



1. DEFINIÇÃO

Reforço do subleito é a camada que será executada com espessura variável, conforme definição de projeto, nos trechos em que for necessário a remoção de material inservível.

2. MATERIAIS

Os materiais a serem empregados no reforço do subleito serão:

2.1 RACHÃO

Material pétreo oriundo do britador primário com diâmetro máximo de 10"; apresentando as seguintes características:

- a) Valor máximo do Ensaio de Abrasão "Los Angeles" $\leq 50\%$.
- b) Durabilidade com sulfato de sódio $\leq 12\%$.

2.2 AREIA

Será utilizada areia média ou grossa, isenta de matéria orgânica ou outras impurezas prejudiciais às suas condições drenantes. O Equivalente de Areia (método DNER-ME 054/94) deverá ser igual ou superior a 35%.

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

- a) Deverão apresentar $ISC \geq 40\%$
- b) Valor do Ensaio de Abrasão "Los Angeles" $\leq 60\%$
- c) Limite de Liquidez $\leq 30\%$
- d) Índice de Plasticidade $\leq 10\%$
- e) Índice de Grupo ≤ 4
- f) Densidade máxima $\geq 1,8 \text{ g/cm}^3$
- g) Expansão $\leq 0,5\%$

2.4 BRITA 4-A

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

A camada de reforço de brita 4A será executada com materiais que atendam os seguintes requisitos:

- a) O agregado utilizado, obtido a partir da britagem e classificação de rocha sã, deverão ser constituídos por fragmentos duros, duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongados.
- b) Quando submetidos a avaliação de durabilidade com sulfato de sódio, em 5 ciclos, pelo método (DNER-ME 089/94), os agregados utilizados deverão apresentar perdas inferiores aos seguintes limites:
 - Agregado graúdo – 12%
 - Agregado miúdo – 15%;
- c) Para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no Ensaio Abrasão "Los Angeles" não deverá ser superior a 50%;
- d) A percentagem de grão de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade, não deverá ser superior a 20%;



PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA

PAVIMENTO SEMI-RÍGIDO – REFORÇO DO SUBLEITO

PMC-ES 041/99

Especificação de Serviço

Página 3 de 9

- e) O Índice de Suporte Califórnia (ISC) obtido através do ensaio (DNER-ME 049/94), não deverá ser inferior a 60%;
- f) 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

3. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos a serem utilizados nos serviços de reforço do subleito serão:

- a) Tratores de esteira;
- b) Caminhões basculante;
- c) Caminhões pipa;
- d) Motoniveladoras;
- e) Rolos vibratórios lisos e pé-de-carneiro;
- f) Pás carregadeira;
- g) Escavadeiras hidráulicas;
- h) Compactadores portáteis vibratórios.

4. EXECUÇÃO E NORMAS

- a) Rachão
 - Compreende as operações de espalhamento, travamento, compactação e acabamento do material, em camadas individuais de no mínimo 0,30m e de no máximo 0,50m de espessura.



- O material de enchimento, rico em finos, o mais seco possível, será espalhado através de equipamento ou forma apropriada, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado graúdo, evitando-se assim engaiolamentos.
 - A ocorrência de regiões com deficiência de finos deverá ser corrigida, mediante uma segunda aplicação de material de enchimento.
 - A compactação deverá evoluir até obter um bom entrosamento na camada, avaliado pelo Grau de Compactação $\geq 100\%$ e inspeção visual.
 - Eventuais defeitos localizados, observados após as operações de compactação, serão objeto de tratamento específico, removendo-se o material existente e substituindo-o por novo material graúdo e de enchimento
 - Em locais inacessíveis ao equipamento de compactação, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será feita à custa de compactadores portáteis vibratórios.
 - Deverá ser utilizada a técnica construtiva de ponta de aterro em locais em que o lençol freático se apresente aflorante.
- b) Areia
- Compreende as operações de espalhamento e acabamento do material, devendo ser espalhada e conformada em uma única camada.
 - Deverá ser utilizada a técnica construtiva de ponta de aterro em locais em que o lençol freático se apresente aflorante.
- c) Moledo
- Compreende as operações de espalhamento, umidecimento ou secagem, compactação e acabamento do material, em camadas individuais de no mínimo 0,20m e, no máximo 0,30m de espessura.
 - A compactação deverá evoluir até se obter um bom entrosamento na camada, avaliado pelo Grau de Compactação $\geq 100\%$ e inspeção visual.
 - Eventuais defeitos localizados, observados após as operações de compactação, serão objeto de tratamento específico, removendo-se o material existente e substituindo-o por novo material.
- d) Brita 4-A
- Atendidas as condições de projeto, têm-se o espalhamento, mistura e compactação, e acabamento do material, até atingir a espessura desejada.
 - Quando houver necessidade de executar camadas com espessura final superior a 0,20m, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma excedendo à espessura de 0,20m.



- A espessura mínima de qualquer camada será de 0,10m, após a compactação.
- O Grau de Compactação deverá ser, no mínimo 100% em relação à massa específica aparente máxima, obtida no ensaio (DNER-ME 129/94) e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado $\pm 2\%$.
- Em locais inacessíveis ao equipamento de compressão, ou onde seu emprego não for recomendável, a compactação requerida será feita à custa de compactadores portáteis vibratórios.

5. CONTROLE E ACEITAÇÃO

5.1 CONTROLE GEOMÉTRICO E DE ACABAMENTO

- a) Após a execução do reforço do subleito, proceder a relocação e nivelamento do eixo e bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:
 - Quanto a largura da plataforma: + 0,10m, não se admitindo valor menor que o projeto.
 - Quanto ao abaulamento: 20% em excesso, não se tolerando falta e nem permitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.
 - Quanto a espessura da camada projetada: $\pm 10\%$
 - Quanto as cotas: - 0,03m a + 0,02m,
- b) As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela fiscalização em bases visuais.

5.2 CONTROLE TECNOLÓGICO

- a) Rachão / Brita 4-A
 - Um conjunto de ensaios de caracterização: Limite de Liquidez (Método DNER-ME 122/94), Limite de Plasticidade (Método DNER-ME 082/94) e Granulometria (Método DNER-ME 080/94), a cada 30m de pista;
 - Uma determinação de Massa Específica Aparente “in situ” (Método DNER-ME 092/94), por camada a cada 100m de pista. Em pista com área de no máximo 4.000m², deverão ser feitas 5 determinações, no mínimo, por camada;
 - Um ensaio de Índice de Suporte Califórnia (ISC) (Método DNER-ME 049/94) com energia de compactação adotada como referência para o trecho, a cada 300m de pista;
 - Um ensaio de compactação com a energia específica da (DNER-ME 129/94), com amostras coletadas na pista, a cada 300m de pista.
- b) Areia
 - Um ensaio de Equivalente Areia (DNER-ME 054/94), para cada 200m³ de material aplicado.



c) Moledo

- Uma determinação da Massa Específica Aparente “in situ” (Método DNER-ME 092/94) por camada, a cada 100m de pista. Em pista com área de no máximo 4.000m², deverão ser feitas, no mínimo 5 determinações por camada;
- Um conjunto de ensaios de caracterização: Limite de Liquidez (Método DNER-ME 122/94), Limite de Plasticidade (Método DNER-ME 82/94), Granulometria (Método DNER-ME 080/94), a cada 300m de pista;
- Um ensaio de Índice de Suporte Califórnia (ISC), (Método DNER-ME 049/94), com energia de compactação adotada como referência para o trecho, a cada 300m de pista;
- Um Ensaio de Compactação com a energia especificada, (Método DNER-ME 129/94), com amostras coletadas na pista a cada 300m de pista.

5.3 ACEITAÇÃO

a) Rachão / Brita 4A

- Quando o material atingir a cota final do reforço do subleito definida em projeto, deverá ser feito o teste de carga, que consiste na passagem ao longo de todo trecho, de um caminhão basculante com capacidade para 6m³, carregado em sua capacidade máxima com material oriundo do próprio reforço de subleito.
- O Índice de Suporte Califórnia deverá ser \geq o previsto em projeto.
- O Grau de Compactação (G.C.) deverá ser de no mínimo 100%.
- Será controlado o valor mínimo para ISC e G.C., com valores obtidos pela tabela de amostragem variável. O número de ensaios ou determinações será definido pela Contratada, em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada.

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:

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



Sendo:

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

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

Onde:

X_i = valores individuais

\bar{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.

b) Areia

- O Equivalente de Areia mínimo exigido é de 35%.
- As condições de espalhamento e desempenho da camada sejam julgados satisfatórios.
- Será controlado o valor mínimo para o Equivalente de Areia pela tabela de amostragem variável. O número de ensaios, ou determinações, será definido pela Contratada em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada.

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:

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



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

Onde:

X_i = valores individuais

\bar{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.

c) Moledo

- Quando o material atingir a cota final do reforço do subleito definida em projeto, deverá ser feito o teste de carga, que consiste na passagem ao longo de todo trecho, de um caminhão basculante com capacidade para 6m³, carregado em sua capacidade máxima com material oriundo do próprio reforço de subleito.
- O Índice de Suporte Califórnia deverá ser \geq o previsto em projeto.
- O Grau de Compactação (G.C.) deverá ser de no mínimo 100%.
- O valor do Índice de Grupo (I.G.), calculado a partir dos ensaios de caracterização do material, deverá apresentar o resultado:

$$I_G \geq I_G \text{ do subleito existente}$$

- Será controlado o valor mínimo de ISC e de G.C., com valores obtidos pela tabela de amostragem variável. O número de ensaios ou determinações será definido pela Contratada em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada.

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:

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

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

Onde:

X_i = valores individuais

\bar{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:

- O reforço será medido em metros cúbicos de material espalhado e compactado na pista.
- 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 pagamento será feito após a medição, com base nos preços unitários contratuais.