



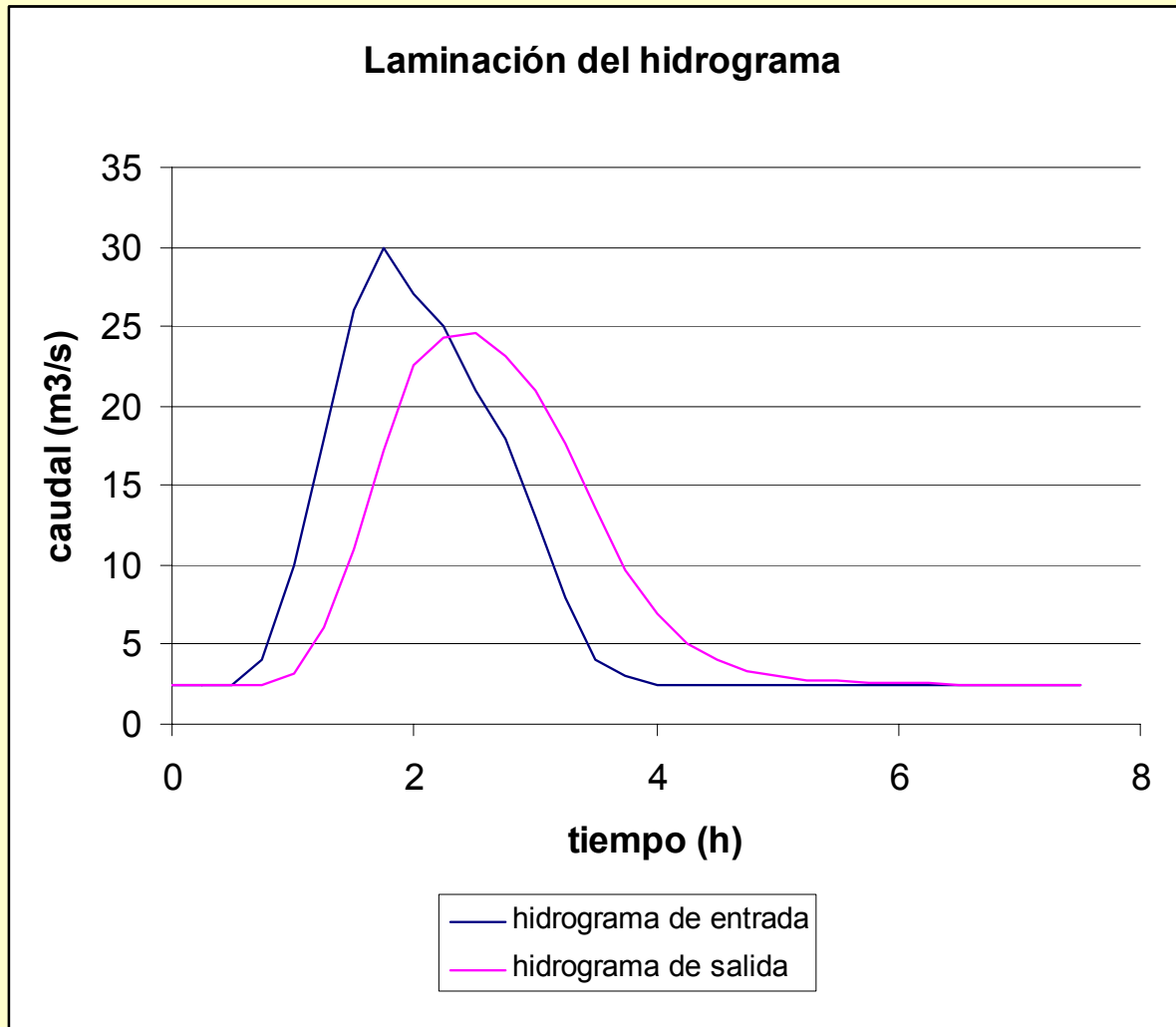
POLITÉCNICA

LAMINACIÓN DE HIDROGRAMAS



JOSÉ CARLOS ROBREDO SÁNCHEZ
PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD
UNIDAD DOCENTE DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA FORESTAL
E.T.S. DE INGENIEROS DE MONTES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Laminación del hidrograma



$$\frac{dS}{dt} = I - O$$

$$\frac{S_1 - S_2}{t} = \frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{O_1 + O_2}{2}$$

Muskingum

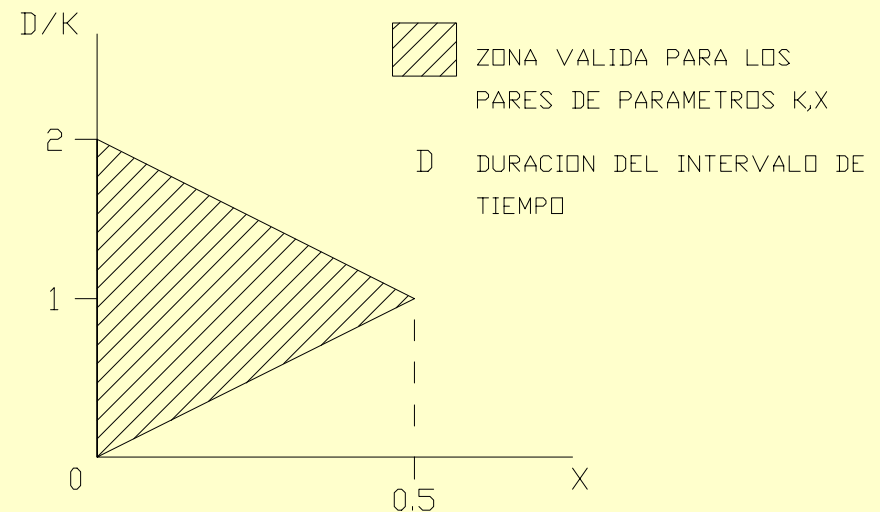
$$S = K \cdot (X \cdot I + (1 - X) \cdot O)$$

$$O_2 = c_1 \cdot I_1 + c_2 \cdot I_2 + c_3 \cdot O_1$$

$$c_1 = \frac{2 \cdot K \cdot X + t}{2 \cdot K \cdot (1 - X) + t}$$

$$c_2 = \frac{-2 \cdot K \cdot X + t}{2 \cdot K \cdot (1 - X) + t}$$

$$c_3 = \frac{2 \cdot K \cdot (1 - X) - t}{2 \cdot K \cdot (1 - X) + t}$$



Puls (para embalses)

$$\frac{S_1 - S_2}{t} = \frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{O_1 + O_1}{2}$$

$$a_1 = \frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{O_1}{2} + \frac{S_1}{t}$$

$$a_1 = \frac{S_2(H_2)}{t} + \frac{O_2(H_2)}{2}$$

$$S(H) = SUPmax \cdot H$$

$$O(H) = C_v \cdot L \cdot (H)^{2/3}$$

1. Cálculo de a_1 .
2. Se supone que H_2 es igual a H_1 en una primera aproximación.
3. Se obtiene el caudal de salida O_2 mediante la ecuación correspondiente.
4. Se calcula el volumen almacenado S_2 , mediante la ecuación:

$$S_2 = \left(a_1 - \frac{O_2}{2} \right) \cdot t$$

5. Se obtiene la altura H_2 correspondiente a dicho almacenamiento.

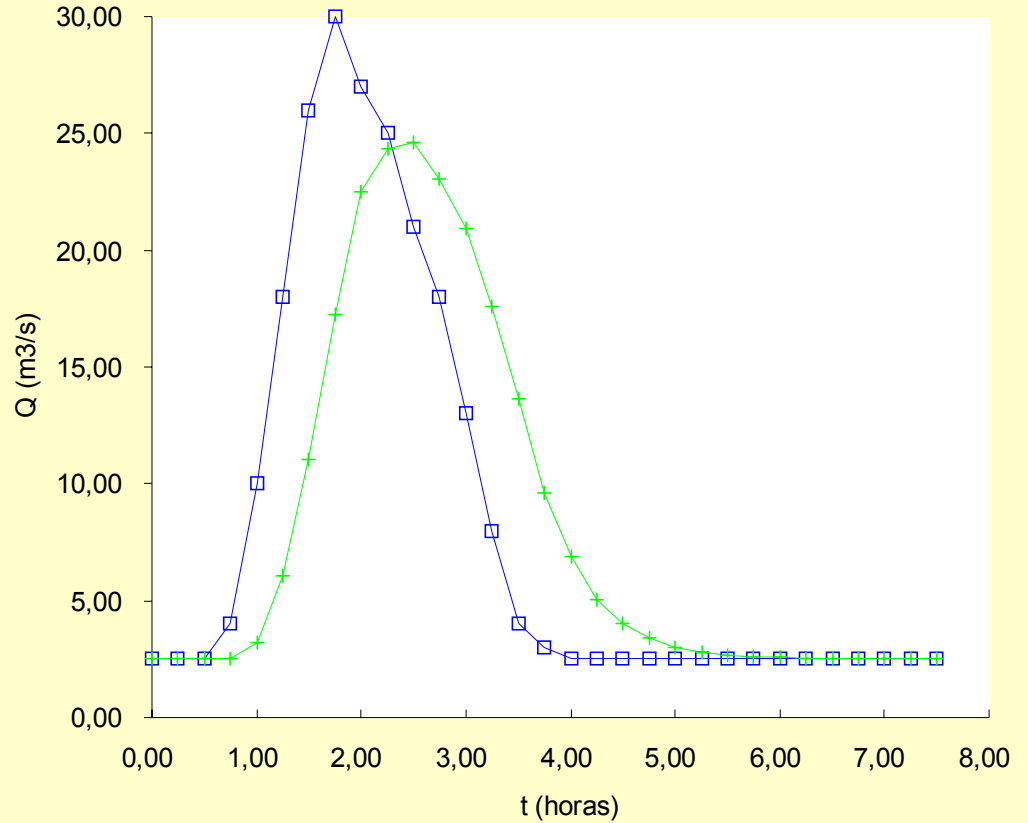
$$H_2 = \frac{S_2}{SUPmax}$$

6. Se calcula el caudal de salida O_2 correspondiente a H_2 .

7. Si este valor de O_2 coincide, o es muy próximo, con el obtenido en el apartado 3, se ha conseguido la convergencia del proceso; en caso contrario, se realiza la siguiente iteración comenzando en el apartado 4.

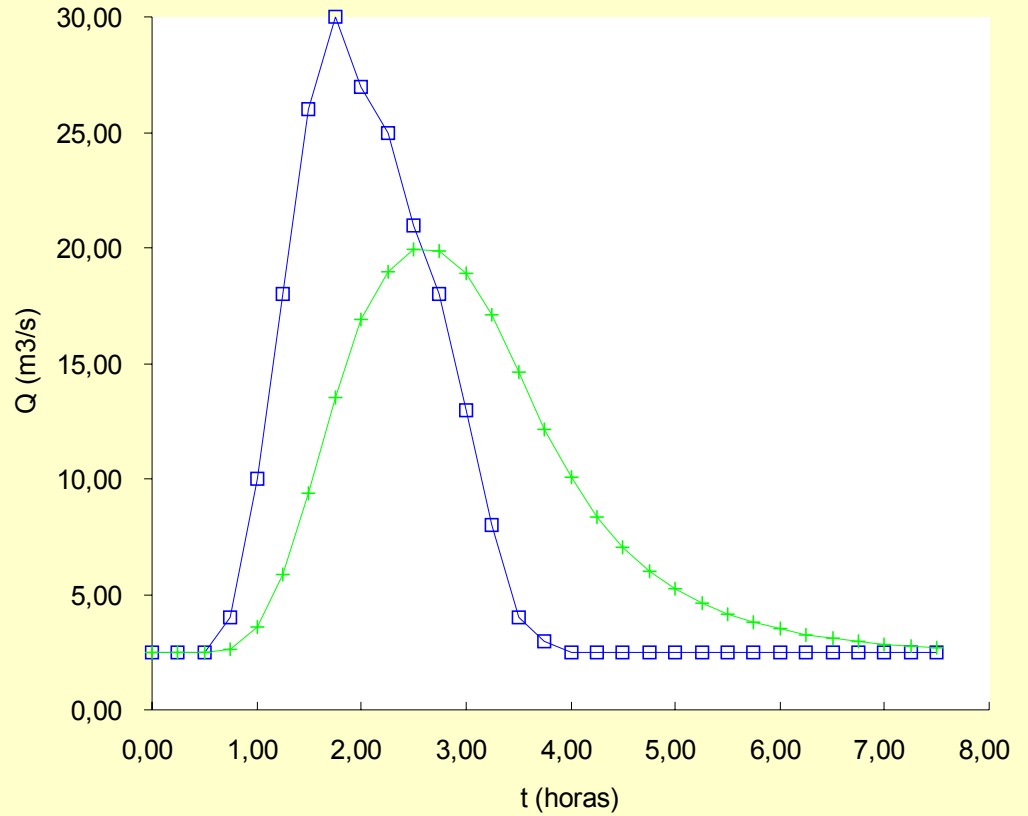
K= 0,6 C1= 0,4049587
 X= 0,2 C2= 0,0082645
 t= 0,25 C3= 0,5867769

TIEMPO	ENTRADA	SALIDA
0,00	2,50	2,50
0,25	2,50	2,50
0,50	2,50	2,50
0,75	4,00	2,51
1,00	10,00	3,18
1,25	18,00	6,06
1,50	26,00	11,06
1,75	30,00	17,27
2,00	27,00	22,50
2,25	25,00	24,35
2,50	21,00	24,58
2,75	18,00	23,08
3,00	13,00	20,94
3,25	8,00	17,62
3,50	4,00	13,61
3,75	3,00	9,63
4,00	2,50	6,89
4,25	2,50	5,07
4,50	2,50	4,01
4,75	2,50	3,39
5,00	2,50	3,02
5,25	2,50	2,81
5,50	2,50	2,68
5,75	2,50	2,61
6,00	2,50	2,56
6,25	2,50	2,54
6,50	2,50	2,52
6,75	2,50	2,51
7,00	2,50	2,51
7,25	2,50	2,50
7,50	2,50	2,50



K= 1 C1= 0,1210762
 X= 0,01 C2= 0,103139
 t= 0,25 C3= 0,7757848

TIEMPO	ENTRADA	SALIDA
0,00	2,50	2,50
0,25	2,50	2,50
0,50	2,50	2,50
0,75	4,00	2,65
1,00	10,00	3,58
1,25	18,00	5,84
1,50	26,00	9,39
1,75	30,00	13,53
2,00	27,00	16,91
2,25	25,00	18,97
2,50	21,00	19,91
2,75	18,00	19,84
3,00	13,00	18,91
3,25	8,00	17,07
3,50	4,00	14,63
3,75	3,00	12,14
4,00	2,50	10,04
4,25	2,50	8,35
4,50	2,50	7,04
4,75	2,50	6,02
5,00	2,50	5,23
5,25	2,50	4,62
5,50	2,50	4,14
5,75	2,50	3,78
6,00	2,50	3,49
6,25	2,50	3,27
6,50	2,50	3,10
6,75	2,50	2,96
7,00	2,50	2,86
7,25	2,50	2,78
7,50	2,50	2,72



K= 0,6 C1= 0,4049587
 X= 0,2 C2= 0,0082645
 t= 0,25 C3= 0,5867769

TIEMPO	ENTRADA	SALIDA
0,00	0,00	0,00
0,25	1,23	0,01
0,50	2,46	0,52
0,75	3,69	1,33
1,00	4,92	2,32
1,25	26,17	3,57
1,50	45,86	13,07
1,75	65,03	26,78
2,00	84,32	42,74
2,25	113,47	60,17
2,50	117,26	82,22
2,75	114,49	96,68
3,00	111,83	104,02
3,25	109,10	107,22
3,50	93,91	107,87
3,75	76,26	101,96
4,00	58,73	91,19
4,25	40,95	77,63
4,50	23,30	62,33
4,75	17,47	46,15
5,00	11,71	34,25
5,25	5,82	24,89
5,50	0,00	16,96
5,75	0,00	9,95
6,00	0,00	5,84
6,25	0,00	3,43
6,50	0,00	2,01
6,75	0,00	1,18
7,00	0,00	0,69
7,25	0,00	0,41
7,50	0,00	0,24

