



1. DEFINIÇÃO

É a camada complementar à base, que será executada quando, por circunstâncias técnico-econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre o leito regularizado ou sobre o reforço do subleito.

2. MATERIAIS

Podem ser empregados na execução de sub-base, brita 4-A, brita graduada ou moledo/saibro.

2.1 BRITA 4-A

Material britado passando 100% (cem por cento) na peneira de 4" (quatro polegadas), apresentando granulometria contínua, cuja estabilização é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação.

A camada de sub-base de brita 4-A será executada com materiais que atendam aos seguintes requisitos:

- a) O agregado utilizado, obtido a partir da britagem e classificação de rocha sã, deverá ser constituído por fragmentos duros, duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas;
- b) Quando submetidos a avaliação de durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER ME 089/94, os agregados utilizados deverão apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - agregado graúdo 12% (doze por cento)
 - agregado miúdo 15% (quinze por cento)
- c) Para o agregado retido na peneira nº 10 (dez), a porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão Los Angeles (DNER ME 035/94) não deverá ser superior a 50% (cinquenta por cento);
- d) A composição granulométrica deverá estar enquadrada na seguinte faixa:

PENEIRAS	% PASSANDO
4"	100,00
3.1/2"	95 – 100
3"	90 – 100
2.1/2"	85 – 100
2"	75 – 95
1.1/2"	65 – 90
1"	60 – 85
3/4"	50 – 80
1/2"	40 – 75
3/8"	30 – 70
nº 4	20 – 60
nº 10	10 – 55
nº 40	5 – 30
nº 200	0 – 15



PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA

PAVIMENTO FLEXÍVEL – SUB-BASE

PMC-ES 021/99

Especificação de Serviço

Página 2 de 6

- e) A porcentagem de grão de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade, não deverá ser superior a 20% (vinte por cento);
- f) O Índice de Suporte Califórnia, obtido através do ensaio (DNER ME 049/94), não deverá ser inferior a 60% (sessenta por cento).

2.2 BRITA GRADUADA

A sub-base será executada com materiais que preencham os seguintes requisitos:

- a) Deverão possuir composição granulométrica enquadrada na seguinte faixa:

Tipos Peneiras	Para N > 5 X 10 ⁶				Para N < 5 X 10 ⁶		Tolerância da faixa de projeto
	A	B	C	D	E	F	
	% EM PESO PASSANDO						
2"	100	100	—	—	—	—	± 7
1"	—	75-90	100	100	100	100	± 7
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	—	—	± 7
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100	± 5
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	± 5
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	± 2
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25	± 2

- b) A fração que passa na peneira nº 40 (quarenta) deverá apresentar Limite de Liquidez inferior a 25% (vinte e cinco por cento) e Índice de Plasticidade inferior ou igual a 6% (seis por cento). Quando esses limites forem ultrapassados, o Equivalente de Areia deverá ser maior que 40% (quarenta por cento);
- c) A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 (duzentos) não deve ultrapassar 2/3 (dois terços) da porcentagem que passa na peneira nº 40 (quarenta);
- d) O Índice de Suporte Califórnia não deverá ser inferior a 60% (sessenta por cento) e a Expansão máxima será de 0,5% (zero vírgula cinco por cento), determinados segundo o método DNER-ME 049/94 e com a energia do método DNER-ME 129/94. Para vias em que o tráfego previsto para o período ultrapassar o valor de N = 5 x 10⁶, o Índice de Suporte Califórnia do material da camada de sub-base não deverá ser inferior a 80% (oitenta por cento). Neste caso, se for necessário, as especificações complementares poderão fixar a energia de compactação do método T-180-57 da AASHO;
- e) O agregado retido na peneira nº 10 (dez) deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isentos de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetido ao ensaio de Abrasão Los Angeles, não deverá apresentar desgaste superior a 55% (cinquenta e cinco por cento).
 - O Limite de Liquidez deverá ser inferior ou igual a 35% (trinta e cinco por cento) e o Índice de Plasticidade inferior ou igual a 10% (dez por cento).



2.3 MOLEDO / SAIBRO

Os materiais a serem usados como moledo ou saibro, deverão enquadrar-se em uma das seguintes faixas:

Faixa 1:

- a) Composição granulométrica
- | Peneiras | % Passando |
|----------|------------|
| 10" | 95 – 100 |
| 2" | 0 – 10 |
- b) Deverão apresentar $ISC \geq 40\%$
- c) Valor máximo no Ensaio de Abrasão "Los Angeles" $\leq 50\%$
- d) O material fino (enchimento) deverá ser:
- Passando na peneira 200 = máximo 35%
 - Limite de Liquidez = máximo 40%
 - Índice de Plasticidade = máximo 10%
 - Faixa granulométrica:
- | Peneira | % Passando |
|---------|------------|
| 3/4" | 95 – 100 |
| nº 4 | 00 – 15 |

Faixa 2:

- a) Composição granulométrica
- | Peneiras | % Passando |
|----------|------------|
| 4" | 100 |
| 3 1/2" | 80 – 100 |
| 3" | 75 – 100 |
| 2 1/2" | 70 – 90 |
| 2" | 60 – 80 |
| 1 1/2" | 55 – 75 |
| 1" | 45 – 65 |
| 3/4" | 35 – 65 |
| 1/2" | 30 – 65 |
| 3/8" | 20 – 50 |
| nº 4 | 10 – 50 |
| nº 10 | 5 – 50 |
| nº 40 | 0 – 30 |
| nº 200 | 0 – 10 |
- b) Deverão apresentar $ISC \geq 40\%$
- c) Valor do Ensaio de Abrasão "Los Angeles" $\leq 60\%$
- d) Limite de Liquidez $\leq 30\%$
- e) Índice de Plasticidade $\leq 10\%$
- f) Índice de Grupo ≤ 4
- g) Densidade máxima $\geq 1,8 \text{ g/cm}^3$
- h) Expansão $\leq 0,5\%$



3. EQUIPAMENTOS

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da sub-base:

- a) Motoniveladora com escarificador;
- b) Caminhão pipa;
- c) Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso, liso-vibratório e pneumático;
- d) Caminhões basculante;
- e) Grade de disco;
- f) Pá carregadeira;
- g) Escavadeira Hidráulica.

4. EXECUÇÃO E NORMAS

Atendidas as condições de projeto, faz-se o espalhamento, mistura, compactação e acabamento do material, até atingir a espessura desejada.

Como material de enchimento, no caso de moledo, utiliza-se material, que deverá possuir, no máximo, 35% (trinta e cinco por cento) de material passando na peneira de malha nº 200 (duzentos), Limite de Liquidez máximo 40% (quarenta por cento) e Índice de Plasticidade máxima 10% (dez por cento).

Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 0,20m (vinte centímetros), estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo à espessura de 0,20m (vinte centímetros).

A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será de 0,10m (dez centímetros), após a compactação.

O Grau de Compactação deverá ser, no mínimo, 100% (cem por cento) em relação à massa específica aparente máxima de solo, obtida no ensaio DNER ME 129/94 e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado $\pm 2,0\%$ (dois por cento).

5. CONTROLE E ACEITAÇÃO

5.1 CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO

Após a execução da sub-base, proceder-se-á a relocação e o nivelamento do eixo e bordas, permitindo as seguintes tolerâncias:

- a) Quanto a largura da plataforma : + 0,10m, não se admitindo valor menor que o definido em projeto;
- b) Quanto a flexa de abaulamento: 20%, em excesso, não se tolerando falta;
- c) Quanto a espessura da camada : $\pm 10\%$, em relação ao projeto.

As condições de acabamento serão apreciadas pela fiscalização em bases visuais.



5.2 CONTROLE TECNOLÓGICO

- Um ensaio de massa específica aparente seca para cada 100m de pista em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, determinado pelo método (DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94).
- Um ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente, método (DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94).
- Um ensaio de Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Expansão, por camada, para cada 300m de pista, com o material coletado aleatoriamente na pista.
- Um conjunto de ensaios de caracterização, por camada, para cada 300,00m de pista, com o material espalhado na pista e coletado aleatoriamente.
- Para pistas com extensão limitada, com área de no máximo 4.000m², deverão ser feitos pelo menos 5 ensaios ou determinações por camada.

5.3 ACEITAÇÃO

- Umidade Higroscópica : $\pm 2\%$ em torno da umidade ótima
- Grau de Compactação (GC) : $GC \geq 100\%$
- Para brita graduada e brita 4-A : $IG = 0$
- Expansão : $< 0,5\%$
- O número de ensaios e determinações de controle será definido em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada.
- Será controlado o valor mínimo para ISC e GC, adotando-se o seguinte procedimento:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL															
n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
r	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras				k = coeficiente multiplicador						r = risco do executante					

Adotando-se o seguinte procedimento:

- $\bar{X} - Ks < \text{valor mínimo de projeto} \rightarrow \text{rejeita-se o serviço}$
- $\bar{X} - Ks \geq \text{valor mínimo de projeto} \rightarrow \text{aceita-se o serviço}$



Sendo:

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \overline{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

X_i = valores individuais

\overline{X} = valor médio das amostras

s = desvio padrão da amostra

k = coeficiente tabelado em função do número de determinações

n = número de determinações

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos sem ônus para a Contratante.

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços efetivamente realizados e aceitos serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

A sub-base será medida em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista, conforme seção transversal do projeto.

O volume será apurado pelo método da média das áreas, sendo considerada a menor dentre a seção de projeto e a efetivamente realizada.

7. PAGAMENTO

O serviços serão pagos com base nos preços unitários contratuais.