

## Capítulo 26

### Método TR-55 para várias bacias

Para a construção do Parthenon localizado na Acrópole de Atenas foi usada a “seção áurea” ou a “divina proporção” onde o comprimento L e a largura W para um retângulo satisfaz a expressão:

$$(L + W) / L = L / W$$

Fonte: Geometry de Peter B. Geltner e Darrel J. Peterson.



## SUMÁRIO

<b>Ordem</b>	<b>Assunto</b>
26.1	Introdução
26.2	SCS TR-55
26.3	Método SCS do TR-55 para dimensionamento preliminar de reservatório de detenção
26.4	Tr-55 para várias bacias

**21 páginas**

## Capítulo 26- Método TR-55 para várias bacias

### 26.1 Introdução

O Departamento de Agricultura nos Estados Unidos apresentou em junho de 1986 através do *Natural Resources Conservation Service (NRCS)*, o *Technical Release 55*, ou seja, o TR-55 destina a bacias urbanas maiores que 4ha até 65km<sup>2</sup>, mais conhecido como SCS TR-55, incorporando o que já tinha sido publicado em janeiro de 1976 pelo *Soil Conservation Service (SCS)*.

O TR-55 apresenta metodologia própria para determinar o pico de descarga e volume de detenção para áreas urbanas e rurais. Não apresenta o hidrograma completo e pode ser usado facilmente para varias bacias.

Para o uso do TR-55 é obrigatório **chuva de duração de 24h.**

**Dica- O Método SCS TR-55 é bom para determinar vazão de pico e volume de detenção. Para hidrograma completo deve-se usar o SCS original.**

### 26.2 SCS TR-55

O método SCS TR-55 é o seguinte.

$$Q_p = Q_u \cdot A \cdot Q \cdot F_p \quad \text{(Equação 26.1)}$$

Sendo:

$Q_p$  = vazão de pico (m<sup>3</sup>/s)

$Q_u$  = pico de descarga unitário (m<sup>3</sup>/s/cm / km<sup>2</sup>)

$A$  = área da bacia (km<sup>2</sup>)

$Q$  = runoff ou seja o escoamento superficial ou chuva excedente de uma chuva de 24h (cm)

$F_p$  = fator adimensional de ajustamento devido a poças d'água fornecido pela Tabela (26.1).

**Tabela 26.1- Fator de ajustamento em função da porcentagem de água de chuva retida em poças d'água ou em brejos**

Porcentagem da água de chuva que fica em poças d'água ou em brejos (%)	$F_p$
0	1,00
0,2	0,97
1,0	0,87
3,0	0,75
5,0*	0,72

Fonte: TR-55 junho de 1986

(\*) Se a porcentagem de água de chuva retida em poças e brejos for maior que 5%, considerações especiais devem ser tomadas para se achar a chuva excedente (Chin, 2000).

O pico de descarga unitário  $Q_u$  é fornecido pela Equação (26.2) em função do tempo de concentração  $t_c$  em horas.

$$\log(Q_u) = C_0 + C_1 \cdot \log t_c + C_2 \cdot (\log t_c)^2 - 2,366 \quad \text{(Equação 26.2)}$$

Sendo:

$C_0, C_1$  e  $C_2$  obtidos da Tabela (26.2)

$t_c$  = tempo de concentração (h), sendo que  $0,1h \leq t_c \leq 10h$

**Dica: O SCS TR-55 usa sempre chuva de duração de 24horas.**

**Tabela 26.2- Valores de  $C_0$ ,  $C_1$  e  $C_2$  obtidos em função do tipo de chuva e da relação Ia/P**

Tipo de chuva conforme SCS (Estados Unidos)	Ia/ P	$C_0$	$C_1$	$C_2$
<b>I</b>	0,10	2,30550	-0,51429	-0,11750
	0,20	2,23537	-0,50387	-0,08929
	0,25	2,18219	-0,48488	-0,06589
	0,30	2,10624	-0,45695	-0,02835
	0,35	2,00303	-0,40769	0,01983
	0,40	1,87733	-0,32274	0,05754
	0,45	1,76312	-0,15644	0,00453
	0,50	1,67889	-0,06930	0,0
<b>IA</b>	0,10	2,03250	-0,31583	-0,13748
	0,20	1,91978	-0,28215	-0,07020
	0,25	1,83842	-0,25543	-0,02597
	0,30	1,72657	-0,19826	0,02633
	0,50	1,63417	-0,09100	0,0
<b>II</b>	<b>0,10</b>	<b>2,55323</b>	<b>-0,61512</b>	<b>-0,16403</b>
	<b>0,30</b>	<b>2,46532</b>	<b>-0,62257</b>	<b>-0,11657</b>
	<b>0,35</b>	<b>2,41896</b>	<b>-0,61594</b>	<b>-0,08820</b>
	<b>0,40</b>	<b>2,36409</b>	<b>-0,59857</b>	<b>-0,05621</b>
	<b>0,45</b>	<b>2,29238</b>	<b>-0,57005</b>	<b>-0,02281</b>
	<b>0,50</b>	<b>2,20282</b>	<b>-0,51599</b>	<b>-0,01259</b>
<b>III</b>	0,10	2,47317	-0,51848	-0,17083
	0,30	2,39628	-0,51202	-0,13245
	0,35	2,35477	-0,49735	-0,11985
	0,40	2,30726	-0,46541	-0,11094
	0,45	2,24876	-0,41314	-0,11508
	0,50	2,17772	-0,36803	-0,09525

**Fonte: Chin, 2000 p. 364**

Os Estados Unidos foram divididos em 4 regiões, onde existem os tipos de chuva I, IA, II e III. Infelizmente não temos nada semelhante no Brasil.

Segundo Porto,1995 o tipo de chuva de São Paulo que mais se aproxima dos Estados Unidos é o tipo II. No Capítulo 7 deste livro encontramos as frações de chuvas acumuladas Tipo I, Tipo IA, Tipo II e Tipo III.

Lembrando o método de cálculo da chuva excedente pelo número da curva CN, Ia é abstração inicial em milímetros, que representa todas as perdas antes que comece o runoff.

**Dica: Para o Estado de São Paulo usar a chuva Tipo II para o SCS-TR-55**

O valor de  $I_a = 0,2 S$  sendo que  $S$  é o potencial máximo de retenção em milímetros após começar o runoff . O valor de  $S$  está em função do número da curva CN.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

O valor da chuva excedente ou runoff ou escoamento superficial  $Q$  é :

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \quad \text{válida quando } P > 0,2 S$$

O valor de  $P$  para o caso do método SCS TR-55 é para uma chuva de 24horas.

Na Tabela (26.2) para valores de  $I_a/P < 0,10$  deverá ser usado o valor  $I_a/P = 0,10$  e para valores de  $I_a/P > 0,50$  deverá ser usado  $I_a/P = 0,50$ . O TR-55,1986 diz que para valores de  $I_a/P$  menores que 0,10 e maiores que 0,50 temos falta de precisão na vazão de pico que será obtida.

O TR-55,1986 aconselha ainda que para a aplicação do método o valor de CN deverá ser maior que 40 e que a bacia deve ser homogênea, isto é, que o uso do solo e a cobertura seja uniformemente distribuída na bacia. Chin, 2000 sugere que as variações do coeficiente CN na bacia devem ser de  $\pm 5\%$  (cinco por cento).

O TR-55 recomenda ainda que quando for aplicado o método gráfico estimativo de pico, as vazões devem ser calculadas antes e depois do desenvolvimento, usando os mesmos procedimentos para estimativa do tempo de concentração  $t_c$ .

O TR-55 aconselha outro método caso se queira a hidrógrafa.

### Exemplo 26.1

Seja uma bacia com  $2,22\text{km}^2$  com 0,2% de poças d'água e que o número da curva estimado  $CN=87$ . O tempo de concentração é de  $15\text{min} = 0,25\text{h}$  e que a chuva de 24horas é o Tipo II e que a precipitação para período de retorno de 25anos conforme Martinez e Magni,1999, na cidade de São Paulo, seja de 123mm.

### Solução

Para  $CN=87 > 40$  o armazenamento  $S$  será:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = (25.400/87) - 254 = 37,95\text{mm}$$

Como o valor  $P=123\text{mm}$  temos:

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)}$$
$$Q = \frac{(123 - 0,2 \cdot 37,95)^2}{(123 + 0,8 \cdot 37,95)} = 86,85\text{mm} = 8,69\text{cm}$$

Portanto, a chuva excedente é 8,69cm.

Como  $I_a = 0,2 \cdot S = 0,2 \times 37,95 = 7,59\text{mm}$

$I_a/P = 7,59\text{mm}/123\text{mm} = 0,06 < 0,1$  (teremos imprecisões maiores na estimativa)

Como  $Ia/P < 0,1$  adotamos para  $Ia/P = 0,1$  e então para a chuva Tipo II escolhida temos:

$$C_0 = 2,55323$$

$$C_1 = -0,61512$$

$$C_2 = -0,16403$$

$t_c = 0,25h > 0,1h$  (hipótese de aplicação do método)

Substituindo os valores na Equação (26.2) temos:

$$\log(Q_u) = C_0 + C_1 \cdot \log t_c + C_2 \cdot (\log t_c)^2 - 2,366$$

$$\log(Q_u) = 2,55323 - 0,61512 \cdot \log 0,25 - 0,16403 \cdot (\log 0,25)^2 - 2,366$$

$$\log(Q_u) = 0,4981$$

e portanto  $Q_u = 3,1477 \text{ (m}^3/\text{s / cm / km}^2 \text{)}$

Como admitimos 0,2% de poças d'água, da Tabela (26.1) obtemos  $F_p = 0,97$

Da Equação (26.1) do TR-55 temos:

$$Q_p = Q_u \cdot A \cdot Q \cdot F_p$$

$$Q_p = 3,1477 \cdot 2,22 \cdot 8,69 \cdot 0,97 = 58,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portanto, a estimativa de vazão de pico segundo o método gráfico do TR-55 é de  $58,9 \text{ m}^3/\text{s}$  para  $Tr = 25$  anos.

### Exemplo 26.2

Seja uma bacia com  $9,95\text{km}^2$  com 0,2% de poças d'água e que o número da curva estimado  $CN=75$ . O tempo de concentração é de 2,53h e que a chuva de 24h é do Tipo II e que a precipitação para o período de retorno de 100 anos seja de 162,05mm

A declividade média foi obtida proporcionalmente aos comprimentos dos trechos desde a primeira cota de montante até a última cota de jusante.

Para o cálculo do tempo de concentração será usado a fórmula SCS Lag-1975, pois a área da bacia  $9,95\text{km}^2$ .

$$t_c = 0,0136 \cdot L^{0,8} \cdot (1000 / CN - 9)^{0,7} \cdot S^{-0,5}$$

Sendo  $L=5050\text{m}$ ; declividade média  $S=0,05248 \text{ m/m}$  ;  $t_c=152,04\text{min} = 2,53\text{h}$

Para  $CN=75 > 40$  o armazenamento  $S$  será:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = 84,67\text{mm}$$

Como o valor  $P=162,05\text{mm}$

$$Q = \frac{(P - 0,2 S)^2}{(P + 0,9 S)} = 91,64\text{mm} = 9,164\text{cm}$$

Portanto, a chuva excedente é 9,164cm

Como  $I_a = 0,2 \cdot S = 0,2 \cdot 84,67\text{mm} = 16,93\text{mm}$

$I_a / P = 16,93\text{mm} / 162,05\text{mm} = 0,10$

Para a chuva Tipo II com  $I_a/P = 0,1$ , conforme Tabela (26.2)

$C_0 = 2,55323$

$C_1 = -0,61512$

$C_2 = -0,16403$

$\log(Q_u) = C_0 + C_1 \cdot \log t_c + C_2 \cdot (\log t_c)^2 - 2,366$

$\log(Q_u) = 2,55323 - 0,61512 \cdot \log(2,53) - 0,16403 \cdot (\log 2,53)^2 - 2,366$

$\log(Q_u) = -0,0874$

$$Q_u = 0,81777 \text{ m}^3/\text{s}/\text{cm}/\text{km}^2$$

$$Q_p = Q_u \cdot A \cdot Q \cdot F_p$$

$$Q_p = 0,81777 \text{ m}^3/\text{s}/\text{cm}/\text{km}^2 \cdot 9,95\text{km}^2 \cdot 9,16\text{cm} \cdot 0,97 = 72,32\text{m}^3/\text{s}$$

Considerando a vazão de base de  $3\text{m}^3/\text{s}$  teremos como vazão de pico de projeto é igual a  $72,32\text{m}^3/\text{s} + 3\text{m}^3/\text{s} = 75,32\text{m}^3/\text{s}$ .

### 26.3 Método SCS do TR-55 para o reservatório de detenção

McCuen,1998 p. 448 apresenta a Equação (26.3) que substitui o gráfico apresentado pelo TR-55.

$$\frac{\text{Volume do reservatório}}{\text{volume de runoff}} = C_0 + C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \alpha^2 + C_3 \cdot \alpha^3 \quad \text{(Equação 26.3)}$$

Sendo:

Volume do reservatório = volume do piscinão ( $m^3$ );

volume de runoff = volume da chuva excedente ( $m^3$ ). É a altura da chuva multiplicada pela área da bacia nas unidades compatíveis;

$$\alpha = Q_{\text{pré-desenvolvimento}}/Q_{\text{pós-desenvolvimento}}$$

Sendo:

$Q_{\text{pós-desenvolvimento}}$  = vazão de pico ( $m^3/s$ ) depois do desenvolvimento calculado pelo TR-55;

$Q_{\text{pré-desenvolvimento}}$  = vazão de pico ( $m^3/s$ ) antes do desenvolvimento calculado pelo TR-55.

$C_0, C_1, C_2$  e  $C_3$  = coeficientes de análise de regressão da Tabela (26.4)

**Tabela 26.4- Valores dos coeficientes  $C_0, C_1, C_2$  e  $C_3$  em função do tipo de chuva dos Estados Unidos padronizadas pelo SCS.**

Tipo de chuva nos Estados Unidos	$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$
I, IA	0,660	-1,76	1,96	-0,730
<b>II, III</b>	<b>0,682</b>	<b>-1,43</b>	<b>1,64</b>	<b>-0,804</b>

Fonte: McCuen, 1998 p. 449

O TR-55 recomenda que as estimativas de pico devem ser as calculadas pelo TR-55 e que o procedimento de cálculo do tempo de concentração adotado para o pré-desenvolvimento e pós-desenvolvimento deve ser o mesmo.

O TR-55 adverte que os erros de estimativas são da ordem de 25% (vinte e cinco por cento). De modo geral, o método SCS super-dimensiona o reservatório de detenção (capítulo 6-3, junho de 1986, *Urban Hydrology for Small Watersheds – TR-55*).

#### Exemplo 26.3- Aplicação do TR-55 para o reservatório de detenção.

É o mesmo do piscinão citado no Exemplo (26.1) com  $T_r=25$ anos.

$$Q_{\text{pré}} = 13 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (dado imposto no problema)}$$

$$Q_{\text{pós}} = 58,9 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (calculado pelo TR-55)}$$

$$\alpha = 13/58,9 = 0,22$$

Usando a Equação (26.3) e sendo a chuva escolhida Tipo II conforme Tabela (26.3) teremos os valores de  $C_0, C_1, C_2$  e  $C_3$ .



$$\frac{\text{Volume do reservatório}}{\text{volume de runoff}} = C_0 + C_1 \cdot \alpha + C_2 \cdot \alpha^2 + C_3 \cdot \alpha^3$$

$$\frac{\text{Volume do reservatório}}{\text{volume de runoff}} = 0,682 - 1,43 \cdot 0,22 + 1,64 \cdot 0,22^2 - 0,804 \cdot 0,22^3 = 0,44$$

Como no exercício anterior calculamos a chuva excedente do piscinão do Pacaembu obtivemos  $Q = 8,69\text{cm}$ .

Portanto o volume de runoff deverá ser obtido pela altura de chuva de 8,69cm multiplicado pela área da bacia de  $2,22\text{km}^2$ .

$$\text{Volume de runoff} = (8,69\text{cm}/100) \times 222\text{ha} \times 10.000\text{m}^2 = 192.918\text{m}^3$$

$$\text{Volume do reservatório} = 0,44 \times 192.918 = 84.884\text{m}^3$$

Portanto, usando o método de TR-55 achamos que o volume estimado do piscinão é de  **$84.884\text{m}^3$** .

#### 26.4 Tr-55 para várias bacias

O método TR-55 de 1986 possui um método simples de calcular várias bacias. Para isto se utiliza hidrógrafa tabelada. No caso transcrevemos somente aquela que nos interessa, ou seja, aquela resultante da chuva Tipo II que pode ser usada no Brasil.

Só vale para **chuvas de duração de 24h**.

Nas Tabelas do TR-55 para chuva Tipo II estão no fim do capítulo.

Deve-se observar que:

- tempo de concentração  $t_c \leq 2h$ ;
- tempo de trânsito ou *travel time*  $T_t \leq 3h$ ;
- as áreas de drenagem individuais diferem em áreas menor que um fator 5.

Quando ultrapassarmos as hipóteses acima, teremos que usar o programa de software do SCS denominado **TR-20** que é gratuito.

Uma outra observação a ser feita é:

- arredondamento do  $t_c$  sempre para baixo. Assim  $t_c=1,6h$  deve ser usado a tabela da parte de  $t_c=1,50h$ ;
- O valor do tempo de trânsito  $T_t$  deve ser arredondando sempre para cima.
- O valor de  $I_a/P$  deve ser arredondado para baixo. Assim  $I_a/P=0,15$  deve ser usado  $I_a/P=0,10$ .

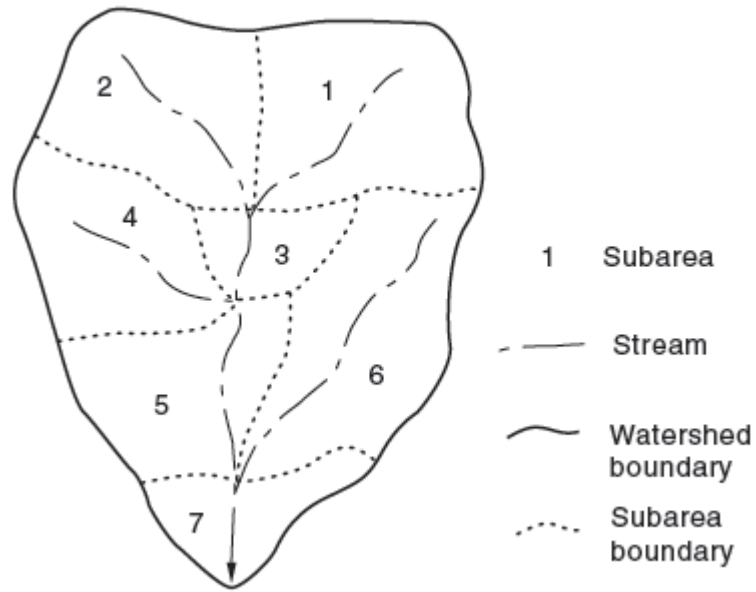
#### Exemplo 26.6

Adaptamos o exemplo do TR-55. Este exemplo também está no livro do Akan, 1993.

Trata-se de calcular a vazão de pico para antes do desenvolvimento para uma bacia com sete sub-bacias, para o período de retorno de 25anos, chuva de 24h Tipo II.

Vamos usar dados de chuva da Região Metropolitana de São Paulo que para chuva de 24h e  $T_r=25$ anos o valor de  $P=123mm$ .

O esquema das subbacias está na Figura (26.3).



**Figura 26.3- Esquema das sete subbacias conforme TR-55, 1986**

**Tabela 26.6- Dados**

1	2	3	4	5	6
	Área	Tc	Travel Time	Áreas a jusante	Travel Time
Sub bacia			horas		até saída
	(km <sup>2</sup> )	(h)	subárea		(h)
1	0,78	1,50		3,5,7	2,50
2	0,52	1,25		3,5,7	2,50
3	0,26	0,50	0,50	5,70	2,00
4	0,65	0,75		5,70	2,00
5	0,52	1,50	1,25	7,00	0,75
6	1,04	1,50		6,00	0,75
7	0,52	1,25	0,75		0,00
	4,27				

Na Tabela (26.6) estão os dados fornecidos discriminados a seguir:

Coluna 1- estão as subbacias numeradas de 1 a 7.

Coluna 2- Área de cada subbacia em km<sup>2</sup>;

Coluna 3- tempo de concentração em hora de cada subbacia até o ponto de saída

Coluna 4- *travel time*, ou trânsito pela área subsequente. Assim a subbacia 3 tem *travel time* de 0,50h enquanto que a subbacia 5 tem *travel time* de 1,25h e a subbacia 7 que é a última tem 0,75h.

Coluna 5- estão as áreas a jusante. Assim a subbacia tem a jusante as subbacias 3; 5 e 7 conforme Figura (26.1).

Coluna 6- Nesta coluna estão os *travel time* da subbacia até a saída final de toda a bacia. Assim a subbacia 1 tem *travel time* de 2,50h para chegar até a saída da bacia. A subbacia 7 que é a última o *travel time* é 0,0h.

**Tabela 26.7- Cálculo do runoff e de Ia/P**

Colu na 1	Colu na 2	Colu na 3	Colu na 4	Colu na 5	Colu na 6	Colu na 7	Colu na 8	Colu na 9
	Área	24horas	Numero	S	Runoff	Abstração		Runoff
Sub bacia		P	Curva		Q	Ia	Ia/P	Q
	(km <sup>2</sup> )	(mm)	CN	(mm)	(mm)	(mm)		(cm)
1	0,78	123	65	137	39,4	27	0,22	3,94
2	0,52	123	70	109	48,8	22	0,18	4,88
3	0,26	123	75	85	59,0	17	0,14	5,90
4	0,65	123	70	109	48,8	22	0,18	4,88

5	0,52	123	75	85	59,0	17	0,14	5,90
6	1,04	123	70	109	48,8	22	0,18	4,88
7	0,52	123	75	85	59,0	17	0,14	5,90

Na Tabela (26.7) está o cálculo do runoff Q e da relação Ia/P importante para utilização do TR-55.

Coluna 1- número das subbacias;

Coluna 2- área em km<sup>2</sup> de cada subbacia;

Coluna 3- Precipitação de 24h para a Região Metropolitana de São Paulo conforme de Martinez e Magno, 1999 e para período de retorno de 25anos adotado.

Coluna 4- número da curva CN fornecido pelo exemplo;

Coluna 5- cálculo do valor de S em mm;

$$25400$$

Sendo:  $S = \frac{25400}{CN} - 254$

Coluna 6- cálculo do runoff Q conforme número da curva CN do SCS

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \quad \text{válida quando } P > 0,2 S$$

Coluna 7- Abstração inicial  $I_a = 0,2 S$

Coluna 9- Relação Ia/P

Coluna 9- Runoff em cm, pois será usado cm e não milímetros.

**Tabela 26.9- Cálculo d e Q x área**

Coluna 1	Colun a 2	Colun a 3	Colun a 4	Colun a 5	Colun a 6	Coluna 7
	Tc	Trave l Time		Área	Runof f	
Sub bacia		até saída	Ia/P		Q	Q x Area
	(h)	(h)		(km <sup>2</sup> )	(cm)	(cm x km <sup>2</sup> )
1	1,50	2,50	0,22	0,78	3,94	3,06
2	1,25	2,50	0,18	0,52	4,88	2,53
3	0,50	2,00	0,14	0,26	5,90	1,53
4	0,75	2,00	0,18	0,65	4,88	3,16
5	1,50	0,75	0,14	0,52	5,90	3,06
6	1,50	0,75	0,18	1,04	4,88	5,05
7	1,25	0,00	0,14	0,52	5,90	3,06

Na Tabela (26.8) está o cálculo auxiliar de Q x área e que será usado na Tabela (26.9).

**Tabela 26.9- Obtenção dos valores de cfs/mi<sup>2</sup>/in**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b>Tc</b>	<b>Travel Time</b>			<b>qt</b>						
<b>Sub-bacia</b>		<b>até saída</b>	<b>Ia/P</b>	<b>Q x Área</b>	<b>cfs/milha<sup>2</sup>/in</b>						
	<b>(h)</b>	<b>(h)</b>		<b>(cm x km<sup>2</sup>)</b>	<b>12,8 h</b>	<b>13,2h</b>	<b>13,6h</b>	<b>14,0h</b>	<b>14,3h</b>	<b>14,6h</b>	<b>15h</b>
1	1,5	2,5	0,1 0	3,06	6	8	11	18	34	69	141
2	1,25	2,5	0,1 0	2,53	7	10	14	28	58	114	197
3	0,5	2	0,1 0	1,53	15	23	65	202	297	280	181
4	0,75	2	0,1 0	3,16	13	20	48	151	245	274	213
5	1,5	0,75	0,1 0	3,06	42	125	222	233	193	148	102
6	1,5	0,75	0,1 0	5,05	42	125	222	233	193	148	102
7	1,25	0	0,1 0	3,06	284	266	163	104	78	61	47

Na Tabela (26.9) estão:

Coluna 1- subbacias a partir da 1 a 7

Coluna 2- Tempo de concentração em horas de cada subbacia;

Coluna 3- *Travel time* de cada subbacia até a saída da bacia;

Coluna 4- estão os valores de Ia/P que serão usados para entrar nas Tabelas do TR-55 para chuva Tipo II estão no fim do capítulo.

Notar que todos os valores de Ia/P são iguais a 0,10, pois toma-se sempre o valor inferior. Como os valores são inferiores a 0,22 e como o valor superior de Ia/P=0,30 toma-se Ia/p=0,10.

Coluna 5- valores dos produtos das áreas pelo runoff em cm.

Coluna 6- são os valores obtidos na Tabelas do TR-55 para chuva Tipo II estão no fim do capítulo.

Entrando com o tempo de concentração tc, o *travel time* e o valor Ia/P para chuva tipo II e 24h de chuva. Notar que tomamos arbitrariamente para inicio o valor de 12,8h.

Escolhemos para efeito didático somente parte do período tabelado que vai de 11h até 24h.

**Tabela 26.10- Mudança de unidades**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Travel Time			qt						
Sub bacia	horas	até saída	Ia/P	Q x Área	$m^3/s/km^2/cm$						
		horas		cm x km <sup>2</sup>	12,8 h	13,2h	13,6h	14,0h	14,3h	14,6h	15h
1	1,5	2,5	0,10	3,06	0,0258	0,0344	0,0473	0,0774	0,1462	0,2967	0,6063
2	1,25	2,5	0,10	2,53	0,0301	0,043	0,0602	0,1204	0,2494	0,4902	0,8471
3	0,5	2	0,10	1,53	0,0645	0,0989	0,2795	0,8686	1,2771	1,204	0,7783
4	0,75	2	0,10	3,16	0,0559	0,086	0,2064	0,6493	1,0535	1,1782	0,9159
5	1,5	0,75	0,10	3,06	0,1806	0,5375	0,9546	1,0019	0,8299	0,6364	0,4386
6	1,5	0,75	0,10	5,05	0,1806	0,5375	0,9546	1,0019	0,8299	0,6364	0,4386
7	1,25	0	0,10	3,06	1,2212	1,1438	0,7009	0,4472	0,3354	0,2623	0,2021

Os valores da Tabela (26.10) são semelhantes aos da Tabela (26.9) com a diferença que fizemos a mudança das unidades para  $m^3/s/km^2/cm$ . Usamos para isto o fator de conversão **0,0043**.

Assim o valor da coluna 7 da Tabela (26.9) foi multiplicado por 0,0043 obtendo-se 0,08 na coluna 6 da Tabela (26.10).

**Tabela 26.11- Cálculos de cada subbacia e total**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<b>Tc</b>	<b>Travel Time</b>			<b>qt</b>						
<b>Sub bacia</b>	<b>hor as</b>	<b>até saída</b>	<b>Ia/ P</b>	<b>Q x Área</b>	<b>m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>/cm</b>						
		<b>horas</b>		<b>cm x km<sup>2</sup></b>	<b>12,8 h</b>	<b>13,2h</b>	<b>13,6h</b>	<b>14,0h</b>	<b>14,3h</b>	<b>14,6h</b>	<b>15h</b>
1	1,50	2,50	0,1	3,06	0,08	0,11	0,14	0,24	0,45	0,91	1,85
2	1,25	2,50	0,1	2,53	0,08	0,11	0,15	0,30	0,63	1,24	2,14
3	0,50	2,00	0,1	1,53	0,10	0,15	0,43	1,33	1,95	1,84	1,19
4	0,75	2,00	0,1	3,16	0,18	0,27	0,65	2,05	3,33	3,72	2,89
5	1,50	0,75	0,1	3,06	0,55	1,64	2,92	3,06	2,54	1,94	1,34
6	1,50	0,75	0,1	5,05	0,91	2,72	4,82	5,06	4,19	3,22	2,22
7	1,25	0,00	0,1	3,06	3,73	3,49	2,14	1,37	1,02	0,80	0,62
					5,63	8,49	11,26	13,41	14,11	13,67	12,25

Na Tabela (26.11) estão os cálculos da multiplicação da coluna 5 por cada valor da coluna 6 a 11 da Tabela (26.10).

Coluna 6-  $3,06 \text{ cm} \times \text{km}^2 \times 0,0258 = 0,08 \text{m}^3/\text{s}$  e assim por diante.

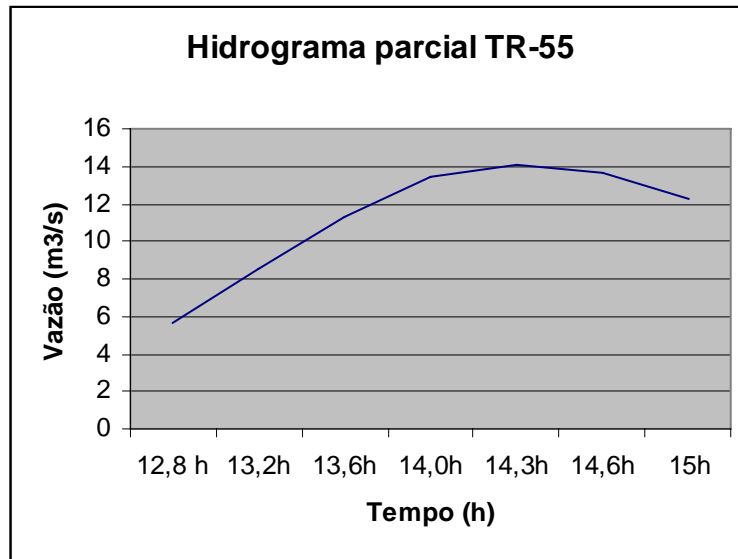
As colunas 6 a 12 tem a sua soma na última linha da Tabela (26.10). Assim a coluna 6 tem soma de  $5,63 \text{m}^3/\text{s}$ .

Fazendo-se soma das colunas 7 a 12 obtemos os valores  $8,49 \text{m}^3/\text{s}$ ,  $11,26 \text{m}^3/\text{s}$ , etc.

O valor máximo será  $14,11 \text{m}^3/\text{s}$  que será a máxima vazão das 7 subbacias e que se dará as 14,3h.

Obtemos assim a máxima vazão bem como uma parte do hidrograma conforme Figura (26.4).





**Figura 26.4- Hidrograma parcial usando Tr-55.**

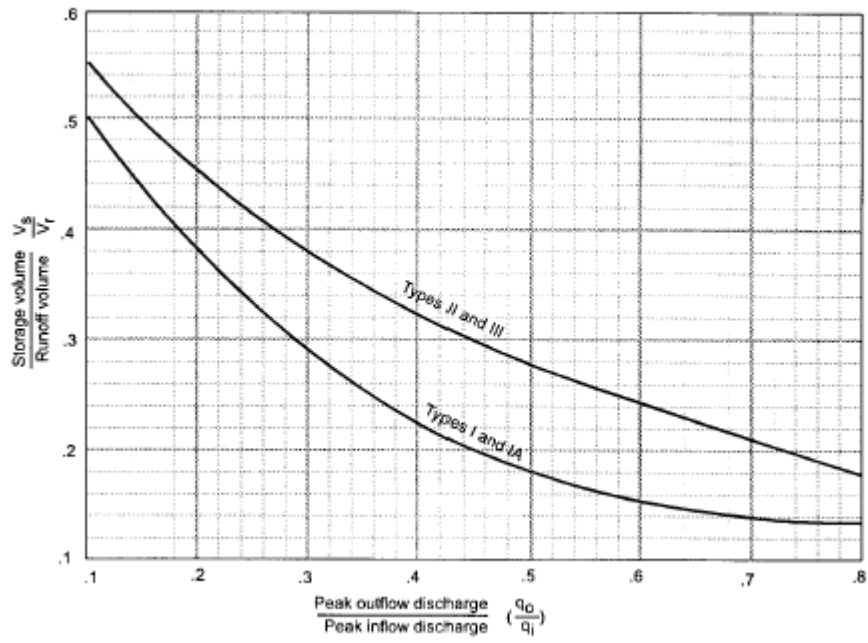


Figura 26.5- Gráfico das relações de pico e de volume para os diferentes tipos de chuvas usados nos Estados Unidos e usado no TR-55.

**Tabelas do TR-55 para chuva Tipo II estão no fim do capítulo.**

**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME(HOURS)																																
	11.0	11.3	11.6	11.9	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	13.0	13.2	13.4	13.6	13.8	14.0	14.3	14.6	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	18.0	19.0	20.0	22.0	26.0			
IA/P = 0.10      *** TC = 0.1 HR ***      IA/P = 0.10																																	
0.0	24	34	53	334	647	1010	623	217	147	123	104	86	76	66	57	51	46	42	38	34	32	29	26	23	21	20	19	18	15	13	12	0	
.10	21	29	43	134	267	520	847	701	378	224	157	122	98	75	64	56	50	45	41	36	33	30	27	24	21	20	19	18	16	13	12	0	
.20	18	25	35	61	110	215	418	704	702	486	312	209	151	94	73	62	54	49	44	38	34	31	28	25	22	21	19	18	16	14	12	0	
.30	17	23	33	56	92	174	337	582	662	545	389	269	190	109	79	65	56	50	45	39	35	32	29	25	22	21	20	18	16	14	12	0	
.40	15	20	28	41	51	78	142	272	478	601	563	447	328	172	104	76	63	55	49	42	37	33	29	26	23	21	20	19	17	14	12	0	
.50	14	19	26	39	47	68	117	220	392	531	553	482	380	209	121	84	67	57	51	43	38	33	30	27	24	21	20	19	18	16	13	12	0
.75	12	15	21	29	33	38	49	73	126	224	343	432	464	385	252	156	103	76	62	50	43	36	31	28	25	22	21	19	17	15	12	0	
1.0	9	12	15	21	23	26	29	33	40	55	86	148	238	406	434	317	205	130	89	62	50	41	34	30	27	24	22	20	18	16	14	12	0
1.5	7	8	10	14	15	16	18	20	22	25	29	34	45	101	220	339	373	320	234	131	80	53	40	34	30	27	24	21	19	17	12	2	
2.0	4	6	7	9	9	10	11	12	13	15	16	18	20	25	37	72	150	252	336	312	216	109	58	42	34	30	27	24	20	18	13	8	
2.5	3	4	5	6	7	7	8	8	9	10	11	12	13	16	19	25	39	75	142	262	308	229	108	58	41	34	30	27	22	19	14	11	
3.0	1	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8	10	12	14	17	22	31	76	169	288	236	122	64	43	35	30	24	20	16	11		
IA/P = 0.30      *** TC = 0.1 HR ***      IA/P = 0.30																																	
0.0	0	0	0	154	568	936	524	217	172	149	126	107	97	86	76	69	63	58	53	48	46	42	38	34	31	30	28	27	24	20	19	0	
.10	0	0	0	19	109	415	762	603	346	230	176	143	119	96	84	74	68	62	57	50	47	44	40	35	32	30	29	27	24	21	19	0	
.20	0	0	0	0	13	77	302	609	605	432	297	217	167	115	94	81	73	66	60	53	48	45	41	37	33	31	29	28	25	21	19	0	
.30	0	0	0	0	9	54	219	479	563	476	357	263	199	129	99	85	75	68	62	54	49	45	41	37	33	31	29	28	25	21	19	0	
.40	0	0	0	0	6	38	159	372	500	484	399	309	183	123	96	82	73	66	58	51	46	42	38	34	31	30	28	25	22	19	0		
.50	0	0	0	0	4	27	115	287	429	465	421	346	213	138	103	86	76	68	59	52	47	43	39	34	32	30	29	25	22	19	0		
.75	0	0	0	0	0	1	10	46	132	246	338	381	341	243	165	119	94	80	67	58	50	45	41	37	33	31	29	26	23	19	0		
1.0	0	0	0	0	0	0	1	4	22	69	149	241	357	331	246	170	122	96	76	64	54	47	42	38	34	32	30	27	24	19	0		
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	41	142	258	310	285	224	142	97	71	55	47	43	39	35	32	29	25	20	4	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	49	130	221	279	255	182	108	70	55	47	42	38	34	30	27	20	11	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	52	119	224	256	193	107	70	55	47	42	38	32	28	22	17		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	52	141	240	199	117	74	56	48	43	35	30	24	18			
IA/P = 0.50      *** TC = 0.1 HR ***      IA/P = 0.50																																	
0.0	0	0	0	0	70	539	377	196	171	154	134	117	108	99	89	83	77	72	67	61	59	56	51	46	43	42	40	38	34	30	28	0	
.10	0	0	0	0	47	375	376	256	199	169	146	126	114	102	92	85	79	73	68	62	59	56	52	47	43	42	40	38	34	30	28	0	
.20	0	0	0	0	0	31	260	338	283	227	189	160	138	112	99	90	83	77	72	64	60	57	53	48	44	42	41	39	35	30	28	0	
.30	0	0	0	0	0	0	21	180	285	284	246	208	176	131	110	97	88	82	76	68	62	59	54	50	45	43	41	39	36	31	28	0	
.40	0	0	0	0	0	0	14	125	232	266	253	223	192	142	115	100	91	83	77	69	63	59	55	50	45	43	41	40	36	31	28	0	
.50	0	0	0	0	0	0	9	86	183	239	248	231	205	154	122	104	93	85	79	71	64	59	55	51	46	43	41	40	36	32	28	0	
.75	0	0	0	0	0	0	3	31	87	147	190	211	213	184	147	121	103	92	84	75	67	61	57	52	47	44	42	40	37	32	28	0	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	45	92	141	205	197	165	134	112	98	84	75	65	59	55	50	46	43	41	38	34	28	0	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	51	118	170	183	167	143	111	92	77	65	59	54	50	45	43	39	35	28	2	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15	51	103	148	168	156	127	96	76	65	58	54	49	45	41	37	29	12	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	31	69	131	159	140	101	78	66	59	54	50	43	39	31	24		
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	46	101	151	134	99	77	65	59	54	45	41	33	26		
RAINFALL TYPE = 11      *** TC = 0.1 HR ***      SHEET 1 OF 10																																	

**Curso de Manejo de águas pluviais**  
**Capítulo 26- Método TR-55 para varias bacias**  
 Engenheiro Plínio Tomaz 25 de julho 2008 [pliniotomaz@uol.com.br](mailto:pliniotomaz@uol.com.br)

**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																																															
	11.3	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	26.0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0																
																	IA/P = 0.10      ** TC = 0.2 HR **																															
0.0	23	31	47	209	403	739	800	481	250	166	128	102	86	70	61	54	49	44	40	35	33	30	27	24	21	20	19	18	16	13	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.10	19	26	39	86	168	325	601	733	565	355	229	161	122	83	69	59	53	47	43	37	34	31	28	25	22	21	19	18	16	14	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.20	17	23	32	49	74	136	262	488	652	594	435	298	207	115	81	67	58	51	46	40	35	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.30	16	22	30	46	64	112	212	396	566	585	485	360	258	139	90	71	60	53	48	41	36	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.40	14	19	25	37	43	57	94	173	322	485	551	507	409	227	129	87	68	58	52	44	38	33	30	27	24	21	20	19	17	14	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.50	13	18	24	35	40	52	80	142	262	410	504	506	441	269	153	98	73	61	53	45	39	34	30	27	24	22	20	19	17	15	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.75	10	13	17	23	26	30	34	40	55	86	150	247	349	438	360	240	151	101	75	57	47	39	33	29	26	23	21	20	18	15	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
1.0	9	11	14	19	21	24	26	30	35	44	62	101	167	337	413	353	245	157	104	68	53	42	35	31	28	24	22	20	18	16	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
																	IA/P = 0.30      ** TC = 0.2 HR **																															
0.0	0	0	0	39	180	545	697	497	276	198	158	130	110	93	81	73	67	61	56	49	46	43	39	35	32	30	29	27	24	21	19	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.10	0	0	0	2	27	129	407	600	532	361	252	190	150	108	90	79	71	65	59	52	48	44	41	36	32	31	29	28	25	21	19	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.20	0	0	0	2	19	92	302	501	521	415	306	228	176	119	95	82	73	67	61	53	48	45	41	37	33	31	29	28	25	21	19	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.30	0	0	0	0	1	13	66	223	408	484	438	350	269	163	114	93	80	72	65	57	51	46	42	38	34	31	29	28	25	22	19	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.40	0	0	0	0	1	9	47	164	327	431	436	379	306	189	177	98	83	74	67	58	52	47	43	38	34	31	30	28	25	22	19	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.50	0	0	0	0	0	6	33	120	258	374	415	391	271	173	121	95	81	72	62	55	48	44	40	35	32	30	29	26	22	19	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.75	0	0	0	0	0	2	13	50	126	221	202	348	323	240	167	121	96	81	68	59	50	45	41	37	33	31	29	26	23	19	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	24	69	139	285	331	280	204	145	109	82	68	56	48	43	39	35	32	30	27	24	19	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
																	IA/P = 0.50      ** TC = 0.2 HR **																															
0.0	0	0	0	0	7	98	371	322	221	182	158	137	120	104	94	86	80	74	69	62	60	57	52	47	44	42	40	39	35	30	28	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.10	0	0	0	0	4	67	270	305	249	204	174	149	130	108	97	88	82	76	71	64	60	57	53	48	44	42	41	39	35	30	28	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.20	0	0	0	0	3	45	195	268	255	221	189	163	125	106	95	87	80	75	67	62	58	54	49	45	43	41	39	35	31	28	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.30	0	0	0	0	2	31	140	226	245	229	203	176	134	111	98	89	82	76	68	62	59	55	50	45	43	41	39	36	31	28	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.40	0	0	0	0	0	1	21	101	184	225	228	211	188	144	117	101	91	84	78	69	63	59	55	50	45	43	41	39	36	31	28	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.50	0	0	0	0	0	1	14	72	146	199	218	213	175	137	113	99	89	82	73	66	60	56	52	47	43	42	40	36	32	28	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.75	0	0	0	0	0	0	5	28	71	121	162	186	193	161	133	112	98	88	78	70	62	57	53	48	44	42	41	37	33	28	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	38	77	154	186	174	147	122	105	89	78	68	60	56	51	46	43	42	38	34	28	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0		
																	IA/P = 0.10      ** TC = 0.3 HR **																															
0.0	20	28	41	118	235	447	676	676	459	283	196	146	114	80	66	57	51	46	42	37	33	31	28	24	22	20	19	18	16	13	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.10	19	26	39	99	189	361	571	641	520	362	251	181	136	89	70	60	53	48	42	37	34	31	28	25	22	21	19	18	16	14	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.20	17	23	32	53	83	154	292	478	567	542	422	308	223	127	86	68	58	52	46	40	35	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.30	16	22	30	43	72	127	237	398	524	536	460	359	268	151	97	73	61	53	48	41	36	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.40	14	19	25	37	45	63	105	193	330	459	510	477	398	237	139	92	70	59	52	44	38	34	30	27	24	21	20	19	17	14	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.50	13	18	24	35	42	56	89	158	272	397	472	475	424	274	163	104	76	62	54	46	39	34	30	27	24	22	20	19	17	15	12	0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0						

**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																																
	11.3	11.6	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	22.0	26.0															
0.0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	20.0	22.0	26.0															
IA/P = 0.10																			IA/P = 0.10														
0.0	25	36	77	141	271	468	592	574	431	298	216	163	104	77	63	55	49	44	38	34	31	28	25	22	21	20	18	16	14	12	0		
10	18	24	34	67	116	219	385	523	557	473	357	263	196	119	84	67	57	51	46	39	35	32	29	25	22	21	20	19	16	14	12	0	
20	15	20	28	44	59	97	179	316	454	523	489	401	309	178	112	81	65	56	49	42	37	33	30	26	23	21	20	19	17	14	12	0	
30	15	20	27	41	53	82	147	260	389	478	486	429	349	210	129	89	69	58	51	43	38	33	30	27	24	21	20	19	17	14	12	0	
40	13	17	23	33	38	48	71	121	214	331	429	467	442	308	189	120	85	66	56	47	41	35	31	28	24	22	20	19	17	15	12	0	
50	12	16	22	31	36	44	62	102	176	279	379	438	440	339	218	137	94	71	59	49	42	35	31	28	25	22	21	19	17	15	12	0	
75	10	13	17	24	26	30	35	45	65	106	170	251	326	393	341	245	164	112	81	59	48	39	33	30	26	23	21	20	18	15	12	0	
1.0	8	10	13	17	19	21	24	27	31	37	50	75	118	251	360	376	292	205	138	83	60	45	36	32	28	25	22	21	18	16	12	1	
1.5	6	7	9	12	13	14	15	17	19	21	23	26	31	56	121	224	311	333	293	192	115	66	45	36	31	28	25	22	19	17	13	4	
2.0	4	5	6	8	9	10	10	11	12	14	15	16	17	20	27	42	85	159	243	306	264	154	74	47	37	32	28	25	21	18	14	9	
2.5	2	3	4	5	6	6	7	7	8	9	10	10	11	13	16	20	27	46	85	184	285	262	147	74	47	37	32	28	22	19	15	11	0
3.0	1	2	2	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	10	12	14	17	23	47	109	227	268	160	83	50	38	32	25	21	16	11	0
IA/P = 0.30																			IA/P = 0.30														
0.0	0	0	0	4	26	113	296	480	495	413	306	234	186	127	100	84	74	67	61	54	49	45	41	37	33	31	29	28	25	21	19	0	
10	0	0	0	0	13	59	169	320	414	424	373	305	196	134	103	85	75	67	59	52	47	43	39	34	32	30	28	25	22	19	0		
20	0	0	0	0	0	1	9	42	127	255	361	403	383	274	181	127	99	83	73	63	55	48	44	40	36	32	30	29	26	23	19	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	1	6	30	94	202	308	372	379	298	203	141	106	87	76	65	56	49	44	40	36	32	31	29	26	23	19	0	
50	0	0	0	0	0	0	0	4	21	70	158	258	334	364	270	187	133	102	85	70	60	51	46	41	37	33	31	30	26	23	19	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	2	8	30	76	145	219	321	305	241	177	130	102	78	65	55	47	43	38	34	32	30	27	24	19	0	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	15	42	150	267	308	272	209	154	103	79	62	51	45	41	37	33	31	28	25	19	1	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	51	136	274	263	195	131	85	62	51	45	41	36	33	29	26	20	6	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	31	86	162	252	239	162	93	64	52	45	41	37	31	28	21	15	0
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	33	112	202	235	155	92	64	52	45	41	33	29	23	18	11	0	
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21	76	182	221	148	90	62	51	45	41	36	31	24	18	11	0	
IA/P = 0.50																			IA/P = 0.50														
0.0	0	0	0	0	0	7	59	168	245	257	213	186	163	128	109	96	88	81	75	67	62	58	54	50	45	43	41	39	35	31	28	0	
10	0	0	0	0	0	0	5	41	125	205	240	222	198	154	123	106	94	86	79	71	64	60	56	51	46	43	42	40	36	32	28	0	
20	0	0	0	0	0	0	3	28	93	168	216	220	205	164	131	110	97	88	81	72	65	60	56	51	46	43	42	40	36	32	28	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	2	20	69	135	189	209	192	155	126	107	95	86	77	69	62	57	53	48	44	42	41	37	33	28	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	1	14	50	106	161	193	202	163	133	112	98	89	78	70	62	58	53	48	44	42	41	37	33	28	0	
50	0	0	0	0	0	0	0	1	9	37	83	135	174	194	171	140	117	102	91	80	71	63	58	54	49	45	43	41	37	33	28	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	40	76	147	177	169	146	124	107	90	79	68	60	56	51	47	43	42	38	34	28	0		
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	21	78	146	125	101	86	73	63	58	53	48	45	42	39	35	28	1	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	26	71	121	153	159	139	113	89	72	63	57	53	48	44	40	37	29	7	
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	45	86	138	150	125	93	74	64	58	53	48	44	42	39	31	20	0	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17	59	112	143	121	91	73	63	57	53	48	45	40	34	26	11	0	
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	40	101	138	117	90	73	63	57	48	42	34	27	11	0		
RAINFALL TYPE = II																			RAINFALL TYPE = II														

SHEET 4 OF 10

**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																															
	11.3	11.6	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	22.0	26.0														
0.0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	20.0	22.0	26.0														
IA/P = 0.10																			IA/P = 0.10													
0.0	17	23	32	57	94	170	308	467	529	507	402	297	226	140	96	74	61	53	47	41	36	32	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0
10	16	22	30	51	80	140	252	395	484	499	434	343	265	162	108	80	65	55	49	42	36	33	29	26	23	21	20	19	16	14	12	0
20	14	19	25	38	47	69	116	207	332	434	477	449	372	232	149	104	77	64	53	45	39	30	27	24	22	20	19	17	14	12	0	
30	13	18	24	35	43	60	97	170	278	382	446	448	401	270	171	114	83	66	56	46	40	34	31	27	24	22	20	19	17	15	12	0
40	12	15	21	29	33	40	53	83	141	233	332	408	434	361	243	157	107	79	64	51	43	36	32	28	25	22	21	20	17	15	12	0
50	11	15	20	28	31	37	48	71	118	194	286	367	412	378	271	178	119	86	68	53	44	37	32	29	25	23	21	20	17	15	12	0
75	9	11	14	19	21	24	27	31	37	49	74	118	182	319	374	328	244	169	117	76	56	43	35	31	28	25	22	21	18	16	12	1
1.0	7	9	12	16	17	19	21	24	27	32	40	55	83	188	309	359	322	245	172	102	68	49	38	32	29	26	23	21	19	16	12	1
1.5	5	7	8	11	12	13	14	15	17	19	21	23	27	43	89	175	269	322	309	225	140	77	49	38	32	29	25	23	20	17	13	5
2.0	3	4	6	7	8	8	9	10	10	11	12	14	15	18	23	35	65	123	202	297	280	181	88	52	39	33	29	26	21	19	14	10
2.5	2																															



**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																															
	11.3	11.6	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	13.0	13.2	13.4	13.6	13.8	14.0	14.3	14.6	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	19.0	20.0	22.0	26.0	
IA/P = 0.10																																
0.0	13	18	24	36	46	68	115	194	294	380	424	410	369	252	172	123	93	74	61	49	41	35	31	27	24	22	20	19	17	15	12	0
.10	13	17	23	34	42	59	97	162	250	337	395	405	381	279	191	135	100	79	65	51	42	36	31	28	25	22	21	19	17	15	12	0
.20	11	15	20	28	32	39	52	82	135	211	295	362	391	351	255	178	127	95	75	57	46	38	32	29	26	23	21	20	17	15	12	0
.30	11	14	19	26	30	36	47	70	113	179	256	326	379	360	277	196	140	103	80	60	48	38	33	29	26	23	21	20	18	15	12	0
IA/P = 0.30																																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IA/P = 0.50																																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IA/P = 0.75																																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IA/P = 1.0																																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																															
	11.3	11.6	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	13.0	13.2	13.4	13.6	13.8	14.0	14.3	14.6	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	19.0	20.0	22.0	26.0		
IA/P = 0.10																																
0.0	11	15	20	29	35	47	72	112	168	231	289	329	357	313	232	175	133	103	83	63	50	40	33	29	26	23	21	20	17	15	12	0
.10	10	13	17	24	27	33	42	62	95	144	202	250	306	340	293	222	165	126	98	72	56	43	35	30	27	24	22	20	18	15	12	0
.20	10	13	17	23	26	30	38	54	82	123	176	232	281	332	303	238	179	136	105	76	59	45	35	30	27	24	22	20	18	15	12	0
.30	9	12	16	22	24	28	35	48	70	105	152	205	256	323	310	254	193	146	113	81	61	46	36	31	27	24	22	20	18	15	12	0
IA/P = 0.30																																
0.0	8	11	14	19	21	23	27	32	42	61	91	132	181	276	318	294	237	181	138	95	70	51	39	32	28	25	23	21	18	15	12	0
.10	8	10	13	18	20	22	25	30	38	53	78	114	159	253	318	300	251	195	149	102	74	53	40	33	29	25	23	21	18	15	12	0
.20	7	9	11	14	16	17	19	21	25	30	38	53	76	146	228	284	293	256	208	143	99	66	46	36	31	27	24	22	19	17	13	2
.30	5	7	8	11	12	13	14	16	17	19	22	25	31	57	111	188	256	286	272	208	144	90	56	41	33	29	26	23	20	17	13	4
IA/P = 0.50																																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IA/P = 0.75																																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IA/P = 1.0																																
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Curso de Manejo de águas pluviais**  
**Capitulo 26- Método TR-55 para varias bacias**  
 Engenheiro Plínio Tomaz 25 de julho 2008 [pliniotomaz@uol.com.br](mailto:pliniotomaz@uol.com.br)

**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution —continued**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																																															
	11.3	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	26.0	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0																
	IA/P = 0.10																	IA/P = 0.10																														
0.0	10	13	18	25	29	38	54	81	118	163	213	256	284	311	266	212	163	129	104	78	61	47	37	31	27	24	22	20	18	16	12	1	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.10	10	13	17	23	27	34	47	69	102	143	189	234	267	297	274	226	175	138	111	82	64	48	38	31	27	24	22	20	18	16	12	1	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.20	9	11	15	20	22	26	31	42	60	88	124	168	212	280	292	261	212	166	131	95	72	53	40	33	28	25	23	21	18	16	12	1	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.30	8	11	14	19	21	24	29	38	53	76	108	148	190	263	288	268	224	177	140	101	76	55	41	34	29	25	23	21	18	16	12	2	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.40	8	10	13	18	20	23	27	34	46	66	94	130	170	245	282	273	235	188	149	107	80	58	42	34	29	26	23	21	19	16	12	2	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.50	7	9	12	16	17	19	22	25	31	41	58	82	114	190	256	279	252	222	178	127	93	65	46	36	31	27	24	22	19	17	13	2	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.75	6	8	10	14	15	17	19	21	25	31	41	56	78	139	207	254	265	245	208	152	110	75	51	39	32	28	25	22	19	17	13	3	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
1.0	5	6	8	10	11	13	14	15	17	19	22	26	33	60	109	173	230	261	255	208	153	100	64	46	36	30	26	24	20	18	13	5	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
1.5	3	4	5	7	7	8	9	9	10	11	12	13	15	19	27	45	79	130	186	247	239	180	108	68	48	37	31	27	22	19	14	10	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
2.0	2	3	4	5	6	7	7	8	8	9	10	11	13	16	22	35	59	98	171	236	236	156	95	62	44	35	30	23	20	15	11	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
2.5	1	2	2	3	4	4	4	5	5	5	6	6	7	8	10	12	14	19	28	58	114	197	226	163	102	65	46	36	26	21	16	11	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
3.0	0	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	6	7	9	10	13	19	35	88	184	218	169	109	70	49	31	24	18	12	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
	IA/P = 0.30																	IA/P = 0.30																														
0.0	0	0	0	0	0	2	9	25	50	86	130	174	208	253	235	201	164	136	115	92	76	61	51	44	39	35	32	30	27	24	19	1	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.10	0	0	0	0	0	1	6	19	40	71	110	153	217	247	227	191	157	131	103	84	66	53	46	41	36	33	31	28	24	19	2	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.20	0	0	0	0	0	1	4	14	31	58	93	133	202	239	231	199	165	138	108	87	68	55	47	41	37	33	31	28	25	19	2	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.30	0	0	0	0	0	1	3	10	24	46	77	152	210	236	222	210	190	158	122	97	74	58	49	43	38	34	32	28	25	20	3	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.40	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	19	37	64	134	196	232	225	198	166	127	101	77	59	50	43	38	35	32	28	25	20	3	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	14	30	82	151	206	228	217	189	146	113	85	64	52	45	40	36	33	29	26	20	5	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	15	49	105	164	205	218	205	166	129	95	69	55	47	41	37	33	29	26	20	6	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	32	77	134	185	214	203	166	120	83	63	52	45	39	35	30	27	21	10	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	33	72	121	184	203	171	117	82	62	51	44	39	32	29	22	15	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	21	87	132	194	174	123	86	64	52	45	35	31	24	18	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	46	121	187	166	119	84	63	52	39	32	25	18	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	44	129	180	160	116	83	63	44	35	27	18	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
	IA/P = 0.50																	IA/P = 0.50																														
0.0	0	0	0	0	0	1	5	13	26	44	68	91	125	142	142	128	117	107	94	83	72	63	57	52	47	44	42	38	34	28	2	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	20	36	57	100	129	140	136	125	114	100	88	76	65	59	54	49	45	43	39	35	29	3	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	16	30	48	90	122	139	139	127	117	102	90	77	66	60	54	49	45	43	39	35	29	3	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0
.30	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	12	24	59	98	126	137	134	125	109	96	82	69	61	56	51	46	44	40	36	29	4	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.40	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	19	51	89	119	134	136	127	112	98	83	70	62	56	51	47	44	40	36	29	5	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.50	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	15	43	79	112	131	135	129	114	100	85	71	63	57	52	47	44	40	36	29	6	11.0	11.6	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.2	13.6	14.0	14.6	15.5	16.5	17.5	19.0	22.0	
.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	15	39	71	102	123	130	125	112	94	78	67	60	54	49	46	41	37	29	9	11.0	11.6															

**Curso de Manejo de águas pluviais**  
**Capítulo 26- Método TR-55 para varias bacias**  
**Engenheiro Plínio Tomaz 25 de julho 2008 [pliniotomaz@uol.com.br](mailto:pliniotomaz@uol.com.br)**

**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																															
	11.3	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	22.0	26.0															
	IA/P = 0.10      *** TC = 1.5 HR ***      IA/P = 0.10																															
0.0	9	11	15	21	25	31	41	58	82	112	147	184	216	255	275	236	198	159	129	98	76	57	43	35	30	25	23	21	18	16	12	1
.10	8	10	13	19	20	23	28	37	51	72	98	131	166	226	265	254	226	187	151	113	86	63	46	37	31	26	23	21	19	16	13	2
.20	8	10	13	17	19	22	26	33	45	63	87	116	149	212	259	259	233	197	160	119	90	66	48	38	32	27	24	22	19	16	13	2
.30	7	9	12	16	18	21	24	30	40	55	76	103	134	197	244	255	238	206	169	125	95	68	49	39	32	27	24	22	19	17	13	2
.40	7	8	11	14	15	17	19	23	29	36	49	67	91	151	208	247	252	230	196	146	109	77	54	41	34	29	25	22	19	17	13	3
.50	6	8	10	13	15	16	18	21	26	33	43	59	80	136	194	238	249	235	204	154	115	81	56	42	34	29	25	22	20	17	13	3
.75	5	7	9	11	12	13	14	16	18	21	25	32	42	76	125	179	222	240	233	193	148	102	67	48	39	32	27	24	20	18	14	5
1.0	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	22	34	59	101	152	201	236	230	193	135	86	59	44	36	30	26	21	19	14	7
1.5	3	4	5	6	6	7	8	8	9	10	11	12	13	16	22	34	58	95	141	203	226	197	131	84	59	43	35	29	23	20	15	10
2.0	1	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	16	22	34	56	110	172	218	187	126	82	57	43	34	25	21	16	11
2.5	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6	7	8	9	11	14	18	34	69	141	210	190	133	87	60	44	30	23	17	12
3.0	0	0	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	5	5	6	8	9	11	16	27	66	149	204	181	129	85	59	35	25	19	12
	IA/P = 0.30      *** TC = 1.5 HR ***      IA/P = 0.30																															
0.0	0	0	0	0	0	1	6	15	31	53	80	112	144	193	225	208	186	157	134	108	89	70	56	48	42	37	34	31	28	25	20	2
.10	0	0	0	0	0	0	1	4	12	25	43	68	97	157	198	219	203	178	151	120	98	77	60	50	44	38	35	32	28	25	20	3
.20	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9	19	35	57	114	168	201	213	196	171	135	108	84	64	53	46	40	36	33	29	26	20	4
.30	0	0	0	0	0	0	0	1	2	7	15	29	48	100	155	193	210	200	177	140	113	87	66	54	46	41	36	33	29	26	20	5
.40	0	0	0	0	0	0	0	2	5	12	23	39	87	141	184	207	202	182	146	117	89	68	55	47	41	36	33	29	26	20	5	
.50	0	0	0	0	0	0	0	1	4	9	18	51	101	153	190	205	197	164	131	99	73	58	49	43	39	34	30	26	20	7		
.75	0	0	0	0	0	0	0	2	4	9	30	68	116	160	189	197	179	147	110	80	62	52	45	39	35	30	27	21	8			
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	20	49	92	138	175	195	178	137	97	72	57	48	42	37	31	28	21	12	
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	21	47	95	145	187	178	133	95	71	57	49	42	34	29	23	16
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	13	45	97	162	180	138	99	74	58	49	41	37	32	25	18
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	31	89	161	174	133	97	72	58	47	42	34	26	18	
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	29	98	160	169	129	95	71	48	37	29	19	
	IA/P = 0.50      *** TC = 1.5 HR ***      IA/P = 0.50																															
.0	0	0	0	0	0	0	3	8	16	27	42	59	92	116	128	130	121	112	100	90	78	67	60	55	50	46	43	39	35	29	4	
.10	0	0	0	0	0	0	2	6	12	22	35	51	84	110	125	128	123	114	102	91	79	68	61	55	50	46	43	39	35	29	4	
.20	0	0	0	0	0	0	1	4	10	18	29	60	111	114	126	128	120	108	97	83	71	63	57	52	47	44	40	36	29	5		
.30	0	0	0	0	0	0	1	3	8	14	24	52	83	108	123	126	122	110	98	85	72	63	57	52	48	44	40	36	29	6		
.40	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	12	31	60	90	112	124	126	116	104	90	75	66	59	54	49	45	41	37	29	8		
.50	0	0	0	0	0	0	0	2	4	9	26	53	83	106	121	125	118	106	91	77	67	60	54	49	46	41	37	29	8			
.75	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	16	36	62	88	108	119	122	112	97	81	69	62	56	51	47	42	38	30	11			
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	26	49	75	98	118	121	108	90	76	66	59	54	49	43	39	31	16		
1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	11	25	45	80	107	118	106	89	75	65	59	53	45	41	32	23		
2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	11	32	63	100	115	104	87	74	65	58	48	42	34	26		
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	16	48	94	113	105	89	76	66	56	45	36	27			
3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15	54	96	111	103	88	75	58	48	38	28		
	RAINFALL TYPE = I      *** TC = 1.5 HR ***      SHEET 9 OF 10																															

**Exhibit 5-II: Tabular hydrograph unit discharges (csm/in) for type II rainfall distribution—continued**

TRVL TIME (hr)	HYDROGRAPH TIME (HOURS)																															
	11.3	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	13.0	13.4	13.8	14.3	15.0	16.0	17.0	18.0	20.0	22.0	26.0															
	IA/P = 0.10      *** TC = 2.0 HR ***      IA/P = 0.10																															
0.0	7	9	12	16	18	21	27	36	49	64	82	104	127	171	201	226	208	193	171	132	105	79	58	45	36	30	26	23	20	17	13	3
.10	6	8	10	14	15	17	20	25	33	43	57	74	94	139	179	204	218	205	188	150	118	88	63	48	38	32	27	24	20	17	13	4
.20	6	8	10	13	14	16	19	23	29	39	51	66	84	128	169	198	213	207	192	157	123	91	65	49	39	33	28	24	20	17	13	4
.30	6	7	9	12	14	15	18	21	27	35	45	59	76	117	159	191	211	208	196	163	128	95	68	51	40	33	28	25	20	18	13	4
.40	5	6	8	11	12	13	15	17	20	24	31	41	53	87	128	167	197	209	205	180	145	106	75	55	43	35	30	26	21	18	14	5
.50	5	6	8	10	11	13	14	16	18	22	28	37	48	78	118	158	190	208	208	185	151	111	77	57	44	36	30	26	21	18	14	5
.75	4	6	7	9	10	11	12	13	15	18	22	27	35	58	91	129	164	191	202	194	167	125	87	63	48	38	32	27	22	18	14	6
1.0	3	4	6	7	8	8	9	10	11	12	14	16	18	28	46	74	110	147	178	201	193	156	108	76	56	43	35	30	23	19	14	8
1.5	2	3	3	5	5	5	6	6	7	8	8	9	10	12	16	23	36	57	96	137	178	195	160	113	79	58	45	36	26	21	16	11
2.0	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	8	10	12	16	23	35	67	112	169	190	154	110	79	57	44	30	23	17	11
2.5	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	6	7	8	10	12	16	29	52	105	170	185	149	107	76	56	35	26	18	12
3.0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	4	5	6	7	8	12	18	41	99	161	180	152	112	80	45	30	19	12
	IA/P = 0.30      *** TC = 2.0 HR ***      IA/P = 0.30																															
0.0	0	0	0	0	0	1	3	8	15	25	38	54	74	115	148	168	185	170	159	131	110	89	70	57	49	42	38	34	29	26	20	5
.10																																





### Cálculos nas unidades inglesas

Talvez a melhor solução é fazer os cálculos nas unidades inglesas e depois converter cfs para m<sup>3</sup>/s. Devido a isto é que apresentamos o Exemplo (26.7) todo feito nas unidades inglesas para não haver problemas de conversão de unidades.

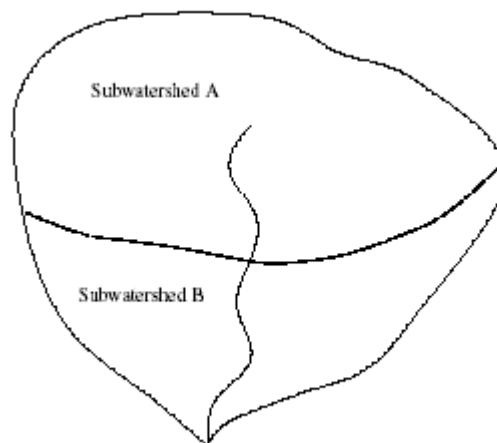
### Exemplo 26.7-

Vamos dar um exemplo que está no capítulo 6, 2005 *Waterware Consultants, Centerville, OH, USA*. Calcular a hidrógrafa de cada subbacia, sendo a subbacia A com 120 acre e a subbacia B com 90 acres conforme Figura (26.6).

Os valores de CN respectivamente são de 75 e 68.

**Tabela 26.12- Fornecimento de dados**

Parâmetro	Subbacia A	Subbacia B
CN	75	68
Tc (tempo de concentração) em horas	0,95	0,60
Tt= travel time (horas)	0,50	0
Área das bacias	120 acres (0,19mi <sup>2</sup> )	90acres (0,14mi <sup>2</sup> )



**Figura 26.6- Subbacias A e B**

#### Para a subbacia A

$$S_a = 1000/CN_a - 10 = 1000/75 - 10 = 3,33 \text{ inches}$$

$$I_a = 0,2S_a = 0,2 \times 3,33 = 0,67 \text{ inches}$$

$$R_a = (P_{24} - 0,2 \times S_a)^2 / (P_{24} + 0,80 \times S_a) = (5,3 - 0,67)^2 / (5,3 + 0,8 \times 3,33) = 2,69 \text{ inches}$$

$$Q(t) = Q_{TR55} \times 0,19 \text{mi}^2 \times R_a = Q \times 0,19 \times 2,69 = 0,5111 \times Q$$

#### Para a subbacia B

$$S_b = 1000/CN_b - 10 = 1000/68 - 10 = 4,71 \text{ inches}$$

$$I_b = 0,2S_b = 0,2 \times 4,71 = 0,94 \text{ inches}$$

$$R_b = (P_{24} - 0,2 \times S_b)^2 / (P_{24} + 0,80 \times S_b) = (5,3 - 0,94)^2 / (5,3 + 0,8 \times 4,71) = 2,10 \text{ inches}$$

$$Q(t) = Q_{TR55} \times 0,134 \text{ in}^2 \times R_a = Q \times 0,14 \times 2,10 = 0,294 \times Q$$

$$Q(t) = Q_{TR55} \times A \times R$$

Consultando a Tabela II para  $t_c = 0,50 \text{ h}$  e *Travel time* = 0,50h

**Achamos para 12h o valor 20 é achado na Tabela para o Tipo II**

$$Q(t) = Q_{TR55} \times 0,19 \text{ mi}^2 \times R_a = Q \times 0,19 \times 2,69 = 0,5111 \times Q$$

$$Q(t) = Q_{TR55} \times 0,19 \text{ mi}^2 \times R_a = Q \times 0,19 \times 2,69 = 0,5111 \times 20 = 10,22 \text{ cfs}$$

**Tabela 26.13- Tabela de cálculos do TR-55 em unidades inglesas**

Tempo	Tabular A	Tabular B	Runoff A	Runoff B	Soma
(h)	(cms/in) Cubic ft /sec Square Mile per inch		(cfs)		(cfs)
1	2	3	4	5	6
					5+5
11,0	8	17	4,09	5,00	9,09
11,3	10	23	5,11	6,76	11,87
11,6	13	32	6,64	9,41	16,05
11,9	18	57	9,20	16,76	25,96
<b>12,0</b>	<b>20</b>	<b>94</b>	<b>10,22</b>	<b>27,64</b>	<b>37,86</b>
12,1	22	170	11,24	49,98	61,22
12,2	25	308	12,78	90,55	103,33
12,3	30	467	15,33	137,30	152,63
12,4	38	529	19,42	155,53	174,95
12,5	53	507	27,09	149,06	176,15
12,6	78	402	39,87	118,19	158,05
12,7	114	297	58,27	87,32	145,58
12,8	159	226	81,26	66,44	147,71
13,0	253	140	129,31	41,16	170,47
13,2	311	96	158,95	28,22	187,18
13,4	300	74	153,33	21,76	175,09
13,6	251	61	128,29	17,93	146,22
13,8	195	53	99,66	15,58	115,25
14,0	149	47	76,15	13,82	89,97
14,3	102	41	52,13	12,05	64,19
14,6	74	36	37,82	10,58	48,41
15,0	53	32	27,09	9,41	36,50
15,5	40	29	20,44	8,53	28,97
16,0	33	26	16,87	7,64	24,51
16,5	29	23	14,82	6,76	21,58
17,0	25	21	12,78	6,17	18,95
17,5	23	20	11,76	5,88	17,64
18,0	21	19	10,73	5,59	16,32
19,0	18	16	9,20	4,70	13,90
20,0	16	14	8,18	4,12	12,29
22,0	12	12	6,13	3,53	9,66
26,0	1	0	0,51	0,00	0,51

