



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

INSTRUÇÃO DE PROJETO

CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	1 de 41

TÍTULO

PROJETO DE DRENAGEM

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Procedimento. Projeto. Drenagem.

APROVAÇÃO

PROCESSO

PR 009866/18/DE/2006

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **DE 01/HID-002** - Projeto de Drenagem. São Paulo, 2001.

OBSERVAÇÕES

Esta Instrução de Projeto substitui o documento DE 01/HID-002 - Projeto de Drenagem a partir da data de aprovação deste documento.

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO



ÍNDICE

1	RESUMO	3
2	OBJETIVO.....	3
3	ETAPAS DE PROJETO	3
3.1	Estudo Preliminar	3
3.2	Projeto Básico	3
3.3	Projeto Executivo.....	3
4	ELABORAÇÃO DO PROJETO.....	3
4.1	Drenagem do Corpo Estradal.....	3
4.2	Drenagem Superficial da Plataforma	10
4.3	Drenagem Subterrânea	14
4.4	Pontes e Pontilhões.....	16
4.5	Serviços Especiais	16
5	RECOMENDAÇÕES GERAIS.....	17
6	APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS	18
6.1	Projeto Básico	18
6.2	Projeto Executivo.....	18
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
	ANEXO A – PLANILHAS DE CÁLCULO E QUADROS-RESUMO.....	22



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	3 de 41

1 RESUMO

Esta Instrução de Projeto apresenta os procedimentos, critérios e padrões a serem adotados para a elaboração de projetos de drenagem para o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 OBJETIVO

Padronizar a metodologia, os procedimentos e a forma de apresentação dos projetos de drenagem.

3 ETAPAS DE PROJETO

3.1 Estudo Preliminar

Nesta etapa, deve ser desenvolvida a coleta e a compilação dos dados, para fornecimento de subsídios às outras áreas de projeto, visando o adequado desenvolvimento das etapas posteriores dos estudos.

3.2 Projeto Básico

Na fase de projeto básico devem ser desenvolvidas soluções conceituais do sistema de drenagem.

O nível de detalhamento do projeto básico deve ser suficiente para a estimativa dos quantitativos dos dispositivos de drenagem.

3.3 Projeto Executivo

O projeto executivo deve ser elaborado a partir do projeto básico e compreende a otimização, complementação e detalhamento da solução proposta. O projeto executivo deve conter todas as informações e especificações necessárias para a perfeita execução das obras e a quantificação dos serviços e materiais.

4 ELABORAÇÃO DO PROJETO

4.1 Drenagem do Corpo Estradal

4.1.1 Aspectos Gerais

O sistema de drenagem do corpo estradal constitui-se do conjunto de dispositivos necessários à execução e proteção dos trabalhos de terraplenagem, tais como valetas de proteção de taludes, descidas d'água, caixas coletoras, caixas de transição, estruturas de dissipação de energia, bueiros de talvegue, canais, corta-rios e outros.



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	4 de 41

4.1.2 Valetas de Proteção

As valetas devem ser projetadas com a declividade adaptada ao terreno natural, utilizando-se trechos contínuos e segmentos em degraus, de tal forma que a velocidade não supere o limite máximo estabelecido em função do revestimento.

Em terrenos de baixa declividade, muito planos, as valetas devem ser projetadas com declividade mínima de 0,50%.

Em terrenos com alta declividade que tenham necessidade de degraus com espaçamento inferior a 3,00 m, as valetas e os canais retangulares devem ser projetados com revestimento de concreto.

As valetas devem ser projetadas de modo que as confluências favoreçam o escoamento, sem mudanças de direção acentuadas.

O perfil longitudinal da lâmina d'água deve ser verificado para a vazão de projeto, de modo a garantir que não ocorra extravasamento em qualquer ponto da valeta.

4.1.2.1 Valetas de crista de corte

Valetas de crista de corte são dispositivos destinados a interceptar as águas superficiais que escoam sobre terrenos adjacentes, inclinados para o corpo estradal, conduzindo-as até locais convenientes para deságüe. Devem ser projetadas em todos os segmentos em corte de rodovia onde o escoamento superficial possa comprometer o corpo estradal.

As valetas devem localizar-se no mínimo a 3,00 m da crista, acompanhando a linha de *offset* dos cortes. A escolha do revestimento, vegetal ou de concreto, deve ser justificada.

4.1.2.2 Valetas de pé de aterro

As valetas de pé de aterro têm a finalidade de interceptar as águas que escoam sobre terrenos adjacentes, impedindo-as de alcançar o pé do aterro.

As valetas de pé de aterro devem ser projetadas quando o terreno adjacente tiver inclinação no sentido do aterro, podendo comprometer o corpo estradal e para dar continuidade ao escoamento das águas provenientes das valetas de crista de corte até os dispositivos de transposição de talwegues.

As valetas devem ser, tanto quanto possível, projetadas paralelas ao pé do talude, com afastamento mínimo de 1,50 m. A escolha do revestimento deve ser justificada.

4.1.2.3 Valetas de banqueteta

As banquetas de cortes ou de aterros devem ser protegidas por valetas dimensionadas para receber as águas superficiais provenientes dos taludes e banquetas.



4.1.2.4 Critérios de projeto

As valetas devem ser dimensionadas com o emprego da fórmula de Manning.

A lâmina d'água máxima admitida nas valetas deve garantir uma borda livre mínima de 20% da altura da seção revestida.

As valetas devem ser revestidas com concreto ou grama, em função das vazões e velocidades máximas admissíveis.

Nas valetas em concreto, deve ser utilizado coeficiente de rugosidade n igual a 0,016 e as velocidades, para a vazão de projeto, devem estar compreendidas entre 0,50 m/s e 6,00 m/s.

Para as valetas com revestimento vegetal, o coeficiente de rugosidade é função da velocidade do escoamento, do raio hidráulico e do tipo de curva de retardância. Estas valetas devem ser revestidas com grama tipo batatais (*Paspalum notatum*) em placas que correspondam à curva tipo D para comprimento médio das ramas, variando entre 0,05 m e 0,15 m, com conservação regular cujo gráfico consta da publicação Drenagem Superficial e Subterrânea de Estradas, de Renato G. Michelin⁽¹⁾.

Com base nas curvas de retardância e nas seções tipo das valetas de proteção, obtém-se os coeficientes de rugosidade médios em função da declividade longitudinal de escoamento, conforme a seguir apresentados:

$I < 1 \%$	$n = 0,065$
$1 \% \leq I < 2 \%$	$n = 0,046$
$2 \% \leq I < 3 \%$	$n = 0,041$
$3 \% \leq I < 5 \%$	$n = 0,038$
$I \geq 5 \%$	$n = 0,035$

As velocidades máximas permissíveis para a vazão de projeto devem estar compreendidas entre 0,60 m/s e 1,80 m/s, de acordo com a Tabela 1 apresentada a seguir.

Tabela 1 – Velocidades Máximas para Vazão de Projeto

Tipo de terreno ou material da plataforma	Velocidade para revestimento de grama em leivas (m/s)	Velocidade para revestimento de grama em placas (m/s)
Solo argiloso ou solo com boa coesão	1,50	1,80
Solo siltoso ou solo com média coesão	1,10	1,30
Solo arenoso ou solo com baixa coesão	0,60	0,80

Velocidades Recomendadas na publicação Roadside Drainage Channels, do U.S. Department of Transportation⁽⁴⁾.



Quando a valeta com revestimento vegetal tiver o escoamento interceptado por caixa coletora, o trecho final, com comprimento de 4,00 m, deve ser revestido de concreto.

Para as valetas de banquetas, nas quais a área de contribuição é função de seu comprimento linear, deve-se determinar os comprimentos críticos para as diversas seções tipo e declividades associadas. Estes elementos podem ser apresentados em forma de tabelas ou ábacos.

4.1.3 Descidas d'água

Descidas d'água são dispositivos destinados a conduzir pelos taludes dos cortes e aterros as águas captadas por outros dispositivos de drenagem.

As descidas d'água devem ser projetadas nos seguintes locais:

- nos pontos baixos que possam surgir ao longo do desenvolvimento das valetas de proteção de cortes e em talvegues secundários, interceptados por cortes cujas condições topográficas não permitam o esgotamento através das valetas de proteção;
- nos limites dos comprimentos críticos das canaletas e sarjetas de borda de aterro;
- nos pontos baixos das curvas verticais côncavas, nos aterros e junto aos encontros de pontes ou viadutos.

As saídas de bueiros nas saias de aterros ou taludes de cortes devem ser evitadas sempre que possível.

4.1.4 Estruturas de Dissipação de Energia

Estruturas de dissipação de energia são dispositivos destinados a dissipar energia do escoamento, reduzindo a velocidade da água para evitar a erosão.

Os dissipadores de energia devem ser previstos no final de descidas d'água, de valetas ou de qualquer dispositivo que venha a desaguar diretamente sobre o terreno natural que, por suas características, seja passível de erosão. Os dissipadores também devem ser projetados para as saídas de bueiros com elevada declividade ou quando estas saídas ocorrerem em terreno natural facilmente erodível.

4.1.5 Bueiros de Talvegue

Os bueiros devem ser projetados fora da linha de talvegue nos casos de córregos ou fios d'água permanentes. Nestes casos também devem ser projetados drenos de talvegues.

As velocidades para a vazão de projeto devem limitar-se entre 1,00 m/s e 4,50 m/s. A declividade mínima deve ser igual a 0,35%.

Os coeficientes de rugosidade a serem adotados nos cálculos hidráulicos são os seguintes:

- bueiros tubulares de concreto $n = 0,013$;
- bueiros celulares e ovóides de concreto $n = 0,015$;
- bueiros metálicos $n = 0,024$.



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMISSÃO	fev/2006	FOLHA	7 de 41

Para o dimensionamento dos bueiros deve-se empregar os procedimentos contidos na publicações *Hydraulic Charts for Selection of Highway Culverts, Hydraulic Engineering – Circular 5*⁽²⁾ e *Capacity Charts for the Hydraulic Design of Highway Culverts, Hydraulic Engineering – Circular 10*, do *U.S. Bureau of Public Roads*⁽³⁾.

Deve-se analisar a seção de controle e as condições de escoamento e verificar os níveis de inundação a montante, de maneira a evitar prejuízos tanto a terceiros como ao corpo estradal.

Não havendo restrição a montante, os bueiros com controle na entrada devem ser dimensionados de acordo com o seguinte critério:

$$\frac{H_w}{D} \leq 1,20$$

Onde:

H_w = carga hidráulica a montante (m);

D = diâmetro ou altura do bueiro (m).

Para os bueiros com controle na saída ou mesmo em outra seção que não a de entrada, devem ser admitidas as mesmas relações de carga hidráulica a montante.

Em locais onde as condições de escoamento indiquem situações favoráveis ao assoreamento, a saída do bueiro deve estar no mínimo a 0,30 m acima do terreno natural. Esta condição deve ser considerada para bueiros com controle de saída, em regiões planas e em outras que apresentem condições semelhantes.

Na entrada dos bueiros, deve-se projetar, sempre que possível, bocas e alas ao nível do terreno natural. Caso as condições topográficas exijam, deve-se utilizar bocas e alas com bacia de captação. O uso de caixas coletoras deve restringir-se às situações em que, por condições de implantação, não for possível o uso de bocas.

O diâmetro mínimo a ser adotado deve ser igual a 1,00 m nas pistas principais e 0,80 m nas vias marginais ou secundárias.

As cargas nos tubos devem ser calculadas conforme critérios preconizados pelo *Iowa Engineering Experiment Station* e as classes dos tubos devem ser especificadas de acordo com a NBR-8890/2003⁽⁸⁾, Tubo de Concreto de Seção Circular para Águas Pluviais e Esgotos Sanitários – Requisitos e métodos de ensaio.

Os bueiros tubulares devem ser assentados sobre berço de 1ª classe ou, onde necessário, sobre berço de concreto.

Para os tubos de classe especial deve-se fornecer a carga mínima de ruptura com intervalos de 50 kN/m em 50 kN/m.

Exemplos:

- Ø 0,80 – E150 (carga de ruptura igual a 150 kN/m);



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMISSÃO	fev/2006	FOLHA	8 de 41

- Ø 0,80 – E200;
- Ø 1,00 – E200;
- Ø 1,00 – E250;
- Ø 1,50 – E300;
- Ø 1,50 – E350, e assim sucessivamente.

Para os tubos ovóides deve-se fornecer as alturas de aterro HA, de acordo com a Tabela de Preços Unitários. Exemplo: HA = 3,00m, 5,00 m, 10,00 m, 15,00 m e 20,00 m.

Os bueiros tubulares metálicos devem ser projetados com revestimento interno de concreto na metade inferior dos tubos, exceto em talwegues secos.

4.1.5.1 Bueiros existentes

Nos casos de ampliação e duplicação de rodovia, os bueiros existentes devem ser cadastrados, coletando os elementos necessários à verificação hidráulica e ao estado de conservação.

Caso o bueiro existente não apresente capacidade hidráulica suficiente, de acordo com os critérios de projeto, devem ser tomadas as seguintes providências:

- verificar, em campo, através de informações locais, as condições reais de funcionamento do bueiro bem como a existência de sistema de amortecimento, natural ou não, com influência na redução da vazão de projeto considerada;
- verificar a possibilidade de incremento na carga hidráulica de projeto do bueiro, sem prejuízo das áreas lindeiras à montante, propondo-se o monitoramento do bueiro;
- verificar as condições de escoamento de jusante, especialmente quanto à existência de pequenos reservatórios, extravasores, canalizações, pontes, que venham a ser prejudicados com o aumento de vazão do bueiro.

Após a análise detalhada destas condições e constatada a insuficiência real do bueiro, deve ser proposto o reforço do bueiro existente ou bacia de amortecimento, sempre verificando-se as condições de jusante.

4.1.6 Caixas de Transição

Para situações excepcionais de duplicação de pistas, onde for necessário complementar os bueiros de talvegue, permite-se a construção de caixas de transição que interliguem os trechos. Esta solução permite um traçado mais adequado para o trecho complementar do bueiro de talvegue.

4.1.7 Canais e Corta-Rios

São utilizados nas seguintes situações:

- para evitar sucessivas obras de ensecamento na construção de rodovia cuja diretriz intercepte seguidamente os meandros de um curso d'água;



- para reduzir o número de travessias de pequenos talvegues próximos;
- quando as dimensões das valetas de proteção padronizadas forem insuficientes para escoar a vazão de projeto;
- para entrada e saída de bueiros.

Seu dimensionamento deve ser feito utilizando-se a fórmula de Manning associada à equação da continuidade. A seção transversal e o tipo de revestimento empregado devem ser justificados e projetados, preferencialmente, sem revestimento. No caso de diminuição do número de obras de transposição de talvegues, deve-se apresentar estudo comparativo que comprove ser o corta-rio a solução mais econômica.

Deve-se analisar o regime de escoamento e o perfil longitudinal da linha d'água para a vazão de projeto. As velocidades não devem superar as permissíveis em função do revestimento do canal ou das características do terreno para os canais e corta-rios não revestidos.

A borda livre (f) dos canais deve ser determinada utilizando-se o critério do *U.S. Soil Conservation Service*⁽⁵⁾, conforme descrito abaixo.

- regime subcrítico

$$f = 0,20 \cdot H_e$$

- regime crítico e supercrítico

$$f = 0,25 \cdot H_e$$

$$H_e = \left(\frac{V^2}{2 \cdot g} \right) + h$$

Onde:

f = borda livre (m);

H_e = energia específica (m);

V = velocidade de escoamento (m/s);

g = aceleração da gravidade = 9,80 (m/s²);

h = altura normal da lâmina d'água (m).

Os coeficientes de rugosidade a serem adotados devem ser os seguintes:

- canais revestidos de concreto $n = 0,016$;
- canais revestidos de pedra argamassada $n = 0,025$;
- canais revestidos de gabiões tipo colchão reno $n = 0,027$;
- canais revestidos de gabiões tipo caixa $n = 0,029$;
- canais sem revestimento $n = 0,030$.

Para canais revestidos de grama o coeficiente de rugosidade deve ser determinado em fun-



ção das curvas de retardância, de acordo com as características do revestimento vegetal.

Para evitar erosão nos canais sem revestimento ou com revestimento vegetal ou para evitar abrasão nos canais com revestimento de concreto, as velocidades máximas admissíveis para o escoamento são as seguintes:

Tabela 2 – Velocidade Máxima para Canais sem Revestimento

Material	Velocidade Máxima (m/s)
Argila	0,80 – 1,30
Silte	0,70 – 1,20
Cascalho	0,50 – 0,80
Areia	0,30 – 0,45

Tabela 3 – Velocidade Máxima para Canais Revestidos

Material de Revestimento	Velocidade Máxima (m/s)
Concreto, pedra argamassada ou gabião tipo caixa	4,50
Gabião tipo manta	3,00
Gramma em placas	1,60

Para os enrocamentos de pedra deve-se calcular o diâmetro médio das pedras e a espessura do revestimento em função das velocidades de escoamento de projeto. Deve-se prever, também, material de transição na base do revestimento.

4.2 Drenagem Superficial da Plataforma

4.2.1 Aspectos Gerais

O sistema de drenagem superficial da plataforma constitui-se do conjunto de dispositivos para interceptar, captar e escoar os deflúvios que afluem à plataforma da estrada, conduzindo-os aos pontos de lançamento adequados.

O sistema de drenagem superficial da plataforma é composto basicamente pelos seguintes dispositivos: sarjetas de pé de corte, sarjetas e canaletas de borda de aterro, valetas de canteiro central, caixas coletoras, bocas-de-lobo, poços de visita e bueiros de greide.



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	11 de 41

4.2.2 Canaletas, Valetas e Sarjetas

4.2.2.1 Sarjetas de pé de corte

As sarjetas de pé de corte devem ser projetadas para captar as águas que precipitam sobre o corpo estradal e sobre o talude do corte e conduzi-las até uma saída lateral que as direcione às valetas de proteção de aterro ou às caixas coletoras de bueiros. As saídas de sarjetas em corte devem ser de concreto.

4.2.2.2 Canaletas e sarjetas de borda de aterro

As canaletas e sarjetas devem ser projetadas junto às cristas de aterros com a finalidade de interceptar e escoar as águas precipitadas sobre a plataforma, impedindo-as de escoar sobre o talude de aterro e conduzindo-as até locais adequados para deságüe.

Em princípio, salvo casos excepcionais, não devem ser projetadas canaletas ou sarjetas nos aterros com alturas inferiores a 2,00 m ou em seções com declividade transversal das pistas no sentido do canteiro central.

Para os locais onde foram executadas barreiras rígidas deve-se especificar aberturas nas barreiras com dimensões padronizadas; o espaçamento entre aberturas deve ser indicado nos desenhos da série H04. Caso necessário pode-se utilizar outros sistemas de drenagem, desde que previamente aprovados pela Fiscalização.

4.2.2.3 Valetas de canteiro central

Seu objetivo é drenar as águas superficiais que se precipitam sobre o canteiro central e sobre a plataforma, conduzindo-as até as caixas coletoras ou outro dispositivo adequado.

4.2.2.4 Critérios de Projeto

As sarjetas, valetas e canaletas devem ser dimensionadas com o emprego da fórmula de Manning, à exceção das sarjetas com seções triangulares em concreto com $Z \geq 10$ que devem ser dimensionadas a partir da fórmula de Manning modificada por Izzard ⁽⁶⁾, ou seja:

$$Q = 0,375 \cdot \left(\frac{Z}{n} \right) \cdot I^{1/2} \cdot y^{8/3}$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);

Z = inverso de declividade transversal (m/m);

I = declividade longitudinal (m/m);

y = profundidade relativa à linha de fundo (m);

n = coeficiente de rugosidade igual a 0,016.



Nas seções triangulares, revestidas de concreto, admite-se lâmina d'água máxima igual à altura protegida pelo revestimento e, nas seções retangulares, considera-se borda livre de 20% da altura revestida. Para ambas, o coeficiente de rugosidade é $n = 0,016$ e as velocidades admissíveis devem estar compreendidas entre 0,50 m/s e 6,00 m/s.

O revestimento vegetal das sarjetas e valetas tem as mesmas características do revestimento vegetal das valetas de proteção, apresentado no item 4.1.2.4. Os coeficientes de rugosidade médios para as sarjetas de corte e valetas de canteiro central também foram obtidos com base nas curvas de retardância. As lâminas d'água máximas foram definidas considerando a velocidade de escoamento. As Tabelas 4 e 5 apresentam as lâminas máximas e os coeficientes de rugosidade médios obtidos em função da declividade longitudinal.

Tabela 4 – Coeficientes de Rugosidade para Sarjetas de Corte

Declividade Longitudinal - I (%)	Altura Máxima de Escoamento (m)	Coeficiente de Rugosidade n
$I < 2\%$	0,50	0,049
$2\% \leq I \leq 4\%$	0,35	0,047
$I > 4\%$	0,25	0,055

Tabela 5 – Coeficientes de Rugosidade para Valetas de Canteiro Central

Declividade Longitudinal - I (%)	Altura Máxima de Escoamento (m)	Coeficiente de Rugosidade n
$I < 2\%$	0,35	0,065
$2\% \leq I \leq 4\%$	0,25	0,062
$I > 4\%$	0,20	0,068

De maneira análoga ao item 4.1.2.4, para estes dispositivos em que a área de contribuição é função do seu comprimento, deve-se determinar os comprimentos críticos para as diversas seções-tipo e declividades associadas. Estes elementos podem ser apresentados em forma de tabelas ou ábacos.

4.2.3 Caixas

São previstos os seguintes tipos de caixas: caixas coletoras, bocas-de-lobo e poços de visita.



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	13 de 41

4.2.3.1 Caixas coletoras

As caixas coletoras devem ser utilizadas com as seguintes finalidades:

- coletar águas conduzidas por valetas e sarjetas de plataforma a serem esgotadas por bueiros de greide;
- coletar águas provenientes de descidas d'água situadas nos taludes dos cortes;
- coletar águas provenientes de pequenos talvegues a montante de bueiros de transposição, cujas condições não permitam a execução das bocas normalmente utilizadas para este fim;
- em pontos específicos onde for conveniente transferir as águas superficiais para os bueiros.

O espaçamento entre caixas coletoras deve ser determinado ou pela capacidade de engolimento das caixas ou pela capacidade de escoamento da valeta, adotando-se o limite que ocorrer primeiro. Todavia, o espaçamento entre as caixas dos bueiros longitudinais dos trechos em cortes não deve ser superior a 150 m.

Nos trechos de maior declividade longitudinal da plataforma, as grelhas devem captar cerca de 90% do fluxo afluente. Pode-se admitir, em alguns casos, interceptação de apenas 75%. Nos cálculos não se deve considerar a redução na captação devido a eventuais entupimentos.

Nos trechos com declividade igual ou inferior a 3% a grelha deve coletar totalmente o fluxo afluente.

4.2.3.2 Bocas-de-lobo

São dispositivos utilizados nas vias com meio fio e passeio, cuja finalidade é captar as águas pluviais que escoam pelas sarjetas e conduzi-las aos bueiros de greide ou rede coletora.

De maneira geral deve-se utilizar bocas-de-lobo com guias chapéu e depressão nas sarjetas.

O emprego de bocas-de-lobo com grelha ou bocas-de-lobo combinadas deve ser discutido e justificado junto à fiscalização. O tubo de ligação da boca-de-lobo ao poço de visita deve ter diâmetro mínimo de 0,40 m para as bocas-de-lobo simples e 0,50 m para as duplas e triplas.

O espaçamento entre as bocas-de-lobo deve ser determinado ou por sua capacidade de engolimento ou pela capacidade das sarjetas.

4.2.3.3 Poços de visitas

Os poços de visita devem ser utilizados nos sistemas de drenagem em vias com meio fio e passeio ou em locais onde não for possível a utilização de caixas coletoras. Não devem ser projetados poços de visita posicionados sob a faixa de rolamento da rodovia.

O espaçamento máximo entre poços de visita é de 150 m.



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	14 de 41

4.2.3.4 Bueiros de greide

São dispositivos destinados a conduzir as águas coletadas na plataforma por dispositivos de drenagem superficial, até um local seguro, fora do corpo estradal. O ponto de início do bueiro se dá quando o dispositivo de drenagem superficial atingir a vazão máxima admissível, o comprimento crítico, ou ainda em pontos que recebem contribuição localizada, proveniente de talude de corte.

Os bueiros de greide podem ser longitudinais ou transversais ao eixo da rodovia.

Devem ser dimensionados a partir da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente, lâmina d'água máxima (y/D) igual a 0,82 e coeficiente de rugosidade igual a 0,013, para tubos de concreto.

Devem ser verificadas as condições de remanso para os bueiros contíguos. As velocidades devem estar entre 0,80 m/s e 6,00 m/s, exceto no trecho final, no qual a velocidade máxima deve ser inferior a 4,50 m/s.

O diâmetro mínimo a ser adotado deve ser de 0,80 m nas pistas principais e 0,60 m em vias marginais ou secundárias.

Os tubos devem ser assentados sobre berço de 1ª classe ou, onde necessário, sobre berço de concreto. As cargas e as classes dos tubos devem ser determinadas conforme critérios apresentados no item 4.1.5 – Bueiros de Talvegue.

4.3 Drenagem Subterrânea

4.3.1 Aspectos Gerais

O sistema de drenagem subterrânea constitui-se do conjunto de dispositivos necessários para impedir a deterioração de subleitos e pavimentos, tais como drenos profundos, drenos de pavimento, drenos sub-horizontais, drenos de talvegue e camada drenante. Tais dispositivos são projetados com o objetivo de interceptar e rebaixar as águas das camadas aquíferas profundas e as águas superficiais que possam infiltrar nos subleitos, conduzindo-as até locais convenientes para deságüe.

4.3.2 Drenos Profundos Longitudinais

Devem ser utilizados nas seguintes situações:

- nas bordas de cortes em solo onde o lençol freático se situar até 1,50 m abaixo do greide de terraplenagem, em épocas chuvosas, ou até 3,00 m em épocas secas;
- sempre que a geologia local indicar a ocorrência de lençóis empoleirados de água, deve ser prevista a construção de drenos profundos, independentemente do critério anterior.

A indicação do dreno profundo na implantação da rodovia deve sempre orientar-se pelos resultados das investigações geológico-geotécnicas.

O dimensionamento deve basear-se no critério do comprimento crítico. O cálculo da contri-



buição linear pode ser simplificado, em função da precipitação, da permeabilidade do terreno e da área de infiltração.

A contribuição dada pelo material drenante pode ser desprezada no caso de drenos com tubo.

4.3.3 Drenos Profundos Transversais

Devem ser utilizados nos seguintes locais:

- nos cortes onde a solução com drenos longitudinais for considerada insuficiente;
- nos aterros onde a ocorrência de nascentes possa comprometer a estabilidade do maciço;
- nos aterros, junto a encontros das obras de arte especiais.

4.3.4 Dreno de Pavimento

Constitui-se do conjunto de drenos rasos, longitudinais e transversais, com o objetivo de drenar a água infiltrada através do pavimento. Deve-se estabelecer os comprimentos críticos para os diversos tipos de drenos padrões em função do tipo de pavimento.

Este tipo de dreno aplica-se aos seguintes casos:

- para drenar a água infiltrada no pavimento;
- como garantia contra o efeito de bombeamento originado por umidade em surgência através de trincas no pavimento.

Os drenos transversais rasos devem ser utilizados nas seguintes situações:

- nos pontos baixos da rodovia;
- a montante de OAE.

4.3.5 Drenos sub-Horizontais

São drenos cravados nos maciços ou nos taludes dos cortes com a finalidade de drená-los, minimizando os efeitos da pressão neutra.

4.3.6 Drenos para Corte em Rocha

Nos cortes em rocha deve-se projetar um conjunto de drenos subterrâneos constituído por drenos longitudinais, drenos transversais e uma camada drenante, também conhecida como colchão drenante, disposta em toda a largura da área a ser drenada.

Os drenos longitudinais devem ser dotados de tubos de PVC rígidos perfurados e corrugados com diâmetro de 0,15 m em toda a sua extensão. Devem coletar e escoar as águas provenientes da camada drenante e dos drenos transversais até locais de deságüe conveniente.

Os drenos transversais devem localizar-se nos limites dos cortes em rocha.



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	16 de 41

4.4 Pontes e Pontilhões

As seções de escoamento sob as pontes devem ser projetadas de maneira a provocar o menor efeito na corrente natural, atendidos os requisitos técnicos e econômicos envolvidos no projeto e os critérios de riscos associados.

O estabelecimento dos vãos e da altura livre das pontes deve ser efetuado com base no perfil da linha d'água e na análise da linha de energia para a vazão de projeto, considerando-se as velocidades através e a jusante da ponte, de maneira a evitar erosões e solapamentos. Caso as velocidades superem as admissíveis deve-se projetar proteção especial nas margens ou no fundo do canal.

Deve-se analisar a eventual influência do remanso em obras próximas à confluência de rios e de obras hidráulicas existentes ou a construir. Da mesma forma, para obras próximas ao litoral, deve-se analisar a influência de marés.

Os cálculos hidráulicos devem basear-se nas informações obtidas a partir dos dados descritos no item 5.3 da IP-DE-H00/001 e nos seguintes elementos:

- seção transversal ao rio na intersecção com o eixo da rodovia;
- declividade do leito do rio ou da lâmina d'água, determinada, no mínimo, pela diferença de cotas entre dois pontos convenientemente situados a montante e a jusante da obra. Em geral esses pontos distam 100 metros de eixo da rodovia.

A análise hidráulica deve incluir ainda a avaliação das condições de escoamento antes da construção da ponte. Estabelecido o gradiente hidráulico, sem a ponte, deve-se determinar o remanso provocado pela sua construção. O passo seguinte é a avaliação dos níveis permissíveis baseados na investigação dos terrenos e construções que poderiam ser prejudicados pelas sobre-elevações das cotas de alagamento.

A sobre-elevação do nível d'água deve ser calculada conforme procedimentos indicados na publicação *Hydraulics of Bridge Waterways*⁽⁷⁾ do *Bureau of Public Roads*.

A altura livre mínima deve ser determinada a partir das seguintes considerações:

- permitir passagem de embarcações, caso o rio seja navegável; obedecer a luz mínima da embarcação tipo, no caso de hidrovias projetada ou existente;
- ter altura suficiente para permitir a passagem livre de detritos na época de enchentes;
- admitir a ocorrência de ondas no canal, dependendo do regime de escoamento.

Independentemente dos critérios anteriores, a altura livre mínima será de 1,00 m.

4.5 Serviços Especiais

4.5.1 Aspectos Gerais

Podem ser necessários projetos de obras especiais com objetivo de minimizar os danos da construção da estrada ao meio ambiente, tais como: drenagem de bota-fora e bacias de sedimentação.



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	17 de 41

4.5.2 Drenagem de Bota-Fora

Deve-se projetar um sistema de drenagem específico para os botas-fora, de maneira a evitar erosão e minimizar o transporte de sedimentos do material acumulado.

4.5.3 Bacias de Sedimentação

Em pontos específicos dos talwegues, quando necessário, deve-se projetar bacias de sedimentação.

Essas bacias têm por objetivo conter parte do material da terraplenagem carreado pelas águas de chuva durante a construção da estrada e proteger contra assoreamento os leitos dos cursos d'água a jusante.

5 RECOMENDAÇÕES GERAIS

Os projetos que interferem com cursos d'água perenes, como projeto de pontes, pontilhões, bueiros, canalizações e corta-rios, devem ser submetidos a consulta prévia junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, com a finalidade de atender aos requisitos técnicos necessários ao processo de outorga junto à Secretaria de Recursos Hídricos.

Deve ser efetuado reconhecimento de campo no tocante à atual situação dos cursos d'água que são interceptados pelo corpo estradal com o intuito de levantar, cadastrar e documentar situações problemáticas pré-existentes e que possam ser agravadas pela implantação da rodovia, principalmente áreas erodidas ou em processo de erosão, corpos d'água assoreados ou em processo de assoreamento, cursos d'água canalizados à jusante do corpo estradal com seções insuficientes ou com problemas de conservação etc.

As informações obtidas em campo devem ser documentadas e apresentadas ao DER/SP por meio de relatórios técnicos. Quando da elaboração do projeto executivo devem ser estudadas medidas que minimizem as influências da obra sobre os locais identificados, sendo submetidas ao DER/SP e se aprovadas, incorporadas ao projeto.

O projeto de drenagem deve ser definido de modo a não causar grandes impactos ambientais e minimizar as prováveis medidas compensatórias que devem ser impostas pelos órgãos licenciadores com jurisdição sobre o segmento da rodovia projetada.

Devem ser minimizados os lançamentos do sistema de drenagem projetado, em cursos d'água ou talwegues naturais que contribuam para mananciais de abastecimento de água públicos ou privados, reduzindo assim o risco da contaminação da água .

Em áreas de proteção ambiental, o sistema de drenagem superficial deve ser projetado de modo a conduzir separadamente as águas provenientes da drenagem da plataforma das pistas, evitando assim a contaminação dos mananciais, em caso de acidentes com cargas tóxicas, e facilitando os trabalhos de contenção e coleta dos produtos tóxicos por meio de projetos de caixas de contenção convenientemente posicionadas.

Os alinhamentos verticais das pistas projetadas devem ser definidos em compatibilidade com o projeto de drenagem, de modo a viabilizar os lançamentos do sistema de drenagem somente em grotas, talwegues naturais ou cursos d'água. Deste modo, evitam-se os lança-



mentos do sistema de drenagem em áreas de manuseio agrícola, áreas com ocupação urbana ou em terrenos sujeitos a erosão. Caso não seja possível evitar esses lançamentos, devem ser tomadas medidas preventivas, incorporadas ao projeto, para não causar prejuízos nas benfeitorias ou terrenos existentes à jusante desses pontos.

Quando não for possível a aplicação dos procedimentos e rotinas estabelecidas nesta instrução ou esta se tornar inadequada para situações particulares, a projetista deve estudar e apresentar procedimentos alternativos devidamente justificados e submetê-los à apreciação da fiscalização.

6 APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS

6.1 Projeto Básico

O projeto básico a ser apresentado à fiscalização deve conter os seguinte documentos:

- a) memorial descritivo e justificativo, apresentando as metodologias utilizadas, procedimentos e critérios de projeto, estudos e cálculos efetuados e os resultados obtidos;
- b) desenhos apresentados em formato A-1, série F11, contendo em planta os bueiros de talvegue e obras de arte especiais. Estes elementos são também indicados em seções transversais nos perfis longitudinais do greide. Os desenhos devem conter as seguintes informações:
 - estaca;
 - diâmetro ou dimensões transversais.
- c) relação dos projetos padrões previstos;
- d) planilhas de quantidades com as respectivas memórias de cálculo e quadro-resumo das alternativas estudadas.

6.2 Projeto Executivo

Constitui-se por memoriais justificativos e de cálculos, quadros-resumo, desenhos, planilhas de quantidades com as respectivas memórias de cálculo e demais elementos. O projeto executivo deve ser apresentado de forma detalhada e conclusiva de maneira a permitir a perfeita execução dos serviços em campo e facilitar os trabalhos de fiscalização.

Os textos devem ser apresentados em linguagem impessoal e de forma clara, de acordo com a Instrução de Projeto IP-DE-A00/001, de Elaboração e Apresentação de Documentos Técnicos.

6.2.1 Memorial de Cálculo – MC

Deve conter a descrição do projeto, os dados e fontes de referência, as metodologias utilizadas, os parâmetros e critérios adotados, incluindo tabelas e ábacos. Deve apresentar planilhas de cálculos para todos os dispositivos de drenagem projetados, conforme os modelos apresentados no Anexo A. Opcionalmente pode-se apresentar planilhas de comprimentos críticos para o dimensionamento do sistema de drenagem da plataforma das pistas e sistema de drenagem subterrânea.



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMISSÃO	fev/2006	FOLHA	19 de 41

As planilhas de cálculos devem ser apresentadas segundo o sentido de escoamento do fluxo de água, seguindo a orientação de montante para jusante, mesmo que resulte em estaqueamento decrescente.

6.2.2 Quadros-Resumo

Os quadros-resumo devem ser elaborados de acordo com os modelos propostos no Anexo A, contendo todas as informações pertinentes a cada tipo de obra projetada

Os quadros-resumo devem ser apresentados no sentido crescente do estaqueamento da pista, independente do sentido de escoamento do fluxo de água. Preferencialmente devem ser montados quadros resumo com todos dispositivos localizados à direita da rodovia, em sequência única, e depois os dispositivos localizados à esquerda da rodovia.

6.2.3 Desenhos

Os desenhos devem ser preparados em formato A-1, contendo todos os elementos necessários: localização, tipo e dimensões das estruturas, de forma a permitir a identificação e a construção dos dispositivos de drenagem projetados. Os desenhos devem ser elaborados de acordo com a Instrução de Projeto de Elaboração e Apresentação dos Desenhos de Projeto em Meio Digital, IP-DE-A00/003.

As plantas dos projetos de drenagem do corpo estradal, da drenagem superficial da plataforma e da drenagem profunda devem ser apresentadas em desenhos classe H04.

As plantas classe H04 devem ser elaboradas por computador, utilizando como base de trabalho os arquivos digitais das plantas classe F02, e contendo apenas as seguintes informações: traçado da rodovia, estaqueamento, identificação das pistas, ramos, marginais, vias coletoras e locais, sobrelevações e *off-sets* de corte e aterro.

De maneira geral, os dispositivos devem ser apresentados como se segue:

a) bueiros de talvegue

Devem ser desenhados em plantas da classe H04. Neste desenho devem constar os seguintes elementos: a estaca de interseção do eixo do bueiro com o eixo da via, a seção-tipo do bueiro e o código do desenho no qual o bueiro foi detalhado em perfil.

Todos os bueiros devem ser apresentados em perfil longitudinal em desenhos classe H06, contendo os seguintes elementos:

- tipos dos diversos dispositivos e números dos desenhos onde os bueiros se encontram detalhados, bem como as características dos canais de entrada e de saída;
- estaca na interseção dos eixos da via e do bueiro e sua esconsidade;
- estacas relativas dos dispositivos de entrada e de saída e caixas intermediárias;
- seção-tipo do bueiro;
- classes dos tubos segundo NBR-8890/2003⁽⁸⁾;
- tipo de fundação;



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	20 de 41

- comprimentos entre o dispositivo de entrada e a interseção com a projeção do eixo da via e da via até o dispositivo de saída;
- comprimento dos diversos trechos dos bueiros definidos por dispositivos consecutivos;
- cotas em todos os dispositivos de entrada, de saída, em caixas intermediárias e no ponto de interseção com a projeção do eixo da via;
- declividades dos trechos;
- outras indicações julgadas necessárias pela projetista para o perfeito entendimento do projeto.

b) rede coletora

A rede coletora, incluindo os bueiros de greide, deve ser apresentada em planta e perfil longitudinal de maneira análoga à dos bueiros de talvegue.

c) canais, valetas, sarjetas e drenos

Os canais, valetas, sarjetas e drenos devem ser apresentados nas plantas classe H04 com os seguintes elementos:

- identificação do tipo de dispositivo de drenagem;
- dimensões e comprimentos;
- declividade;
- localização dos dispositivos com estaca de início e de fim e outras informações julgadas necessárias à boa execução da obra.

No caso de canais, além do traçado na planta classe H04, deve-se apresentar os perfis nos desenhos classe H06.

d) estruturas singulares

Deve-se utilizar, sempre que possível, os projetos-padrão para as estruturas singulares, tais como: caixas, poços de visita, bocas-de-lobo, descidas d'água, estruturas de dissipação de energia e outras.

Quando esses projetos forem inadequados ou inexistentes, a projetista deve detalhar tais estruturas apresentando-as em desenhos formato A-1, em escala conveniente, contendo a indicação do local onde está prevista sua aplicação e, quando houver, os desenhos de concreto armado correspondente. Neste caso, após prévia autorização e aprovação da fiscalização, as novas soluções serão incorporadas ao elenco de projetos padrões.

6.2.4 Planilhas de Quantidades

As planilhas de quantidades devem ser levantadas para cada item de serviço, em conformidade com as tabelas de preços unitários do DER/SP.

Devem ser apresentadas, em documento específico, as memórias de cálculo das quantidades



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	21 de 41

levantadas.

6.2.5 Outros Documentos

Quando as especificações forem insuficientes para atender a um caso particular, a projetista deve complementá-las, apresentando inclusive os métodos construtivos e outros documentos necessários.

Deve-se apresentar os documentos técnicos necessários à obtenção de outorga do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE para as obras hidráulicas de interesse da rodovia em estudo, como barramentos, canalizações, retificações e proteção de leitos e travessias.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 MICHELIN, Renato G. **Drenagem Superficial e Subterrânea de Estradas**. Rio Grande do Sul, 1975 – segunda edição.
- 2 U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. “Hydraulic Charts for Selection of Highway Culverts”, In: **Hydraulic Engineering Circular n° 5**. Washington, dezembro de 1965.
- 3 U.S. BUREAU OF PUBLIC ROADS. “Capacity Charts for the Hydraulic Design of Highway Culverts”, In: **Hydraulic Engineering Circular n° 10**. Washington, março de 1965.
- 4 U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. “Roadside Drainage Channels”, In: **Hydraulic Design Series n° 4**. Washington, dezembro de 1973 – segunda edição.
- 5 U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE. **Handbook of Channel Design for Soil and Water Conservation**, SCS-TP-61. Washigton, edição junho de 1954.
- 6 IZZARD, C. F. **Hydraulics of Runoff from Developed Surfaces**. Proceedings Highway Research Board. Dezembro de 1946.
- 7 Bradley, Joseph N. **Hydraulics of Bridge Waterways**. Washigton: U.S. Bureau of Public Roads, Hydraulics Branch Bridge Division, edição março de 1978.
- 8 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8890**. Tubos de Concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários – requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003.

/ANEXO A



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	22 de 41

ANEXO A – PLANILHAS DE CÁLCULO E QUADROS-RESUMO



DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE BUEIROS

BACIA NÚMERO	ESTACA	BUEIRO		CONTROLE		DECLIVIDADE I (%)	VAZÃO Q (m³/s)	VELOCIDADE V (m/s)	LÂMINA D'ÁGUA h (m)	PROFUN- DIDADE CRÍTICA y _c (m)	REGIME DE ESCOAMENTO	OBSERVAÇÕES
		TIPO	DIMENSÕES (m)	ENTRADA H _w (m)	SAÍDA H _s (m)							



DIMENSIONAMENTO DE BUEIROS COM CONTROLE NA SAÍDA

BACIA NÚMERO	ESTACA	BUEIRO		VAZÃO Q (m³/s)	CONTROLE NA ENTRADA H _w (m)	CÁLCULO NA ALTURA DA ENTRADA								VELOCIDADE NA SAÍDA V _s (m/s)	OBSERVA- ÇÕES
		TIPO	DIMENSÕES (m)			CONTROLE NA SAÍDA H _w = H + H _o - L.I									
						K _e	H (m)	h _c (m)	(h _c +D) / 2 (m)	H _s (m)	H _o (m)	L.I (m)	H _w (m)		



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO

IP-DE-H00/002

REV.

A

EMIÇÃO

fev/2006

FOLHA

25 de 41

PLANILHA DE CÁLCULO – BUEIROS DE GREIDE

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO		ESTACA		SUB-ÁREAS DRENAGEM A (ha)	COEF. DE ESCOAMENTO C	(AxC) SUB-ÁREAS	(AxC) TOTAL ACUMULADO	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO		INTENS. PLUV. i (mm/min)	VAZÃO DE PROJETO Q (m³/s)	DRENO PLUVIAL PROPOSTO				LÂMINA D'ÁGUA h (m)	VELOCIDADE V (m/s)
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL					TEMPO DE PERCURSO t _p (min)	TOTAL ACUMULADO (min)			COMPRIMENTO L (m)	DECLIVIDADE l (m/m)	DIÂMETRO D (m)	y/D		



PLANILHA DE CÁLCULO – REDE COLETORA

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO				SUB-ÁREAS DRENAGEM A (ha)	COEF. DE ESCOAMENTO C	(AxC) SUB-ÁREAS	(AxC) TOTAL ACUMULADO	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO t_c		INTENS. PLUV. i (mm/min)	VAZÃO DE PROJETO Q (m³/s)	REDE DE AP PROPOSTA				LÂMINA D'ÁGUA h (m)	VELOCIDADE V (m/s)
INICIAL	FINAL	ESTACA						TEMPO DE PERCURSO t_p (min)	TOTAL ACUMULADO (min)			COMPRIMENTO (m)	DECLIVIDADE I (m/m)	DIÂMETRO D (m)	y/D		
		INICIAL	FINAL														

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	27 de 41

DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE CANAIS

LOCALIZAÇÃO ESTACA		SEÇÃO DO CANAL	TIPO DE REVESTIMENTO	RUGOSIDADE n	TALUDE (H:V)	LARGURA DA BASE L (m)	DECLIVIDADE I (%)	VAZÃO Q (m³/s)	VELOCIDADE V (m/s)	LÂMINA		BORDA LIVRE f (m)	ALTURA MÍNIMA h (m)	REGIME DE ESCOAMENTO	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL									NORMAL h (m)	CRÍTICA y _c (m)				



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	28 de 41

PLANILHA DE CÁLCULO – VALETAS DE PROTEÇÃO

ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	POSICÃO RELATIVA	ÁREA A (ha)	COEF. DE ESCOA- MENTO C	TEMPO DE CONCEN- TRAÇÃO t_c (min)	INTENSIDADE PLUVIO- MÉTRICA i (mm/min)	VAZÃO Q (m³/s)	DECLIVI- DADE I (m/m)	TIPO DE VALETA	DIMENSÕES		COMPRI- MENTO L (m)	DIMENSIONAMENTO		REVES- TI- MENTO	OB- SER- VA- ÇÕES
										b (m)	h (m)		VELOCIDA- DE V (m/s)	LÂMINA h (m)		

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.



PLANILHA DE CÁLCULO – CAPACIDADE DAS VIAS

ESTACA		ÁREA A (ha)	COEF. DE ESCOA- MENTO C	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO t_c (min)	INTENSIDA- DADE PLU- VIOMÉTRICA i (mm/min)	VAZÃO Q (m ³ /s)	DECLIVIDA- DADE LON- GITUDINAL I (m/m)	LARGURA DE ALAGA- MENTO L (m)	DECLIVIDA- DE TRANS- VERSAL e _p (m/m)	CAPACIDADE		OB- SER- VA- ÇÕES
INICIAL	FINAL									VAZÃO Q (m ³ /s)	VELOCIDADE V (m/s)	



DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE MÁXIMA ENCHENTE

RIO:					ESTACA:				
HIDROLOGIA E DADOS PARA PROJETO					SEÇÃO TRANSVERSAL:				
<p>Bacia :</p> <p>$Q_p = \quad m^3/s$ $Q_p =$ vazão de projeto</p> <p>$T_r = \quad$ anos $T_r =$ período de retorno</p> <p>$I = \quad m/m$ $I =$ declividade longitudinal</p>									
NÍVEL DE MÁXIMA ENCHENTE - NME:					GRÁFICO: COTA X VAZÃO				
COTA (m)	ÁREA A_i (m^2)	PERÍME- TRO P_i (m)	RAIO HIDRÁU- LICO - R_{Hi} (m)	$A_i \cdot R_{Hi}^{2/3}$	RUGOSI- DADE n_i	VELOCI- DADE V_i (m/s)	VAZÃO Q_i (m^3/s)	$\frac{A_i \cdot R_{Hi}^{2/3} \cdot I^{1/2}}{n_i \cdot Q_p}$	



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	31 de 41

QUADRO RESUMO - BUEIROS

BACIA NÚMERO	ESTACA	BUEIRO		ESCONSI- DADE	DECLIVI- DADE I (%)	COMPRI- MENTO L (m)	CLASSE DO TUBO	TIPO DE BERÇO	COTAS			DESENHO DE REFERÊNCIA	OB- SERVA- ÇÕES
		TIPO	DIMENSÕES (m)						ENTRADA (m)	SAÍDA (m)	TERRAPL. (m)		



QUADRO RESUMO – REDE COLETORA

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO				DIÂMETRO D (m)	DECLIVI- DADE I (%)	COMPRI- MENTO L (m)	CLASSE DO TUBO	TIPO DE BERÇO	COTA DE TERRAPLENAGEM		COTA DO COLETOR		DESENHO DE REFERÊN- CIA	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL	ESTACA							MONTANTE (m)	JUSANTE (m)	MONTANTE (m)	JUSANTE (m)		
		INICIAL	FINAL											



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMISSÃO	fev/2006	FOLHA	33 de 41

QUADRO RESUMO – CANAIS

LOCALIZAÇÃO ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	DECLIVIDADE I (%)	SEÇÃO DO CANAL	DIMENSÕES		TALUDES (H:V)	REVESTIMENTO	COMPRIMENTO L (m)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL				b (m)	h (m)				



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMISSÃO	fev/2006	FOLHA	34 de 41

QUADRO RESUMO – VALETAS DE PROTEÇÃO

LOCALIZAÇÃO ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	DECLIVIDADE I (%)	VALETA TIPO	DIMENSÕES		REVESTIMENTO	COMPRIMENTO L (m)	OBSERVAÇÕES
					b (m)	h (m)			
INICIAL	FINAL								



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMISSÃO	fev/2006	FOLHA	35 de 41

QUADRO RESUMO – SARJETAS DE CORTE

LOCALIZAÇÃO ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	PLATAFORMA TIPO	SARJETA TIPO	REVESTIMENTO	DECLIVIDADE l (%)	COMPRIMENTO (m)			VAZÃO UNITÁRIA EQUIVALENTE Q_e (l/s.m)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL						TRECHO	ACUMULADO	CRÍTICO		

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.



QUADRO RESUMO – SARJETAS DE BORDA DE ATERRO

LOCALIZAÇÃO ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	PLATAFORMA TIPO	SARJETA TIPO	REVESTIMENTO	DECLIVIDADE I (%)	COMPRIMENTO (m)			VAZÃO UNITÁRIA EQUIVALENTE Q_e (l/s.m)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL						TRECHO	ACUMULADO	CRÍTICO		



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	37 de 41

QUADRO RESUMO – VALETAS DE CANTEIRO CENTRAL

LOCALIZAÇÃO ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	PLATAFORMA TIPO	VALETA TIPO	REVESTIMENTO	DECLIVIDADE I (%)	COMPRIMENTO (m)			VAZÃO UNITÁRIA EQUIVALENTE Q _e (l/s.m)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL						TRECHO	ACUMULADO	CRÍTICO		



QUADRO RESUMO – VALETAS DE BANQUETA DE CORTE

PLATAFORMA DA BANQUETA	ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	PLATAFORMA TIPO	VALETA TIPO	DIMENSÕES		DECLIVIDADE I (%)	COMPRIMENTO (m)			OBSERVAÇÕES
	INICIAL	FINAL				b (m)	h (m)		TRECHO	ACUMULADO	CRÍTICO	



CÓDIGO	IP-DE-H00/002	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	39 de 41

QUADRO RESUMO – VALETAS DE BANQUETA DE ATERRO

PLATAFORMA DA BANQUETA	ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	PLATAFORMA TIPO	VALETA TIPO	DIMENSÕES		DECLIVIDADE l (%)	COMPRIMENTO (m)			OBSERVAÇÕES
	INICIAL	FINAL				b (m)	h (m)		TRECHO	ACUMULADO	CRÍTICO	



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM
INSTRUÇÃO DE PROJETO (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	REV.
IP-DE-H00/002	A
EMISSÃO	FOLHA
fev/2006	40 de 41

QUADRO RESUMO – DRENOS RASOS

ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	TIPO DE DRENO	DECLIVI- DADE I (%)	COMPRIMENTO CRÍTICO L _c (m)	COMPRIMENTO REAL L (m)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL						



QUADRO RESUMO – DRENOS PROFUNDOS

ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	TIPO DE DRENO	DECLIVI- DADE I (%)	COMPRIMENTO CRÍTICO L _c (m)	COMPRIMENTO REAL L (m)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL						