

b) O valor de l é conhecido pelo levantamento topográfico do local onde o bueiro deverá ser implantado;

c) O valor n (coeficiente de Manning) é conhecido pois depende da natureza do material do qual será feito o bueiro (concreto, chapa metálica, corrugada etc.).

Sequência das operações

Bueiros tubulares

a) admite-se inicialmente um valor para a relação d/D , variando de 0,20 a 0,80, optando-se em geral pelo valor máximo;

b) com o valor adotado para a relação d/D , entra-se na tabela dos parcialmente cheios, para obtenção do coeficiente KQ

c) com KQ determina-se o valor do diâmetro teórico e se este mostrar-se inadequado pelas restrições do local de assentamento ou por não existir comercialmente tubo com diâmetro de tal porte, deverá ser considerado bueiro de seção múltipla, dividindo-se a descarga de projeto pelo número de linhas de tubo a adotar. Ao final será fixada para a linha de tubos simples ou múltipla o diâmetro mais próximo comercialmente disponível;

d) com o diâmetro comercial calcula-se o novo valor de KQ obtendo-se na tabela a relação d/D , e o valor de KV , que fornecerá o valor de V , comparando a velocidade de escoamento com os valores mínimo e máximo aceitáveis, função da sedimentação das partículas em suspensão e da erosão das paredes dos tubos. Se os valores acima estiverem dentro dos limites estabelecidos, o dimensionamento é concluído; e caso contrário, faz-se nova tentativa com outra relação d/D , procurando-se aumentar ou diminuir a velocidade de escoamento trabalhando como vertedores

Objetivo e características

Denominam-se vertedores as aberturas projetadas na parte superior das paredes de um reservatório qualquer através das quais possa se escoar o líquido represado.

Na drenagem rodoviária o vertedor desempenha uma grande função no escoamento da água acumulada nas várzeas extensas ou em terrenos alagadiços.

O tempo de escoamento vai ser estabelecido em função da largura L dos vertedores projetados. Dimensionamento hidráulico Cálculo da largura L

A solução do problema é, pois, calcular o tempo em que se deseja fazer a drenagem e escolher o número e a largura L dos vertedores.

O número dos vertedores, escolhido pela prática ou resultante de tentativas a serem feitas, será o resultado da divisão da descarga total registrada pela descarga de cada vertedor.

Os vertedores podem ser considerados orifícios em que a altura da pá rede sobre a borda superior é nula. Então, o cálculo de L , para o vertedor, pode começar pela fórmula da vazão dos orifícios:



$$Q = \frac{2}{3} c b \sqrt{2g} \left[\left(h_2 + a \frac{V^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(h_1 + a \frac{V^2}{2g} \right)^{3/2} \right]$$

Onde h_1 e h_2 são as alturas d'água nas bordas do orifício (inferior e superior), b sua largura, y , o coeficiente de Coriolis e o coeficiente de descarga do orifício.

Fazendo $h_1 = 0$ e $h_2 = H$, a altura d'água sobre a soleira do vertedor, L a sua largura, obtém-se a fórmula básica da vazão dos vertedores retangulares, devida a WEISSBACH:

$$Q = \frac{2}{3} C_L \sqrt{2g} \left[\left(H + a \frac{V^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(a \frac{V^2}{2g} \right)^{3/2} \right]$$

como

$$\frac{2}{3} C_L \sqrt{2g} = 1,838, \text{ para } c = 0,622,$$

e tomando $L=1$, têm-se:

$$Q = 1,838 \left[\left(H + a \frac{V^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{V^2}{2g} \right)^{3/2} \right] \times L$$

Desprezando-se a velocidade de aproximação V , têm-se:

$$Q = 1,838 \times LH^{3/2}$$

Ou

$$L = \frac{Q}{1,838H^{3/2}}$$

Que é a Fórmula de Francis, muito usada na Inglaterra e nos Estados Unidos e recomendada para uso no Brasil (Dilson F. Pinto).

Vertedores retangulares em parede delgado, sem contrações.

Fórmula de Francis, vazão por metro linear de soleira

Tabela 21 - Fórmula de Francis

ALTURA H (cm)	Q (l/s)	ALTURA H (cm)	Q (l/s)
3	9,57	25	230,0
4	14,72	30	302,3
5	20,61	35	381,1
6	27,05	40	465,5
7	34,04	45	555,5
8	41,58	50	650,6
9	49,68	55	750,5
10	58,14	60	855,2
11	67,12	65	964,2
12	76,53	70	1077,7
13	86,24	75	1195,1
14	96,34	80	1316,5
15	106,90	85	1442,0
20	164,50	90	1 57 1,0



*Para os vertedores com largura menor ou maior que um metro, multiplicam-se os valores indicados de vazão pela largura real.

Influência da contração

As contrações ocorrem nos vertedores de represamentos e naquela cuja largura é inferior as dos canais onde se acham instalados.

De acordo com Francis deve-se considerar na fórmula do item anterior uma correção para o valor de L que passaria a ser tomado igual a $L - 0,2H$, para a contração bilateral, a mais comum nas rodovias. Desse modo a Fórmula de Francis passa a ser:

$$Q = 1,838 \left(L - \frac{2H}{10} \right) H^{3/2}$$

Bueiros trabalhando como orifício

Objetivo e características

Diz-se que um bueiro trabalha como orifício quando o nível d'água a montante (HW)

Atende à condição:

$$HW \geq 1,2D \text{ ou } HW \geq 1,2H$$

Sendo D o diâmetro e H a altura do bueiro.

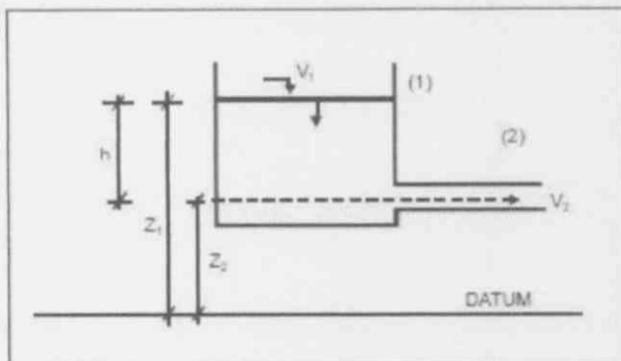
Diz-se, nesse caso, que a vazão depende de sua carga a montante, vale dizer, da diferença de cotas dos níveis d'água a montante e a jusante, sendo independente da rugosidade das paredes, do comprimento e da declividade do bueiro.

Dimensionamento hidráulico

Estudo do fluxo

Considerando-se o escoamento indicado na Fig. 10:

Figura 10 - Estudo do fluxo



em que:

V_1 e V_2 - velocidades nas seções S_1 e S_2 ;

P_1 e P_2 - pressões nessas seções respectivamente;

Z_1 e Z_2 - cotas das seções S_1 e S_2 relativas a um plano de referência (datum).

Como se trata do deslocamento de uma partícula d'água no regime permanente entre S_1 , e S_2 , aplicando-se o teorema de Bernoulli, tem-se:

$$z + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g}$$

Considerando-se, porém, que

$P_1 = P_2$, porque é a pressão atmosférica atuando nas seções S_1 e S_2 ;

$Z_1 - Z_2 = h$, carga hidráulica da seção S_2 (eixo)

Tem-se:

$$\frac{V_2^2}{2g} = \frac{V_1^2}{2g} + h$$

ou

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 2g \times h}$$

Como a área da superfície da água acumulada a montante do bueiro, porém, é muito superior à área da seção S_2 do bueiro, V_1 será muito inferior a V_2 e poderá ser desprezada, sem que se cometa erro apreciável.

Desse modo, obtém-se:

$$V = \sqrt{2g \times h}$$

A vazão do orifício seria, então, de acordo com a lei de continuidade:

$$Q = AV = A \sqrt{2g \times h}$$

Acontece que, devido à viscosidade do líquido, a velocidade real do jato sofre uma redução que costuma ser representada por um coeficiente CV, de valor variando entre 0,97 ou 0,98.

Por outro lado, foi verificado que o jato sofre uma contração tornando-se inferior à seção do orifício. Essa contração é habitualmente representada por outro coeficiente, Cc, que, segundo Weissbach, oscilam entre 0,62 e 0,64.

A vazão através do orifício seria então:

$$Q = C_V \times C_C \times A \sqrt{2g \times h}$$

ou fazendo

$$C_V \times C_C = C$$

$$Q = CA \sqrt{2g \times h}$$

Sendo que C, coeficiente de vazão, atinge valores entre 0,62 e 0,63.

Deve-se considerar, no entanto, que, nos livros de hidráulica mais comuns em nosso país, as paredes dos orifícios, são divididas em delgadas e espessas, não podendo ultrapassar 1,5 vezes o diâmetro ~~Do orifício~~. no caso dos bueiros, a estrutura comumente empregada, seria a de um bocal e não de um orifício.

Porém, como os processos de cálculo de vazões são os mesmos para os dois casos, a diferença depende do coeficiente de vazão.

Verifica-se, que para as alturas médias comuns de aterro em torno de 15 metros, os coeficientes de vazão c, para os dois modelos (orifícios e bocais) são próximos um do outro, variando de 0,60 a 0,63, o que excluiria a opção do modelo.

Chamando L o comprimento do bueiro e D o seu diâmetro, MANNING recomenda para L/D = 75 e L/D = 100, respectivamente, os coeficientes de vazão 0,588 e 0,548. Esses dois valores, para o diâmetro do bueiro de 1,0 metro, representam alturas de aterro de, respectivamente, 20 e 30 metros, mais ou menos. Em resumo, os Coeficientes de Vazão C, para o caso dos bueiros tubulares, segundo MANNING, são os seguintes:

Tabela 22 - Coeficientes de Vazão

$\frac{L}{D}$	10	25	50	75	100
c	0,770	0,674	0,643	0,588	0,548

Carga hidráulica

Toda a conceituação exposta pressupõe que a carga hidráulica, a contar do centro de gravidade da seção do bueiro, não seja maior do que duas vezes o diâmetro ou a sua altura.



A velocidade máxima para a obra deverá ser inferior ao limite de erosão das paredes dos bueiros.

O nível d'água a montante não poderá ultrapassar a cota de nível mínimo admissível fixada em função da altura do aterro e das restrições de alagamento a montante por ventura existentes.

Tabela 23 - Vazão, velocidade e carga hidráulica de bueiros tubulares trabalhando como orifício com $c = 0,63$

TIPO	DIÂMETRO (m)	h = D		h = 1,5 D		h = 2D	
		Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)	Q (m³/s)	V (m/s)
BSTC OU BSTM	0,60	0,61	2,16	0,75	2,65	0,86	3,06
	0,80	1,25	2,50	1,54	3,06	1,77	3,53
	1,00	2,19	2,79	2,68	3,42	3,10	3,95
	1,10	2,78	2,93	3,41	3,58	3,93	4,14
	1,20	3,46	3,06	4,23	3,74	4,89	4,32
	1,30	4,22	3,18	5,17	3,90	5,97	4,50
	1,40	5,08	3,30	6,23	4,04	7,19	4,67
	1,50	6,04	3,42	7,40	4,19	8,54	4,83
	1,60	7,10	3,53	8,69	4,32	10,04	4,99
	1,70	8,26	3,64	10,12	4,46	11,68	5,14
	1,80	9,53	3,74	11,67	4,58	13,48	5,29
	1,90	10,91	3,85	13,36	4,71	15,43	5,44
	2,00	12,40	3,95	15,19	4,83	17,54	5,58



Vazão:

$$\text{bueiro simples: } Q_1 = \frac{c\sqrt{2g}}{4} \times D^2 \times 3,14159\sqrt{h} = Q_1 = 2,192 \times D^2 \sqrt{h}$$

Velocidade:

$$V = c\sqrt{2g \times h} \text{ e } V = 2,79\sqrt{h}$$

h = carga hidráulica

Tabela 24 - Vazão, velocidade e carga hidráulica de bueiros tubulares trabalhando como orifício com $c = 0,63$

TIPO	DIÂMETRO	h = D		h = 1,5 D		h = 2D	
		Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)
BDTC OU BDTM	0,80	2,38	2,50	2,92	3,06	3,37	3,53
	1,00	4,38	2,79	5,37	3,42	6,20	3,95
	1,10	5,56	2,93	6,81	3,58	7,87	4,14
	1,20	6,92	3,06	8,47	3,74	9,78	4,32
	1,30	8,45	3,18	10,35	3,90	11,95	4,50
	1,40	10,17	3,30	12,45	4,04	14,38	4,67
	1,50	12,08	3,42	14,80	4,18	17,08	4,83
	1,60	14,20	3,53	17,39	4,32	20,08	4,99
	1,70	16,52	3,64	20,23	4,46	23,36	5,14
	1,80	19,06	3,74	23,34	4,58	26,95	5,25
	1,90	21,81	3,85	26,72	4,71	30,85	5,44
2,00	24,80	3,95	30,37	4,83	35,07	5,58	
BTTC OU BTM	1,00	6,58	2,79	8,05	3,42	9,30	3,95
	1,10	8,35	2,93	10,22	3,58	11,80	4,14
	1,20	10,37	3,06	12,70	3,74	14,67	4,32
	1,30	12,67	3,18	15,52	3,90	17,92	4,50
	1,40	15,25	3,30	18,68	4,04	21,57	4,67
	1,50	18,12	3,42	22,19	4,18	25,83	4,83
	1,60	21,29	3,53	26,08	4,32	30,11	4,99
	1,70	24,78	3,64	30,35	4,46	35,04	5,14
	1,80	28,59	3,74	35,01	4,58	40,43	5,29
	1,90	32,72	3,85	40,08	4,71	46,28	5,44
	2,00	37,20	3,95	45,56	4,83	52,61	5,58



Vazão:

$$\text{bueiro duplo: } Q_2 = 2Q_1 = 4,384 \times D^2 \sqrt{h}$$

$$\text{bueiro duplo: } Q_3 = 3Q_1 = 6,576 \times D^2 \sqrt{h}$$

Velocidade:

$$V = 2,79 \sqrt{h}$$

h= carga hidráulica

Generalidades

Os norte-americanos vêm, há muito tempo, se dedicando ao estudo de novas técnicas para a solução dos problemas de drenagem, denotando grande interesse em fugir ao empirismo reinante.

Os casos dos bueiros, em pesquisas de campo e laboratório, inclusive com modelos reduzidos, têm merecido especial atenção pela importância que essas estruturas representam para o corpo estradal, dada a frequência de sua repetição.

Toda a sistemática técnica usada não foge à tendência, sempre observada no país, de que engenharia tem por objetivo a melhor obra pelo menor custo.

Partindo da premissa, no caso dos bueiros, não há inconveniente no represamento ou aumento da profundidade do curso d'água a montante da obra, se isso não trouxer inconveniente ao projeto em execução em todos os seus aspectos.



Tipos de funcionamento de bueiros

Com essa orientação dividiram os bueiros, quanto ao fluxo, em dois tipos:

- Com controle de entrada;
- Com controle de saída.

Controle de entrada

Controle de entrada significa que a capacidade de descarga do bueiro é controlada na sua entrada pela profundidade da água represada a montante (HW), pela geometria da HW boca de entrada e pela seção transversal do conduto.

A profundidade da água represada, no caso (HW), é a distância vertical da soleira do bueiro à linha energética na sua entrada.

Devido às baixas velocidades geralmente verificadas na maioria dos represamentos, a superfície da água e a linha energética na boca de montante dos bueiros são supostamente coincidentes.

As relações represamento/altura ou diâmetro do bueiro (HW/D) para os vários tipos de bueiros circulares e em arco, com controle de entrada, foram obtidas através de pesquisas em modelos nos laboratórios e verificadas, em alguns casos, com protótipos.

Essas pesquisas foram analisadas e serviram de base para a confecção de nomogramas que permitem determinar a capacidade dos bueiros com controle de entrada. Eles dão a altura da água represada (HW), que é o elemento que deve limitar a capacidade da obra. Em outras palavras: o bueiro com controle de entrada deve ter seção transversal mínima e condições de boca que permite escoar a vazão desejada com o máximo de represamento permitido pelo projeto.

Controle de saída

O escoamento de bueiros com controle de saída pode ocorrer com o conduto total, ou parcialmente cheio, em parte ou em todo o seu comprimento.

Se toda a seção bueiro está cheia diz-se que o bueiro está trabalhando a seção plena, conforme figuras 11A e 11B. Nas figuras 11C e 11D os bueiros estão escoando à seção parcialmente cheia e com controle de saída. Os procedimentos da Circular nº 5 fornecem os métodos para a determinação precisa da profundidade da água na entrada para as condições de escoamento mostrados nas figuras 11A, 11B e 11C. Para o caso indicado pela figura 11D a precisão do método diminui, sendo aceitável, entretanto até o valor de 0,75D.

A carga H, necessária para o escoamento através de um bueiro, enchendo-o completamente em todo seu comprimento, é composta por três parcelas importantes. Essas parcelas, usualmente expressas em metros de altura d'água são: correspondente à velocidade HV, a parcela necessária para vencer as resistências de entrada He e as decorrentes das perdas, ao longo do corpo do bueiro, Hf.

A energia consumida correspondente ao fluxo a montante é expressa pela equação:

$$H = H_V + H_e + H_f \quad (1)$$

A carga devido à velocidade V é igual a $V^2/2g$, sendo esta a velocidade média da água no corpo do bueiro.

A perda da entrada H_e depende da geometria da boca e é expressa por um coeficiente K_e vezes a carga produtora da velocidade, ou $H_e = K_e (V^2/2g)$. No apêndice B são encontrados valores de K para vários tipos de boca, quando o regime do fluxo é de controle de saída.

A energia consumida ao longo do bueiro, H_f , considerando o uso comum que se dá à expressão de Manning, é obtida pela expressão seguinte:

$$H_f = \frac{2g \times n^2 \times L}{R^{1,33}} \times \frac{V^2}{2g}$$

onde:

n = Coeficiente de rugosidade de Manning;

L = Comprimento do corpo do bueiro; (m)

V = Velocidade média do fluxo no corpo do bueiro; (m/s)

g = Aceleração da gravidade; (m/s^2)

R = Raio hidráulico. (m)

Substituindo-se os valores de H_V , H_e e H_f ; na equação (1) obtém-se:

$$H = \left[1 + K_e + \frac{2g \times n^2 \times L}{R^{1,33}} \right] \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

A equação (2) pode ser resolvida facilmente com auxílio dos nomogramas de 8 a 14. Cada um deles diz respeito a uma seção definida do corpo do bueiro e a um valor do coeficiente n , para bueiro considerando o escoamento a plena seção.

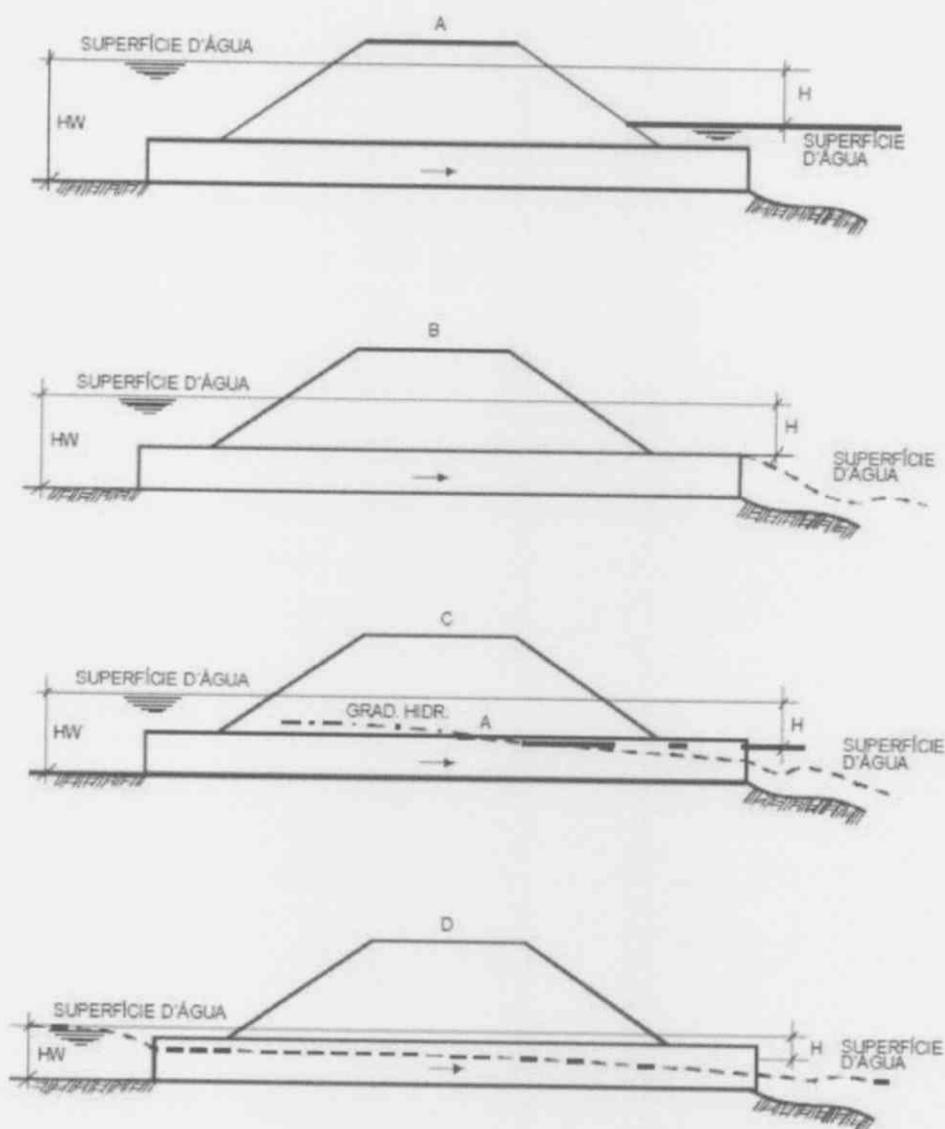
O dimensionamento consiste, portanto, na definição de HW, ou seja, a altura da água a montante, pois, é ela que vai definir do bueiro, indicando a dimensão mínima que atenda às imposições do projeto.

Esta conceituação diz respeito aos bueiros operando à plena seção, entretanto, nem sempre, como é o caso das verificações e alterações de projetos as descargas fluem sob seção plena, ocorrendo alturas d'água superiores e, às vezes, inferiores, à altura dos bueiros na entrada.

Quando o nível d'água a jusante do bueiro submerge sua boca de jusante ou quando o bueiro flui na boca de saída a seção plena, à perda de carga H (Fig. 11B) é contada a partir da altura d'água na boca de jusante sendo H a diferença entre esse nível e o de HW a montante, iniciando-se o controle de saída.

Quando a altura d'água na boca de saída é inferior à altura do bueiro, Fig. 11C e 11D, por vezes exige-se do traçado das curvas de remanso para as situações que exigem rigor nas soluções. Para os casos comuns da prática, porém, este método permite soluções aceitáveis, como se verá a seguir.

Figura 11 - Controle de saída



Equação geral

A altura do tirante hidráulico HW a jusante é obtido com a introdução de um fator h_o , altura entre a soleira do bueiro, na boca de jusante, e o ponto da linha piezométrica equivalente, a partir do qual H deverá ser medido, como pode ser observado na Fig.12. A relação de HW com H é dada, pela equação:

$$HW = H + h_o - L \times I_o \quad (3)$$

Onde L é o comprimento do bueiro e I_o a sua declividade em metros por metro.

Pesquisa de HW

Quando o nível d'água na saída está acima da crista do bueiro, Fig. 11A, obtém-se a altura do represamento montante (HW), somando-se H ao nível d'água na saída (TW), isto é, h_0 é igual à profundidade da água na saída.

Se o nível d'água na saída está abaixo da crista do bueiro na boca de jusante, Fig. 11B, 11C e 11D, é a definição de h_0 é mais complexa uma vez que devem ser levadas em consideração a descarga, as dimensões e forma do bueiro e a profundidade da água na saída (TW). Neste caso, h_0 é o maior dos dois valores:

a profundidade d'água na saída:

Esta última expressão é a distância vertical desde a soleira à linha piezométrica equivalente e d_c é a profundidade crítica, extraída dos nomogramas 15 a 20, sendo D o diâmetro ou altura do bueiro.

Quando TW é o maior desses dois valores, o ponto correspondente à profundidade crítica está suficientemente submerso de modo a não afetar HW.

O valor de d_c não pode exceder ao valor de D, sendo este o limite superior daquela fração.

A Fig. 12 fornece a visualização gráfica do que foi dito acima.

Cálculo da profundidade da água na saída (TW)

Sendo um fator externo, em bueiros escoando com controle de saída, a profundidade da água na saída (TW) pode ser um fator importante para o cálculo da altura d'água represada a montante HW e da capacidade hidráulica do bueiro.

TW pode ser controlado através de obstrução na saída, por níveis d'água de outros cursos ou por influência de marés.

Na maioria das vezes, entretanto, os canais naturais de saída são relativamente largos em comparação aos bueiros, e a profundidade da água (TW) é consideravelmente menor que a profundidade crítica, não influenciando no cálculo da altura d'água a montante HW.

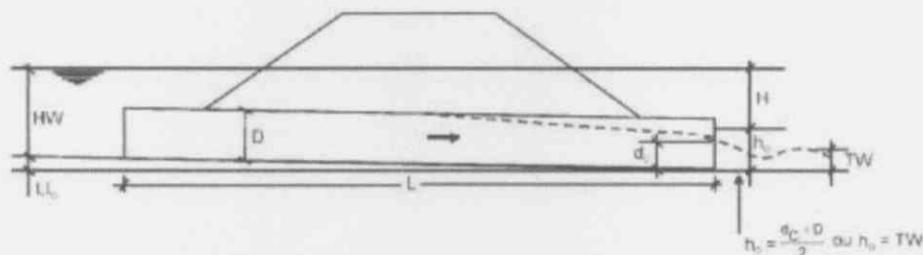
Todavia, sendo necessário efetuar os cálculos e tendo o canal de saída seção transversal, declividade e rugosidade razoavelmente uniformes, pode-se determinar aproximadamente a profundidade do fluxo no canal de saída pela fórmula de Manning.

Sendo TW influenciado pelo nível d'água de outros cursos, ou marés, recomenda-se a utilização das equações da dinâmica do movimento uniformemente variado, "Curva de Remanso", apresentado no item 1.4.

Velocidade do fluxo

A velocidade da água no corpo dos bueiros é superior à dos canais naturais. Por isso, pode haver necessidade, muitas vezes, do uso de dissipadores de energia no canal de descarga.

Figura 12 - Dissipadores de energia



L = comprimento do bueiro;

l_0 = declividade do bueiro

H = obtido através de nomograma, de acordo com o tipo de material de que é constituído o bueiro e sua seção transversal;

HW = profundidade hidráulica a montante do bueiro;

D = diâmetro ou altura do bueiro

d = profundidade do fluxo de descarga

d_c = profundidade crítica.

As informações locais e a observação do comportamento de outras obras existentes na região podem ser de grande ajuda na decisão do problema. Um elemento importante, porém, nessa decisão é o conhecimento da velocidade da água na boca de jusante.

As velocidades calculadas podem ser comparadas com as de outras existentes ou com as de correntes naturais.

Deve-se ter em conta que, geralmente, a velocidade máxima do fluxo no centro do canal é consideravelmente mais alta do que a velocidade média do fluxo considerando toda a seção.

A velocidade na saída do bueiro deve ser comparada com a velocidade máxima da corrente, para definir a necessidade de proteção do canal de saída.

Na determinação da velocidade média na seção transversal, na boca de jusante dos fluxos com controle de entrada, pode ser usada a fórmula de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Como a solução se faz por tentativa, o uso de ábacos pode ser útil para resolver essa equação uma vez que, não sendo conhecida a profundidade do fluxo, o valor de R passa a ser desconhecido.

No caso do controle de saída a velocidade média na boca de jusante será a descarga dividida pela área da seção transversal do fluxo.

Essa área pode ser tanto aquela correspondente à profundidade crítica ou à profundidade a jusante, no caso de funcionamento a plena seção.

Procedimento para escolha das dimensões dos bueiros



Coletar os elementos necessários ao projeto que são os seguintes:

- a) descarga Q de projeto, em m^3/s , para os tempos de recorrência exigidos;
- b) comprimento L aproximado do bueiro em m ;
- c) declividade definida do bueiro em m/m ;
- d) altura permissível de represamento na entrada HW , em m ;
- e) velocidade média e máxima das águas no talvegue, em m/s ;

f) características do bueiro para a 1ª tentativa, incluindo seção transversal e tipo de boca de montante. Na primeira tentativa para seleção das dimensões da seção transversal do bueiro adotam-se um dos seguintes critérios:

- a) seleção arbitrária;
- b) utilização das tabelas do fluxo crítico;
- c) os nomogramas para controle de entrada, admitindo-se um valor arbitrado como, por exemplo: $HW = 1,5$ a $2,0 D$

No caso de restrição de recobrimento dos bueiros nos aterros pode-se usar o critério de dividir a descarga pelo número de linhas de tubos empregados ou, no caso dos celulares, decompondo o bueiro em células múltiplas de menor altura. O aumento da altura dos aterros, o uso de várias linhas de tubos e de bueiros celulares, lenticulares, elípticos ou arcos metálicos corrugados com largura maior do que a altura são soluções que devem ser consideradas.

A solução final deve resultar da análise econômica.

Definição de HW

a) Supondo controle
de entrada usando o dimensionamento tentativa da etapa II, procurar o HW nos nomogramas de controle de entrada apropriados de nº 1 a 7. HW é definido pelo produto de HW/D , obtido nos nomogramas, pela altura ou diâmetro do bueiro, D .

Se HW é maior do que o permitido pelo projeto, define-se fazer nova tentativa, aumentando a seção ou o número de linhas da tubulação ou células até obter valor aceitável antes de tentar valores pelo controle de saída.

b) Supondo Controle de Saída.

Calcular aproximadamente a profundidade da lâmina d'água (TW) na boca de jusante, para as condições de cheias do projeto.

Nota - o valor de HW , assim obtido, torna-se muito menos preciso quando se situar abaixo de $0,75D$. Através da comparação dos valores de HW obtidos em IIIa e IIIb (controle de entrada e de saída), valor mais alto indicará o tipo de fluxo a ser considerado para a situação de funcionamento de projeto. Verificando-se a existência de um fluxo de controle de saída e obtido um valor de HW maior do que aceitável, adota-se um bueiro com maior seção transversal ou linhas múltiplas, como explicado sob o item **Computar a velocidade de saída para o tamanho e forma dos bueiros a serem testados.**

a) Se ocorrer o controle de saída no item IV, a velocidade de saída, na boca de jusante, for igual a Q/A_0 , sendo A_0 a área molhada. Será a área total do bueiro se a boca de jusante estiver submersa, a área molhada será a área total da seção, dependendo respectivamente de a altura d'água a jusante ser inferior ou não ao tirante crítico;

b) verificado o controle de entrada no item IV, a velocidade de saída na boca de jusante deverá ser suposta igual à velocidade média no corpo do bueiro calculada pela fórmula de Manning.

Utilização dos nomogramas para cálculo dos bueiros com controle de entrada.

Determinação da elevação d'água na entrada HW (m)

– Dados:

Descarga Q, em m^3/s ;

Dimensões: diâmetro, D, em m; ou base B, em m, x altura D, em m; ou vão B, em m, no caso dos bueiros lenticulares e elípticos;

tipo do bueiro (de concreto ou metálico).

– Se– Unir por linha reta o diâmetro do bueiro ou a altura (D), e a descarga (Q), ou

Q/B quando se tratar de bueiro celular; marcar a interseção dessa reta na

escala (1) de HW/D.

– Se a escala (1) de HW/D representar o tipo de entrada utilizada, ler HW/D na escala (1); se outro tipo de entrada entre as indicadas nos nomogramas for a indicada, estender horizontalmente o ponto de interseção em (1) para (2) ou

(3) e ler HW/D.

– Calcular HW, multiplicando HW/D por D.

Determinação da vazão Q

– Dados:

• elevação d'água na entrada, HW; em m, (admissível ou pretendida);

• dimensões: diâmetro D, em m; ou base. B, em m, x altura D em m, ou vão B, em m, no caso de bueiros

lenticulares e elípticos;

• tipo do bueiro (de concreto ou metálico).

– Selecionar o nomograma de acordo com o tipo de bueiro.

– Calcular HW/D.

– Assinalar HW/D na escala adequada; se for usada a (2) ou (3) estender horizontalmente até (1).

– Ligar o ponto determinado (1) à dimensão do bueiro na escala à esquerda; ler Q ou Q/B na escala da descarga.

Determinação do diâmetro ou da seção do bueiro

– Dados: seccionar o nomograma de acordo com o tipo de bueiro.



- descarga Q, em m³/s;
- elevação admissível da água na entrada HW, em m;
- tipo do bueiro (de concreto ou metálico).

– Selecionar o nomograma de acordo com o tipo de bueiro. Calcular HW/D para uma dimensão arbitrária.

– Assinalar a posição de HW/D sobre a escala adequada ao tipo de entrada. Estender o valor de HW até a escala (1).

– Unir o ponto determinado acima à descarga de projeto marcada na escala de vazão e obter na escala do diâmetro o valor correspondente.

– Se o valor de D, ou base (vão) x altura, obtidos acima, não coincidirem com o valor inicialmente adotado, repetir o procedimento com outro valor.

Vide páginas 86 a 92 do manual de drenagem de rodovias do DNIT para figuras.

ii. Execução

As etapas executivas a serem atendidas na construção dos bueiros tubulares de concreto são as seguintes:

1ª) Locação da obra, de acordo com os elementos especificados no projeto. A locação será efetuada com piquetes espaçados de 5m, nivelados de forma a permitir a determinação dos volumes de escavação. Os elementos de projeto (estaca do eixo, esconsidade, comprimentos e cotas) poderão sofrer pequenos ajustamentos de campo. A declividade longitudinal da obra deverá ser contínua;

2ª) Escavação das trincheiras necessárias à moldagem dos berços, a qual poderá ser executada manual ou mecanicamente, devendo ser prevista uma largura superior em 30cm à do berço, para cada 30cm de instalação das formas laterais aos berços;

4ª) Execução da porção inferior do berço em alvenaria de pedra argamassada, até se atingir a linha correspondente à geratriz inferior dos tubos;

5ª) Instalação dos tubos sobre a porção inferior do berço, tão logo a alvenaria de pedra argamassada apresente resistência para isto. Se necessário, utilizar guias ou calços de madeira ou de concreto pré-moldado para fixar os tubos na posição correta;

6ª) Complementação do berço, imediatamente após a instalação dos tubos;

7ª) Retirada das formas;

8ª) Rejuntamento dos tubos com argamassa de cimento-areia, traço 1:4;

9ª) Execução do reaterro, preferencialmente com o próprio material escavado, desde que seja de boa qualidade. Caso não seja, importar material selecionado. A compactação do material de reaterro deverá ser executada em camadas individuais de no máximo 15cm de espessura, por meio de compactadores manuais, tipos placas vibratórios ou soquetes mecânicos. O equipamento utilizado deverá ser compatível com o espaço previsto no projeto-tipo entre linhas de tubos de bueiros duplos ou triplos. Especial atenção deverá ser dada na



compactação junco às paredes dos tubos. O reaterro deverá prosseguir até se atingir uma espessura de 50cm acima da geratriz superior externa do corpo do bueiro;

10ª) Execução das bocas de montante e jusante. Caso as bocas de montante sejam do tipo caixa coletora de sarjeta (bueiros de greide) ou de talvegue (bueiro de grotta), deverão ser atendidos procedimentos executivos previstos na especificação correspondente a estes dispositivos;

11ª) concluídas as bocas, deverão ser verificadas as condições de canalização a montante e jusante da obra. Todas as erosões encontradas e que possam vir a comprometer o funcionamento da obra deverão ser tratadas com enrocamento de pedra arrumada ou por soluções específicas do projeto. Deverão ser executadas as necessárias valas de derivação, a jusante, e bacias de captação, a montante, de forma a disciplinar a entrada e saída do fluxo d'água no bueiro.

Movimento de Terra

A área que compreende os trechos de 1 a 7, onde será implantada a via, apresenta relevo pouco inclinado não susceptível a erosão, portanto os serviços de terraplenagem estão planejados de maneira a que a intervenção seja a menor possível, tendo em vista preservar o terreno natural ao máximo e garantir solos já compactados.



IMAGEM 04
TRECHOS 1 E 2 - VISTA
DE NORTE PARA SUL,
TENDO A AV. 22 DE
JANEIRO AO FUNDO.

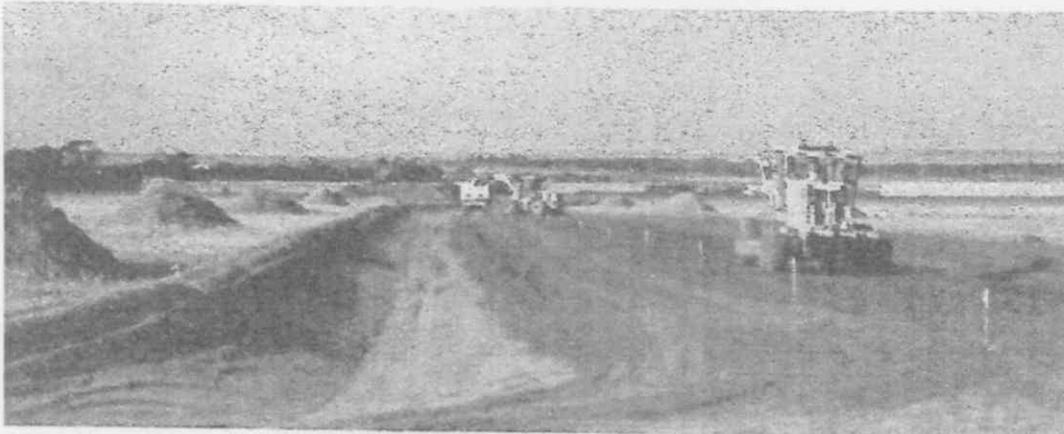


IMAGEM 05
TRECHOS 3 AO 7 -
VISTA DE SUL PARA
NORTE, COM A PRAIA
DA REQUENGUELA AO
FUNDO.

Nos trechos de 8 a 10 a via ladeia os "baldes" da salina, neste caso será necessária a deposição de aterros e a formação de taludes, afim de alargar o leito carroçável existente para a largura definida para a nova via

Definição:

Aterros com solos são segmentos de rodovia, cuja implantação requer o depósito de materiais granulares, quer provenientes de cortes, quer de empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto ("offsets"), que definem o corpo estradal.



As operações de aterro compreendem:

- a) Descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais de cortes ou empréstimos, para construção do corpo do aterro, até as cotas indicadas em projeto. As condições a serem obedecidas para a compactação serão objeto do item Execução;
- b) Descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais selecionados oriundos de cortes ou empréstimos, para a construção da camada selecionada (20 a 60cm) do aterro até a cota correspondente ao greide do terraplenagem. As condições a serem obedecidas para a compactação serão objeto do item Execução;
- c) Descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais oriundos de cortes ou empréstimos, destinados a substituir eventualmente os materiais de qualidade inferior, previamente retirados, afim de melhorar as fundações dos aterros e/ou cortes.

Materiais:

Os materiais deverão ser selecionados dentre os de 1ª categoria e eventualmente os de 2ª categoria, atendendo a qualidade e a destinação prevista no projeto.

Os solos para os aterros provirão de empréstimos ou de cortes existentes, devidamente selecionados no Projeto. A substituição desses materiais selecionados por outros, quer seja por necessidade de serviço ou interesse do Executante, somente poderá ser processada após prévia autorização por escrito da Fiscalização. Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas.

Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de solos que tenham baixa capacidade de suporte (ISC E 2%) e expansão maior do que 4% (DNER-ME 47). A camada selecionada dos aterros (20 a 60cm) deverá ser constituída de solos selecionados na fase de projeto, dentre os melhores disponíveis, os quais serão objeto de fixação nas Especificações Complementares. Não será permitido uso de solos com ISCA 3% e expansão maior do que 2% (DNER-ME 47).

Equipamentos:

A execução dos aterros deverá prever a utilização racional de equipamento apropriado, atendidas as condições locais e a produtividade exigida. Na construção dos aterros poderão ser empregados tratores de lâmina, escavo-transportadores, moto-escavo-transportadores, caminhões basculantes, motoniveladoras, rolos lisos, de pneus, pés-de-carneiro, estáticos ou vibratórios, grade de discos e caminhões pipas. Os equipamentos a serem utilizados deverão ser aprovados pela Fiscalização

Execução:

- a) A execução dos aterros subordinar-se-á aos elementos técnicos fornecidos ao Executante e constantes das Notas de Serviço elaboradas de conformidade com o Projeto;
- b) A operação será precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza;
- c) Preliminarmente à execução dos aterros, deverão estar concluídas as obras de arte correntes necessárias à drenagem da bacia hidrográfica interceptada pelos mesmos, salvo quando houver indicação contrária, constante no Projeto;
- d) No caso de aterros totalmente assentes sobre encostas com inclinação transversal acentuada, de acordo com o Projeto, as encostas naturais deverão ser escarificadas com um trator de lâmina, produzindo ranhuras, acompanhando as curvas de nível. Se a natureza do solo condicionar a adoção de medidas especiais, para a solidarização de aterro ao terreno natural, a Fiscalização poderá exigir a execução de degraus ao longo da área a ser aterrada;
- e) O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal, e, extensões tais, que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto nestas Especificações Gerais. Para o corpo dos aterros, a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar de 0,30m. Para a camada selecionada essa espessura não deverá ultrapassar de 0,20m. Em qualquer caso à espessura mínima a compactar será de 0,10m) Todas as camadas deverão ser convenientemente compactadas. Para o corpo dos aterros, elas deverão ser compactadas nas proximidades da umidade ótima indicada em Projeto até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95% da massa específica aparente máxima seca, do ensaio DNER-ME 47. Para a camada selecionada e, na inexistência desta nos 0,40m superiores do aterro, aquela massa específica





aparente seca deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima seca, do referido ensaio. Os trechos e/ou as camadas que não atingirem as condições mínimas de compactação e máxima de espessura, deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, até atingir a massa específica aparente seca exigida;

g) No caso de alargamento de aterros, sua execução obrigatoriamente será procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes. Desde que justificado em projeto, poderá a execução ser feita por meio de arrasamento parcial do aterro existente, até que o material escavado preencha a nova seção transversal, complementando-se após, com material importado, toda a largura da referida seção transversal. No caso de aterros em meia encosta, o terreno natural deverá ser também escavado em degraus;

h) A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista a natureza dos solos e as condições locais, será fornecida pelo projeto, e só poderá ser alterada com permissão por escrito;

i) Para a construção de aterros assentes sobre terreno de fundação de baixa capacidade de carga o Projeto deverá prever a solução e o controle a ser seguido. No caso da consolidação por adensamento da camada mole, será exigido o controle por medição de recalques e, quando prevista, a observação da variação das pressões neutras. O preparo da fundação, onde o emprego de equipamento convencional de Terraplenagem não for possível, ou que as características da fundação exijam soluções específicas, terão obrigatoriamente Projetos detalhados;

j) Os aterros-barragens terão o seu projeto e construção fundamentados nas considerações de problemas referentes a compactação de solos, estabilidade do terreno de fundação, estabilidade dos taludes e percolação da água nos meios permeáveis, que constarão especificamente do projeto;

k) Em regiões onde houver ocorrência predominante de areia admitir-se-á à execução de aterros com emprego da mesma, desde que haja conveniência, e a critério da Fiscalização. Deverão ser atendidos requisitos visando ao dimensionamento da espessura de camadas, regularização das mesmas, execução de leivas de contenção sobre o material terroso e a compactação das camadas de material terroso subsequente ao aterro em areia;

l) A fim de proteger os taludes contra os efeitos da erosão, deverá ser procedida a sua conveniente drenagem e obras de proteção, com o objetivo de diminuir o efeito erosivo da água, tudo de conformidade com o estabelecido no projeto;

m) Havendo a possibilidade de solapamento da saia de aterro; em épocas chuvosas, deverá ser providenciada a construção de enrocamento, no pé do aterro. Na execução de banquetas laterais ou meios-fios, conjugados com sarjetas revestidas, desde que previstas no projeto, as saídas de água serão convenientemente espaçadas e ancoradas na banquetta e na saia do aterro. O detalhamento destas obras será apresentado no projeto;



- n) Nos locais de travessia de cursos d'água ou passagens superiores a todas as medidas de precaução deverão ser tomadas a fim de que o método construtivo empregado na construção dos aterros de acesso não origine movimentos ou tensões não previstas nos cálculos das obras-de-arte;
- o) Os aterros de acesso próximos aos encontros de pontes, o enchimento de cavas de fundações e das trincheiras de bueiros, bem como as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, serão compactados mediante o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais, compactadores manuais, vibratórios, etc. A execução será em camadas, nas mesmas condições de massa específica aparente seca e umidade descritas para o corpo de aterro;
- p) Os aterros de acesso próximos aos encontros de pontes, o enchimento de cavas de fundações e das trincheiras de bueiros, bem como as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, serão compactados mediante o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais, compactadores manuais, vibratórios, etc. A execução será em camadas, nas mesmas condições de massa específica aparente seca e umidade descritas para o corpo de aterro;
- q) Durante a construção, os serviços já executados deverão ser mantidos com boa conformação e permanente drenagem superficial;
- r) em aterro com mais de 0,20m de altura, a camada final superior (última camada) do mesmo deverá ser executada de acordo com as tolerâncias da DERT-ES-P 01/00 — Regularização do Subleito.

Controle:

Controle Tecnológico

- a) Um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 47, para no mínimo cada 1.000m³ de um mesmo material do corpo de aterro, e para cada 200m³ nos últimos 0,40m no caso de inexistência de material selecionado;
- b) Um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 47, para cada 200m³ de um mesmo material da camada selecionada do aterro (60cm h 20cm);
- c) Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca, "in situ", para no mínimo cada 1.000m³ de material compactado do corpo do aterro, correspondente ao ensaio de compactação referido na alínea "a" e, no mínimo, duas determinações, por camada homogênea;
- d) Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca, "in situ", para cada 100m da camada final do aterro, (0,20m) alternadamente no eixo e bordos, correspondente ao ensaio de compactação referido na alínea "b";
- e) Um ensaio de granulometria (DNER-ME 80), do limite de liquidez (DNER-ME 44) e do limite de plasticidade (DNER-ME 82), para todo grupo de dez amostras do corpo de aterro submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "a", apenas com a finalidade de Registro de Controle Tecnológico;



f) Um ensaio de granulometria (DNER-ME 80), do limite de liquidez (DNER-ME 44) e do limite de plasticidade (DNER-ME 82), para às camadas finais do aterro, para todo 6 grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "b";

g) Um ensaio de CBR com energia do DNER-ME 47, sempre que houver no C. Aterro indícios de materiais com CBR E 2% e Exp. E 4%;

h) Um ensaio do índice de suporte Califórnia, com a energia do método DNER-ME 47, para a camada final (0,20m), para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea "b".

Controle Geométrico

O acabamento da plataforma de aterro será procedido mecanicamente, de forma a

Alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:

a) Variação da altura máxima de $\pm 0,03\text{m}$ para o eixo dos bordos.

b) Variação máxima da largura de $\pm 0,30\text{m}$ para a semi-plataforma, não se admitindo variação para menos.

O controle será efetuado por nivelamento de eixo e bordos. O acabamento, quanto a declividade transversal e inclinação dos taludes, será verificado pela Fiscalização, de acordo com o projeto.

NOTA: Quando tratar-se de implantação e/ou melhoramentos com terraplenagem de espessura superior a 0,20m, a execução da última camada de 0,20m de espessura obedecerá aos parâmetros de controle tecnológico e geométrico da Especificação de Regularização do Subleito.

Medição:

O volume transportado para os aterros já foi objeto de medição, por ocasião da execução dos cortes e dos empréstimos. Para efeito de compactação, será considerado o volume de aterro em m^3 , determinado de acordo com a seção transversal do projeto e referido ao grau de compactação especificado.

Pagamento:

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com à medição referida no item anterior.

PAVIMENTAÇÃO - PAVIMENTO COM PEÇAS PRE-MOLDADAS DE CONCRETO



O projeto do sistema viário foi idealizado de forma a acompanhar o mais perto possível a topografia do terreno e a redução da distância a ser percorrida, visando evitar a necessidade de grandes movimentos de terra.

A rua terá caixa viária mínima de 11,00 metros, contendo:

IMAGEM 06
PERSPECTIVA VIA
PROPOSTA



VIA

para tráfego de veículos nos dois sentidos com piso pré-moldado articulado e intertravado de 16 faces - e = 8,0 cm (35 mpa) para tráfego pesado. Perfil de 6,65 metros.

CICLOVIA

em piso cimentado pigmentado, traço 1:3 (cimento e areia), executado sobre lastro de concreto, com acabamento liso (espessura 2,0 cm) e preparo mecânico da argamassa. Largura de 1,60 m (incluindo meio fio);

CANTEIRO

permeável entre passeio e ciclofaixa, funcionando como faixa de serviço (Iluminação e Arborização), com largura de 0,46 m;

PASSEIO

para pedestres, no lado direito da via, em pedra cariri (40x40) cm, assentados sobre base de pó de pedra. Largura de 1,80 m (incluindo meio fio)



Definição

Pavimento de peças pré-moldadas de concreto - tipo de pavimentação adequada para estacionamentos, vias de acesso, desvios ou rodovias de tráfego leve e preferencialmente urbanos, constituído por peças pré-moldadas de concreto, com diversos formatos, colocadas justapostas, com ou sem articulação e rejuntadas com asfalto.

Condições Gerais

As peças pré-moldadas de concreto deverão assentar sobre uma sub-base, executada com material que não apresente expansibilidade ou seja bombeável, intercalando-se entre ambos um colchão de areia para melhor assentamento.

As peças pré-moldadas de concreto poderão ser fabricadas na obra ou adquiridas de fornecedores.

Condições Específicas

As peças pré-moldadas de concreto deverão atender as exigências da norma ABNT NBR 9781, devendo ter formato geométrico regular, e as seguintes dimensões mínimas: comprimento de 40 cm, largura de 10 cm e altura de 6 cm

A areia destinada à execução do colchão para apoio das peças pré-moldadas de concreto deverá atender à norma DNER-EM 038

Os equipamentos destinados à execução do pavimento são os seguintes:

- a) rolo compressor liso de 10 a 12 t;
- b) caldeira para asfalto, dotada de rodas pneumáticas, engate para reboque, torneira lateral para retirada de asfalto em baldes ou regadores, maçaricos e termômetros;
- c) pegadores com capacidade de 10 a 20 litros com bico em forma de cone
- d) Outras ferramentas: pás, picaretas, carrinhos de mão, régua, nível de pedreiro, cordões, ponteiras de aço, vassouras, alavanca de ferro, soquetes manuais ou mecânicos, e outras.

O subleito deverá ser regularizado segundo a DNER-ES 299 e se necessário reforçado de acordo com a DNER-ES 300

Será executada de acordo com as especificações estabelecidas pelo DNER para o tipo empregado na execução do pavimento, devendo manter sua conformação geométrica até o assentamento das peças pré-moldadas. Os caimentos da superfície do pavimento, destinados à drenagem da água superficial, deverão ser dados na sub-base.



Para melhor desempenho do pavimento sugere-se que o material da sub-base seja coesivo ou utilizar brita graduada de granulometria fechada. A espessura da sub-base deverá ser definida em projeto, não podendo, entretanto, ser inferior a 15 cm

Para assentamento dos blocos deverá ser colocado sobre a sub-base um colchão de areia, que após compactado deverá ter espessura uniforme e igual a 4 cm. O confinamento do colchão de areia será feito pelas guias e sarjetas, cuja colocação é obrigatória neste tipo de pavimento.

As peças pré-moldadas transportadas para a pista devem ser empilhadas, de preferência à margem da pista. O número de peças de cada pilha deve ser tal que cubra a primeira faixa à frente, mais o espaçamento entre elas. Não sendo possível utilizar as áreas laterais para depósito, empilhar as peças na própria pista, tendo-se o cuidado de deixar livre as faixas destinadas à colocação das linhas de referência para a colocação, ao longo do eixo da pista, afastados não mais de 10 m, uns dos outros; em seguida, cravar ponteiros ao longo de duas ou mais linhas paralelas ao eixo da pista, a uma distância (desse eixo), igual a um número inteiro, cinco a seis vezes a distância entre os dois lados paralelos das peças, acrescidas as juntas intermediárias

Marcar com giz nestes ponteiros, com o auxílio de régua e nível de pedreiro, uma cota tal que referida ao nível da guia resulte a seção transversal correspondente ao abaulamento estabelecido pelo projeto. Distender fortemente um cordel pelas marcas de giz, de ponteiro a ponteiro, segundo a direção do eixo da pista, de modo que restem linhas paralelas e niveladas

Em trechos retos:

a) terminada a colocação de cordéis, iniciar o assentamento da primeira fileira, normal ao eixo; b) quando as peças forem quadradas, faz-se a colocação da primeira peça com a aresta coincidindo com os eixos da pista. As peças deverão ser colocadas sobre a camada de areia, acertadas no ato do assentamento de cada peça, de modo que sua face superior fique pouco acima do cordel. Para tanto, o calceteiro deve pressionar a peça contra a areia, ao mesmo tempo que acerta a sua posição. Assentada a primeira peça, a segunda será encaixada da mesma forma que a primeira. Depois de assentadas, as peças são batidas com o maço;

c) quando as peças forem sextavadas, faz-se o assentamento da primeira peça com uma aresta coincidindo com o eixo da pista, restando assim o vértice de um ângulo encostado à linha de origem do assentamento. Os triângulos deixados vazios são preenchidos com frações de peças previamente preparadas. O assentamento apresenta mais dificuldades de colocação, uma vez que, os encaixes das articulações definem as posições das peças. Iniciar encaixando a primeira peça, de modo a ficar a junta no centro da peça da primeira fileira que se encontra à frente. No caso das peças sextavadas, os ângulos deixados no assentamento da primeira fileira, já definem a posição das peças da segunda, assim como estas definem a terceira e, assim por diante

e) imediatamente após o assentamento da peça, processar o acerto das juntas com o auxílio da alavanca de ferro própria, igualando-se a distância entre elas. Esta operação deve ser feita antes da distribuição



do pedrisco para o rejuntamento, pois o acomodamento deste nas juntas prejudicará o acerto. Para evitar que a areia da base também possa prejudicar o acerto, certos tipos de peças possuem chanfro nas arestas da face inferior

f) na colocação das peças, o calceteiro deverá de preferência trabalhar de frente para a fileira que está assentando, ou seja, de frente para a área pavimentada;

g) para as quinas devem ser empregados segmentos de peças, de $\frac{3}{4}$ de peça;

h) o controle das fileira é feito por meio de esquadros de madeira (catetos de 1,50 m a 2,00 m), colocando-se um cateto paralelo ao cordel, de forma que o outro cateto defina o alinhamento transversal da fileira em execução;

i) o nivelamento é controlado por meio de uma régua de madeira, de comprimento pouco maior que a distância entre os cordéis, e acertando o nível dos blocos entre os cordéis e nivelando as extremidades da régua a esses cordéis;

j) o controle do alinhamento é feito acertando a face das peças que encostam nos cordéis, de forma que as juntas definam uma reta sob o cordel.

O assentamento na via principal deve seguir normalmente, na passagem do cruzamento ou entroncamento, inclusive acompanhando o alinhamento das guias. Na via secundária que entronca ou cruza, o assentamento deve prosseguir inclusive pela faixa fronteira ao arco da concordância da quina, até encontrar o alinhamento das peças inteiras, distribuir a diferença pelas fileiras anteriores. Em geral, utilizam-se amarrações de 10 m em 10 m, para permitir a distribuição da diferença a ser corrigida por toda a extensão da quadra em pavimentação

O assentamento da via principal segue normalmente na via secundária, a superfície final a ser assentada, formará um triângulo. O preenchimento desse triângulo é feito da forma normal, providenciando-se peças de forma e dimensões exigidas para a conclusão de cada linha

O rejuntamento da peças será feito com pedrisco seguido de derrame de asfalto. Distribui-se o pedrisco pelas juntas e depois, com a vassoura, procura-se forçá-lo a penetrar nessas juntas, de forma que cerca de $\frac{3}{4}$ de sua altura fiquem preenchidos. Depois, com o regador, derrama-se o asfalto previamente aquecido nas juntas, até que ele aflore na superfície do pavimento. Entre o esparrame do pedrisco e o derrame do asfalto deverá ser procedida a compressão. Esta é feita passando-se o rolo compressor iniciando por passadas nas bordas da pista e progredindo daí para o centro, nos trechos retos até o bordo externo nos trechos em curva

Durante todo o período de construção do pavimento deverão ser construídas valetas provisórias que desviam as águas de chuva, e não será permitido tráfego sobre a pista em execução.



Inspeção

Após executar cada trecho de pavimento definido para inspeção, proceder à relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, de 20 m em 20 m, ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto

O trecho de pavimento será aceito quando:

- a) a variação na largura da placa for inferior a \square 10% em relação à definida no projeto;
- b) a espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e a diferença entre o maior e o menor valor obtido para as espessuras seja no máximo de 1 cm

Crítérios de Medição

O pavimento deverá ser medido em metros quadrados de pavimentação. Não serão motivo de medição: mão de obra, materiais, equipamentos, transporte e encargos.

No cálculo da área pavimentada serão incluídas as larguras médias obtidas no controle geométrico. Não serão incluídos quantitativos de serviços superiores aos indicados no projeto.



CICLOVIA

Considerações Gerais

O Projeto trata dos dispositivos que têm por finalidade orientar, regulamentar e advertir os usuários, de forma a transmitir mensagens, tornando mais eficiente e segura a utilização das vias, a fim de evitar acidentes e propiciar maior fluidez ao tráfego.

São indicadas as etapas a seguir para uma correta execução da ciclovia:

Etapa 1



Etapa 2



Etapa 3



Fixação da fôrma de forma que o topo coincida com a superfície de rolamento prevista em projeto. Deve-se garantir espessura uniforme ao longo de todo o pavimento.

Etapa 4



Lançamento e distribuição:
Espalhamento manual

2



Adensamento com o auxílio régua vibratória ou vibro-strike.

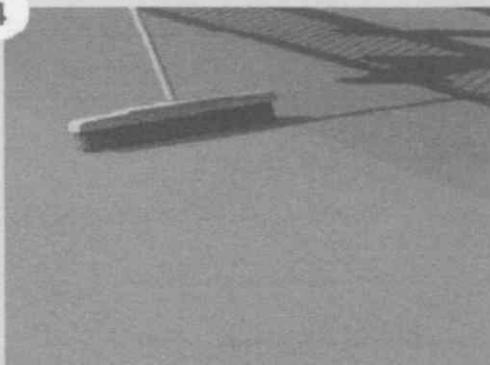
3



Nivelamento de superfície executado com auxílio de régua de corte e desempenadeira (floating) de cabo estendido e rótula.



4



Para dar maior aderência ao concreto, evitando o escorregamento dos usuários, deve ser feita uma textura com vassoura de fios de piaçava ou náilon.

Etapa 5

1



O Projeto Executivo de Engenharia deve prever juntas transversais de retração e de construção. Estas devem ser serradas com serra de disco diamantado, assim que o concreto aceitar o corte sem se danificar. A profundidade do corte deve ser especificada.

2



Após o corte das juntas, procede-se à limpeza com ferramentas com ponta cinzelada, que penetre na ranhura das juntas, e jateamento de ar comprimido.

3



As juntas devem ser preenchidas com material selante apropriado e finalmente poderá ser feita a retirada das fôrmas e liberado o tráfego para os ciclistas.



SINALIZAÇÃO

Considerações Gerais

A sinalização HORIZONTAL, ocorrerá com tinta refletiva/resina acrílica na cor branca para as faixas de travessias de pedestres e linhas de "dê a preferência" no encontro da nova via com a avenida 23 de janeiro; na cor amarela para a linha tracejada de separação dos fluxos veiculares; quanto que a VERTICAL com placas de regulamentação/advertência refletiva em aço galvanizado, e placas aéreas com sinalização turística indicativa, vide projeto.

A implantação do sistema completo de sinalização foi baseada no projeto geométrico, no cadastro e inspeções feitas no campo. Para tanto, foi considerado o sentido das vias tanto preferenciais como secundárias, localização dos meios fios, canteiros, calçadas e outras referências existentes.

Todos os dispositivos indicados obedeceram às especificações do Manual de Sinalização Rodoviária da EPTC/SMOV/DENATRAN

O presente projeto foi concebido considerando as sinalizações:

- Horizontal;
- Vertical;
- Por condução ótica;

A sinalização permanente, composta em especial por sinais em placas e painéis, marcas viárias

A sinalização permanente, composta em especial por sinais em placas e painéis, marcas viárias e dispositivos auxiliares, constitui-se num sistema de dispositivos fixos de controle de tráfego que, ao serem implantados nas rodovias, ordenam, advertem e orientam os seus usuários.

De modo geral, a sinalização deve conquistar a atenção e a confiança do usuário, permitindo-lhe ainda um tempo de reação adequado. A conquista deste objetivo se dá pelo uso de sinais e marcas em dimensões e locais apropriados e a escolha das dimensões e locais adequados depende, por sua vez, de um conjunto de fatores que compõem o ambiente rodoviário.

Assim, pode-se afirmar que o processo de oferecimento de uma sinalização adequada aos usuários das rodovias envolve os seguintes aspectos:

a) Projetos

Elaboração de projetos específicos de sinalização com definição dos dispositivos a serem utilizados dentro dos padrões de forma, cor, dimensão e localização, ao longo da via, apropriados.

b) Implantação

A sinalização deve ser implantada levando em conta padrões de posicionamento estabelecidos para os dispositivos, admitindo-se eventuais ajustes decorrentes de condicionantes específicas de cada local, nem sempre passíveis de serem consideradas no projeto.

c) Operação



A sinalização deve ser permanentemente avaliada quanto à sua efetividade para a operação da via, promovendo-se os ajustes necessários de inclusão, remoção e modificação de dispositivos.

d) Manutenção

Para manter a credibilidade da Sinalização junto aos usuários, deve ser feita uma manutenção cuidadosa da Sinalização, repondo-se dispositivos danificados e substituindo-se aqueles que se tornaram impróprios.

e) Materiais

O emprego de materiais, tanto na sinalização vertical quanto na horizontal, deve estar de acordo com Normas da ABNT para chapas, estruturas de sustentação, tintas, películas e dispositivos auxiliares (taxas e elementos refletivos).



Sinalização Horizontal

Conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicadas sobre o revestimento de um pavimento, obedecendo a um projeto desenvolvido para atender às condições de segurança e conforto do usuário.

Esta especificação estabelece os revestimentos básicos essenciais exigíveis para execução de sinalização horizontal em rodovias estaduais com uso de tintas a base de resina acrílica emulsionadas em água e a base de resina acrílica

Na aplicação desta especificação deverão ser consultadas as seguintes normas:

- a) NBR-7396---- definição de sinalização, material para sinalização horizontal e terminologia;
- b) NBR-13699----tinta à base de resina acrílica emulsionada em água;
- c) NBR-11862----tinta para sinalização a base de resina acrílica;
- d) NBR-6831-----SINALIZAÇÃO HORIZONTAL - microesferas de vidro retrorefletivas.

Para aplicação das normas é obrigatório consultar as normas complementares nas relacionadas e os materiais devem previamente satisfazer as exigências das especificações aprovadas pelo DERT e atender as recomendações das normas da ABNT.

No projeto de sinalização horizontal deverão estar definidos os seguintes elementos:

- a) local de aplicação, extensão e largura;
- b) dimensões das faixas;
- c) Espessura úmida da tinta a ser aplicada, em uma só passada: 0,3 mm ou 0,6 mm.
- d) outras espessuras poderão ser aplicadas, desde que o projeto assim determine.

Os tipos de faixas deverão obedecer ao projeto de sinalização, respeitando as normas estabelecidas pelas autoridades competentes.

- Faixas Contínuas

Estão associadas à ideia de proibição ao movimento de veículos, quando separarem fluxos de trânsito, a delimitação das faixas destinadas à circulação de veículos, ao controle de estacionamento e paradas de veículos.



- Faixas Intercaladas

Estão associadas à ideia de permissão de movimento de veículos, quando separarem fluxos de trânsito e à delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos.

Podem ser aplicadas nas cores branca e amarela:

- Amarelas

Usadas para regularização de fluxos de sentidos opostos e aos controles de estacionamento e paradas;

- Brancas

Usadas para regulamentação de fluxos de mesmo sentido, para a delimitação das pistas destinadas à circulação de veículos, para faixas de pedestres, pinturas de símbolos, legendas e outros;

- Dispositivos Auxiliares (Tachinhas)

Os tachões e tachinhas com elementos refletivos, são dispositivos de sinalização horizontal, que têm como função básica a canalização de tráfego, cuja implantação espaçada e sequencial, visa delimitar uma linha, que caracterize condições de restrição parcial, quanto a sua ultrapassagem. Utilizados também na necessidade de redução da velocidade de aproximação em pontos estratégicos das faixas de rolamento das vias.

Deverão ser peças confeccionadas em resina de poliéster ou sintética de alta resistência mecânica, com cargas minerais não reativos. Devem possuir pinos externos de fixação zincados e com rosca ancorada. Os elementos refletivos deverão ser de acrílico e lhe dar características retro refletivas mono ou bidirecionais. O corpo deverá suportar uma compressão mínima de ruptura de 40.000 Kgf, no momento da primeira trinca.

Deverá ser constituído de parafusos de rosca completa, aço 1010/1020, com proteção contra a oxidação.

Deverá ser constituído por elementos refletivos de acrílico prismático com refletância mínima de 1000 mcdlx -1 m -2 para a cor branca.

Deverá ser constituída de material sintético pré-acelerado, a base de resinas de poliéster de cura rápida e oferecer perfeita aderência dos dispositivos ao pavimento de concreto ou asfáltica, sendo que seu tempo de secagem não poderá ser superior a 45 minutos.

As dimensões recomendadas são as seguintes:

Tachão: Largura: 230 a 250mm

Comprimento: 140 a 160mm

Altura: 40 a 55mm

Refletivo: Área mínima do refletivo: 40,00cm²

O formato externo do corpo deverá prever condições de limpeza dos elementos refletivos pela ação do tráfego e das chuvas.

O pino de fixação deverá ter cabeça arredondada, embutida no corpo do tachão, para que uma eventual quebra o mesmo não se torne agressivo ao tráfego.

A parte do pino de fixação a ser embutida no solo deverá ser rosqueada para aumentar sua aderência ao mesmo.

Os elementos refletivos deverão ser perfeitamente embutidos no corpo do tachão.

O corpo deverá ser apresentado na cor amarela permanente.

O refletivo poderá ser branco, amarelo ou ainda vermelho, conforme solicitado.

Caso este não seja mencionado especificamente deverá ser amarelo.

A execução dos serviços deverá obedecer às seguintes etapas:

- Sinalização

Sinalizar, adequadamente, o local onde serão realizados os serviços.

- Pré-Demarcação

Deverá ser efetuada uma pré-demarcação antes da fixação dos dispositivos ao pavimento, a fim de se obter um perfeito alinhamento e posicionamento das peças.

- Furação

Para perfeita ancoragem do tachão, deverá ser executado dois furos no pavimento com a utilização de broca de vídeo de 5/8", na profundidade aproximada de 80mm.

Deve-se em seguida, efetuar a limpeza do furo executado.

- Picotamento

Para os pavimentos de concreto à base de cimento Portland, recomenda-se que seja picotada a superfície do pavimento no local de aplicação do corpo do tachão, a fim de se obter uma melhor ancoragem do mesmo.

- Limpeza

Para melhor aderência dos dispositivos ao pavimento, torna-se necessário efetuar uma adequada limpeza do mesmo, eliminando-se poeira, torrões de argila, agregados soltos, manchas de óleo ou ~~asfalto~~ ^{contaminantes} com a situação existente, empregar-se-á na limpeza ar comprimido, varredura, escova de aço, lixa, detergente, etc.

- Colagem

Após a limpeza do furo para fixação dos pinos, os mesmos devem ser preenchidos totalmente com a cola, anteriormente especificada, com consumo médio de 200g por dispositivo.

Em seguida, espatular a cola sobre o pavimento no local de aplicação do corpo do dispositivo.

Para se evitar que a cola cubra os elementos refletivos, os mesmos deverão ser cobertos com fita adesiva até a secagem final da cola.

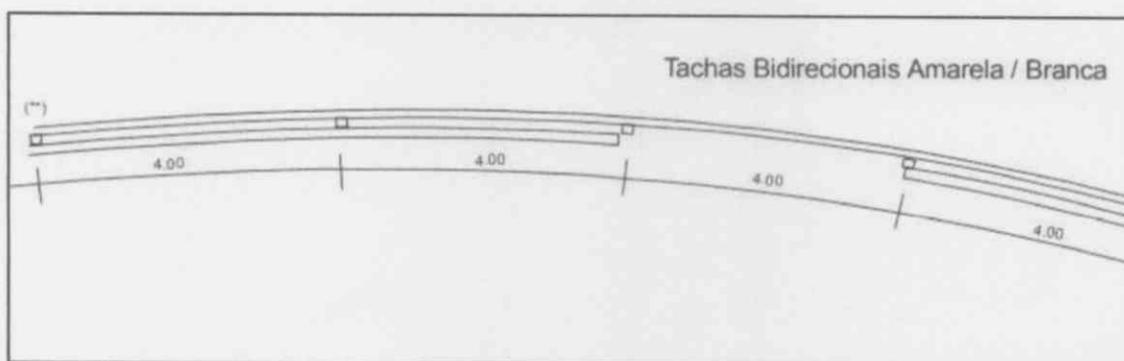
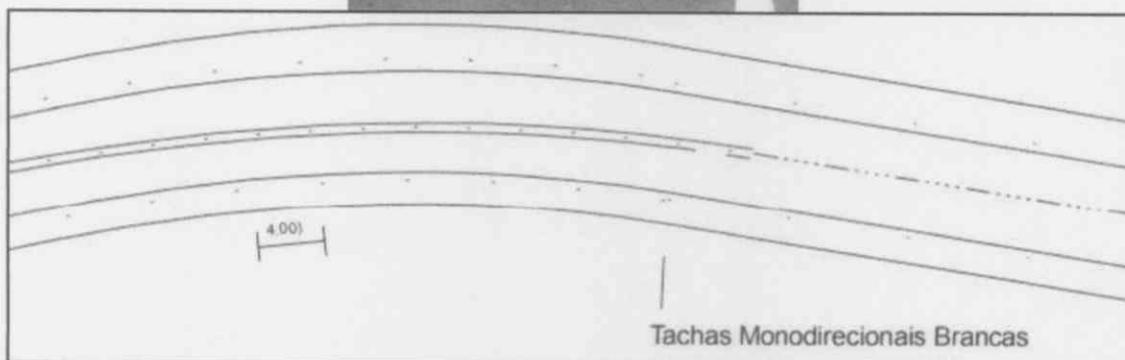
Após a colocação do dispositivo, deve-se firmar o mesmo no chão, com o pé, forçando desta forma uma aderência por igual na superfície do pavimento e evitando trechos do corpo em balanço.

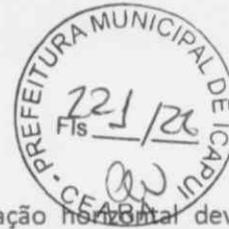


A implantação não deverá ser executada em dias chuvosos ou com o pavimento molhado.
A abertura do trecho ao tráfego só será permitida após 45 minutos da última colagem efetuada.

As tachinhas serão distanciadas a cada 4m uma da outra.

Cores do Refletivo





Material

A escolha do tipo de material a ser empregado na sinalização horizontal deverá ser especificada no projeto de sinalização, obedecendo os critérios técnicos do DERT em função do volume de tráfego e da sua provável vida útil.

Tinta à Base de Resina Acrílica Emulsificada em Água:

A sua aplicação deve atender a norma NBR 13699. Com as seguintes características técnicas:

- a) Requisitos Quantitativos
- b) Poder de Cobertura
- c) Requisitos Qualitativos

Tinta à Base de Resina Acrílica:

A sua aplicação deve atender a norma NBR 11862, com as seguintes características técnicas:

- a) Requisitos Quantitativos:
- b) Requisitos Qualitativos

Espessura

A) Tinta Acrílica a Base D'água (NBR 13699):

A espessura da tinta após aplicação, quando úmida, deverá ser no mínimo 0,5 mm. a sua espessura após a secagem deverá ser no mínimo 0,3 mm, quando medida sem adição de microesferas de vidro "drop on" à Base de Resina Acrílica (NBR 11862):

A espessura da tinta após a aplicação, quando úmida, deverá ser de no mínimo 0,6 mm. A sua espessura após a secagem deverá ser de no mínimo 0,3 mm, quando medida sem adição de microesferas de vidro "drop on".

Microesferas de Vidro

As microesferas de vidro são constituídas de partículas esféricas de vidro selecionado. Fatores tais como, qualidade do vidro, índice de refração do vidro são importantes para se obter uma boa microesfera, e devem obedecer a norma NBR 6831, com os seus respectivos ensaios.

As microesferas de acordo com o NBR 6831 a serem utilizadas devem ser adicionadas em duas etapas: "Premix"- são incorporadas à tinta antes de sua aplicação, de modo a Permanecerem internas à película aplicada, sendo que após o desgaste da superfície, tornam-se expostas, permitindo a retro-refletorização. As taxas de aplicação desses materiais devem variar entre 200g a 250g para cada litro de tinta a ser aplicado;

B) "Drop-on"- aplicadas por aspersão, concomitantemente com a tinta, de modo a permanecer na superfície da película, permitindo retro-refletorização imediata.

As taxas de aplicação destes materiais devem variar entre 250g a 300g para cada m²

Equipamentos

Equipamento de Limpeza



A limpeza pode ser executada com escovas, vassouras e compressores de ar, de modo a garantir a perfeita remoção de poeiras e outros detritos.

Equipamento de Aplicação

Os equipamentos para aplicação de tinta pelo processo mecânico devem conter, no mínimo, os seguintes dispositivos:

- a) Motor para autopropulsão ou veículo rebocador;
- b) Compressor de ar, com tanque e pulmão;
- c) Tanques pressurizados para tinta;
- d) mexedores manuais, mecânicos ou hidráulicos;
- e) Tanques pressurizados para solvente, contendo conjunto de mangueiras para limpeza automática das pistolas de pintura;
- f) Conjunto para as microesferas de vidro, contendo reservatório e semeador, sendo este automatizado ou por gravidade;
- g) Quadro de instrumentos operacionais:
 - Válvula reguladora do ar do comando, uma por pistola;
 - Válvula reguladora de ar do atomizado, uma por pistola;
 - Válvula reguladora de ar por pressurização dos tanques de tinta;
 - Dispositivo para acionamento das pistolas;
- h) Sequenciador automático para espaçamento previamente ajustado;
- i) Conjunto de pinturas contendo uma ou mais pistolas, devendo ser oscilante para manter constante a distância da pistola do pavimento;
- j) Pistola com atuação pneumática que permita a regulagem da largura das faixas;
- k) Discos limitadores de faixas para o perfeito delineamento das bordas;
- l) dispositivos balizadores e miras óticas para direcionamento da unidade aplicadora, durante a execução da demarcação;
- m) Luzes traseiras, sinaleiro rotativo e pisca-pisca.

Os equipamentos para aplicação de tinta pelo processo manual através de equipamento automático devem conter, no mínimo os seguintes dispositivos:

- a) Motor para autopropulsão ou rebocador;
- b) Compressor de ar, com tanque e pulmão;
- c) Tanques pressurizadores para tinta;
- d) mexedores manuais, mecânicos ou hidráulicos;
- e) Tanques de solventes para limpeza das mangueiras e pistolas;
- f) Pistolas manuais atuadas pneumaticamente com as respectivas mangueiras;
- g) Gabaritos diversos e adequados para execução de setas, letras, números, símbolos e legendas gráficas.



Execução

Antes de iniciar os serviços o executor deverá apresentar à fiscalização do DERT, os relatórios de ensaios em laboratórios credenciados, para liberação dos lotes dos materiais a serem utilizados nos serviços. Todos os materiais a serem utilizados nos serviços (tinta e microesferas) deverão ser depositados em local a ser determinado pela Fiscalização antes do início dos serviços, e só poderão ser utilizados após sua aprovação pela Fiscalização do DERT.

Durante a execução dos serviços as equipes de campo deverão ter em seu poder, à disposição da Fiscalização do DERT, cópias dos relatórios dos materiais em utilização.

A fase de execução envolve as etapas de preparação do revestimento, pré-marcação e pintura;

- Preparação do Revestimento

A) A Superfície a ser demarcada deve estar limpa, seca e isenta de detritos ou outros elementos estranhos;

B) quando a simples varredura ou jato de ar não sejam suficientes para remover todo o material estranho, o revestimento deve ser limpo de maneira adequada e compatível com o tipo de material a ser removido;

C) nos revestimentos novos deve ser previsto, um período para a sua cura antes da execução da sinalização definitiva.

- Pré-Marcação

a) A pré-marcação consiste no alinhamento dos pontos, locados pela topografia, pela qual o operador da máquina irá se guiar para aplicação do material.

b) a locação topográfica tem por base o projeto de sinalização, que norteará a aplicação de todas as faixas, símbolos e legendas.

- Pintura

a) A pintura consiste na aplicação do material por equipamentos adequados, de acordo com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização;

b) A tinta aplicada deve ser suficiente, de forma a produzir marcas com bordas claras e nítidas e uma película de cor e largura uniformes;

c) A tinta deve ser aplicada de tal forma a não ser necessária nova aplicação para atingir a espessura especificada;

d) No caso de adição de microesferas de vidro tipo "pré-mix", pode ser adicionada à tinta no máximo 5% em volume de solvente compatível com a mesma, para ajustagem da viscosidade. No caso de tinta à base de água, o solvente usado é água potável.

e) A pintura deverá ser aplicada quando o tempo estiver bom, ou seja, sem ventos excessivos, poeira e neblinas.

f) na aplicação da pintura deverá ser respeitada a temperatura ambiente e da superfície da via, bem como a umidade relativa do ar, com obediência aos seguintes limites: temperatura entre 10°C a 40°C e a umidade relativa do ar até 90%.

g) na execução das faixas retas, qualquer desvio das bordas excedendo 0,01m, em 10m, deve ser corrigido;

h) as faixas existentes, a serem afixadas, devem ser recobertas, não deixando qualquer marca ou falha que possa prejudicar a nova pintura. Uma vez aplicado o material, as faixas deverão apresentar condições de tráfego em tempo não superior a 30(trinta) minutos, ficando a proteção das faixas sob a responsabilidade da contratada.

Controle

- Controle Tecnológico

a) para utilização dos materiais é necessário que tenham sido aprovados em inspeção, de acordo com metodologias do DNER-PRO 132 e DNER-PRO 231, e ensaios de laboratórios, atendendo todas as exigências das normas da ABNT, referente aos materiais aplicado no serviço de sinalização horizontal.

b) O Controle Tecnológico, quando solicitado pela fiscalização será através de análises realizados em laboratório idôneo, sem ônus para o DERT.

c) ao DERT é reservado o direito de realizar as suas expensas, os testes que julgar necessário nos materiais aplicados.

d) A retro-refletorização da sinalização deverá ser medida em campo, imediatamente após uma varredura para retirada do excesso de microesferas, obedecendo os seguintes critérios:

A cada 10 km de pintura selecionar 3(três) pontos por tipo de sinalização (eixo-bordos), escolhidos aleatoriamente;

Em cada ponto escolhido efetuar 10 (dez) medidas, descartar a menor e a maior medida, em seguida calcular a média das medidas de cada ponto;

A média dos 3 (três) pontos, representará o resultado dos 10 km, por tipo de sinalização;

Símbolos, letras, números e outros sinais gráficos, realizar 3 (três) medidas em cada tipo de sinalização;

O teste para determinação da espessura da película seca, será feito obedecendo o seguinte critério:

A cada 2km, por tipo de sinalização, será colhido uma amostra em folhas de flandres, sem adição de microesferas tipo "drop-on.

Após cada selagem realizar 10 (dez) medidas em cada amostra colhida, com relógio comparador, micrômetro ou outro equipamento adequado;

O resultado deverá ser expresso pela a média aritmética das medidas.



- Controle de Execução
- a) A aplicação dos materiais só deve ser realizada após as seguintes observações:
 - A superfície a ser demarcada deve estar limpa, seca e isenta de detritos, óleos ou outros elementos estranhos;
 - A pré-marcação deve estar perfeitamente de acordo com o Projeto;
 - A pré-marcação deve estar perfeitamente reta nas tangentes, e acompanhando o ângulo nas curvas.

b) O controle de qualidade da aplicação é feito durante a execução da sinalização, quando devem ser observados e anotados os parâmetros listados a seguir:

- Consumo dos materiais;
- Espessura do material aplicado;
- Tempo de secagem, para a liberação ao tráfego;
- Largura e comprimento das faixas;
- Linearidade das faixas;
- Sinalização de obra para execução da sinalização horizontal;
- Atendimento as normas e ao projeto de sinalização;
- Retro-Refletorização integral das faixas, sinais e o mais que for necessário.

Em caso de falhas de aplicação ou eventual falta de qualidade do material aplicado, o serviço deverá ser corrigido, sem qualquer ônus adicional ao DERT.

- Aceitação ou Repetição

O não atendimento a qualquer dos requisitos estabelecido nesta especificação implica na rejeição dos serviços e obrigatoriedade da contratada refazê-los, sem ônus para o DERT.

Todos os requisitos quantificáveis, cujas limitações estão estabelecidas nesta especificação, deverão ser avaliados através dos ensaios e testes de aferição, aceitando-se o serviço de acordo com o especificado nas normas.

Proteção Ambiental

O serviço de sinalização com uso de tinta à base de resina acrílica emulsificada em água não agride o meio ambiente; é uma tinta não inflamável de baixa toxicidade, que reduz riscos de acidente e garante melhores condições de segurança aos operadores que trabalham na sua aplicação.

Devemos ter cuidado com uso de solventes e na operação de limpeza e descarga para evitar a contaminação do meio ambiente.

Linhas de divisão dos fluxos opostos

Simplex contínua



Simplex seccionada



Dupla contínua



Dupla contínua/seccionada



Dupla seccionada



Linhas de divisão de fluxo de mesmo sentido

Contínua



Seccionada



Exemplo de Aplicação

Pista única - duplo sentido de circulação



Sinalização Vertical

Sinalização vertical é um conjunto de legendas ou símbolos com o objetivo de advertir, regulamentar ou indicar a forma correta e segura do uso das vias pelos veículos e pedestres, visando o contexto e a segurança do usuário e melhor fluxo do tráfego.

Esta especificação estabelece os requisitos básicos e essenciais exigíveis para execução de sinalização vertical em Rodovias Estaduais. A sinalização vertical engloba placas, painéis, marcos quilométricos, balizadores, semáforos, pórticos e semipórticos (bandeiras)

Na aplicação desta especificação deverão ser consultadas os documentos seguintes:

- Código Nacional de Trânsito Brasileira;
- Manual de Sinalização Rodoviária – DNER –1999;
- NBR – 7008 – chapa de aço 1010/1020 – bitola nº 16, cristais normais;
- NBR – 7556 – chapa de alumínio (na liga 5052 h – 38);
- NBR 13.275 – chapas planas de poliéster reforçado com fibra de vidro para confecção

de placas de sinalização

O projeto de sinalização vertical deve obedecer aos requisitos básicos seguintes:

- atender a uma real necessidade;
- chamar a atenção dos usuários;
- transmitir uma mensagem clara e simples;
- orientar o usuário para a boa fluência e segurança de trafego;
- impor respeito aos usuários;
- fornecer tempo adequado para uma ação correspondente;

g) disciplinar em última análise, o uso da rodovia;

As Placas da sinalização vertical deverão ser executadas em chapas metálicas de aço 1010/1020 – bitola nº 16, galvanizada e/ou alumínio na liga 5052 h-38 e em plástico reforçado com fibra de vidro (p.r.f.v.) composto de resina poliéster, fibra de vidro e minerais prensadas à quente em moldes metálicos. A superfície da placa deverá ser lisa e plana em ambas as faces, de fácil limpeza e deverá manter a performance mesmo quando molhada;

Todas as placas deverão ter acabamento uniforme e bordas não serrilhadas. As mensagens e tarjas devem ser bem definidas;

Em todas as placas devem constar no verso a identificação SEINFRA/DERT, data de fabricação e nome do fabricante;

Material

A escolha do tipo de material a ser empregado na sinalização vertical deve ser em função do volume de tráfego, velocidade diretriz da rodovia e o tipo de rodovia. Esta orientação é dada pelo projeto de sinalização.

Chapas de aço 1010/1020 – bitola nº 16, cristais normais galvanizados, na espessura nominal de 1,55 mm, e devem atender a norma NBR -7008;

Chapas de alumínio na liga 5052 h-38, na espessura de 1,5 mm, para placas com área até 2,0 m² e para painéis de (3,0 x 1,5) m ou maiores, serão confeccionados na espessura de 2,0 mm., e devem atender a norma NBR – 7556;

Chapas de poliéster reforçado com fibra de vidro, devem ser imunes e resistentes a ação da luz solar, maresia, calor, chuva e a maior parte dos agentes agressivos, apresentar as superfícies absolutamente lisas em ambas as faces, ter estabilidade dimensional, não deformáveis, e devem atender a norma NBR – 13275; com as seguintes características técnicas mínimas exigíveis:

Dureza – 44 Barcol (Método ASTM D 2583);

Flexão -130 MPa (Método ASTM D 790);

Tração – 60 MPa (Método ASTM D 638);

Impacto –400 J/M (Método ASTM D 256);

- Pintura

As placas de aço 1010/1020 serão desengraxadas, decapadas e fosfatizadas com tratamento anti-ferruginoso, e terão aplicação de fundo a base de cromato de zinco e acabamento em esmalte sintético semi-brilho de secagem em estufa a 140°C., ou pintura eletrostática a pó poliéster;

As placas de alumínio na liga 5052 h-38 serão preparadas com uma demão de wash primer a base de cromato de zinco em ambas as faces e acabamento em esmalte sintético semi-brilho de secagem em estufa a 140°C., ou pintura eletrostática a pó poliéster;





As placas de poliéster reforçado com fibra de vidro terão na sua face principal pintura a base de esmalte poliuretânico com proteção ultravioleta, a face oposta deverá ser pigmentada na própria resina ou pintura com esmalte poliuretânico semi-brilho na cor preta; estão isentos de acabamento em esmalte sintético em sua face principal, as placas que terão o fundo em película refletiva. As demais terão acabamento em esmalte sintético em ambas as faces.

- Película

A película refletiva deve ser constituída de microesferas de vidro aderidas a uma resina sintética. Deve ser resistente as intempéries, possuir grande angularidade, de maneira a proporcionar ao sinal às características de forma, cor e legenda ou símbolos e visibilidade sem alterações, tanto a luz diurna, como a noite sob a luz refletida.

- Suportes de Madeira

Os suportes de madeira para sustentação de placas devem ser executados em madeira de lei e receber tratamento preservativo na base de betume até 0,70 m de altura, onde serão fixadas transversalmente uma barra de ferro com diâmetro mínima de 10 mm e comprimento de 15 a 20 cm., ancorada em bloco de concreto simples de (0,30 x 0,30 x 0,20) m, para impedir o giro.

Os suportes têm seção de 3 x 3" e as travessas seção de 3 x 1". Ambos serão pintados com esmalte sintético branco fosco.

As placas serão fixadas aos suportes através de parafusos de aço, cabeça francesa, com porcas e arruelas lisa de pressão, galvanizados, 5/16"x3.1/2" (suportes) e 1/4" x 1 1/2" (travessas).

- Suportes Metálicos

Os suportes metálicos para sustentação de painéis sobre a rodovia deverão ser executados, de acordo com o projeto de sinalização, em aço com proteção de tinta anticorrosiva ou galvanizados.

As dimensões dos suportes obedecerão ao projeto de sinalização, podendo ser apresentado em pórtico ou semipórtico (bandeira), conforme a orientação e indicação do DERT.

Os painéis metálicos ou de fibra de vidro serão fixados aos pórticos ou semipórticos, através de parafusos de aço, cabeça francesa com porcas e arruelas lisas de pressão, galvanizadas com dimensões indicadas no projeto.

- Marcos Quilométricos

Serão confeccionados com dimensões de (0,50x0,67) m ou serão conforme o projeto e devem atender ao exposto no item 4 - requisitos específicos.

- Balizadores

Deverão ser confeccionados em tubo PVC 100 mm com enchimento de concreto simples, e tamponados na parte superior com PVC e com elementos refletivos do tipo flat-top gt implantados em todo o trecho nas cores: branco, amarelo e vermelho. Outros materiais poderão ser utilizados com a aprovação prévia do DERT.

- Tachas e Tachões refletivos

Corpo- deverá ser constituído de material de alta durabilidade, resistente aos esforços do trânsito, seu formato será de maneira que não facilite o acúmulo de impurezas sobre a área refletiva, tendo em sua parte inferior, que ficará em contato com o pavimento, cavidades que contribuam para melhorar a aderência da peça ao pavimento.

Deverá ter a cor, conforme sua finalidade.

Elemento refletivo - deverá ser um elemento de vidro lapidado e espelhado.



Equipamentos

Os equipamentos utilizados na implantação da sinalização vertical são:

- Ferramentas manuais
- Caminhão munck (para placas suspensas)
- Cone de sinalização

Poderá ser eventualmente, necessário utilizar equipamento para perfuração de rochas ou pavimentos.

Execução

As implantações dos dispositivos de sinalização vertical serão executadas, de acordo com o projeto de sinalização sob orientação da Fiscalização do DERT.

Proteção Ambiental

Quando existir vegetação de porte (árvore e /ou arbusto) no local previsto para a implantação da sinalização, deve-se deslocá-la para a posição mais próxima possível da inicial, sem prejudicar o objetivo da sinalização.

Controle

- Controle de Material

Cada elemento da sinalização deverá ser observado quanto ao atendimento dos requisitos específicos. Desta especificação. Para implantação das placas é necessário que tenham sido aprovadas para fiscalização do DERT, referente aos materiais aplicados no serviço de sinalização vertical.

- Controle de Execução

O serviço deve ser executado de acordo com o projeto de sinalização vertical aprovado pelo DERT, obedecendo os requisitos prescritos nesta especificação.

- Aceitação ou Rejeição

O não atendimento a qualquer dos requisitos estabelecidos nesta especificação implica na correção ou substituição imediata da peça sem qualquer ônus ao DERT.

A aceitação da implantação de qualquer elemento da sinalização será condicionada ao cumprimento a todos os requisitos desta especificação.



Fig. 1



Fig. 2

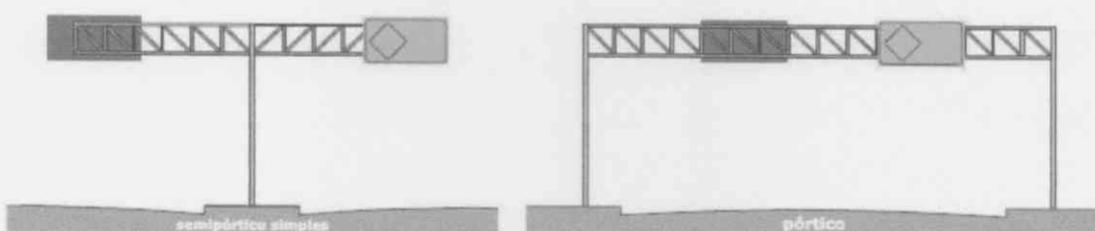


Fig. 3



ACESSIBILIDADE:

Rampas de acesso realizadas junto as faixas de travessias de pedestres e diferenciadas para cada lado da via, ambas serão executadas com piso cimentado e pigmentadas, estando prevista a colocação do piso tátil de alerta com o uso de ladrilhos hidráulicos (0,20x0,20) m, conforme previsto na norma técnica ABNT – NBR 9050.

PAISAGISMO E URBANIZAÇÃO:

O canteiro contínuo localizado entre o Passeio e a Ciclovía será destinado para a futura arborização que priorize o plantio de espécies nativas ou adaptadas à região. É proposto que os coqueiros que precisarão ser retirados do trecho viário sejam transplantados para as laterais da via, sendo três destes destinados a rotatória central.

LIMPEZA DA OBRA:

A obra será entregue em perfeito estado de limpeza e conservação. Será removido todo o entulho do terreno, sendo limpos e varridos os excessos.



CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A obra deverá ser executada de acordo com o presente memorial descritivo, especificações técnicas e projetos aprovados.

Toda e qualquer alteração que por necessidade deva ser introduzida no projeto ou nas especificações visando melhorias, só serão admitidas mediante consulta prévia e autorização da fiscalização da Contratante e serviços utilizados na obra deverão seguir as Normas Técnicas e recomendações de execução da ABNT.

Nos projetos apresentados, entre as medidas tomadas em escala e medidas determinadas por cotas, prevalecerão sempre às últimas.

A Contratante deverá, durante a execução de todos os serviços previstos para conclusão da obra, observar as normas de segurança do trabalho para os colaboradores responsáveis pela sua execução. A Contratada deverá visitar o local onde serão executadas as obras, sendo que não serão aceitas alegações de desconhecimento dos serviços a serem realizados.


Anderson da Silva Pereira
Engenheiro Civil
CREA - CE 061510131 - 3



RESUMO DO ORÇAMENTO E PLANILHA ORÇAMENTÁRIA