTICAL EN LA SECCION DEL CANAL "A"



En base a los datos que se muestran a continuación, determine el ancho mínimo que debe tener un canal rectangular de altura 1 metro, pendiente 0,0005 y construido en concreto ( $n = 0.015$ ), para drenar la crecida de  $Tr = 50$  años producida por la cuenca en estudio.



VALORES DE LA CURVA DE GASTOS PARA EL CAUCE NATURAL (Antes de construir el canal de concreto)

Q (m <sup>3</sup> /seg.)	h (m)	h ± a (m)
2.00	1.4	1.0
16.00	2.4	2.0
31.25	2.9	2.5

La cuenca que se muestra en la figura No. 1 solo lleva agua cuando ocurren fuertes lluvias. A dicha cuenca se le ha determinado su hidrograma unitario siendo el valor del pico de dicho H.U.  $3,75 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

Determine la pendiente que debe tener el canal de concreto de la figura No. 2 a fin de que la creciente de periodo de retorno 50 años llegue justo al límite de la altura máxima del canal.

NOTA: Se anexan gráficos de utilidad para la resolución del problema.

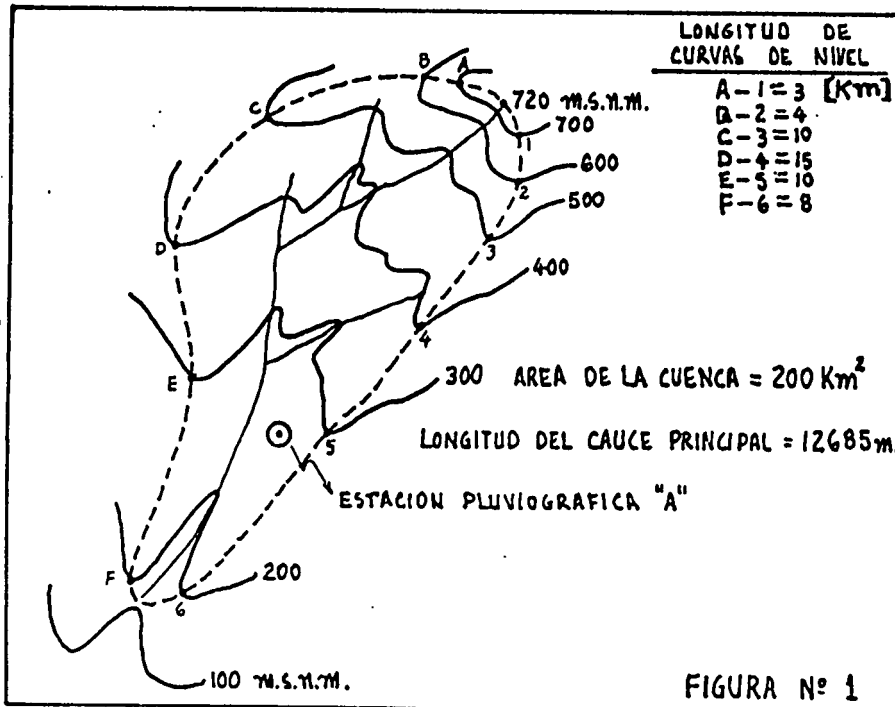


FIGURA No 1

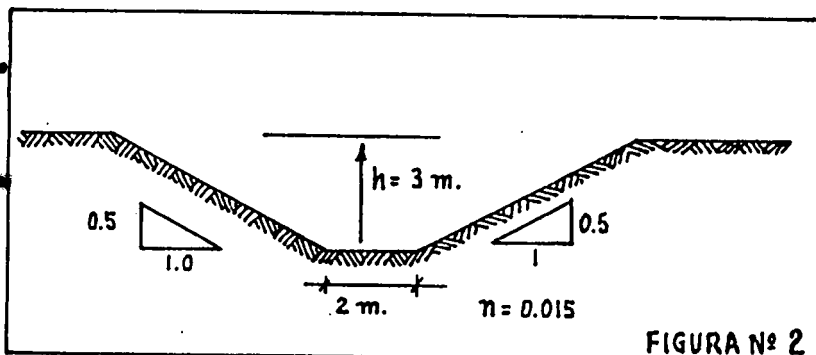
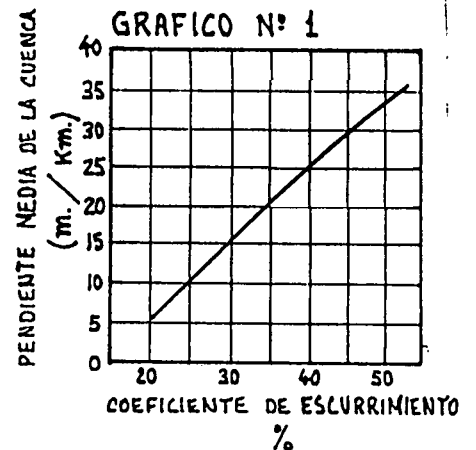
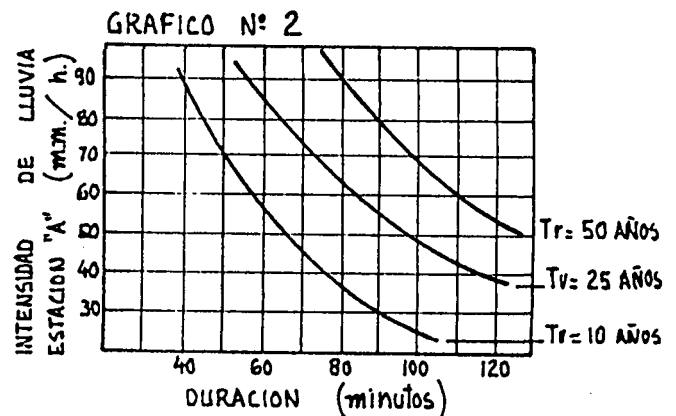
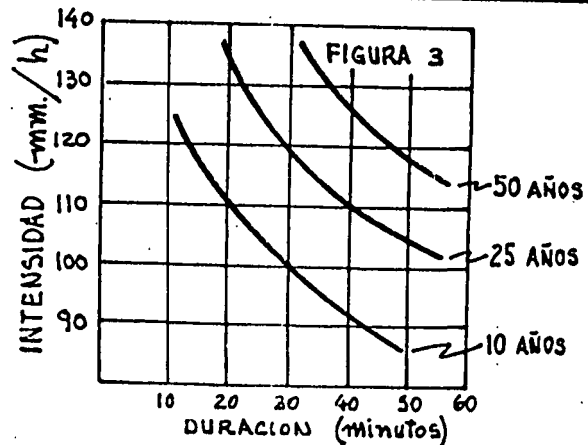
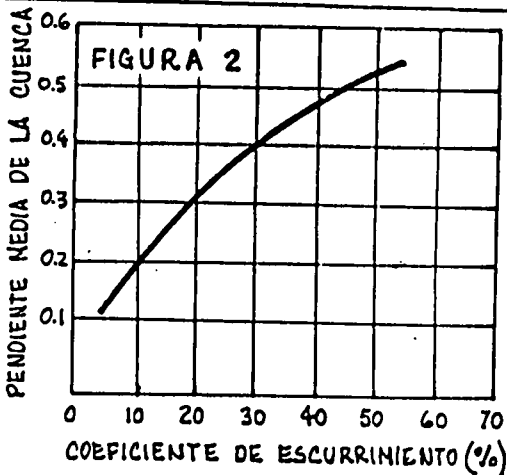
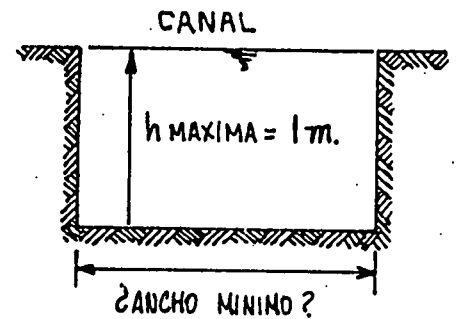
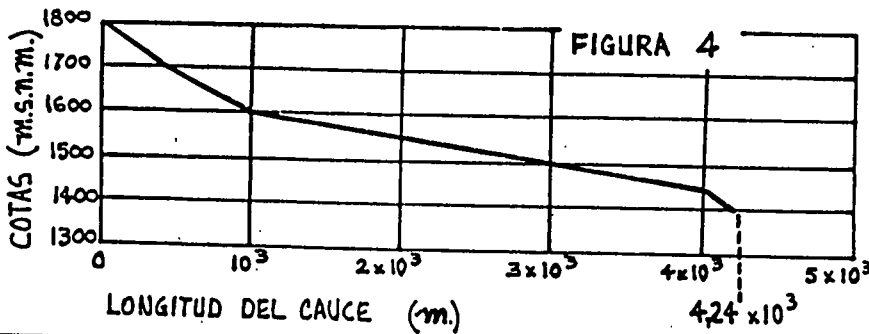


FIGURA No 2

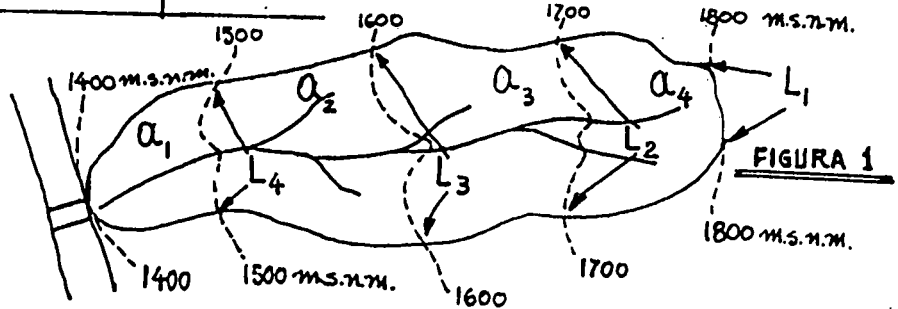


En la figura No. 1 se muestra una cuenca que desemboca en una carretera, en la figura No. 2 una relación de las pendientes medias de cuencas contra coeficientes de escurrimientos para la zona en estudio; en la figura No. 3 las curvas de Intensidad - Duración - Período de Retorno de la estación pluviográfica "B" representativas de la lluvia en la cuenca, y en la figura No. 4 un perfil longitudinal del cauce.

Determine el ancho mínimo que debe tener un canal rectangular para desaguar las crecientes del período de retorno de 25 años bajo la condición de que la altura del agua desde el fondo del canal no podrá exceder de un metro y la velocidad media del agua en dicho canal no puede ser superior a los 4 mts./seg.



- $L_1 = 2.0 \text{ Km.}$      $A_1 = 40 \text{ Ha.}$
- $L_2 = 2.0 \text{ Km.}$      $A_2 = 60 \text{ Ha.}$
- $L_3 = 2.5 \text{ Km.}$      $A_3 = 50 \text{ Ha.}$
- $L_4 = 1.5 \text{ Km.}$      $A_4 = 50 \text{ Ha.}$



En una cuenca de  $70 \text{ Km}^2$  se ha instalado un sistema de alarma para la protección de una presa ubicada a la salida de la misma. El referido sistema es capaz de anunciar con un adelanto de 180 minutos la llegada de cualquier creciente para así poder desalojar del embalse, durante ese intervalo de tiempo, el volumen equivalente de la creciente.

El volumen desalojado desde el embalse se deja actualmente escapar por un canal, el cual es insuficiente ya que frecuentemente se desborda y por tal motivo se desea construir paredes verticales en ambos márgenes del canal a fin de que en estas nuevas condiciones, al ocurrir la creciente de período de retorno 50 años, pueda desalojarse el volumen necesario a través del canal sin que ocurra ningún desborde.

Determine la altura mínima que deben tener las paredes que se desean proyectar si se cuenta con la siguiente información:

Figura No. 1: Fluviograma típico de la cuenca hasta el sitio de presa.

Figura No. 2: Curva de gasto de una estación hidrométrica ubicada a la entrada del embalse.

Figura No. 3: Perfil longitudinal del cauce principal del río.

Figura No. 4: Sección transversal del canal de descarga con indicación de las paredes que se desean construir.

Coefficiente de escurrimiento para tormentas en la cuenca 0,36.

Ecuación que define las curvas de intensidad - Frecuencia - Duración en la cuenca:

$$i = \frac{10 T^{0,5}}{(D + 2)^{0,7}}$$

$i$  = Intensidad en mm/h

$T$  = Período de retorno en años

$D$  = Duración de la lluvia en horas

Un afluente, de  $9\text{Km}^2$  de área, desemboca al río principal a través de los terrenos de una urbanización. Dicho efluente se desborda frecuentemente en los terrenos antes mencionados cuando ocurren fuertes lluvias y para solucionar el problema, se desea proyectar un canal rectangular de concreto (coeficiente de rugosidad 0,015) capaz de drenar la creciente de período de retorno 50 años.

Ejecute un proyecto preliminar de las dimensiones del canal de forma que tenga las paredes verticales lo más bajas posibles.

SE ANEXA:

- Figura No. 1: Croquis de la cuenca, terrenos de la urbanización, ubicación del canal y cortes señalados en otras figuras.
- Figura No. 2: Corte de la situación actual que señala el espacio disponible (ancho) para proyectar el canal.
- Figura No. 3: Perfil longitudinal del tramo por donde pasará el canal en su comienzo y en su final.
- Figura No. 4: El hidrograma total de una creciente de dicho efluente y la cual se puede considerar como característica de él.
- Figura No. 5: Precipitaciones máximas ocurridas en la cuenca para  $T_r = 50$  años.
- Figura No. 6: Croquis de la curva de capacidad de infiltración de la cuenca.

NOTA:

- a) Las pérdidas en la cuenca se distribuyen de la siguiente manera: 70% se transforman en infiltración y el 30% en otros conceptos.
- b) Para efectos de este problema no tome en consideración el espesor de las paredes y fondo del canal.

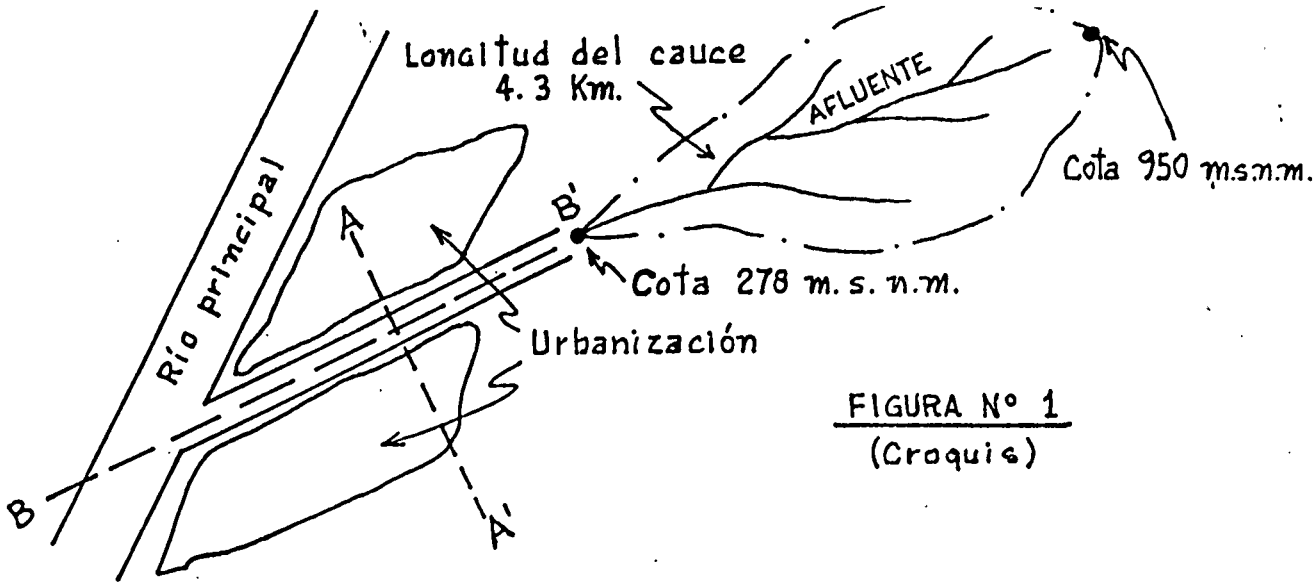


FIGURA N° 1  
(Croquis)

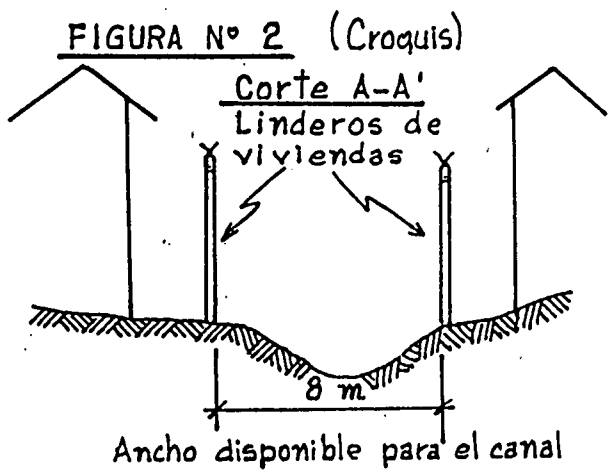


FIGURA N° 2 (Croquis)

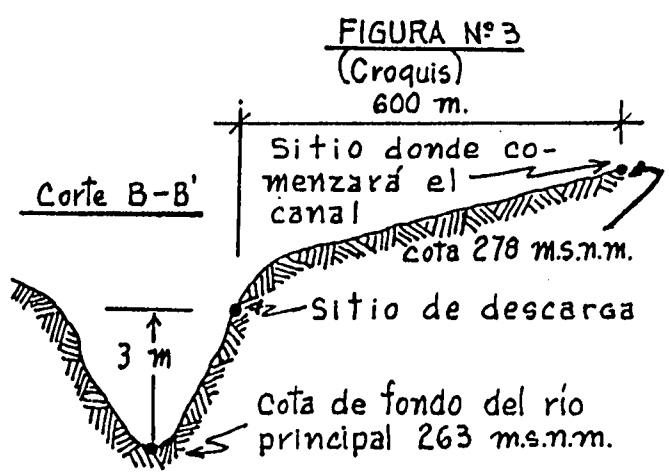


FIGURA N° 3  
(Croquis)  
600 m.

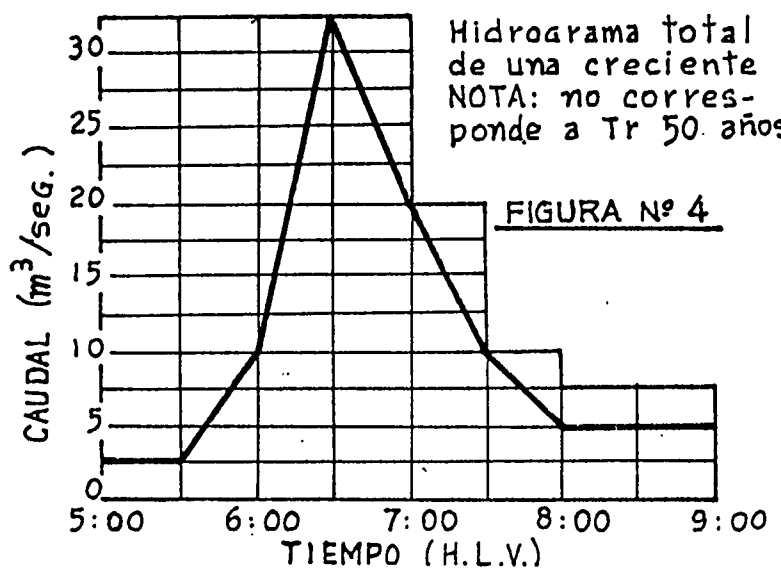


FIGURA N° 4

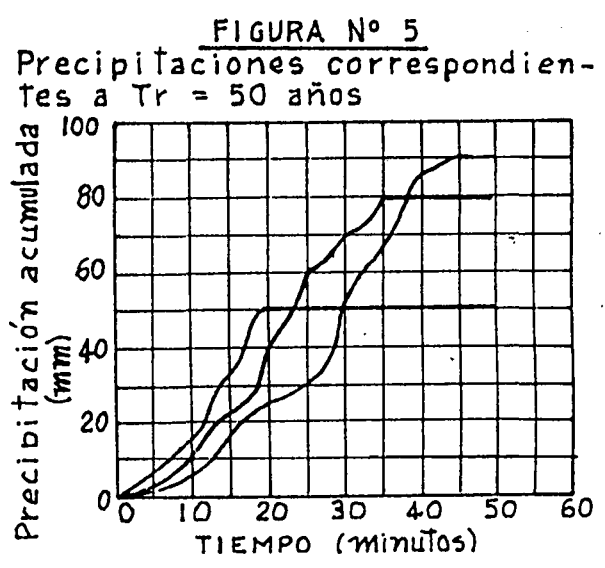


FIGURA N° 5

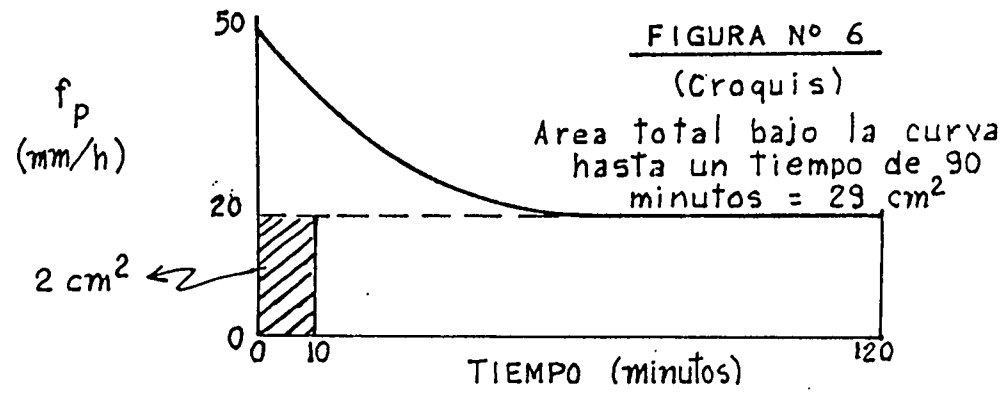


FIGURA N° 6  
(Croquis)

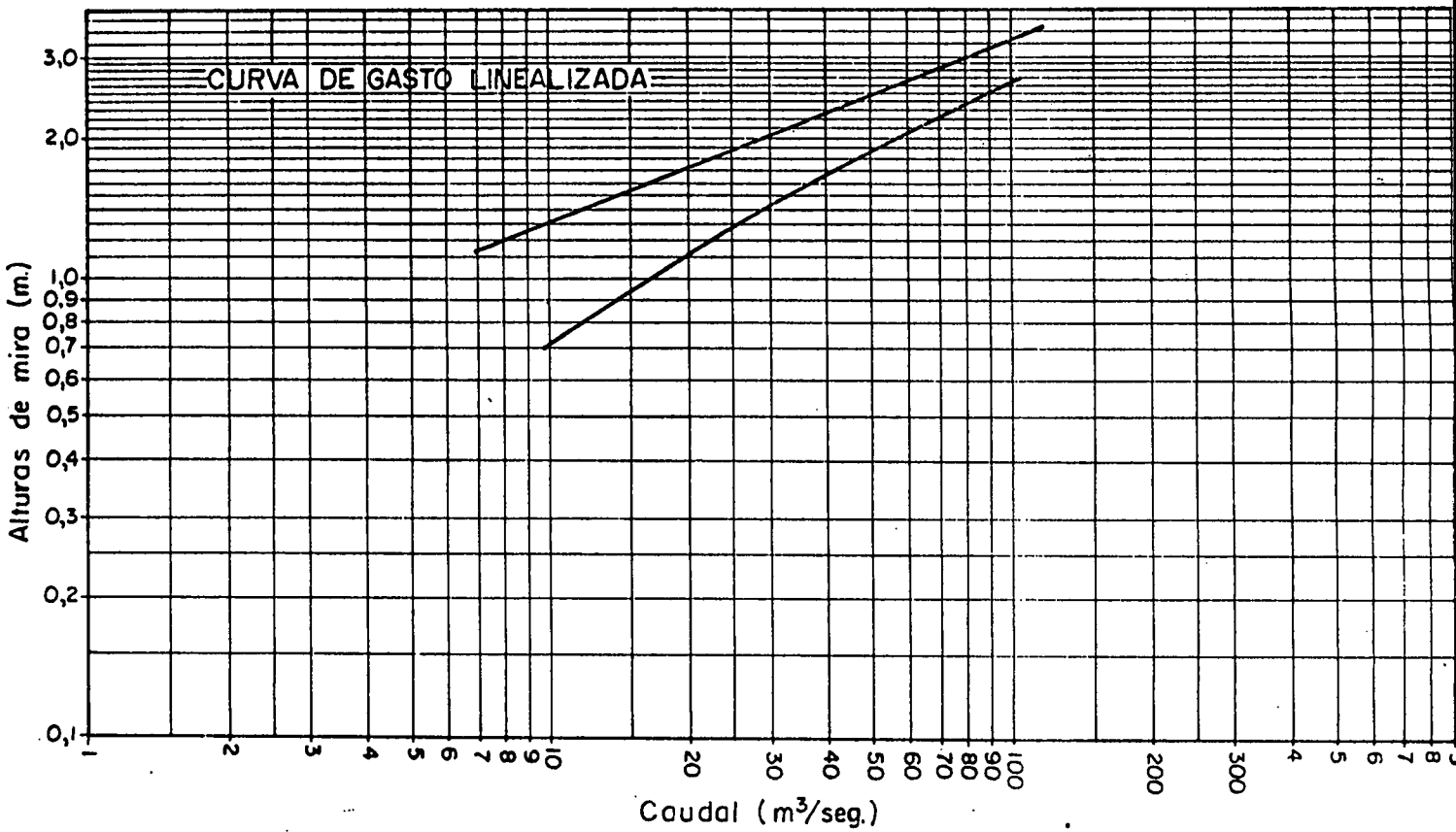
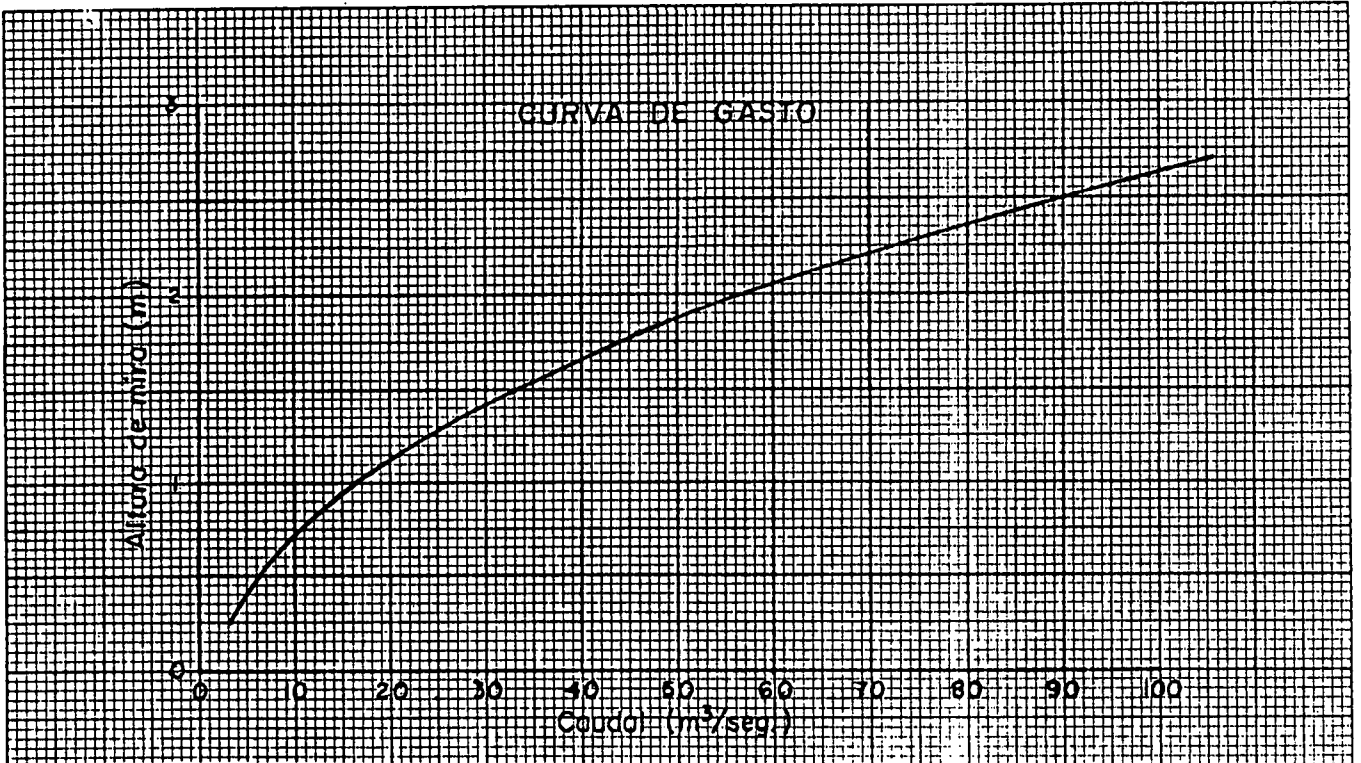
Si en una cuenca se cuenta con la siguiente información:

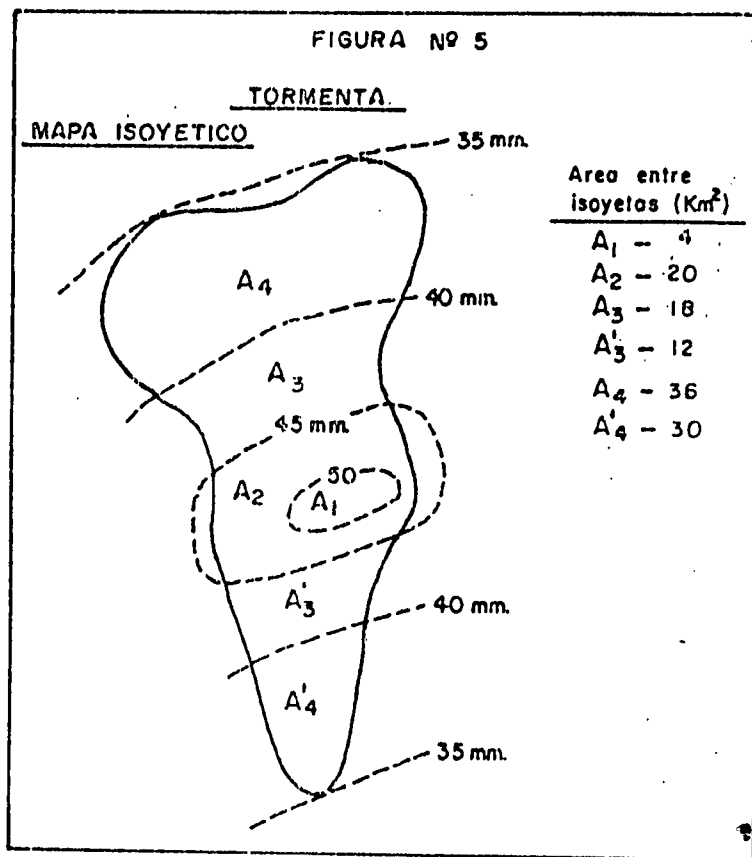
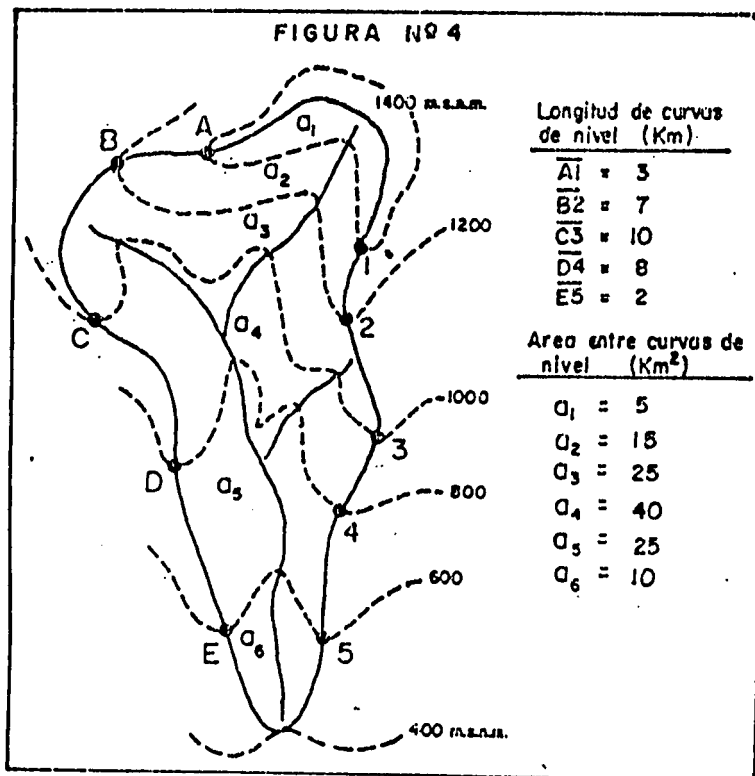
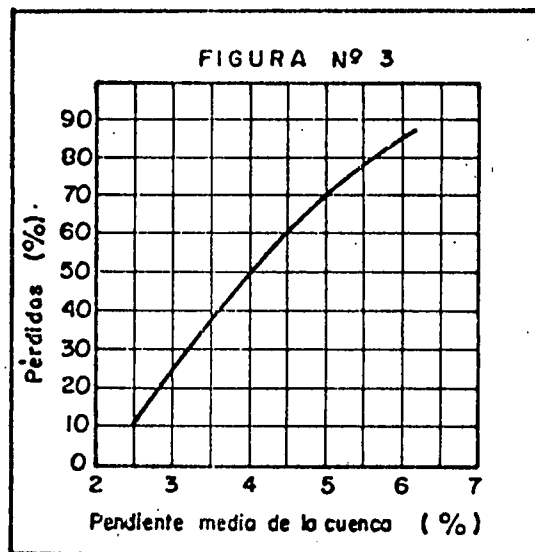
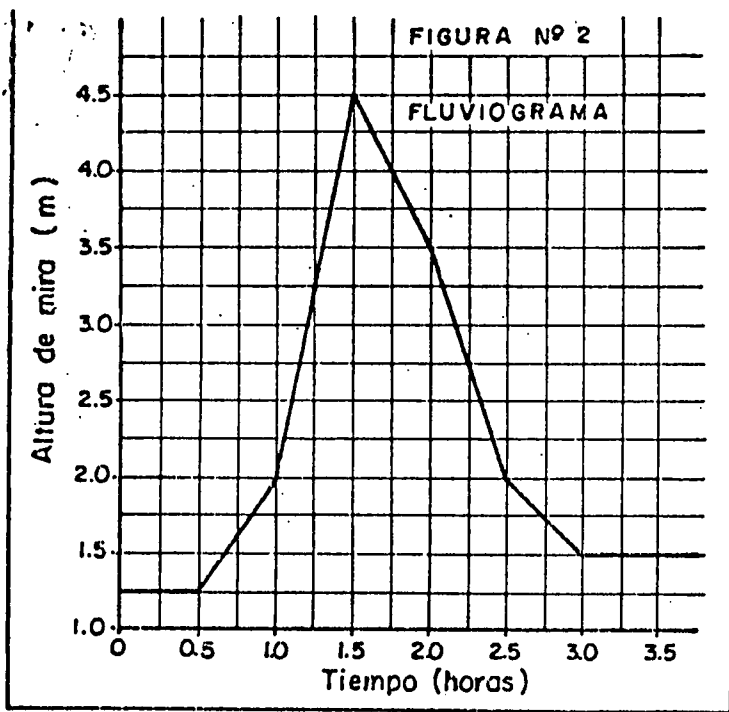
- a) Figura No. 1. Curva de gastos en papel normal y en papel doble logaritmico, construida en base a los aforos efectuados en una estación hidrológica ubicada a la salida de la cuenca.
- b) Figura No. 2. Fluviograma típico de la cuenca, construido en base a una creciente registrada por la estación hidrológica que se encuentra a la salida de la cuenca.
- c) Figura No. 3. Relación de Pendiente media de cuenca Vs Pérdidas, correspondiente a las cuencas de la zona.
- d) Figura No. 4. Croquis de la cuenca en estudio, con indicaciones de las longitudes de las curvas de nivel y el área entre ellas.
- e) Figura No. 5. Mapa isoyético de una tormenta ocurrida recientemente sobre la cuenca (distinta a la que ocasionó el fluviograma de la figura No. 2).
- f) Tabla No. 1. Caudales máximos anuales determinados a la salida de la cuenca, en donde está la estación hidrológica.
- g) Tabla No. 2. Valores del factor frecuencia "K" para diferentes períodos de retorno y diferentes longitudes de períodos de registro.

Se pide determinar:

- 1.- La ecuación de la curva de gastos para su extrapolación .
- 2.- Hidrograma total típico ( $m^3/\text{seg. Vs Horas}$ ).
- 3.- Hidrograma unitario típico ( $m^3/\text{seg. Vs Horas}$ ).
- 4.- Coeficiente de escurrimiento (%).
- 5.- Precipitación media sobre la cuenca producida por la tormenta que se muestra en la figura No. 5 (mm).
- 6.- Hidrograma total de la creciente producido por la tormenta que se muestra en la Figura No. 5 ( $m^3/\text{seg. Vs Horas}$ ).
- 7.- Período de retorno del caudal máximo de la creciente calculada en el punto anterior (años).
- 8.- La ecuación de la curva de capacidad de infiltración de la cuenca asumiendo que solo existen pérdidas por infiltración, y que cuando comenzó la tormenta de la Figura No. 5 la capacidad de infiltración era de 69 mm/h. y cuando terminó la tormenta, 120 minutos mas tarde, la capacidad de infiltración ya se había hecho constante con un valor de 9 mm/h.
- 9.- Ancho mínimo en metros, que debe tener un canal rectangular dependiente 0,09 y construido en concreto (coeficiente de rugocidad 0,015) de forma que por él pase, con una altura de lámina de agua igual a 1 metro, el caudal máximo calculado en pto. No. 6.

FIGURA N° 1





**TABLA Nº 1**

Caudales máximos anuales (m³/seg.)	
Año	Q max.
1.968	170
69	135
1.970	290
71	230
72	370
73	150
74	125
75	300
76	210
77	260
78	140

**TABLA Nº 2**  
**VALORES DEL FACTOR FRECUENCIA "K"**

Tr (años)	PERIODO DE REGISTRO "n" (años)				
	8	9	10	11	12
10	1.8744	1.8531	1.8315	1.7972	1.7691
15	2.3204	2.2971	2.2737	2.2322	2.1981
20	2.6326	2.6080	2.5833	2.5366	2.4984
25	2.8731	2.8475	2.8217	2.7711	2.7297
50	3.6140	3.5863	3.5563	3.4937	3.4424
100	4.3494	4.3176	4.2855	4.2109	4.1497

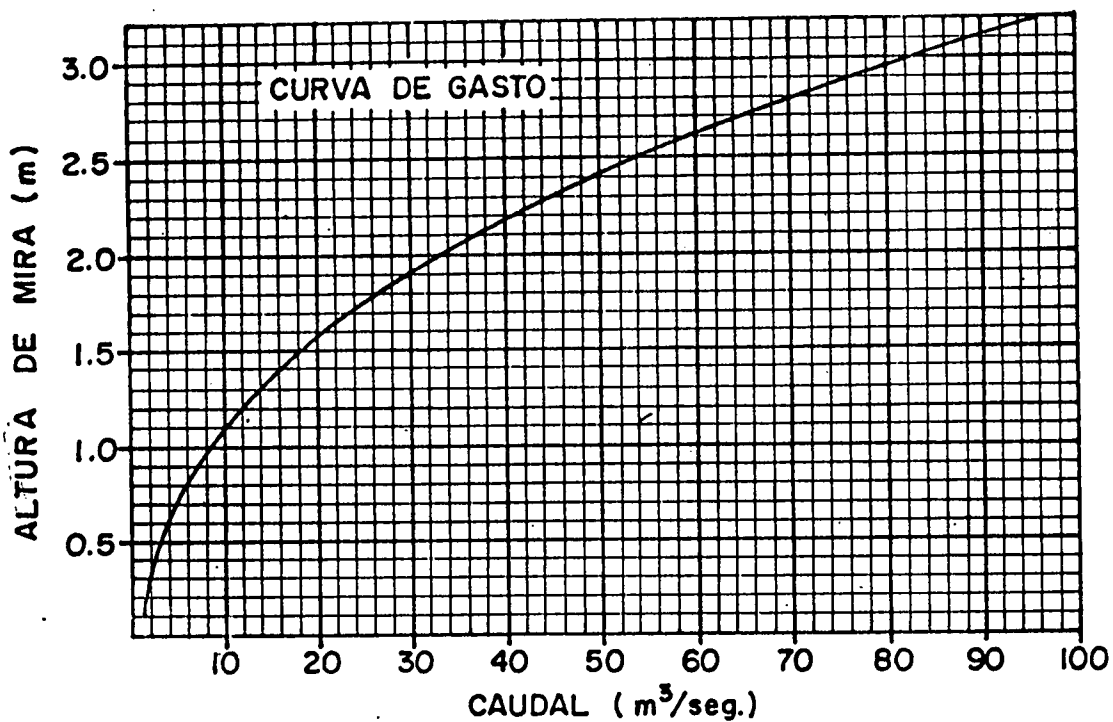
Si en una cuenca se cuenta con la siguiente información:

- a) Figura No. 1. Curva de gastos en papel normal construída en base a los aforos efecturados en una estación hidrológica ubicada a la salida de la cuenca, así como papel doble logarítmico y valores de cuatro puntos de la curva de gastos linealizada.
- b) Figura No. 2. Fluviograma típico de la cuenca, reproducido por un aparato Stevens y tomado de una creciente registrada por la estación hidrológica que se encuentra a la salida de la cuenca.
- c) Figura No. 3. Relación (factor forma/Pendiente media de la cuenca) Vs Pérdidas correspondiente a las cuencas de la zona.
- d) Figura No. 4. Cuenca en estudio con indicaciones de la sumatoria de las curvas de nivel y de la escala.
- e) Figura No. 5. Ubicación de las estaciones registradoras de precipitación, así como curvas de masa de cada una de ellas correspondientes a una tormenta ocurrida sobre la cuenca (distinta a la que ocasionó el fluviograma de la figura No. 2).
- f) Tabla No. 1. Medias y desviaciones típicas de las intensidades máximas de precipitación ocurridas sobre la cuenca y correspondiente a diferentes duraciones.
- g) Tabla No. 2. Valores del factor frecuencia "K" para diferentes períodos de retorno y diferentes longitudes de períodos de registro.

Se pide determinar:

- 1.- La ecuación de la curva de gastos para su extrapolación.
- 2.- El hidrograma total ( $m^3$ /seg. Vs Horas).
- 3.- El hidrograma unitario típico ( $m^3$ /seg. Vs Horas).
- 4.- Coeficiente de escurrimiento (%).
- 5.- Precipitación media sobre la cuenca producida por la tormenta que se indica en la Figura No. 5 y determinarla mediante el método de Thiessen (mm).
- 6.- Período de retorno de la precipitación calculada en pto. 5 anterior (años).
- 7.- La curva de Intensidad-Duración-Frecuencia para un período de retorno de 50 años correspondiente a las precipitaciones máximas anuales ocurridas sobre la cuenca.
- 8.- La ecuación de la curva de capacidad de infiltración de la cuenca, asumiendo que el 80% de las pérdidas se convierten en infiltración y que cuando comenzó la tormenta de figura No. 5 la capacidad de infiltración era de 93 mm/h y cuando terminó la capacidad de infiltración ya se había hecho constante con un valor de 43 mm/h.

FIGURA Nº 1



$h+a$ (m)	$Q$ (m³/seg.)
1.5	5.063
2.3	18.251
2.8	32.928
3.8	82.308

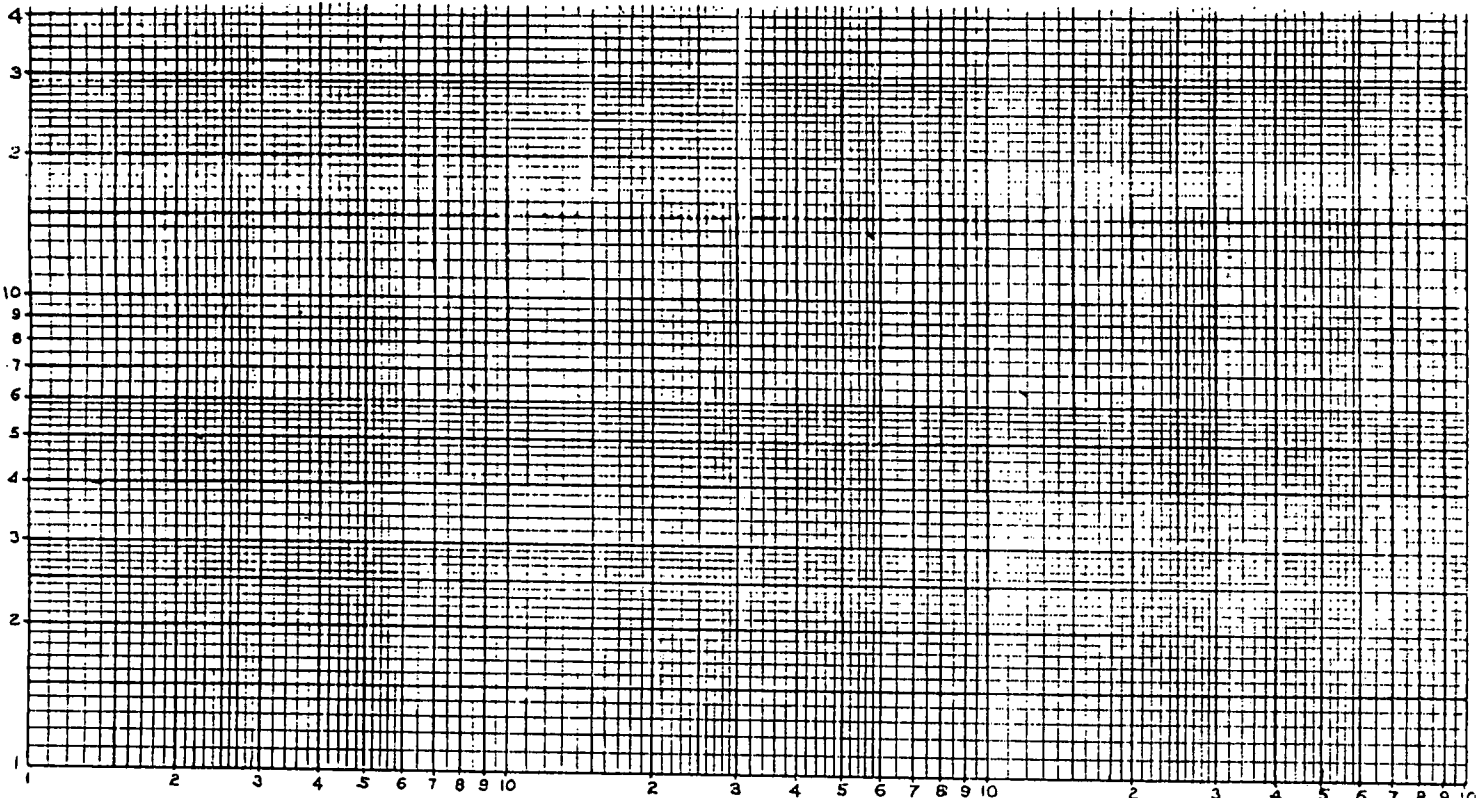
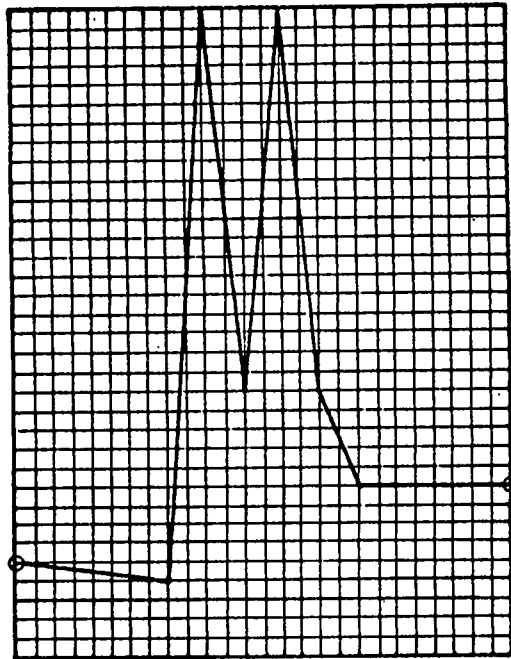


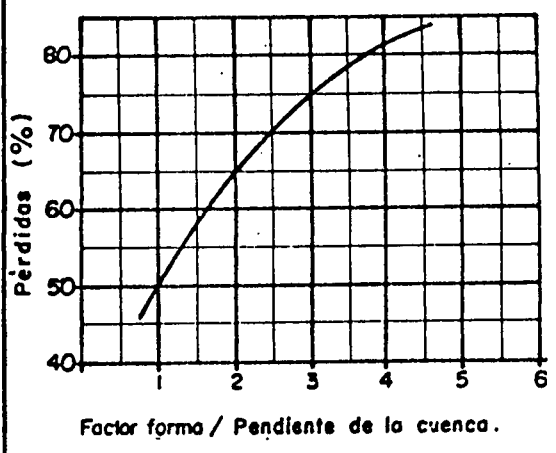
Figura N° 2 Fluviograma típico (Registrador tipo Stevens)



	Día	Hora	Altura de mira (m)
Puesta	17	18:00	0.30
Quitada	18	20:00	0.70

Figura N° 3

Ff/S cuenca Vs. Pérdidas



Ubicación de las estaciones pluviográficas

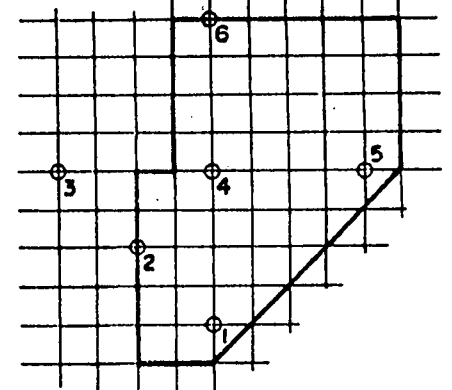
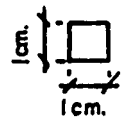
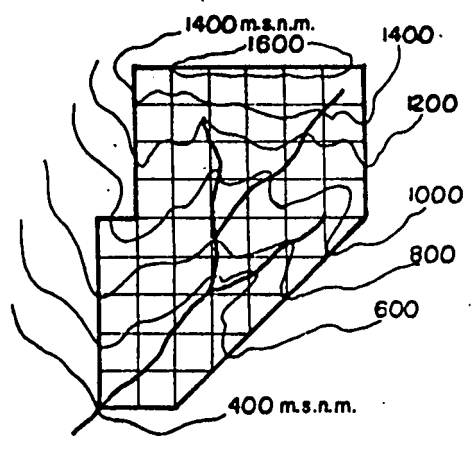


Figura N° 4 Cuenca en estudio



Escala: 1:200.000  
 Longitud de las curvas de nivel = 110 Km.

Figura N° 5

Curvas de masa de precipitación Estación N°

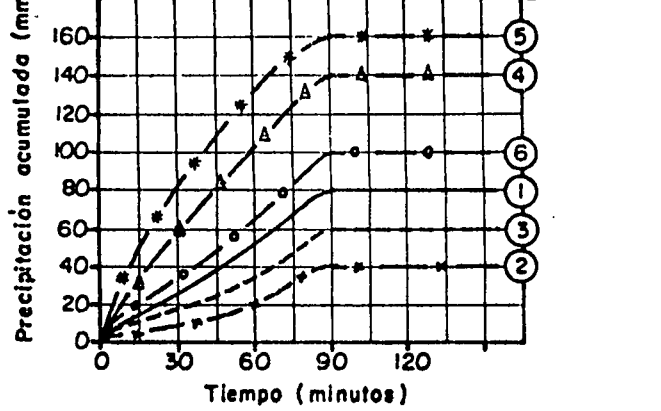


Tabla N° 1

Datos de intensidad de lluvia en la cuenca.						
	DURACION (minutos)					
PERIODO 1968/77.	15	30	45	60	90	120
MEDIA (mm/h.)	128.27	92.04	73.14	62.00	53.44	47.80
DESV. TÍPICA (mm/h.)	13.14	12.08	11.77	11.25	10.28	10.18

Tabla N° 2

VALORES DEL FACTOR FRECUENCIA "K"					
Tr (años)	Periodo de registro "n" (años)				
	8	9	10	11	12
10	1.8744	1.8531	1.8315	1.7972	1.7691
15	2.3204	2.2971	2.2737	2.2322	2.1981
20	2.6326	2.6030	2.5833	2.5366	2.4984
25	2.8731	2.8475	2.8217	2.7711	2.7297
50	3.6140	3.5863	3.5563	3.4937	3.4424
100	4.3494	4.3176	4.2855	4.2109	4.1497

RESPUESTA A LOS PROBLEMAS PROPUESTOS

PROBLEMA Nº

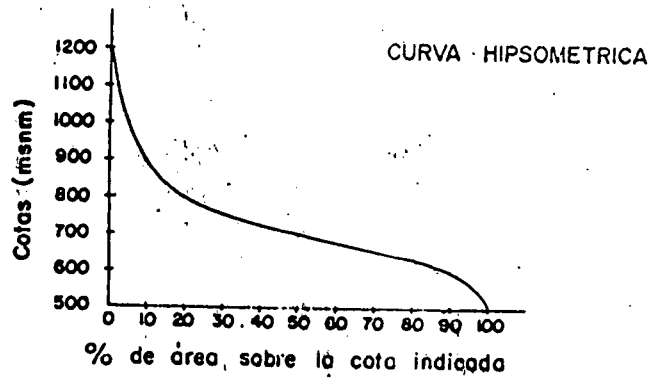
RESPUESTA

- 1 ----- Evaporación = 70 mm.
- 2 ----- Evaporación año 1975 = 1030 mm.
- 3 -----  $Vol_4 = 11,184 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
- 4 -----  $Vol_T = 7784 \times 10^3 \text{ m}^3$ .
- 5 ----- Lámina evaporada = 400 mm.
- 6 ----- h mínima = 6,58 mts.
- 7 ----- hf = 16,784 mts.
- 8 ----- h = 22 mts.
- 9 -----  $H_{min} = 15 \text{ mts.}$
- 10 ----- a) Vol = 24300  $\text{m}^3$ .  
b) Hora = 9 p. m.
- 11 -----  $Q_s = 8,295 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- 12 ----- Area = 85  $\text{Km}^2$ .
- 13 -----
- | <u>Cuenca</u> | <u>Ff</u> | <u>Kc</u> |
|---------------|-----------|-----------|
| A             | 0,500     | 1,128     |
| B             | 0,433     | 1,276     |
| circular      | 0,785     | 1,000     |

Los valores de la cuenca A están más próximos a los de la cuenca circular, por lo tanto este estará más propensa a producir crecientes desde el punto de vista de la forma.

14 ----- Los valores de la cuenca 2 se acercan más a los del círculo por lo tanto ella es más propensa a producir crecientes.

15 -----



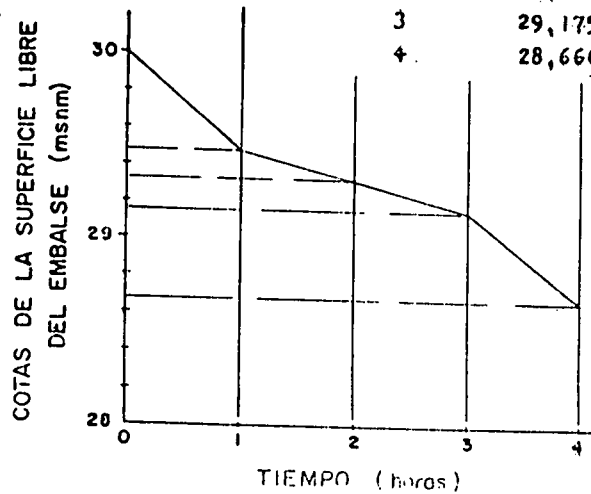
- 16 -----
- a) 1095 msnm
  - b) 1070 msnm
  - c) 1096 msnm.
  - d) 1050 msnm.

- 17 -----
- a)  $S = 24,6 \text{ m/Km}$
  - b)  $E = 432,1 \text{ msnm}$ .

- 18 -----
- a)  $1325,6 \text{ m}^3/\text{año}$
  - b)  $697,7 \text{ mm}$ .
  - c) 30 min.

19 -----

HORA	COTA (msnm).
1	29,485
2	29,330
3	29,175
4	28,660



PROBLEMA N°

RESPUESTA

20	-----	<u>MES</u>	<u>LAMINA EXTRAIDA (mm).</u>
		AGO.	500
		SEP.	150
		OCT.	1200
		NOV.	250
		DIC.	600
21	-----	<u>AÑO</u>	<u>PRECIPITACION AJUSTADA (mm).</u>
		1969	1040
		68	1120
		67	1280
22	-----	$tg = 1,25$	
23	-----	<u>AÑO</u>	<u>PRECIPITACION AJUSTADA (mm).</u>
		1953	500
		58	"
		61	"
		64	"
24	-----	a) $\bar{P} ( 1966 - 1970 ) = 350 \text{ mm.}$	
		b) $P \text{ acum. } ( 1950 - 1970 ) = 21000 \text{ mm.}$	
		c) Si en toda la zona ocurre un cambio de situación atmosférica esto influye sobre todas las estaciones por lo tanto la curva de doble masa no se altera.	
25	-----	$\bar{P} ( 1968 - 74 ) = 1400 \text{ mm}$	
26	-----	a) $\bar{P} = 1500 \text{ mm.}$	
		b) $\bar{M} = 1700 \text{ mm}$	
27	-----	<u>Estación</u>	<u><math>\bar{P} ( 61/76 ) (mm).</math></u>
		1	1449
		2	1311
		3	1120
		4	902

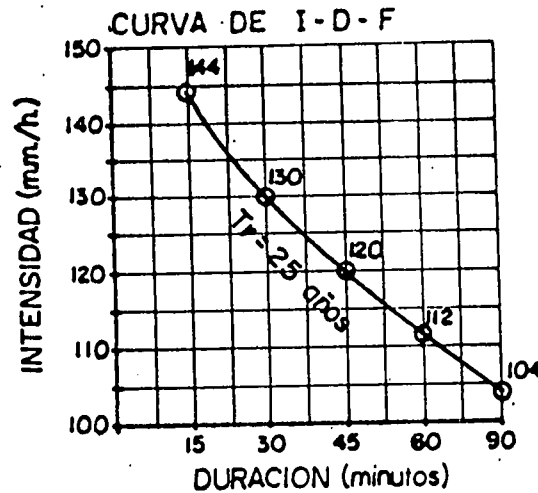
PROBLEMA N°

RESPUESTA

	<u>Estación</u>	<u><math>\bar{P}</math> ( 61/76 ) (mm).</u>
	5	1296
	6	1522
28	-----	$P(1967) = 2300$ mm
29	-----	$\bar{P} = 85$ mm.
30	-----	$\bar{P}$ en la cuenca = 759,6 mm ó 764,4 mm.
31	-----	$\bar{P} = 539,1$ mm.
32	-----	$\bar{P} = 716$ mm.
33	-----	$\bar{P} = 1843$ mm.
34	-----	a) $\bar{P} = 1901,56$ mm. b) $\bar{Q} = 9,556$ m <sup>3</sup> /seg. c) Evap. Real = 93,063 mm/mes Evap. Real = 48953879 lts./hora.
35	-----	$\bar{P}$ ( 1959 - 76 ) = 923,6 mm.
36	-----	$\bar{P}$ ( 1961 - 76 ) = 868 mm.
37	-----	$\bar{P} = 1214$ mm.
38	-----	a) $Q_s$ (máximo) = 24.07 m <sup>3</sup> /seg. b) $Q_s$ (mínimo) = 14.07 m <sup>3</sup> /seg. c) $Q_s = 14$ m <sup>3</sup> /seg.
39	-----	a) $P$ máx. = 27,9 mm. b) Prob. de no ocurrencia = 95 %
40	-----	Curva de Intensidad -Duración -Frecuencia en la página siguiente.

PROBLEMA N°

RESPUESTA



- 41 ----- a)  $I = 75 \text{ mm/h}$   
 b)  $\bar{I} = 118 \text{ mm/h}$
- 42 -----  $Tr = 20 \text{ años.}$
- 43 -----  $K = 1,7926.$
- 44 -----  $Tr = 50 \text{ años.}$
- 45 ----- a)  $Tr = 50 \text{ años}$   
 b) Prob. no Ocurr. = 98 %.
- 46 ----- Prob. no Ocurr. = 58,5 %
- 47 ----- a)  $\bar{I} = 28,9 \text{ mm/h}$  ;  $\sigma_i = 4,06 \text{ mm/h.}$   
 b)  $I = 46,4 \text{ mm/h.}$
- 48 -----  $\bar{P} = 5,25 \text{ mm}$  ;  $\sigma_i = 1,68 \text{ mm.}$
- 49 -----  $Tr = 72 \text{ años.}$
- 50 ----- a) D.B. = 44 Millones de  $m^3$ .  
 b) Excedencias = 15,3 Millones de  $m^3$ .
- 51 -----
- | <u>MESES</u> | <u>DEMANDA BRUTA (<math>m^3</math>)</u> |
|--------------|---|
| OCT.         | 0                                       |
| NOV.         | $10 \times 10^6$                        |
| DIC.         | $8,75 \times 10^6$                      |

PROBLEMA N°

RESPUESTA

52 -----

	MAYO	JUNIO	JULIO
a) Vol. (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	0,1856	1,2446	1,2856
b) Area ( Ha )	843,8	No necesita riego	

53 -----

DIFERENCIA (mm) EMB.	MESES
26 más que la parcela	ENERO
26 menos que la parcela	FEBRERO
38 más que la parcela	MARZO
58 más que la parcela	ABRIL
4 más que la parcela	MAYO
igual que en la parcela	JUNIO

54 -----

	ENERO (79)	FEBRERO (79)
E.T.P. (mm)	70	50
A (mm)	0	0
D.N. (mm)	10	5

55 -----

a)

	JUL.	AGO.	SEP.
E.T.P. (mm)	64	120	101
E.T.R. (mm)	64	120	86
ALMACE. (mm)	91	61	0
DEFICIT (mm)	0	0	15
EXCESO (mm)	0	0	0

b)

	Jul.	Agó.	Sep.
Riego (m <sup>3</sup> )	0	0	150

56 -----

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Precipitación (mm)	68	130	70	133	91	208	270	190
Temp. med. del ambiente (°C)	22.9	29.9	28.6	25.8	25.8	28.6	27.2	27.2
Indice calorico mensual	10.01	14.99	14.02	11.99	11.99	14.02	12.99	12.99
ETP sin ajuste (mm)	79.65	206.20	175.97	121.86	121.86	175.97	147.13	147.13
Factor de ajuste	0.98	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07
ETP ajustada (mm)	78.06	187.64	181.25	125.52	131.61	186.53	156.90	157.43
ETR (mm)	78.06	187.64	72.30	125.52	98.48	186.53	158.90	157.43
Almac. en el suelo (mm)	59.94	2.30	0	7.48	0	21.47	90	90
Deficit (mm)	0	0	108.95	0	33.13	0	0	0
Excedente (mm)	0	0	0	0	0	0	42.57	32.57
Demanda bruta (mm)	0	0	155.64	0	47.33	0	0	0

PROBLEMA N°

RESPUESTA

- 73 -----  $K = 0,0083 \text{ min}^{-1}$ .
- 74 ----- a) Demanda Bruta =  $2090666,6 \text{ m}^3$ .  
 b) Vol. exceso =  $33945334 \text{ m}^3$   
 c) Déficit =  $0 \text{ mm}$ .  
 Excedentes =  $7428 \text{ mm}$ .
- 75 -----  $Q = 1,68 \text{ m}^3/\text{seg}$ .
- 76 ----- a)  $Q = 14,89 \text{ m}^3/\text{seg}$ .  
 b)  $V_B = 2,19 \text{ m}/\text{seg}$ .
- 77 -----  $Tr = 65 \text{ años}$ .
- 78 -----  $n = 0,0316$
- 79 -----  $Tr = 10 \text{ años}$ .
- 80 ----- a)  $Q (\text{m}á\text{x}.) = 674,7 \text{ m}^3/\text{seg}$ .  
 b)  $Q = 787,7 \text{ m}^3/\text{seg}$ .  
 c) Si permite, ya que el canal tiene una capacidad mayor que el caudal de 14 años de período de retorno.
- 81 ----- a)  $h = 6.52 \text{ mts}$ .  
 b)  $\bar{V} = 8,145 \text{ m}/\text{seg}$ .
- 82 -----  $Q_T (\text{pico}) = 123,8 \text{ m}^3/\text{seg}$ .
- 83 -----

a)  $F = 36 \text{ mm}$ .

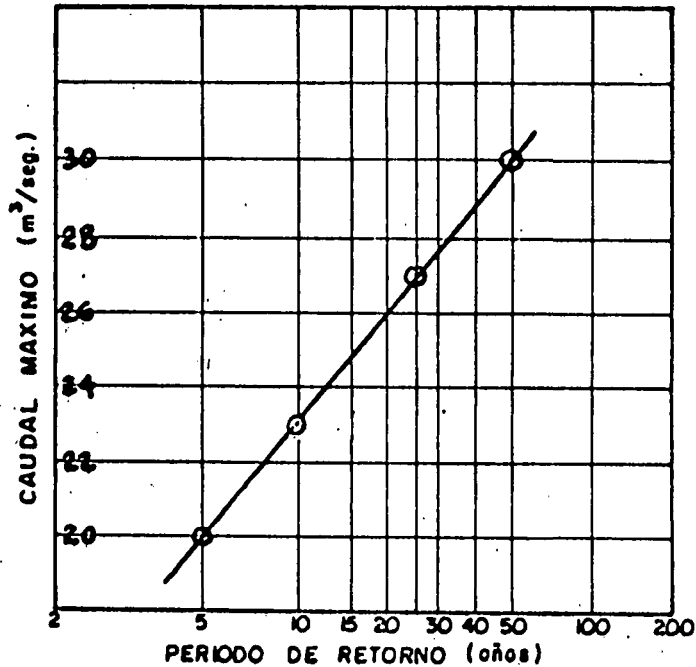
b) <u>Tiempo (horas)</u>	<u>H.H. (<math>\text{m}^3/\text{seg}</math>):</u>	c) <u>Tiempo (horas)</u>	<u>Q Tot. (<math>\text{m}^3/\text{seg}</math>):</u>
0,0	0,00	0,0	10,0
0,5	1,00	0,5	31,0
1,0	3,11	1,0	74,2
1,5	6,33	1,5	139,6
2,0	9,56	2,0	205,2
2,5	7,22	2,5	159,4
3,0	4,33	3,0	102,6
3,5	2,56	3,5	68,2
4,0	1,33	4,0	44,6
4,5	0,67	4,5	32,4
5,0	0,00	5,0	20,0

PROBLEMA N°

RESPUESTA

- 84 ----- a) Pérdidas = 78,9 %  
b) Tiempo (horas) H.U. (m<sup>3</sup>/seg/mm)
- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 0,00  |
| 2 | 18,87 |
| 3 | 40,88 |
| 4 | 18,87 |
| 5 | 3,14  |
| 6 | 1,57  |
| 7 | 0,00  |
- 85 -----  $Q_T$  (pico) = 385,6 m<sup>3</sup>/seg.
- 86 ----- Tiempo (horas) Q total (m<sup>3</sup>/seg).
- |     |      |
|-----|------|
| 0,0 | 0,0  |
| 0,5 | 41,0 |
| 1,0 | 81,9 |
| 1,5 | 69,3 |
| 2,0 | 31,5 |
| 2,5 | 0,0  |
- 87 ----- a)  $f_p = 10 + 30 e^{-0,1 t}$  ; t (min.)  
b) Tiempo (minutos) Q total (m<sup>3</sup>/seg).
- |    |        |
|----|--------|
| 0  | 5,00   |
| 15 | 47,31  |
| 30 | 192,58 |
| 45 | 131,72 |
| 60 | 41,44  |
| 75 | 10,00  |
- 88 ----- Tiempo (horas) Q total (m<sup>3</sup>/seg).
- |     |       |
|-----|-------|
| 0,0 | 1,0   |
| 0,5 | 12,3  |
| 1,0 | 89,3  |
| 1,5 | 105,3 |
| 2,0 | 88,4  |
| 2,5 | 67,2  |
| 3,0 | 48,4  |
| 3,5 | 29,7  |
| 4,0 | 21,0  |
| 4,5 | 14,5  |
| 5,0 | 8,0   |
- 89 -----  $Q = 7 m^3/seg.$

90 -----



91 -----

- a) Duración = 15 minutos.
- b) Lámina infiltrada = 8,12 mm.
- c) E.T.R = 5,88 mm.

92 -----

- a) 1° creciente  $\Rightarrow$   $T_r = 50$  años  
2° creciente  $\Rightarrow$   $T_r = 10$  años
- b) Tiempo Base = 7,8 horas
- c)  $\bar{P} = 38.4$  mm  
 $\sqrt{P} = 19.9$  mm

93 -----

Q (diseño) = 19 m<sup>3</sup>/seg.

94 -----

Ancho mínimo del canal = 53 mts.

95 -----

S = 0,007

96 -----

Ancho mínimo = 5 mts.

97 -----

$h_{min.} = 2,45$  mts.

98 -----

Altura de las paredes del canal = 1,34 mts.

99 -----

1)  $Q = 5 (h+0,6)^{2,556}$  : Q en m<sup>3</sup>/seg.  
h en metros.

99

Cont.

2) Tiempo (horas)	Q total (m <sup>3</sup> /seg).
0,0	24,0
0,5	56,0
1,0	321,8
1,5	184,2
2,0	56,0
2,5	33,0

3) Tiempo (horas)	H.U. (m <sup>3</sup> /seg)
0,0	0,00
0,5	3,99
1,0	38,91
1,5	20,48
2,0	3,28
2,5	0,00

4) Coef. de escurrimiento = 30 %

5)  $\bar{P}$  cuenca = 40,8 mm

6) Tiempo (horas)	Q total (m <sup>3</sup> /seg).
0,0	24,0
0,5	74,68
1,0	504,25
1,5	280,28
2,0	71,38
2,5	33,00

7)  $Tr \approx 54$  años.

8)  $f_p = 9 + 60 e^{-0,0945 t}$  ; t en minutos.

9) Ancho = 26,5 mts.

100

1)  $Q = 1,5 (h + 0,8)^3$  : h en metros  
Q en m<sup>3</sup>/seg.

2) Tiempo (horas)	Q Total (m <sup>3</sup> /seg).
-------------------	--------------------------------

0	1,5
2	96,0
4	324,0
6	96,0
8	12,0
10	5,06

3) Tiempo (horas)	H.U. (m <sup>3</sup> /seg).
-------------------	-----------------------------

0	0,00
2	4,69
4	16,05
6	4,60
8	0,38
10	0,00

4) Coef. de escurrimiento = 25%

5)  $\bar{P}$  (cuenca) = 120 mm

6)  $Tr = 20$  años.

7)

8)  $K = 0,111$  Minutos<sup>-1</sup>.

7

