

Capítulo 31

Infiltração de água de chuva do telhado em trincheira



Na África do Sul, o plantio de *Eucalyptus grandis* numa microbacia experimental com vegetação original de savana, resultou, aos 5 anos de idade, num aumento de aproximadamente 300mm/ano a mais no consumo de água.

Fonte: ESALQ, Manejo de Bacias Hidrográficas, 2005, prof. Walter de Paula Lima.

Sumário

Ordem	Assunto
	Capítulo 31- Infiltração de água de chuva do telhado em trincheira
31.1	Introdução
31.2	Critério de projeto
31.3	Profundidade máxima admissível
31.4	Área longitudinal da caixa de pedra
31.5	Infiltração da água de drenagem do subsolo em trincheira de infiltração
31.6	Duração da obra- longevidade

8 páginas

Capítulo 10- Infiltração de água de chuva do telhado em trincheira

31.1 Introdução

Como as águas de chuva que caem em um telhado são relativamente limpas e não precisam de um pré-tratamento, as mesmas podem ser conduzidas a uma caixa de pedras onde serão armazenadas e infiltradas conforme Figura (31.1).

Haverá *overflow* do volume excedente. Na prática pode ser instalado um dispositivo na coluna de descida de 100mm, por exemplo, que separa as folhas e demais sujeiras fazendo uma limpeza automática das águas pluviais antes de irem para a caixa de pedra.

Devem receber somente a água de chuva provinda do telhado para não haver entupimentos e assim será baixo o risco de contaminação do lençol freático.

Conforme informações de Lindsey et al (1992) in Ontário, 2003 foram monitorados 25 locais onde se fazia a infiltração das águas de chuva dos telhados em caixas de pedra nº 3 e 60% das mesmas estavam funcionando adequadamente.

Inglaterra

- Na Inglaterra é muito usado a infiltração da água de chuva do telhado em trincheira que é chamado de *soakways* que deve ficar no mínimo a 5m de distância do prédio mais próximo e o fundo deve estar no mínimo a 1,00 acima do lençol freático.
- A pedra britada deverá o mínimo de vazão de 30% e para o cálculo da vazão de pico podemos usar período de retorno adotado em microdrenagem: 10anos ou 30anos.
- É importante salientar a necessidade do pré-tratamento para evitar entupimento.
- O esvaziamento deverá ser 24h e deverá ser previsto vazão de pico inclusive para Tr=100anos.
- Na prática usa-se somente para uma casa, mas pode-se fazer o *soakway* para varias casas.
- Quando
- Deverão ser tomados cuidados especiais quando a profundidade for maior que 4,00m.

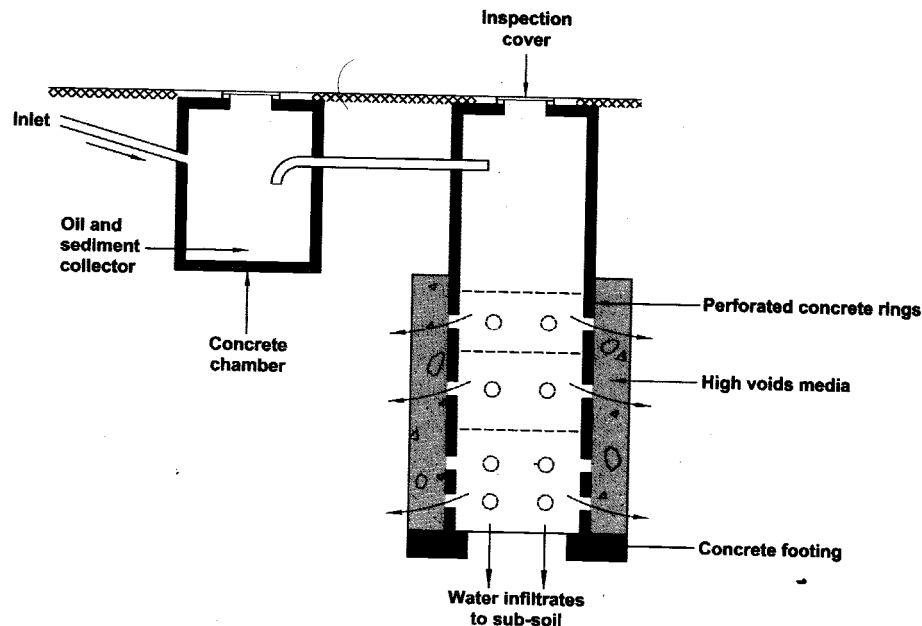


Figura 31.1- Esquema de infiltração das águas pluviais do telhado
Fonte: CIRIA, 2007

31.2 Critérios de projeto

Adota-se o mesmo critério que é usado em trincheira de infiltração. O critério é infiltrar uma parte da água, como por exemplo, aquela correspondente ao volume para melhoria da qualidade das águas pluviais, denominado WQv que é dado pela Equação:

$$WQv = (P/1000) \times Rv \times A$$

Considerando para a Região Metropolitana de São Paulo o *first flush* P=25mm e sendo a área do telhado AI=100% achamos, o coeficiente volumétrico Rv.

$$R_v = 0,05 + 0,009 \times A_l = 0,05 + 0,009 \times 100 = 0,95$$

$$WQ_v = (P/1000) \times R_v \times A = (25/1000) \times 0,95 \times A = 0,0238 \times A$$

Para área unitária: $A = 1\text{m}^2$

$$WQ_v = 0,0238\text{m}^3/\text{m}^2 = 24\text{litros}/\text{m}^2 \text{ Adotamos: } 25\text{litros}/\text{m}^2$$

A largura e o comprimento da caixa dependerá das condições locais, enquanto que a **profundidade máxima deve ser de 1,5m**, tolerando-se 2,0m em solos muito arenosos.

O tubo perfurado para monitoramento a ser instalado na parte superior da caixa de pedra deverá estar de 75mm a 150mm acima do topo da caixa conforme Figura (31.2).

As pedras deve ter diâmetro de aproximadamente **50mm (pedra nº 3)** e deve haver **bidim** em torno da caixa para evitar que a mesma fique entupida com o material que está ao lado.

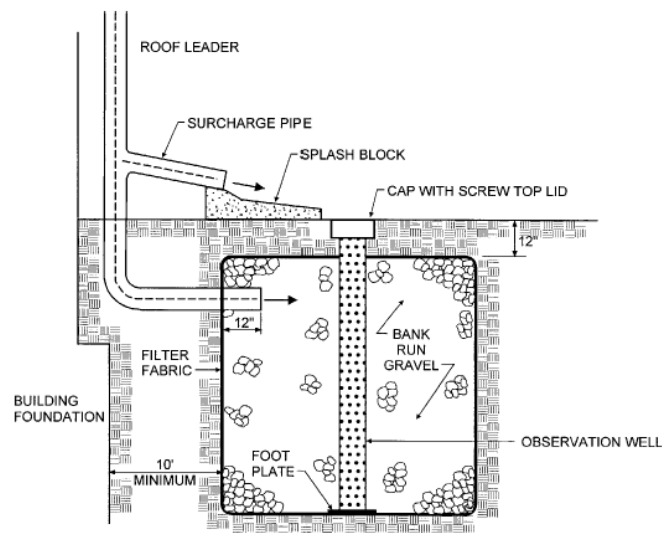


Figura 31.2-Exemplo de poço de infiltração com águas pluviais vinda do telhado.
Fonte: Estado de Vermont.

O nível de água do lençol freático varia durante o ano e deve ser escolhido local onde a altura é maior que 1,00m para a pior situação.

Caso haja rocha no subsolo a mesma deve estar no mínimo a 1,00m abaixo do fundo da caixa de pedra.

A taxa de percolação do solo deve ser $\geq 7\text{mm}/\text{h}$.

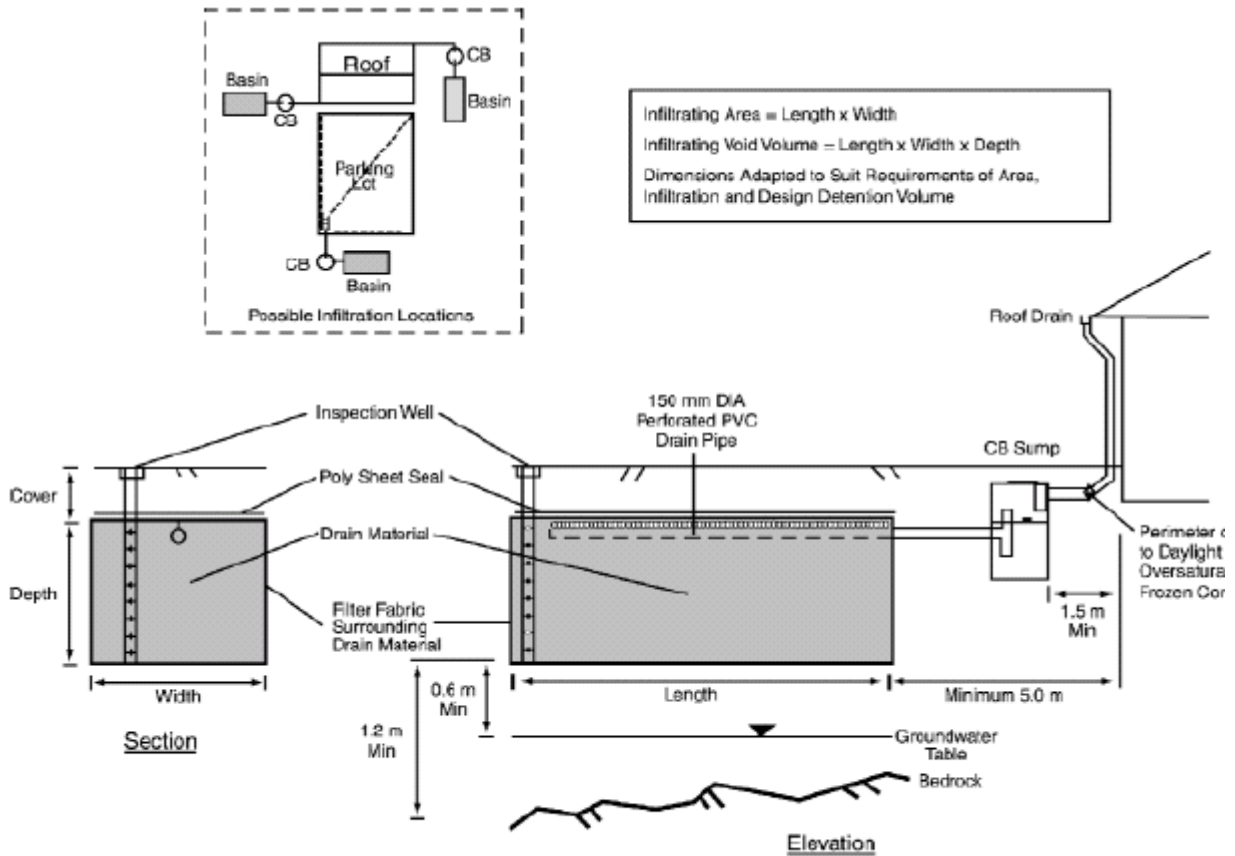


Figura 31.3- Infiltração com dispositivo para deter folhas, pequenas pedras, etc.
 Fonte: Alberta, 1997

F

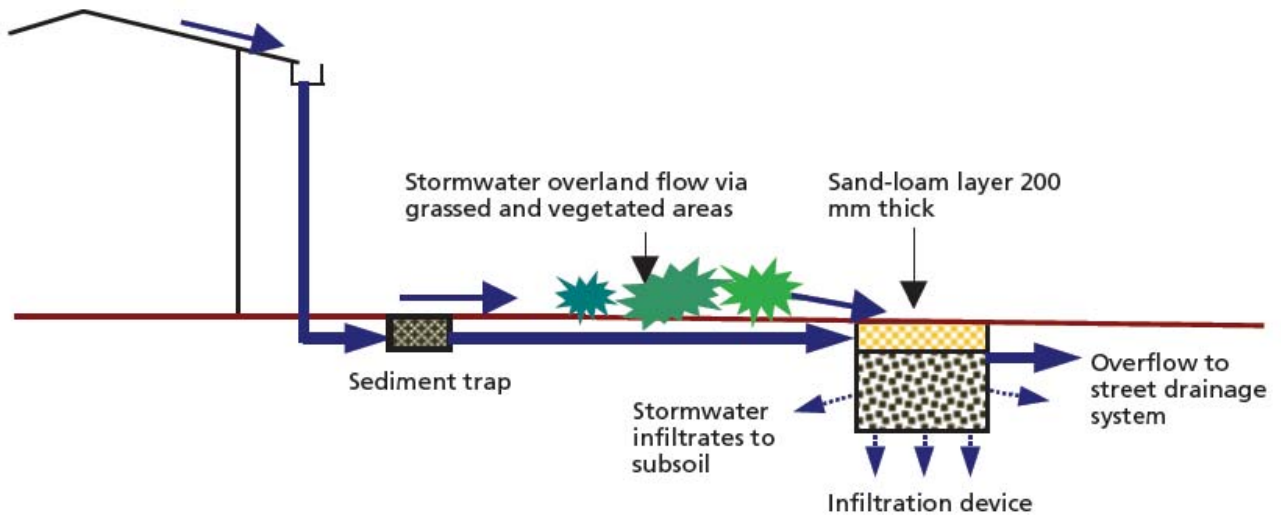


Figura 31.4- Esquema de infiltração da água do telhado

Exemplo 31.1

Calcular o volume necessário para construção de uma caixa de pedra britada nº 3 para infiltrar parte das águas pluviais provinda de um telhado com 500m².

$$\text{Volume máximo} = 25 \text{ L/m}^2 \times 500\text{m}^2 = 12.500\text{litros} = 12,5\text{m}^3$$

31.3 Profundidade máxima admissível

O cálculo é semelhante a uma trincheira de infiltração.

A profundidade máxima admissível depende da textura do solo em que está a trincheira e da porosidade do reservatório de pedras britadas é determinada pela Equação (31.1)

$$d = f \cdot T_s / n \quad \text{(Equação 31.1)}$$

Sendo:

d = profundidade máxima permissível (m). Geralmente $d \leq 1,50\text{m}$. Para solo muito arenoso $d=2,00\text{m}$

f= taxa final de infiltração (mm/h). Intervalo: $7,0\text{mm/h} \leq f \leq 60\text{mm/h}$

T_s=máximo tempo permitido (h). Varia de $24\text{h} \leq T_s \leq 48\text{h}$. Normalmente adotado **T_s=24h**

n=porosidade das pedras britadas.

Exemplo 31.2

Escolher a profundidade de uma caixa para infiltração das águas pluviais do telhado que tem:

$$n=0,40 \quad f=15\text{mm/h} \quad T_s=24\text{h (normalmente adotado)}$$

$$d = f \cdot T_s / n$$

$$d = 15\text{mm/h} \cdot 24\text{h} / 0,40 = 900\text{mm} = 0,90\text{m}$$

31.4 Área longitudinal da caixa de pedra

Usando os mesmos procedimentos da trincheira de infiltração achamos a área A_t temos:

$$A_t = V / (n \cdot d + f \cdot T)$$

Sendo:

V= volume que entra na caixa de pedra n° 3 (m³)

A_t = área da superfície da caixa de pedra (m²)

f= taxa final de infiltração (mm/h)

T= tempo para enchimento sendo em geral menor que 2h.

d= profundidade da caixa (m)

n=porosidade das pedras britadas.

Exemplo 31.3

Para um telhado com 500m² e volume V=12,5m³ calcular a caixa de pedra sendo f=15mm/h, d=0,90m T=2horas e n=0,40.

$$A_t = V / (n \cdot d + f \cdot T)$$

$$A_t = 12,5 / (0,40 \cdot 0,90 + 15\text{mm/h} \cdot 2\text{h}/1000) = 32\text{m}^2$$

Portanto, uma superfície com 4m x 8m= 32m² OK.

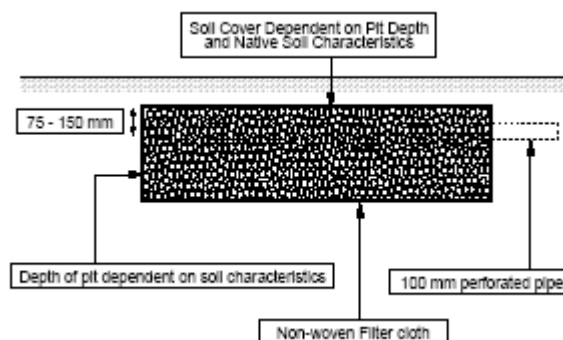


Figura 31.5 Esquema da caixa de pedras para armazenamento e infiltração da águas pluviais no solo.
Fonte: Ontário, 2003

31.5 Infiltração da água de drenagem do subsolo em trincheira de infiltração.

As águas de drenagem de um edifício como geralmente são limpas podem ser encaminhadas a uma caixa de pedra para infiltração no solo, podendo ser usada bomba centrífuga para o bombeamento da mesma conforme Figura (31.5).

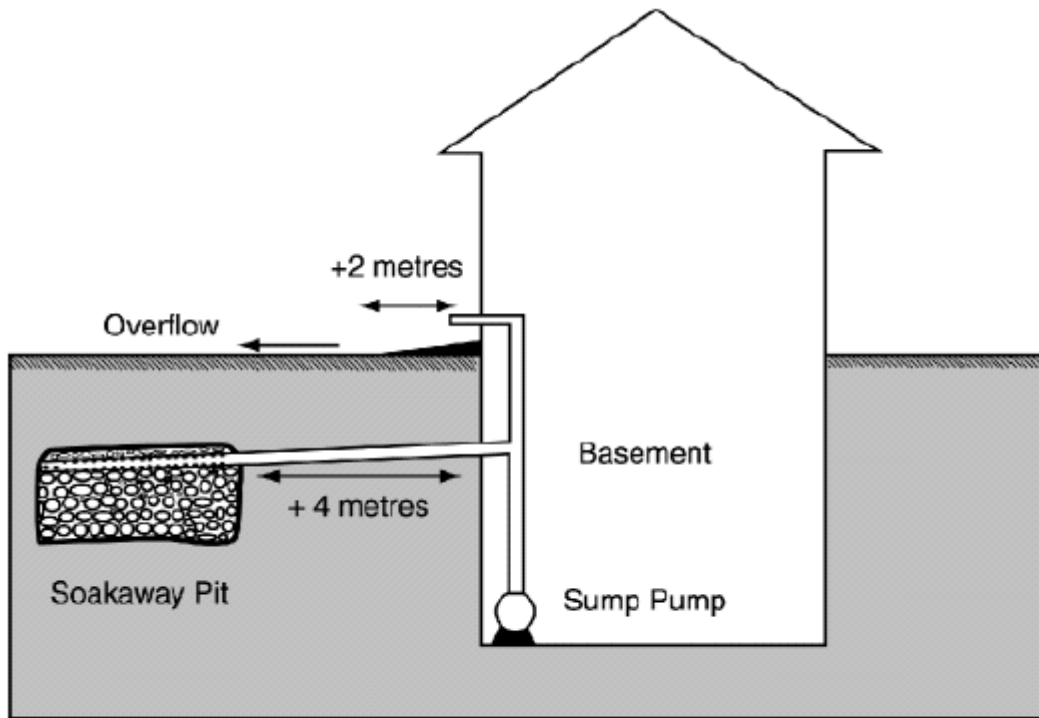


Figura 31.6 Esquema da caixa de pedras para armazenamento e infiltração das águas de drenagem do subsolo.
Fonte: Ontário, 2003

Exemplo 31.4

Calcular a infiltração das águas do telhado em caixas de pedra britada nº 3 para uma casa com área de telhado de 100m^2 sendo $f=20\text{mm/h}$ do solo nativo, porosidade efetiva $n=0,40$ e tempo de retenção $T_s=24\text{h}$

A profundidade máxima da caixa de pedra "d":

$$d = f \cdot T_s / n$$
$$d = 20 \cdot 24 / 0,40 = 1200\text{mm} = 1,20\text{m}$$

A área longitudinal da caixa de pedra será calculada da seguinte maneira.

Considera-se somente a área do telhado:

$$V = 25\text{litros/m}^2 \times 100\text{m}^2 = 2.500\text{litros} = 2,5\text{m}^3$$

$$T = 2\text{h}$$

$$A_t = V / (n \cdot d + f \cdot T)$$
$$A_t = 2,5 / (0,40 \times 1,20 + 20 \cdot 2 / 1000) = 2,5 / 0,52 = 4,8\text{m}^2$$

Portanto, a caixa de pedra deverá ter 1,30m de largura por 4,00m de comprimento, isto é, $5,2\text{m}^2$ por 1,20m de profundidade.

31.6 Duração da obra- longevidade

As práticas de infiltração são as que possuem menor longevidade devido a entupimento. Ontário, 2003 apresenta a Equação (31.3) para o cálculo da longevidade de uma obra em anos.

Para aplicação do método supõe-se que foi deixado distância suficiente entre a rocha e o fundo da BMP ou distância entre o fundo da BMP e o lençol freático de no mínimo 1,00m.

Considera-se que haja dispositivo de filtro das águas de chuva que caem no telhado.

$$L = (f \times T)^{0,4} \quad \text{(Equação 31.3)}$$

L= longevidade em anos

T= fator de longevidade conforme Tabela (31.1)

f= permeabilidade (mm/h).

Tabela 31.1- Estimativa da longevidade para BMP com infiltração

BMP com infiltração	Fator de longevidade (T)
Infiltração das águas pluviais do telhado	60
Bacia de infiltração	15
Trincheira de infiltração	25

Fonte: Ontário, 2003

Exemplo 31.5

Calcular a longevidade em anos da infiltração das águas pluviais do telhado em um caixa de pedra sendo f= 20mm/h.

Usando a Tabela (31.1) achamos T=60

$$L = (f \times T)^{0,4}$$

$$L = (20\text{mm/h} \times 60)^{0,4}$$

$$L = 7\text{anos OK.}$$

31.7 Determinação da profundidade máxima hmax para soakaway conforme CIRIA, 2007.

Conforme CIRIA, 2007 a profundidade máxima da água numa estrutura vertical como o soakaway é:

$$h_{max} = a [\exp(-bD) - 1]$$

Sendo:

hmax= profundidade máxima da água (m)

$$a = \frac{Ab}{P} - \left(\frac{i \cdot A_D}{P \cdot q} \right)$$

i= intensidade da chuva (mm/h) conforme período de retorno adotado

q=condutividade hidráulica do solo (m/h)

A_D= área drenada (m²)

Ab=base da área do sistema de infiltração (m²)

P= perímetro do sistema de infiltração (m)

$$b = \frac{P \cdot q}{n \cdot Ab}$$

n= porosidade das pedras

D=duração da chuva (h)

31.7 Bibliografia e livros consultados

-CIRIA. *The SUDS manual*. London, 2007, CIRIA C697, ISBN 978-0-86017-697-8