

MÉTODO RACIONAL

Curso Hidrología

Henry Jiménez E. Profesor

Ejemplo

Hallar el caudal máximo que se puede producir en la cuenca Doña Sofía, generada por una lluvia con un periodo de retorno de 10 años.

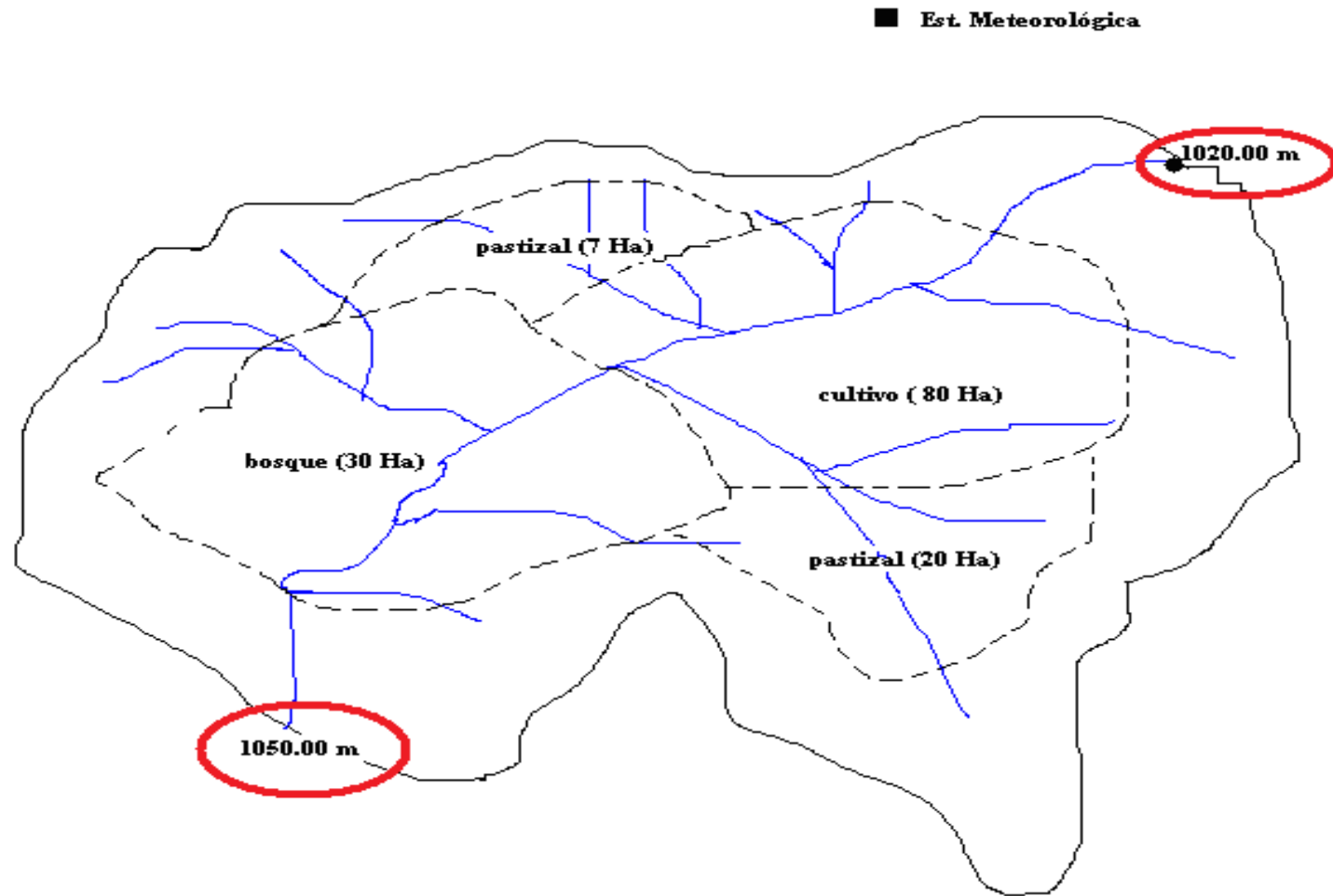
La cuenca “DOÑA SOFÍA” tiene un área de 137 hectáreas, presenta un cauce de 0.68 Km de longitud, en la actualidad su uso de suelo se destina a uso agrícola, pastos y zona de reserva natural.

La zona agrícola de 80 has, prevalece el cultivo de frutales tiene relieve de pendientes variadas de acuerdo con la zona; oscilan entre 10-30%, estructura Franco- Arenosa y empleada en cultivos.

La zona cubierta por pastos con 27has para ganadería presentan pendientes de 0-5% y suelos Arcillo - Limoso.

La reserva natural comprende un bosque de 30 has., presenta una pendiente de 5-10% y textura Arcillosa- densa o pesada.

Cuenca “Doña Sofía”



Método Racional

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

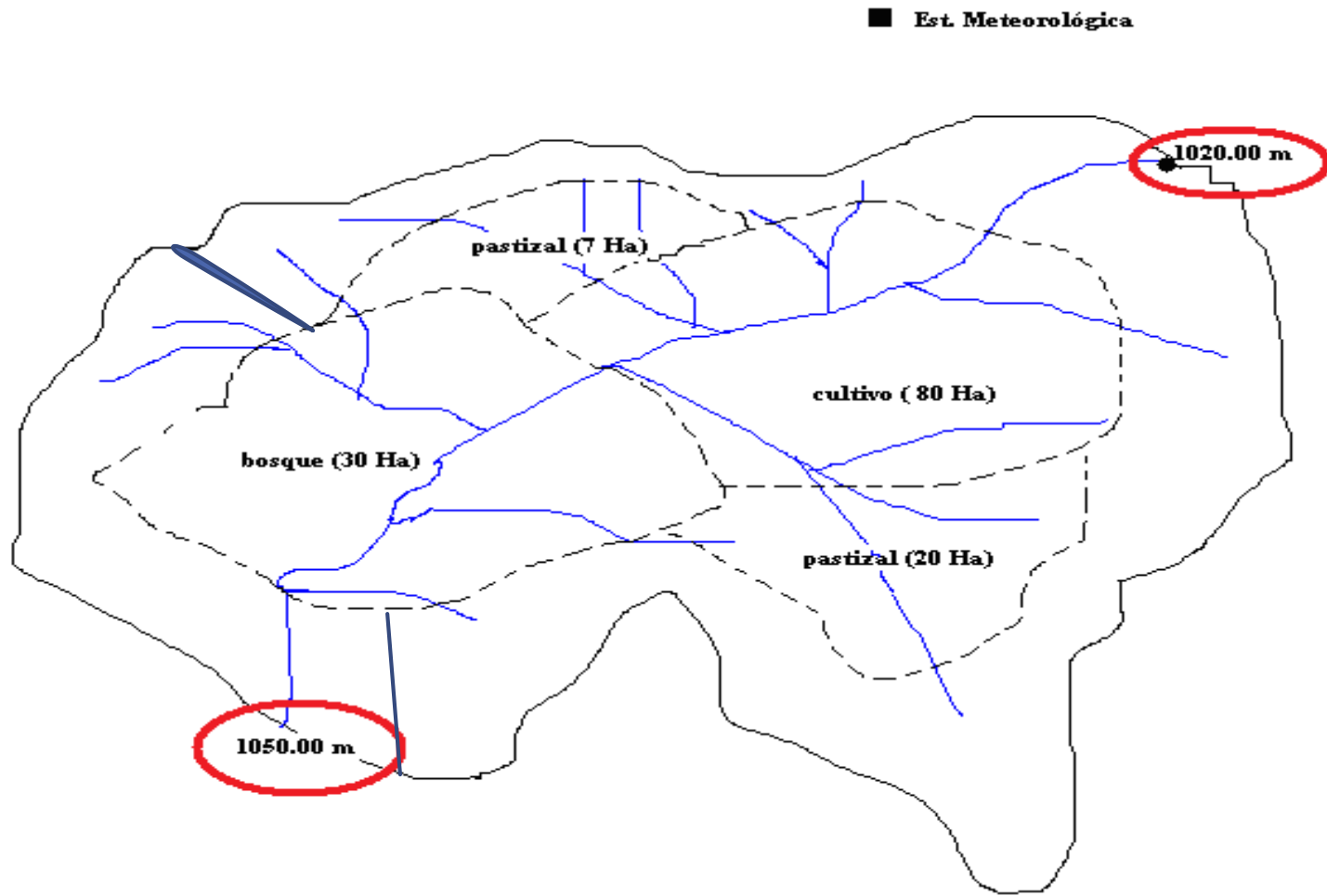
Q = Gasto máximo probable de escurrimiento superficial (Q dado en $[m^3/s]$).

C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

I = Intensidad máxima de precipitación en un periodo equivalente al tiempo de concentración (mm/hora)

A = área de la cuenca (Km^2)

Con base a las características de la cuenca, se determina la velocidad de respuesta de la misma.



Cálculo del T_c

- ▶ Se determina en función de la distancia a recorrer por el agua y la pendiente del río.
- ▶ Para determinar la pendiente S , se tiene en cuenta la diferencia de nivel entre el punto mas lejano y la salida de la cuenca, con relación a la longitud entre dichos puntos.
- ▶ Se emplea uno de los métodos para determinar T_c , que represente de forma mas fiel el comportamiento del río; en este caso se emplea Kirpich.

Cálculo del tiempo de concentración. Fórmula de Kirpich

$$T_c = 0,0195 \left(L / \sqrt{S} \right)^{0,77} \text{ (min)}$$

Donde:

T_c = es el tiempo de concentración, en minutos

L = es la longitud del cauce principal, en metros

S = es la pendiente del cauce principal en fracción

Reemplazando se obtiene...

- ▶ $S = (1050 - 1020)m / 680m$

- ▶ $T_c = 0,0195(680((30/680)^{0,5}))^{0,77}$

- ▶ Por lo tanto, $T_c = ?$

Determinación Constante de Escurrimiento C

Con la información de textura pendiente y uso del suelo, se halla el coeficiente de escurrimiento de la siguiente tabla (Materón, 1992) Inicialmente para bosques.

Valores del coeficiente de escurrimiento C

Fórmula racional, $Q = CIA$

Pendiente	Textura de suelos		
	Franco arenoso	Arcillo y franco limoso	Arcilloso denso
Bosques			
0 - 5%	0.10	0.30	0.40
5 - 10%	0.25	0.35	0.50
10 - 30%	0.30	0.50	0.60

Se halla C los demás usos del suelo con
pastizales

Valores del coeficiente de escurrimiento C

Fórmula racional, $Q = CIA$

Pendiente	Textura de suelos		
	Franco arenoso	Arcillo y franco limoso	Arcilloso denso
Pastos			
0 - 5%	0.10	0.30	0.40
5 - 10%	0.15	0.35	0.55
10 - 30%	0.20	0.40	0.60

Se halla C los demás usos del suelo con cultivo

Valores del coeficiente de escurrimiento C

Fórmula racional, $Q = CIA$

Pendiente	Textura de suelos		
	Franco arenoso	Arcillo y franco limoso	Arcilloso denso
Tierra de cultivo			
0 - 5%	0.30	0.50	0.60
5 - 10%	0.40	0.60	0.70
10 - 30%	0.50	0.70	0.80

Calculo de C

El Valor del coeficiente de escurrimiento será el ponderado de C con respecto a su respectiva área:

$$C = (C1A1 + C2A2 + C3A3) / A$$

En donde:

C1, C2 y C3 coeficiente de escurrimiento uso 1, 2 y 3 respectivamente.

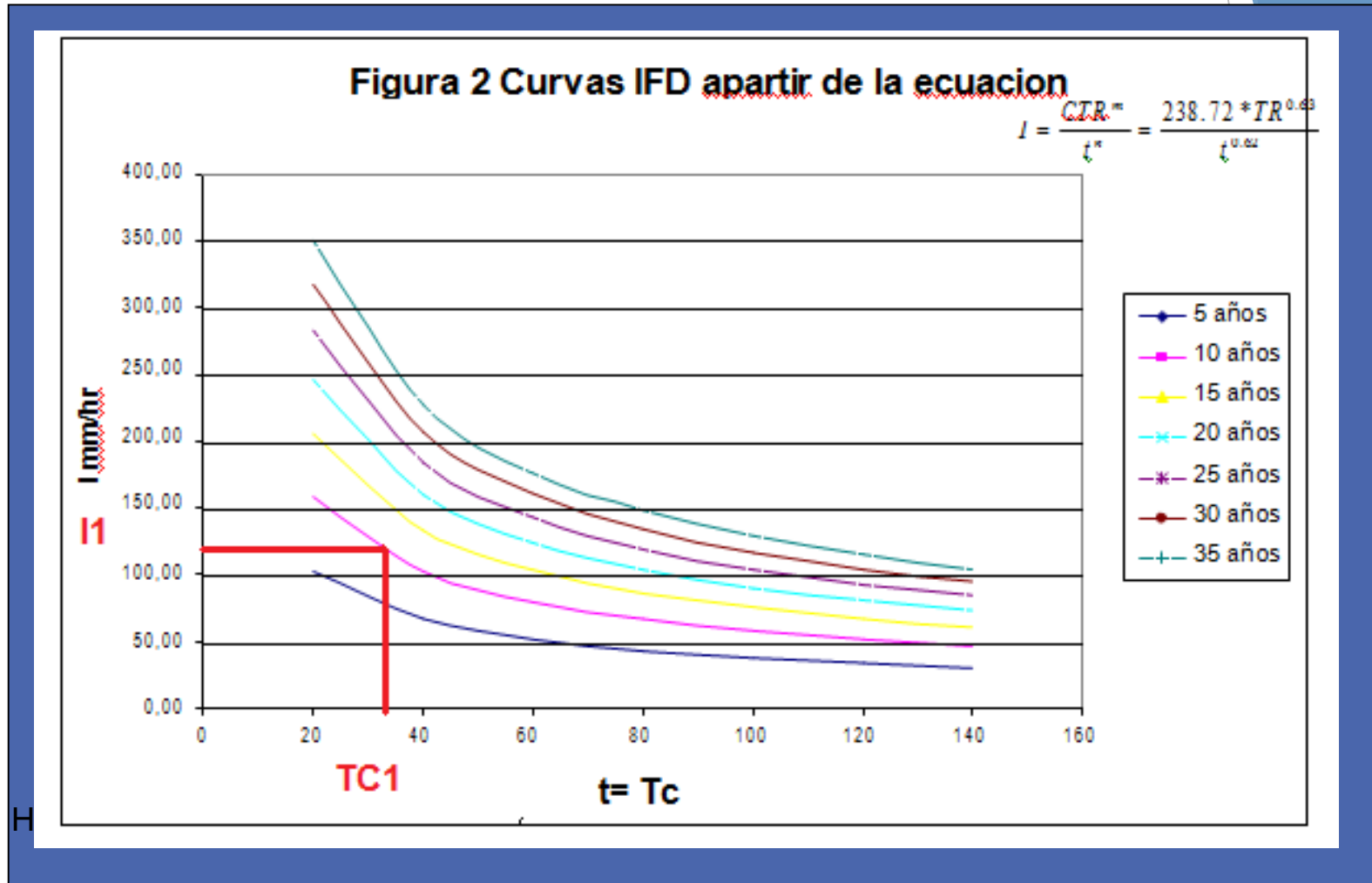
A1, A2 y A3 área uso de suelo 1, 2 y 3 respectivamente.

$$C = ((30 \cdot 0,50) + (27 \cdot 0,30) + (80 \cdot 0,50)) \text{ha} / 137 \text{ ha}$$

$$C = 0,46$$

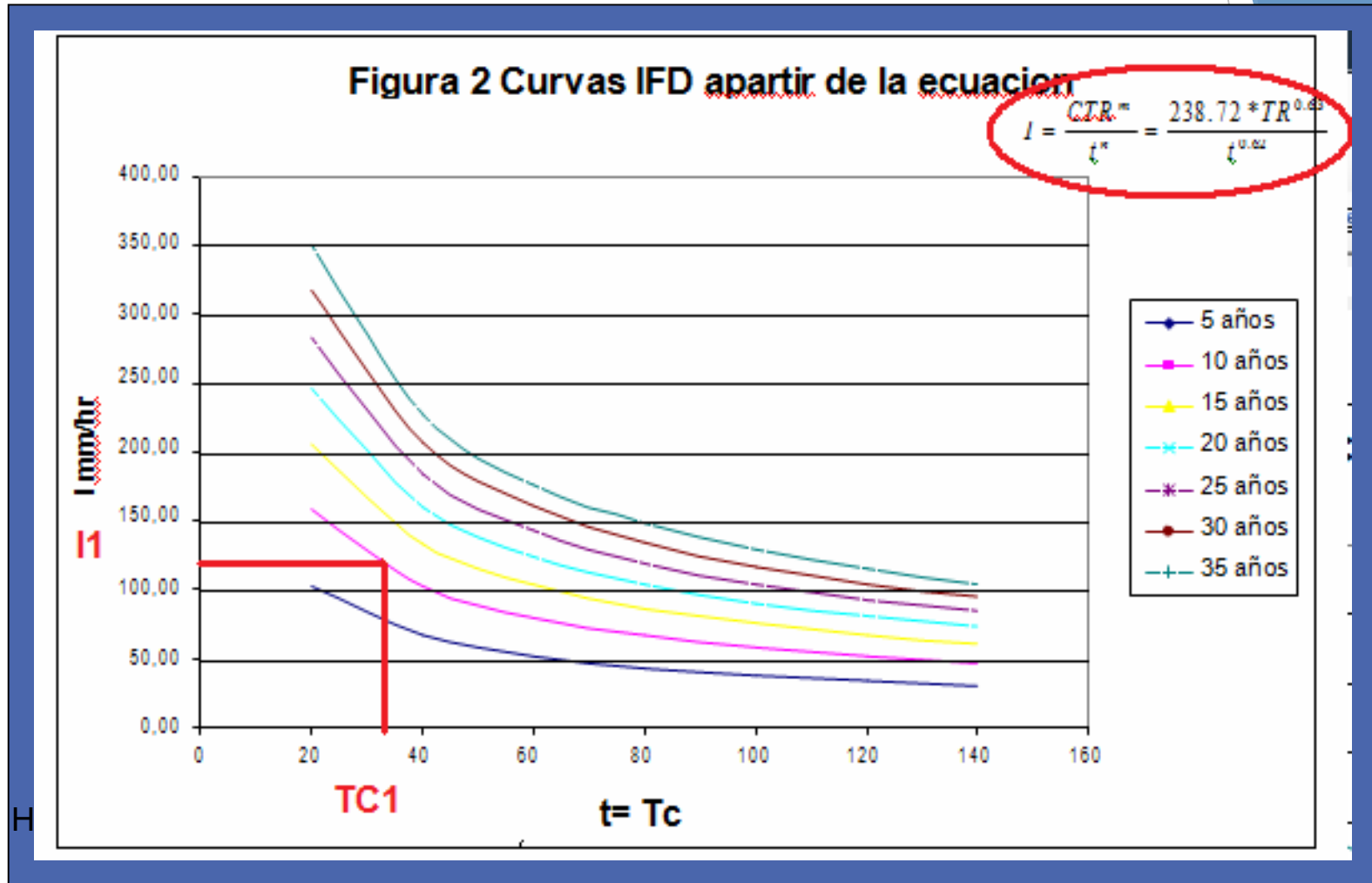
Cálculo de la intensidad

- Primer método: Ubicarlo en la gráfica IFD



Cálculo de la intensidad

- Segundo método: Reemplazando Tr en ecuación IFD



Caudal Máximo Resultante

► Reemplazando:

$$C = 0,46$$

$$I = 120\text{mm/h}$$

$$A = 137 \text{ has} = 1.37\text{km}^2$$

$$Q_{\text{max}} = 2,085\text{m}^3/\text{s}$$

Referencias

- ▶ Hidrología Básica 3, H. Materón, 1987. Universidad del Valle.

CONSTRUCCIÓN DE HIDROGRAMA

Henry Jiménez E. Profesor

CONSTRUCCIÓN DE UN HIDROGRAMA

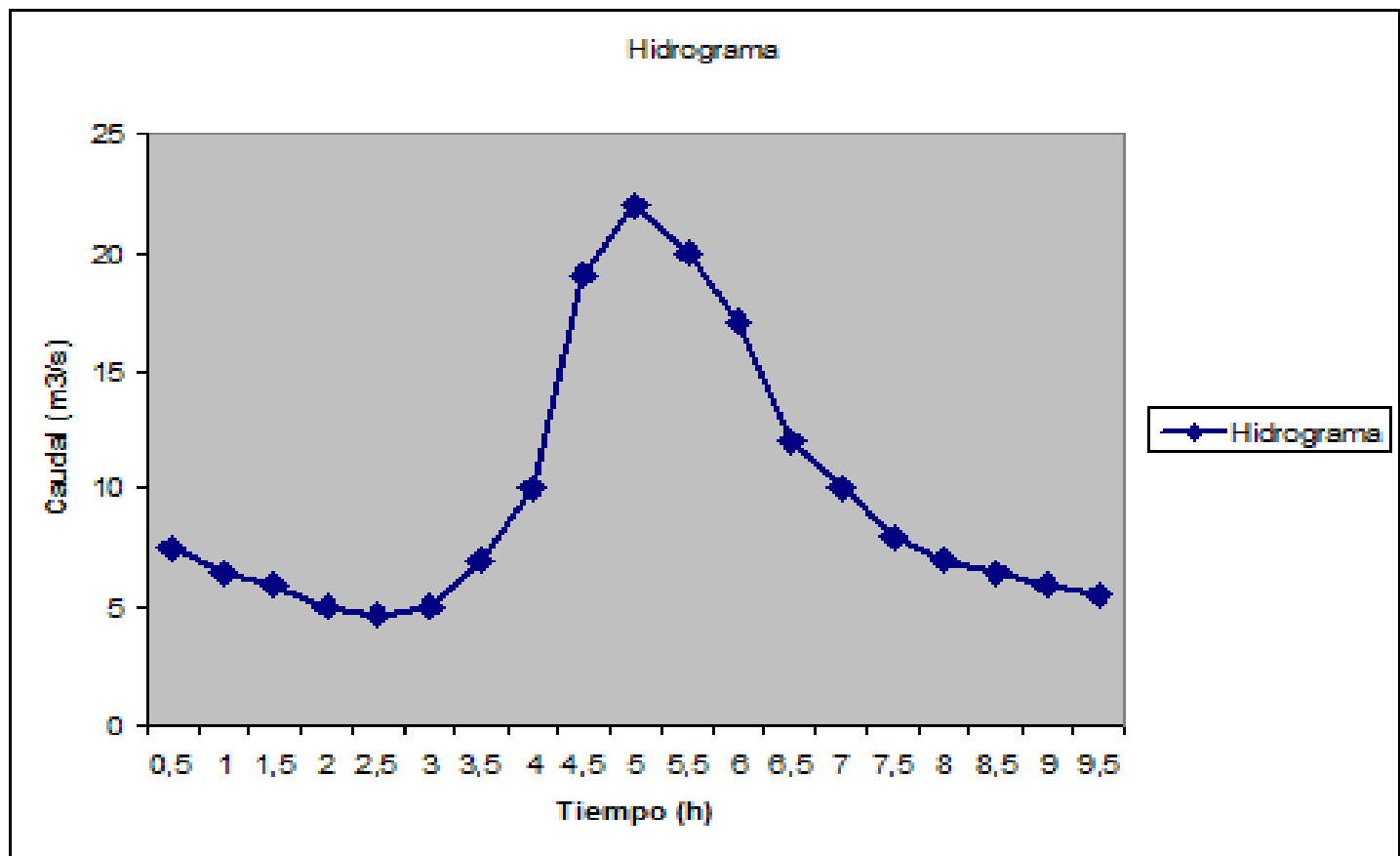
En el punto de concentración de una cuenca se registraron los aportes hídricos por efecto de los diferentes tipos de escorrentía generados por una lluvia con duración de 9 horas. Los datos de caudal se registraron cada 0.5 horas durante la duración del evento.

Con la anterior información construya el hidrograma y ubique los diferentes tipos de escorrentía.

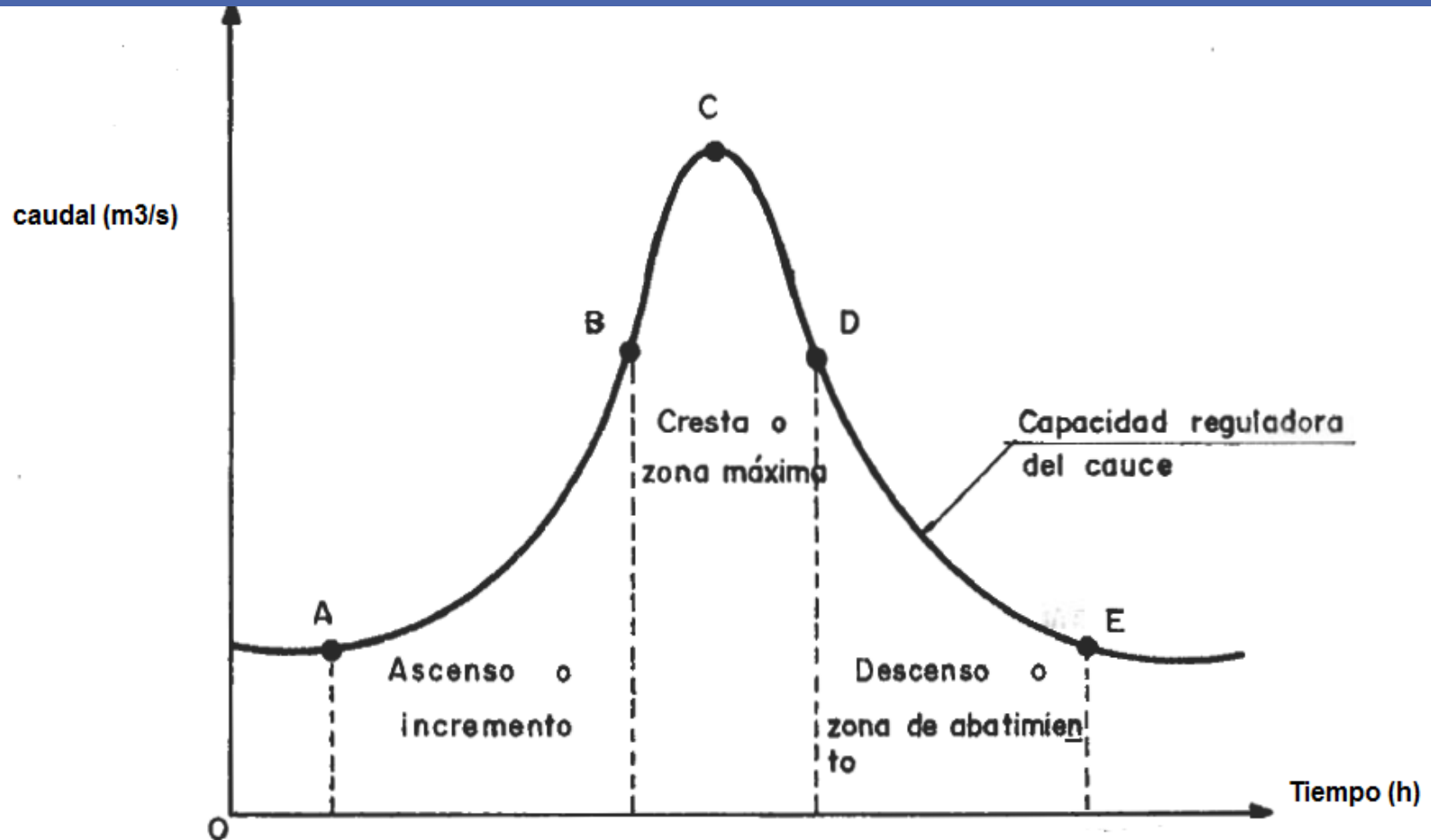
Caudal (m/s)
7,5
6,5
6
5
4,7
5
7
10
19
22
20
17
12
10
8
7
6,5
6
5,5

Trazo del hidrograma

Gráfica Caudal Vs. Tiempo



Partes del hidrograma



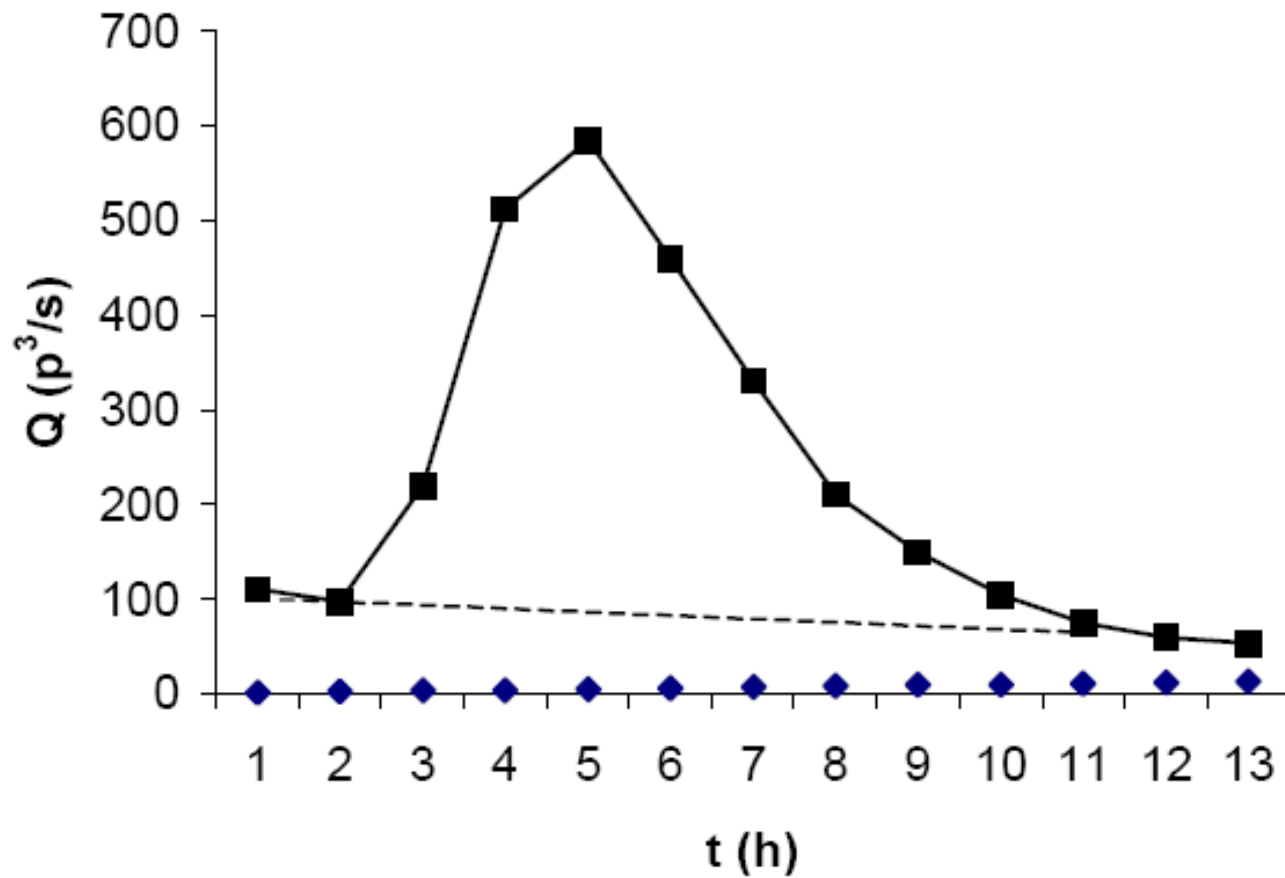
HIDROGRAMA UNITARIO

Henry Jiménez E. Profesor

HIDROGRAMA UNITARIO

Determine el hidrograma unitario dada una lluvia de duración unitaria con una profundidad efectiva de 1,5 pulgadas, que produce el hidrograma de la siguiente tabla en una cuenca de 1,98 millas cuadradas.

t(h)	Q (p ³ /s)
1	110
2	98
3	220
4	512
5	585
6	460
7	330
8	210
9	150
10	105
11	75
12	60
13	54



SOLUCIÓN

El primer paso sería separar el flujo base del hidrograma trazando una línea recta desde el punto donde empieza la rama descendente hasta donde termina el hidrograma de escorrentía superficial directa.

Ahora, por medio de figuras geométricas conocidas, se calcula el Volumen de Escorrentía superficial Directa (V_{ESD})

$$V_{ESD} = \{ (124.6 * 1)/2 + (124.6 + 419.1)*1/2 + (419.1 + 528.4)*1/2 + (528.4 + 494.7)*1/2 + (494.7 + 372.2)*1/2 + (372.2 + 244.8)*1/2 + (244.8 + 127.4)*1/2 + (127.4 + 69.9)*1/2 + (69.9 + 27.5)*1/2 + (27.5*1)/2 \} * 3600 \text{ s/h}$$

$$V_{ESD} = 6.987.420 \text{ pies}^3$$

$$L_{ESD} = \frac{6897420 \times 12}{1.98 \times 5280} = 1.5 \text{ pulgadas}$$

Para obtener las ordenadas del hidrograma unitario (Y_i), se dividen las ordenadas del hidrograma de escorrentía superficial directa por la Lsd .

Resta de $Q - Q_{base}$

**División por Lsd
(1,5)**

$t(h)$	$Q (p^3/s)$	$Q_{base} (p^3/s)$	$Esd (p^3/s)$	$Y_i (p^3/s/pulg)$
1	110	110	0	
2	98	98	0	
3	220	95,4	124,6	83,1
4	512	92,9	419,4	279,4
5	585	90,3	494,7	329,8
6	460	87,8	372,2	248,1
7	330	85,2	244,8	163,2
8	210	82,6	127,4	84,9
9	150	80,1	69,9	46,6
10	105	77,5	27,5	18,3
11	75	75	0	
12	60	60	0	
13	54	54	0	

Obtención del Hidrograma Unitario

