

# PROJETO TÉCNICO: SUPERTUBOS





## FICHA TÉCNICA DE SISTEMATIZAÇÃO DO PROJETO

### REALIZAÇÃO

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland  
Programa Soluções para Cidades

### COORDENAÇÃO GERAL

Erika Mota

### EQUIPE

Cristiane Bastos

### CONCEPÇÃO E EDIÇÃO DE CONTEÚDO

Lígia Pinheiro

### PESQUISA E SISTEMATIZAÇÃO

#### **Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH)**

Luiz Fernando Orsini de Lima Yazaki  
Erika Naomi Tominaga  
André Sandor Kajdacsy Balla Sosnoski  
Fernanda Dias Radesca

### PROJETO E PRODUÇÃO GRÁFICA

FIB - Fábrica de Ideias Brasileiras



FUNDAÇÃO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DE HIDRÁULICA





## DEFINIÇÃO

Os supertubos têm como principal função atenuar os picos das inundações urbanas, possibilitando a recuperação da capacidade de retenção perdida pelas bacias hidrográficas devido à impermeabilização do solo. Estes dispositivos são também utilizados para o controle de alagamentos pontuais.

Estas estruturas são compostas, basicamente, por tubos de concreto de grandes dimensões, instalados no subsolo e que têm a capacidade de armazenar grandes quantidades de água de chuva e depois liberá-las no sistema convencional de drenagem, de acordo com a capacidade deste, evitando assim, a sobrecarga do sistema. Geralmente, estas estruturas são implantadas em substituição às galerias convencionais utilizadas para a veiculação das águas da chuva, ou junto a elas. A adoção deste tipo de medida é indicada para áreas densamente ocupadas, pois, uma vez que são implantadas no subsolo, não necessitam de áreas específicas para sua construção.



## VANTAGENS E PRECAUÇÕES

### VANTAGENS

- Armazenamento do escoamento superficial direto, contribuindo para o abatimento do pico de cheia e, conseqüentemente, aliviando o sistema de drenagem a jusante;
- Por serem subterrâneos, causam pouca interferência no uso e ocupação do solo urbano.
- Possuem um custo menor do que o necessário para aumentar a capacidade da rede de drenagem já existente;
- Podem ser implantados em substituição ou junto das galerias de águas pluviais convencionais;
- Podem ser utilizados para separar e tratar as águas de primeira chuva, que são as águas iniciais do escoamento superficial que carregam altas cargas de poluentes como óleos, graxas, poeira, etc;
- Melhoram a qualidade das águas pluviais devido a sedimentação dos poluentes.

### PRECAUÇÕES

- Têm custo de implantação relativamente alto, por serem estruturas subterrâneas;
- Deve-se garantir fácil acesso ao seu interior, para que se possa realizar a manutenção periódica (limpeza e desobstrução);
- A interdição de vias durante sua construção pode prejudicar atividades de serviços e de comércio.



## APLICAÇÕES INDICADAS

- Ruas e avenidas com problemas pontuais de alagamento;
- Nas cabeceiras de bacias hidrográficas onde o sistema de macrodrenagem encontra-se saturado.



## COMPOSIÇÃO DE CUSTO

### • PROJETO TÉCNICO, REALIZADO POR EQUIPE TÉCNICA ESPECCIALIZADA

#### • LICENÇAS:

- Licença Ambiental
- No caso de instalação na via, autorização do órgão responsável pela administração do tráfego para interdição.

#### • EXECUÇÃO:

- Mão-de-obra;
- Escavação;
- Equipamentos:
  - Fresadoras;
  - Escavadeira de concha ou retroescavadeira;
  - Equipamentos de Proteção Individual (EPI).
- Transporte de Material;
- Material:
  - Peças pré-moldadas de concreto;
  - Geotêxtil;
  - Solo para camada de nivelamento.
- Instalação de equipamentos eletromecânicos (caso seja implementado o sistema de limpeza automático).

#### • MANUTENÇÃO:

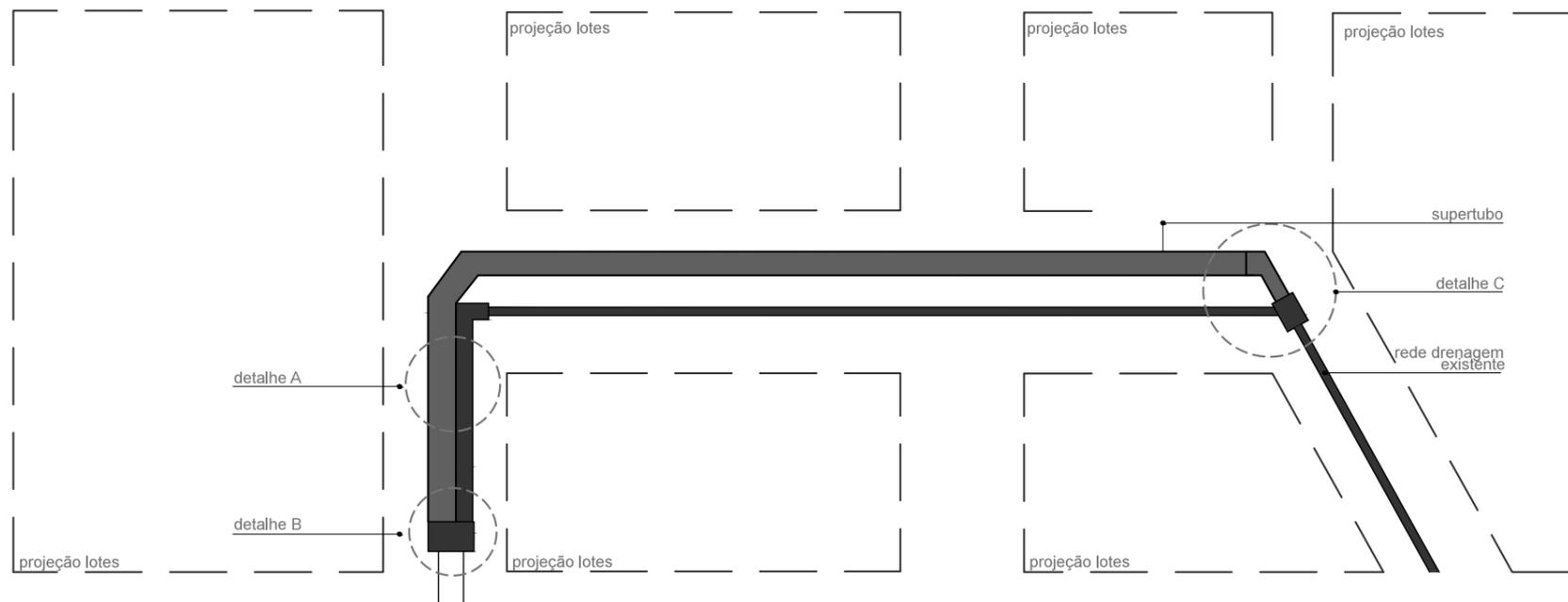
- Manutenção periódica dos equipamentos eletromecânicos (caso seja implementado o sistema de limpeza automático);
- Limpeza e desobstrução (caso o sistema de limpeza automático não seja implementado).

#### • CUSTOS EXTRAS

- Custos administrativos.

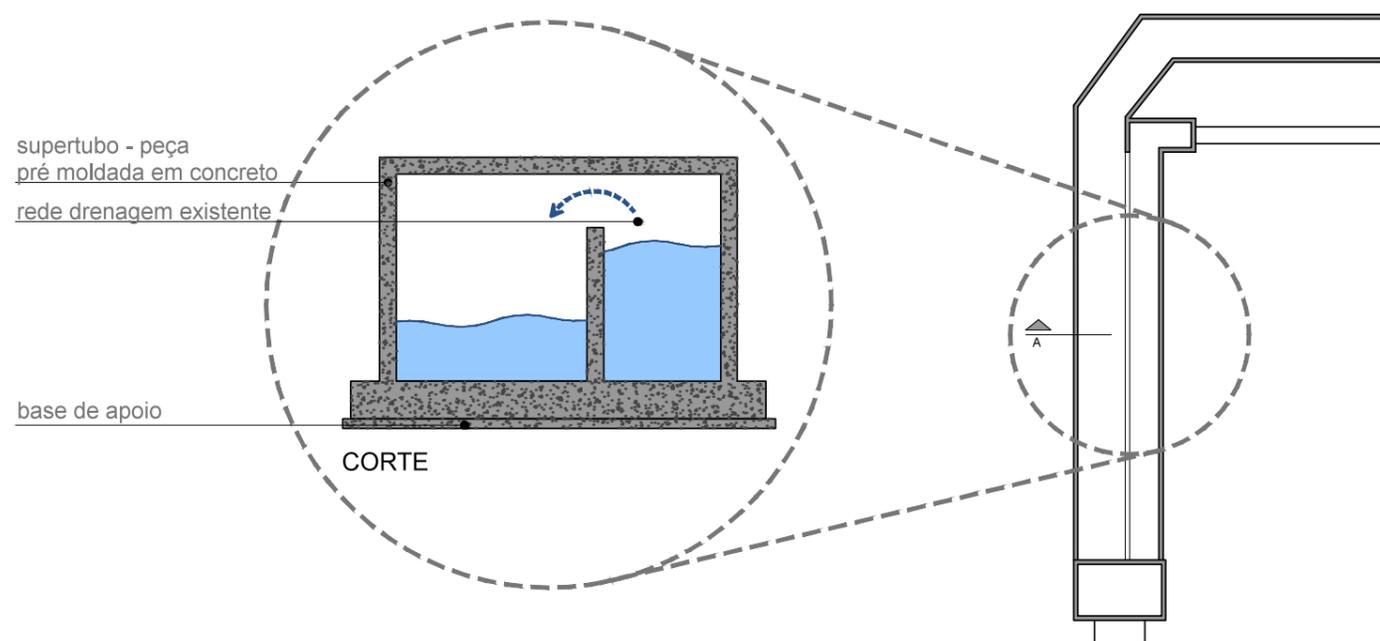


## DESENHO ESQUEMÁTICO: SUPERTUBO



Fonte: Desenho esquemático elaborado por FCTH

### DETALHE A - CONEXÃO DE ENTRADA ENTRE O SUPERTUBO E A REDE DE DRENAGEM EXISTENTE



Fonte: Desenho esquemático elaborado por FCTH

Em alguns pontos de alagamento, que ocorrem principalmente porque a capacidade da rede de drenagem é excedida, pode-se utilizar o supertubo como forma de evitar a reconstrução e ampliação total dessa rede.

Assim, as águas pluviais que atingem o pavimento entram nas galerias através das bocas de lobo e, quando a capacidade desta galeria é excedida elas são extravasadas para o supertubo através de uma conexão (Detalhe A).



Alinhamento das peças pré moldadas

Fonte: ETATEC Società di Ingegneria srl



Verificação da obra de conexão de entrada entre o supertubo e a rede de drenagem existente

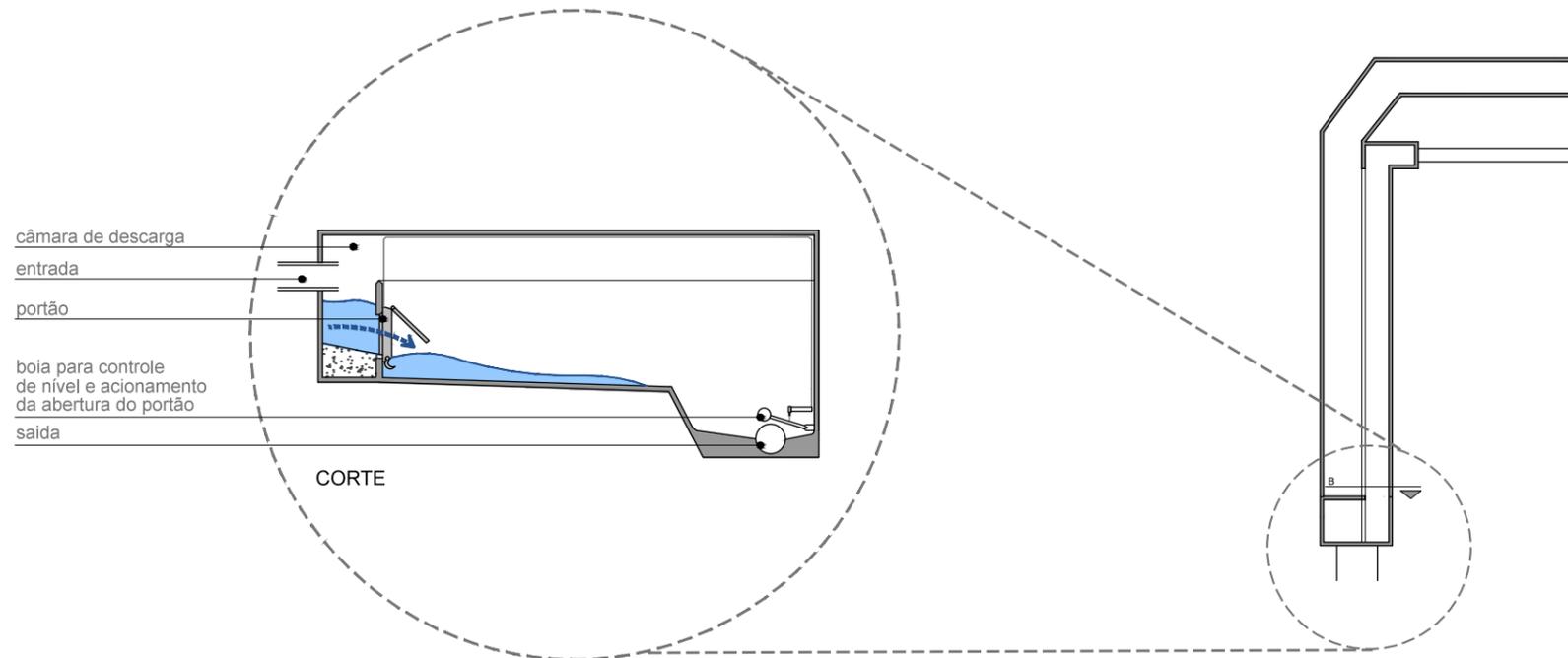
Fonte: ETATEC Società di Ingegneria srl



Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. A ABCP não se responsabiliza por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da sua responsabilidade para com o mesmo.



## DETALHE B: SISTEMA DE LIMPEZA



### DETALHE B

Fonte: Desenho esquemático elaborado por FCTH



Portão da câmara de descarga

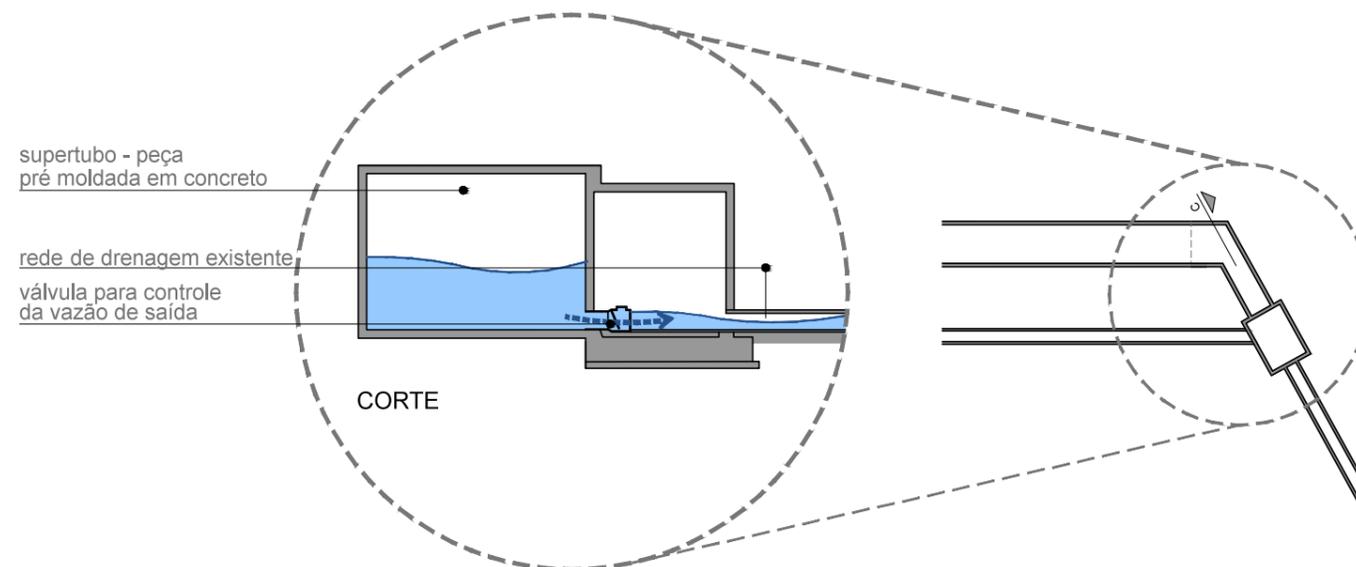
Fonte: ETATEC Società di Ingegneria srl

Como o esvaziamento do supertubo é lento, há o acúmulo de sedimentos em seu interior. Para resolver este problema, deve ser instalado um sistema de limpeza (Detalhe C).

As águas que provocariam o alagamento são armazenadas e lentamente desviadas para a rede de drenagem existente, de acordo com sua capacidade (Detalhe B). Este sistema funciona da seguinte maneira: quando o supertubo é esvaziado uma boia aciona a abertura do portão da câmara de descarga, que ao ser aberta, libera uma quantidade de água suficiente para arrastar os sedimentos. Essa água armazenada na câmara de descarga é a própria água da chuva que entra no supertubo.



## DETALHE C: CONEXÃO DE SAÍDA ENTRE SUPERTUBO E A REDE DE DRENAGEM EXISTENTE



Fonte: Desenho esquemático elaborado por FCTH



Saída do sistema de limpeza

Fonte: ETATEC Società di Ingegneria srl



Este desenho foi elaborado e é distribuído apenas como referência projetual e, portanto, não exclui a necessidade do usuário consultar um profissional independente e habilitado para determinar o correto dimensionamento e detalhamento para sua execução. A ABCP não se responsabiliza por erros e omissões, de qualquer natureza, relacionados com o referente projeto, isentando-se da sua responsabilidade para com o mesmo.

## PASSO-A-PASSO: EXECUÇÃO DE UM SUPERTUBO

1



Abertura da vala e alinhamento das peças pré moldadas de concreto

2



Construção das conexões de entrada e saída entre o supertubo e a rede de drenagem existente

3



Construção do sistema de limpeza

4



Recobrimento e Pavimentação



## EXEMPLO DE EXECUÇÃO



Fonte: ETATEC Società di Ingegneria srl

**PERFIL DA CIDADE:** Cermenate é uma comuna (cidade) da província de Como, na região da Lombardia, na Itália. Ela está localizada a 25 km de Milão. É uma cidade de porte pequeno, com apenas 8,1 km<sup>2</sup> e uma população de pouco mais de 9.100 habitantes (segundo dados de 2011 da prefeitura local).

**CARACTERÍSTICAS DO LOCAL:** Em determinada área de depressão da cidade, ocorriam diversas inundações devido a extravazamentos de águas do sistema combinado de esgoto. A municipalidade decidiu pela construção de um Supertubo para reduzir a frequência e extensão destas inundações.

Neste projeto, a área de contribuição estudada foi um bairro residencial de 0,14 km<sup>2</sup>, sendo que cerca de 0,04 km<sup>2</sup> eram impermeabilizados. Já a área alagada era de 1.000 m<sup>2</sup>.

**DATA DA OBRA:** Foi realizada entre 2002 e 2003.

**CUSTO DA OBRA:** O valor investido na obra foi de 93.000,00 euros (cerca de R\$ 100.200,00 na cotação do euro em janeiro de 2003).

### PRINCIPAIS ENVOLVIDOS

- Lura Ambiente S.p.A. (Caronno Pertusella - Varese) – Concessionária responsável pela gestão dos serviços de saneamento em Como.
- Società di Ingegneria ETATEC s. r. l., Milão, Itália – Constitue-se em um grupo especializado em projetos de engenharia hidráulica e foram os responsáveis pela execução do projeto, tendo como responsável técnico o Prof. Eng. Alessandro Paoletti.
- Centro Studi Idraulica Urbana – Associação de pesquisa sem fins lucrativos, com sede no Instituto Politécnico de Milão, cujo objetivo é coordenar e desenvolver projetos de drenagem urbana.

**FINANCIAMENTO:** A obra foi contratada e financiada pela Lura Ambiente S. p. A.

**DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO:** A obra se constituiu na construção de um coletor de grande capacidade (4 m<sup>3</sup>/m) capaz de acumular os volumes exigidos e devolvê-los no sistema de drenagem, assim que este estivesse em condições de recebê-lo.

O coletor tem um comprimento de 180 metros e seção medindo 2 metros de largura e 2,5 metros de altura, porém, a seção de armazenamento considerada é de 2x2 metros, ou seja, existe uma borda de 0,5 metros de segurança. Esta estrutura foi dimensionada para um período de retorno entre 2 e 5 anos (isso significa que, se o período for de 2 anos, em média, a cheia pode se repetir a cada 2 anos ou em cada ano esta enchente tem 2% de chance de ocorrer), com declividade de 0,1% (equivalente a 0,001 m/m).

Em eventos de chuva, quando a capacidade das galerias é superada, a água excedente é direcionada para o supertubo, e após a chuva, é lentamente transferida de volta para a galeria. Durante o tempo em que as águas pluviais ficam armazenadas no interior do supertubo, os sedimentos que foram carregados por elas se depositam no fundo do supertubo. Para evitar a obstrução do supertubo pelos sedimentos, foi projetado um reservatório de lavagem de 20 m<sup>3</sup> que tem como função realizar a limpeza periódica do supertubo. Este reservatório possui um comporta, que quando acionada libera uma enorme quantidade de água que remove os sedimentos acumulados e os conduz para caixas de separação onde a remoção destes sedimentos é feita de forma mais econômica e eficiente (conforme Detalhe B do desenho esquemático).



## PARÂMETROS DE PROJETO

**DECLIVIDADE DO TERRENO:** Como altas declividades restringem a implantação de dispositivos de retenção, supertubos não são recomendados em casos de terrenos muito íngremes.

**AUSÊNCIA DE LOCAL DE DESTINO PARA A DESCARGA DO VOLUME REGULARIZADO DE ÁGUA:** esta condição ocorre quando não existe uma rede de drenagem ou um curso d'água nas proximidades em que se possa efetuar a descarga dos volumes armazenados, limitando, portanto, o uso de medidas de retenção, como o supertubo. Presença de instalações subterrâneas: rede de água, esgoto, luz, telefone, etc. podem causar interferências e impossibilitar a construção de algumas medidas, ou seja, os supertubos só poderão ser implantados se estas puderem ser relocadas, ou se o seu projeto puder ser modificado.

**AFLUÊNCIA POLUÍDA:** em algumas áreas de contribuição, ocorrem afluências com altas concentrações de poluentes (esgotos e carga difusa), sendo que nestes casos pode-se estudar a viabilidade de um pré-tratamento a montante. Além de reduzir os riscos de inundação, os supertubos devem ser projetados para armazenar as águas de primeira chuva contaminadas pelas cargas difusas e encaminhá-las para as estações de tratamento de esgoto.

**ESFORÇOS E TRÁFEGO INTENSOS:** os supertubos devem ser projetados para receber esforços de tráfego de veículos pesados.

**FLEXIBILIDADE DE DESENHO:** alguns tipos de medida são limitados à configuração do local em que serão instalados. Como são medidas instaladas sob as vias, os supertubos devem ser desenhados e projetados de maneira que se adequem a elas, sendo, majoritariamente, lineares.

**AFLUÊNCIA COM ALTA TAXA DE SEDIMENTOS E LIXO:** se não for possível controlar a fonte de poluição, deve-se considerar a manutenção como rotina ou estruturas de retenção a montante. Para o controle de sedimentos os supertubos são dotados de dispositivos automáticos de auto limpeza que removem os sedimentos acumulados em seu interior, conduzindo-os para caixas de separação onde a remoção desses sedimentos é feita através de equipamentos especiais, de forma bem mais econômica.



## PARA SABER MAIS

### **SOBRE O PROJETO EXECUTADO EM CERMENATE:**

- STUDIO PAOLETTI INGEGNERIA ASSOCIATI. Progetto definitivo, esecutivo, Direzione Lavori, Sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione della vasca di laminazione in linea per la risoluzione delle problematiche di allagamento delle zone di via don Gnocchi a Cermenate (CO). 2003. Disponível em: <<http://www.etatec.it/attivita%20AO/fognature/Fognatura-Cermenate.pdf>>
- TASM spa. Il Supertubo per l'ambiente. Le ragioni dell'intervento, le sue complessità. Redionto alle città. 2009.

### **SOBRE OS PARÂMETROS DE PROJETOS:**

- GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Manual de Drenagem Urbana: Região Metropolitana de Curitiba- PR. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, CH2M HILL e Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2002.

### **SOBRE EFEITOS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM URBANA E MEDIDAS DE CONTROLE DO ESCOAMENTO:**

- AZZOUT, Y.; BARRAUD, S.; CRES, F.N.; Alfakih, E.; Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial : Choix, Conception, Réalisation et Entretien, LCPC, INSA Lyon, Certu, Agences de l'Eau, Lavoisier Technique et Documentation, Paris. ASCE,1969. Design and Construction of sanitary and storm sewers. New York, 1994.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. 266 pág. Porto Alegre: ABRH. 2005.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Manual Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. 2012. Disponível em: <<http://aguaspluviais.inf.br/manual.aspx?id=8>>
- SCHUELER, T.R.; Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs. Department of Environmental Programs, Metropolitan Washington Council of Governments, 1987

