

Capítulo 33

Armazenamento de águas pluviais em estacionamento de automóveis

Os egípcios usavam o sulfato de alumínio para clarificar a água 1600 aC e em 1300aC sifonavam a água transferindo-a para um outro recipiente para assim remover os sólidos.

Sumário

Ordem	Assunto
	Capítulo 33- Armazenamento de águas pluviais em estacionamento de automóveis
33.1	Introdução
33.2	Armazenamento superficial em um estacionamento
33.3	Armazenamento sub-superficial em um estacionamento de veículos
33.4	Cálculos
33.5	Caixa separadores de óleos e graxas

8 páginas

Capítulo 33- Armazenamento de águas pluviais em estacionamento de automóveis

33.1 Introdução

O estacionamento de veículos, principalmente de automóveis, pode ser usado como armazenamento de águas pluviais para reduzir a vazão de pico das enchentes nas galerias de águas pluviais e propiciar a infiltração parcial ou total no solo.

Existem duas maneiras de se fazer o armazenamento: superficial e sub-superficial.

33.2 Armazenamento superficial em um estacionamento

Geralmente pode ser usado em estacionamento de veículos de áreas comerciais e industriais e pode ser usado em áreas já construídas para que não haja necessidade de se aumentar os diâmetros das galerias existentes.

Na prática existem poucas cidades que usam o estacionamento de veículos para o armazenamento de águas pluviais superficialmente.

O estacionamento deve ter declividade maior que 0,5% e menor que 5% para se fazer o armazenamento.

Para o armazenamento a profundidade máxima admitida é de **200mm** que poderá ficar no **máximo no tempo de 30min** conforme Tucci e Genz, 1995. A vazão de pico geralmente é para período de retorno de 2anos nas condições de pós-desenvolvimento.

Deve ser instalado dispositivo para o escoamento da água no período máximo de uma hora e para enchentes de até $T_r=100$ anos.

Desvantagem

O armazenamento superficial em estacionamento apresenta o inconveniente de o estacionamento ficar inundado durante uma hora e isto é muito criticado pelos usuários dos veículos.

33.3 Armazenamento sub-superficial em um estacionamento de veículos

Existe outra maneira que se pode proceder em novos estacionamentos, que é sub-superficial fazer um reservatório de pedras britadas ou dispositivos manufaturados de plásticos para o armazenamento de águas pluviais devendo a água serem infiltrada caso haja permeabilidade no local ou conduzida à galeria de águas pluviais mais próxima.

A câmara de infiltração é uma tecnologia emergente e é um exemplo de um estacionamento em asfalto havendo câmaras de plásticos sub-superficial conforme Figura (33.1).

A grande vantagem é que pode haver um asfalto por cima e por baixo as águas pluviais ficam armazenadas um determinado tempo, diminuindo os picos de vazão de enchentes.

O problema é que os custos serão bem maiores e é praticamente inaplicável em áreas de estacionamentos já existentes.

Os conceitos de dimensionamento são semelhantes ao pavimento modular

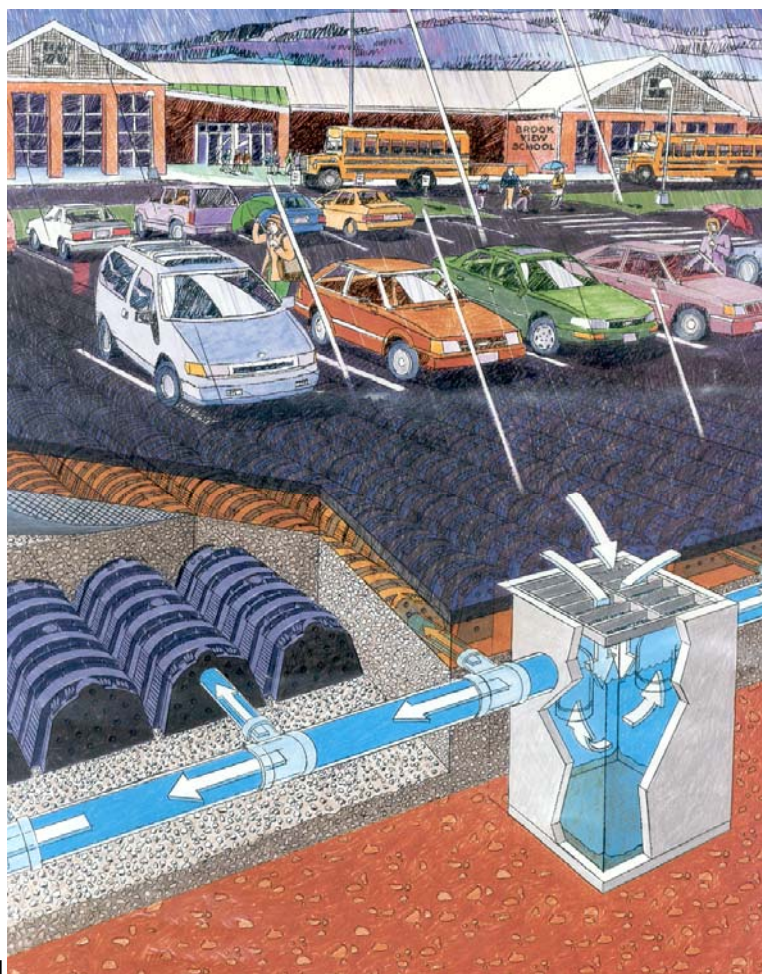


Figura 33.1- Aplicação do *Infiltrator* em um estacionamento de veículos. As águas pluviais vão para a caixa que as distribui para as câmaras de infiltração.

Dica: apesar de contribuir para a diminuição do pico de vazão (atenuação) para as galerias de águas pluviais, o armazenamento superficial ou sub-superficial em estacionamento de veículos não diminui o volume de águas pluviais, não havendo vantagens significativas.



Figura 33.2- Aplicação prática da firma *Contec*

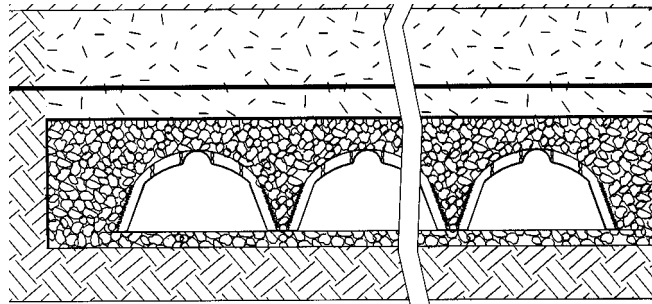


Figura 33.3- Seção típica do *Infiltrator*



Figura 33.4- Corte esquemático de uma peça da câmara de infiltração da marca *Contec*



Figura 33.5- Assentamento de um *infiltrator*
Fonte: Estado da Pennsylvania 2005

Câmaras de infiltração

As câmaras de infiltração são feitas de um tipo de plástico chamado *poly-tuff* e são usadas para permitir a infiltração em estacionamentos de carros e são fabricadas pela firma ***Infiltrator Systems Inc e Contec***.

As áreas usadas possuem área de aproximadamente 0,26ha de área impermeável. A precipitação no estacionamento é encaminhada para o reservatório formado pelas câmaras de infiltração e lá fica armazenado. Uma parte pode se infiltrar e outra parte é conduzida para o sistema de galeria de águas pluviais existente.

Funciona como um reservatório de retenção seco. Possui altura útil de aproximadamente 0,60m e comprimento variado. O engenheiro Molina da **JS Engenharia e Construções** jsmolina@terra.com.br que já executou mais de 300 estações de tratamento de esgotos sanitários, já assentou as câmaras de infiltração em Botucatu, Sorocaba, Brotas, Reginópolis e em Ubatuba, todas cidades no Estado de São Paulo.

A cobertura mínima é de 0,46m e resiste a carga de até 16ton. A largura é de 0,90m e o comprimento da peça é de 1,90m cada. Em cada peça pode ser armazenado 0,46m³ o que corresponde a 0,24m³/metro.

O dr. Molina tem usada as câmaras de infiltração em tratamentos de esgotos sanitários com bastante sucesso em áreas de solos argilosos com baixa capacidade de infiltração de 25litros/dia/m² (25mm/dia) a 50litros/dia/m² (50mm/dia).

33.4 Cálculos

O dimensionamento é semelhante ao pavimento modular, onde a camada de pedra achada que será o reservatório da água de chuva é substituído pelo vazio das câmaras de infiltração.

Observar na Figura (33.1) a direita a existência de uma caixa para retenção de óleos e graxas e sedimentação de materiais grosseiros, antes da água de chuva ser encaminhada às câmaras de infiltração.

O cálculo é feito usando o volume para melhoria da qualidade das águas pluviais WQv.

$$Rv = 0,05 + 0,009 \times AI$$

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

$$P = 25\text{mm (first flush para a RMSP)}$$

$$d = WQv / (A \times n)$$

Sendo:

d = espessura da camada de pedra (m) **d ≥ 0,15m (Tucci, 2000)**

WQv = volume para melhoria da qualidade das águas pluviais (m³)

n = 0,32 porosidade específica das pedras britadas (adimensional)

Cálculo do tempo de esvaziamento.

A espessura da camada de pedras britadas é de 0,25m e, portanto o tempo de esvaziamento será:
O tempo de esvaziamento = (espessura da camada de pedra) / K = 250mm/7mm/h = **36h <48h OK.**

Exemplo 33.1

Dimensionar um estacionamento com 300m² com 25m de frente por 30m de fundo. A condutividade hidráulica do solo é de 13mm/h.

$$\text{Área} = 300\text{m}^2 = 300/10000 = 0,03\text{ha}$$

Faixa de 25m x 30m

Comprimento máximo = 30m

P = 25mm *first flush* adotado para RMSP

Área impermeável = 100%

$$Rv = 0,05 + 0,009 \times AI = 0,05 + 0,009 \times 100 = 0,95$$

$$WQv = (P/1000) \times Rv \times A = (25/1000) \times 0,95 \times 300\text{m}^2 = 7\text{ m}^3$$

$$I = 45,13 \times C + 0,98 = 45,13 \times 0,95 + 0,98 = 44\text{mm/h}$$

Vazão para o pré-tratamento usando o Método Racional para áreas <2ha.

$$Qo = C \cdot I \cdot A / 360 = 0,95 \times 44 \times 0,03 / 360 = 0,0035\text{ m}^3/\text{s} = 3,5\text{ litros/segundo}$$

O armazenamento terá como objetivo infiltrar a vazão de 3,5 litros/segundo, sendo que o restante irá para a drenagem pública existente no local.

As águas pluviais caindo no estacionamento será conduzida para o *Stormceptor* onde os sedimentos serão decantados e será retirada as graxas e óleos. Este sistema geralmente funciona bem para áreas pequenas, isto é, até 4.000m².

O volume WQv = 7m³ e que deverá ser dirigido para as câmaras de infiltração que possuem capacidade de 0,24m³/metro.

Portanto, 7m³ / 0,24m³/metro = 30m de câmaras.

Vamos supor que as câmaras tenham comprimento de 5 x 2,00m = 10m

Portanto haverá necessidade de três linhas de câmaras de infiltração conforme Figura (33.2).

Como a altura útil da câmara de infiltração é de 600mm e considerando que a infiltração 13mm/hora teremos:

$$600\text{mm} / 13\text{mm/h} = 46\text{h} < 48\text{h tempo de esvaziamento, que está entre 24h e 48h portanto OK.}$$

33.5 Caixa separadores de óleos e graxas

Para evitar entupimento e entrada de óleos e graxas que iriam contaminar o lençol freático é necessário fazer a retirada dos mesmos.

Para isto pode ser usada a caixa da Figura (33.6) cuja patente pertence a firma americana *Stormceptor*.

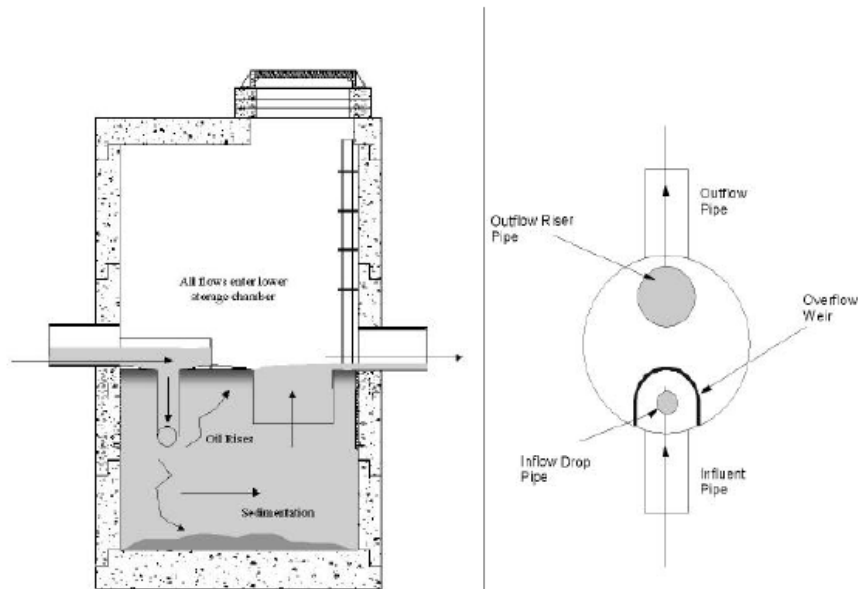


Figura 33.6- Perfil e planta do *Stormceptor*
Observar que é uma patente americana e que não existe no Brasil
Fonte: WINKLER, (1997)

Uma outra maneira é construir caixas modelo API.

Existem dois tipos de caixas API, a usual por gravidade e aquela que usa as placas coalescentes para dar menor dimensões.

Existem também no mercado caixas separadoras de óleos e graxas que podem ser adquiridas no Brasil. Vamos mostrar um dimensionamento sucinto conforme EPA e Figura (33.7).

Primeiramente temos que salientar que a área máxima para uma caixa API é de 4000m². O custo médio delas é de US\$ 8.500/cada o que torna proibitivo para grandes áreas.

Recordemos então que conforme Figura (33.7) a **caixa API consiste de três câmaras**. As duas primeiras são dimensionadas e a última que é de equalização é estimada aproximadamente.

Para as duas primeiras caixas é recomendado pela EPA que sendo o comprimento das duas o valor A, a primeira caixa deverá ter dimensões 2/3 de A e a outra 1/3 de A.

A profundidade mínima da água recomendada é de 1,20m e o sifão que está na caixa do meio deverá ter no mínimo 1,00m de altura.

O tempo de detenção deverá ser maior ou igual a 20min para um bom funcionamento.

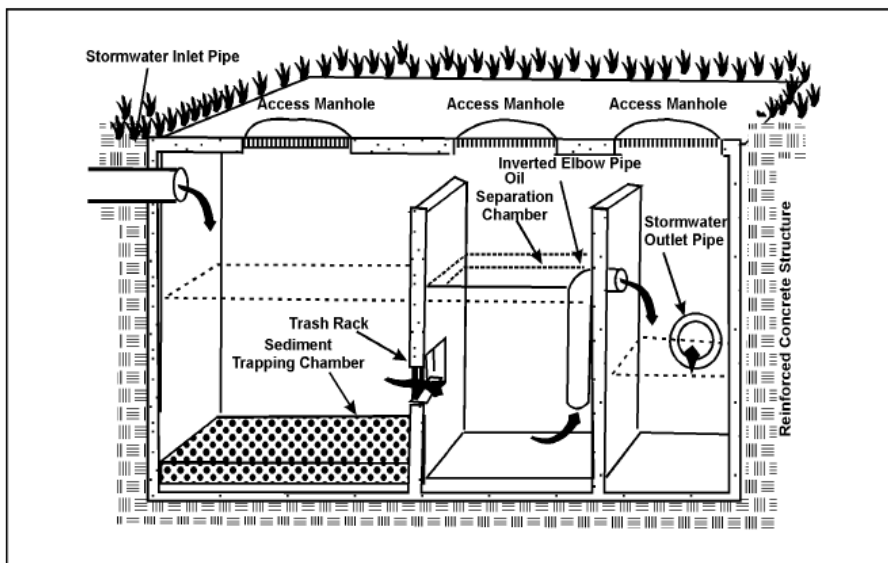


Figura 33.7- Modelo de caixa para deposição de sólidos e retenção de óleos e graxas conforme EPA.

Fonte: <http://www.epa.gov/owmitnet/mtb/wtrqlty.pdf> . Acessado 5/11/2006

Exemplo 33.2

Dimensionar um estacionamento com 300m² com 25m de frente por 30m de fundo. A condutividade hidráulica do solo é de 13mm/h.

$$\text{Área} = 300\text{m}^2 = 300/10000 = 0,03\text{ha}$$

Faixa de 25m x 30m

Comprimento máximo = 30m

P= 25mm *first flush* adotado para RMSF

Área impermeável = 100%

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

$$WQ_v = (P/1000) \times R_v \times A = (25/1000) \times 0,95 \times 300\text{m}^2 = 7 \text{ m}^3$$

$$I = 45,13 \times C + 0,98 = 45,13 \times 0,95 + 0,98 = 44\text{mm/h}$$

Vazão para o pré-tratamento usando o Método Racional para áreas <2ha.

$$Q_o = C \cdot I \cdot A / 360 = 0,95 \times 44 \times 0,03 / 360 = 0,0035 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tempo de detenção:

Adotando tempo de detenção de 20min teremos:

$$Q = 0,0035\text{m}^3/\text{s}$$

$$T = 20\text{min}$$

$$\text{Volume das duas primeiras câmaras} = Q \times T = 0,0035\text{m}^3/\text{s} \times 20\text{min} \times 60\text{s} = 4,2\text{m}^3$$

Portanto, o volume deverá ser de 4,2m³.

Considerando que o comprimento das duas caixas seja A e que B=largura da caixa e altura seja de 1,20m teremos:

$$\text{Volume} = A \times 1,20\text{m} \times B = 4,2\text{m}^3$$

Consideremos B= 1,5m

$$\text{Volume} = A \times 1,20 \times 1,50 = 6,3$$

Achamos A= 2,33m

$$2/3 \text{ de } A = 1,55\text{m}$$

$$1/3 \text{ de } A = 0,78\text{m}$$

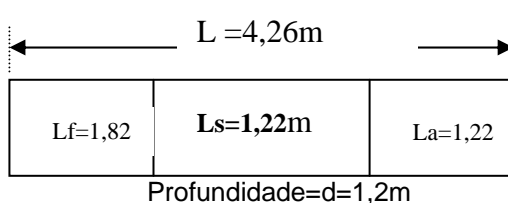


Figura 33.8- Esquema de uma caixa de retenção de óleo e sedimentos mínima para área de 300m² (FHWA) com as dimensões internas.

Adotamos as medidas mínimas do FHWA conforme Figura (33.8) do capítulo 2 deste livro.

Lf= 1,82m ao invés de 1,55m
Ls= 1,22m ao invés de 0,78m
La= 1,22m

Exemplo 33.3

Dimensionar um estacionamento com 4000m² sendo a condutividade hidráulica do solo é de 13mm/h.

P= 25mm *first flush* adotado para RMSF

Área impermeável = 100%

Rv= 0,05+ 0,009 x AI= 0,05+ 0,009 x 100= 0,95

WQv= (P/1000) x Rv x A= (25/1000) x 0,95 x 4000m²= 95 m³

I = 45,13 x C + 0,98 = 45,13 x 0,95 + 0,98= 44mm/h

Vazão para o pré-tratamento usando o Método Racional para áreas <2ha.

$$Q_0 = C \cdot I \cdot A / 360 = 0,95 \times 44 \times 0,4 / 360 = 0,045 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tempo de detenção:

Adotando tempo de detenção de 20min teremos:

$$Q = 0,045 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T = 20 \text{ min}$$

$$\text{Volume das duas primeiras câmaras} = Q \times T = 0,045 \text{ m}^3/\text{s} \times 20 \text{ min} \times 60 \text{ s} = 54 \text{ m}^3$$

Portanto, o volume deverá ser de 54m³.

Considerando que o **comprimento das duas caixas seja A** e que **B=largura** da caixa e **altura seja de 1,20m** teremos:

$$\text{Volume} = A \times 1,20 \text{ m} \times B = 54 \text{ m}^3$$

Consideremos B= 3,00m

$$54 = A \times 1,20 \times 3,00$$

Achamos A= 15,0m

Primeira caixa = 2/3 de A= 10,0m

Segunda caixa = 1/3 de A= 5m

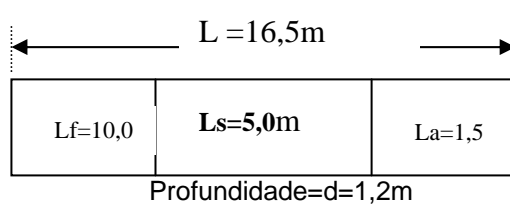


Figura 33.8- Esquema de uma caixa de retenção de óleo e sedimentos mínima para área de 300m² (FHWA) com as dimensões internas.

O comprimento da última câmara que é de equalização é estimada La=1,5m.

As duas primeiras câmaras deverão terão 54m³.

Conferindo: (10+5) x 3,00 x 1,20= 54m³ OK.