

Recuperação e Reabilitação da Barragem Boacica Etapa 1 – Obras Civas – Projeto Básico – Seção 3/5-2 – ET Complementares

**COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA**
Vinculada ao Ministério da Integração Nacional - M I

PROJETO BÁSICO

3ª Ed

Seção 3/5-2
Especificações Técnicas
Complementares

PENEDO (AL)
ABR/2018

1 SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

Os serviços referenciados, baseados na norma DNIT 137/2010-ES, consistirão nas operações destinadas a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização, compreendendo cortes e aterros até 20 cm de espessura;

Para que seja maximizado o aproveitamento da camada superficial existente, naturalmente compactada pelo tráfego, está prevista uma transição vertical de, no máximo, 30,00 m. Esses serviços serão executados dias sem chuvas e mediante proteção contra ação destrutiva das águas pluviais e outros agentes, adotando-se a sequência de procedimentos descrita em 2.4;

Após remoção de materiais orgânicos existentes, será efetuado rebaixamento do greide, nos pontos de cota vermelha negativa. Na falta da determinação dos parâmetros devidos, prevê-se que o subleito apresentará, por conta da compactação natural proporcionada pelo trânsito, $\text{CBR} > 20$, adotando-se a seguinte concepção: a) não haverá previsão de sub-base, devido a capacidade de suporte esperada do subleito; b) a espessura da camada de base, para uso de solo-brita e capeamento em TSD, fica estimada em 30 cm, face às circunstâncias citadas;

Para conformação final da plataforma e atingido o greide de projeto pelo lançamento do material da base, será procedida a escarificação geral, seguida de pulverização, umedecimento (ou secagem), compactação e acabamento. Para essas etapas de compactação e mistura, a frota será composta de motoniveladora pesada, equipada com escarificador; carro tanque distribuidor de água; rolos compactadores autopropulsados pé de carneiro, liso-vibratórios e pneumáticos; tratores de pneu equipados com grades e/ou arados de disco; pulvimisturador;

No controle dos insumos, além dos ensaios de caracterização, os ensaios de compactação (método DNER-ME 129/94), Índice de Suporte Califórnia (ISC) e expansão (método DNER 049/94) serão efetuados mediante amostragem, cuja frequência será definida, 'in situ', pela fiscalização da CODEVASF;

No controle de execução, serão coletadas amostras de forma aleatória, devendo ser efetuados os seguintes ensaios: a) Umidade higroscópica (método DNER-ME 052 ou 088/94) com tolerância de $\pm 2\%$ em relação à ótima; b) Massa específica aparente seca 'in situ' (método DNER-ME 092 ou 036/94). Nos cálculos do grau de compactação, serão considerados os valores da obtidos no campo e no laboratório, não sendo aceitos valores inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima;

O plano de amostragem, destinado ao controle tecnológico do produto, será elaborado pela executante e aprovado pela fiscalização da CODEVASF. Para tanto, serão observados os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97. As tolerâncias quanto às medidas geométricas serão as seguintes: a) largura da plataforma: ± 10 cm; b) flecha de abaulamento: 20% em excesso, não se tolerando falta; c) cotas do greide: ± 3 cm em relação às projetadas. Para determinação das condições de conformidades e não-conformidades, serão observados os critérios estabelecidos no item 7.5 da Norma DNIT 137/2010-ES;

Nenhuma medição será processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle de qualidade, contendo os resultados dos ensaios devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

BASE DE GRANULOMETRICAMENTE ESTABILIZADA

O serviço referenciado, baseado na Norma DER/PR ES-P 09/05, consistirá na execução de base composta por mistura não usinada de solo arenoso fino laterítico e brita corrida, cuja estabilização, após a devida homogeneização, é obtida pela ação mecânica do equipamento de compactação;

Materiais: O solo a ser empregado deverá atender às exigências da especificação DER/PR ES-P 08/05 – solo Arenoso fino de comportamento laterítico. O agregado será obtido da rocha sã, livre de excesso de partículas lamelares ou alongadas, devendo satisfazer: a) durabilidade, segundo DNER-ME 89/94, com perdas inferiores a 12 e 15% para grãos e miúdos, respectivamente; b) desgaste, conforme DNER-ME 35/98, inferior a 50% para a fração retida na peneira nº 10. O ISC da mistura não será inferior a 80% e a expansão máxima de 0,2%, quando submetidos ao método DNER-ME 49/94. As porcentagens dos componentes serão definidas em projeto, sendo que a máxima de solo seco da mistura será de 40%. Na dosagem em campo, os pesos secos ao ar, terão como medida padrão a concha da pá-carregadeira. Serão obtidos os números de medidas-padrão de cada componente que melhor reproduzirão a dosagem projetada;

Aos equipamentos da frota inicial, serão acrescidos: trator de esteira, pá carregadeira, caminhões basculantes, rolo compactador vibratório “pata curta”, compactadores mecânicos portáteis e ferramentas complementares;

Procedimentos recomendados: a) depositam-se os componentes alternadamente, revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá carregadeira. Erros de contagem do número de medidas de cada componente poderão ser evitados, dosando-se um ciclo de mistura por vez; b) o material misturado será transportado para a pista e depositado em montes espaçados de forma a garantir as condições geométricas de largura e espessura previstas c) após espalhada na espessura desejada, a camada solta será molhada até atingir umidade em torno da ótima, porém sempre com tendência ao ramo seco. A homogeneização do material na umidade desejada será obtida com o uso do pulvimisturador e/ou grade de disco pesada; d) com a etapa anterior concluída, conforma-se a plataforma e inicia-se a compactação. Esta deve evoluir longitudinalmente, iniciando no bordo mais baixo e progredindo no sentido do bordo mais alto da seção transversal, sendo exigido que em cada passada do equipamento seja coberta a metade da largura da faixa anteriormente comprimida. A compactação será iniciada com o rolo compressor vibratório liso, até se atingir o grau de compactação desejado. A “faixa de trabalho” para o teor de umidade na compactação é determinada através da curva ISC & umidade, tomando-se como referência o intervalo de umidade no qual se obtém valores de ISC iguais ou superiores ao fixado no projeto. O acabamento e a compressão final serão obtidos com o uso do rolo de pneus de pressão regulável;

Para controle de qualidade dos insumos e produto, serão considerados os ensaios e determinações abaixo indicados:

Recuperação e Reabilitação da Barragem Boacica Etapa 1 – Obras Civas – Projeto Básico – Seção 3/5-2 – ET Complementares

INSUMO/SERVIÇO	QUANT.	TIPO	FREQUÊNCIA
Solo (na jazida)	01	Limite de liquidez	Para cada 600 m³ de mistura produzida
	01	Limite de plasticidade	
	01	Granulometria	
Agregado	01	Granulometria	Idem,
Mistura na pista	01	GC na energia especificada	Para cada 1200 m³ de material distribuído
	01	ISC	
	01	Granulometria	Idem, 300 m³
	01	Teor de umidade	Idem, 100 m³
	01	Massa seca 'in situ'	
Obs. No início da obra e quando houver alteração mineralógica na bancada da pedreira, serão apresentados um ensaio dos tipos: desgastes Los Angeles, lameralidade, durabilidade			

Os critérios de aceitação/rejeição, medição e pagamento, obedecerão ao disposto dos itens 9, 10 e 11, respectivamente, da Norma DER/PR ES-P 09/05, na qual a presente especificação é baseada.

TRATAMENTO SUPERFICIAL

O serviço referenciado, baseado na Norma DAER-ES-P 14/11, destina-se a revestir superfícies imprimadas ou pintadas com camada constituída pela conjugação de ligantes betuminosos e agregados minerais. O revestimento a ser empregado será em tratamento superficial duplo (TSD), que é constituído por duas aplicações sucessivas de ligante betuminoso, cobertas, cada uma, por camada de agregado mineral, ambas submetidas à compactações;

Os materiais constituintes considerados nesta especificação deverão apresentar as seguintes características: a) ligante: emulsão asfáltica de ruptura rápida, RR-2C; (viscosidade a 50°C: 100 a 400 sSf; resíduo mínimo = 67% em peso); b) agregados minerais: pedra, cascalho ou seixo rolado britado, conforme quadros abaixo:

casamento da seixo torado brando, conforme quadros abaixo:

Agregados para TSS e TSD	Parâmetros		Requisitos/ Ensaio				
	Desgaste Los Angeles		≤ 40% (DNER-ME 35/98)				
	Índice de forma		> 0,5 (DNER-ME 86/94)				
	Perda de Durabilidade		< 12% (DNER-ME 89/94)				
Granulometria							
Peneiras		Faixas para TSS		Faixas para camadas - TSD		Tolerância da faixa	
pol.	mm	A	B	A (1ª)	B (1ª ou 2ª)		C (2ª)
1	25,4			100			± 7
3/4	19,1			90 - 100			± 7
1/2	12,7	100		20 - 55	100		± 7
3/8	9,5	85 -100	100	0 – 15	85 – 100	100	± 7
Nº 4	4,8	10 - 30	85 - 100	0 - 5	10 – 30	85 – 100	± 5
Nº 10	2,0	0 - 10	10 – 40		0 – 10	10 – 40	± 5
Nº 200	0,074	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0- 2	0 - 2	± 2

As taxas de aplicação do ligante e de espalhamento do agregado são as seguintes:

Taxas de aplicação				
TSS		TSD		
Ligante	Agregado	Camada	Ligante	Agregado
0,8 a 1,2 l/m ²	8 a 12 kg/m ²	1ª		20 a 25 kg/m ²
		2ª		10 a 12 kg/m ²
		1ª e 2ª	2 a 3 l/m ²	

As diretrizes e procedimentos pertinentes à execução, equipamentos, controle tecnológico e critérios de aceitação para o TSD serão, por extensão e no que forem pertinentes, os previstos na norma referenciada para o TSS. A referida norma é parte integrante da presente especificação, naquilo que não confrontar com o acima estabelecido.

SOLO ARENOSO FINO LATERÍTICO

As especificações do solo arenoso fino laterítico são fundamentadas em determinações de suas propriedades mecânicas e hídricas. Essas especificações impõem as seguintes condições para o emprego desses solos como base de pavimentos:

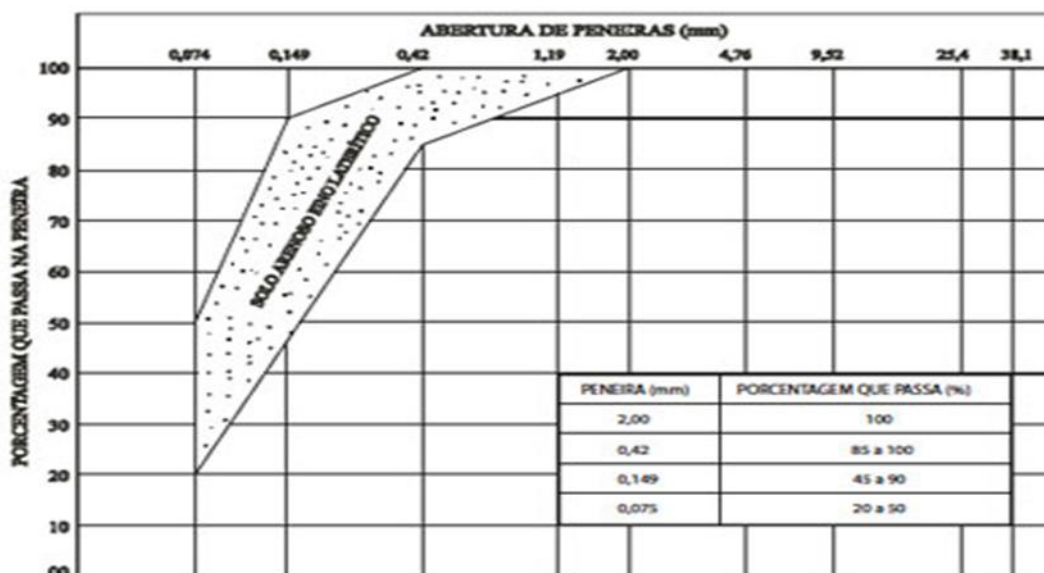


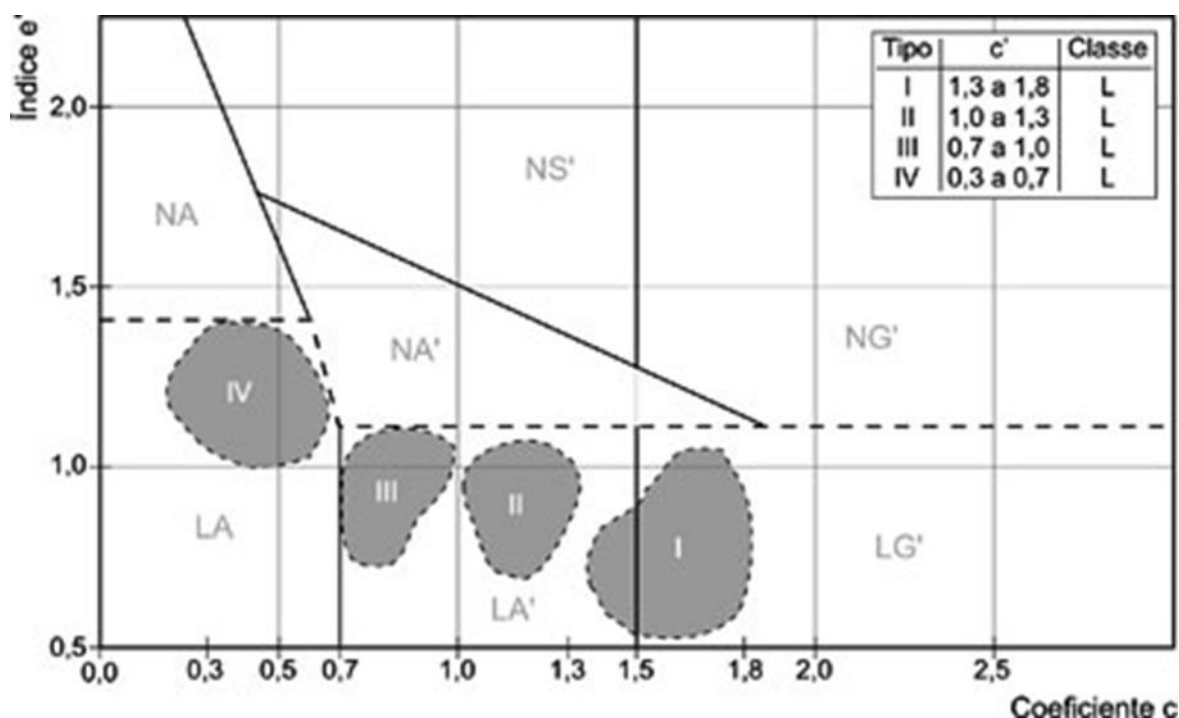
FIGURA 17: Faixa Granulométrica Recomendada para Bases de SAFL

Composição granulométrica do solo tal que, 100% seja constituído por grãos que passem integralmente na peneira de abertura de 2,00 mm ou que possua uma porcentagem de grãos de, no máximo, 5% retidos nessa peneira. – Os solos devem pertencer à classe de solos de comportamento laterítico de acordo com a classificação MCT, ou seja, ser do tipo LA, LA' ou LG'. – Os solos devem apresentar propriedades mecânicas e hídricas dentro dos intervalos

indicados na tabela 5, quando compactados na Energia Intermediária do Mini-Proctor. A curva granulométrica destes solos é descontínua e eles devem apresentar uma granulometria que se enquadre na faixa indicada na figura 17, servindo, portanto esta faixa como orientação para o emprego desses solos como bases de pavimento. Para os solos de cada uma das áreas da figura 18 (abaixo) foram estudados detalhes da técnica construtiva mais adequada a fim de evitar qualquer defeito construtivo e minimizar o custo de construção.

PROPRIEDADES	INTERVALOS DE VALORES
Mini-CBR sem imersão	$\geq 40\%$
$RI = 100 \times \text{Mini-CBR}_{\text{se}} / \text{Mini-CBR}_{\text{sm}}$	$\leq 50\%$
Expansão sem sobrecarga padrão	$\leq 0,3\%$
Contração	0,1 a 0,5%
Coefficiente de Sorção	10^{-2} a 10^{-4} (cm/min ^{1/2})

TABELA 5: Valores Recomendados para Bases de SAFL.



Peculiaridades sobre o Comportamento de Pavimentos com Base de SAFL: Algumas peculiaridades observadas durante a vida de serviço dos pavimentos executados com bases de solo arenoso fino laterítico são: – Baixíssima incidência de ruptura da base, exceto em locais onde o lençol freático se encontra a menos de 1,0 m de profundidade e/ou em pontos de percolação de águas superficiais. – Pequenas deflexões, geralmente entre 20 e 60 (1/100 mm). – Pequenas deformações nas rodeiras, porém, sem trincamento do revestimento. – Baixa contração por secagem ao ar nos solos da área II resultando em placas de dimensões aproximadas de 50 x 50 cm na base, consideradas ideais como padrão de trincamento. Os solos da área I apresentam contração média a elevada, que conduz à formação de placas da ordem de 30 x 30 cm. – Excelente capacidade de receber compactação (solos das áreas I e II),

alcançando facilmente o grau correspondente a 100% da MEASmax relativa à “energia intermediária”. – Facilidade no acabamento da base e baixo desgaste superficial sob a ação do trânsito de serviço. – Satisfatória receptividade à imprimadura, proporcionando uma boa aderência da camada de rolamento à base. – Superfície e borda pouco susceptíveis ao amolecimento por umedecimento. As peculiaridades mencionadas são relativas principalmente às áreas I e II da figura 18. Entretanto, cabe ressaltar que, quando da utilização de solos pertencentes às áreas III e IV, observa-se o seguinte: – Dificuldade de aceitar compactação. O grau de compactação atinge valores entre 93 e 97% da MEASmax relativa à “energia intermediária”. – Propensão para formação de “lamelas” na construção. – Dificuldade no acabamento da base, principalmente sob ação do tráfego de construção. – Superfície e borda da base muito susceptíveis ao amolecimento por absorção excessiva de umidade. Problemas de erodibilidade nas bordas quando sujeitas à ação d’água em segmentos onde não existem guias e sarjetas e/ou proteção lateral.

Considerações sobre Defeitos no Pavimento devido às Deficiências da Técnica Construtiva Os principais defeitos incidentes em pavimentos com bases de SAFL decorrem de algumas deficiências no processo executivo e da interface base/revestimento. Estão indicados nos fluxogramas 3 e 4 respectivamente. Dentre as ocorrências mencionadas, os defeitos que mais afetam a vida de um pavimento com base de SAFL são: – Lamelas superficiais: decorrentes de pequenos aterros para acerto de greide, quando do acabamento, e de supercompactação superficial da camada, mais incidente em solos pouco coesivos. – Falta de imprimadura impermeabilizante ou taxa insuficiente, que não confere a coesão necessária na superfície da base, acarretando cravamento do agregado do revestimento na base. – Escolha inadequada do solo, por exemplo, com baixa capacidade de suporte, levando consequentemente a recalques e deformações excessivas, ou utilização de solos não coesivos ocasionando escorregamentos do revestimento. Fonte/ livro: "Pavimentos de Baixo Custo para Vias Urbanas" – Bases Alternativas com Solos Lateríticos (Douglas F. Villibor e outros).

CONTROLE DO SOLO E DA BASE	PROCEDIMENTO CONSTRUTIVO SOLOS DAS ÁREAS I E II
<p>Controle do Solo a cada 100 m</p> <ul style="list-style-type: none"> - Granulometria: peneiras 0,42, 0,150 e 0,75 mm - Mini-CBR_{3m} - Contração 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar o solo e pulverizá-lo, deixando a camada solta (colchão) na faixa de umidade de projeto. - Iniciar a compactação com rolo pé de carneiro pata longa, 6 passadas e se necessário, complementá-la com rolo vibratório corrugado, dando no máximo 3 passadas. - Preferencialmente não patrolar o solo para o ajuste de espessura da base durante o processo de compactação, que deverá terminar quando o grau de compactação de campo for \geq ao de projeto. - Após irrigá-la, efetuar o acabamento final da base com a motoniveladora, cortando a uma espessura de 2 cm e também cortando as laterais. Executar a rolagem final com rolo de pneu ou dar no máximo 1 passada com o rolo vibratório liso. - Deixar a base perder umidade, por secagem, num período de 48 a 60 horas ou até a ocorrência de trincas com largura de 2 mm.
<p>Controle da Base a cada 40 m</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificação do grau de compactação \geq 100% da energia intermediária - Verificação do teor de umidade na fase de compactação ($hot \pm 2\%$) 	<p>PROCEDIMENTO CONSTRUTIVO SOLOS DAS ÁREAS III E IV</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar o solo e pulverizá-lo na faixa de umidade de projeto. - Iniciar a compactação com rolo de pneu, 8 passadas e complementá-la, se necessário, dando no máximo 1 passada com rolo liso vibratório. - Não patrolar o solo para o ajuste de espessura da base durante o processo de compactação. - Acabamento final da base: após irrigá-la, efetuar o acabamento com a motoniveladora, cortando numa espessura de 2 cm e também cortando as laterais, porém dando a rolagem final com o rolo de pneu. - Deixar a base perder umidade, por secagem, num período de 48 a 60 horas ou até a ocorrência de trincas com largura de 2 mm.
<p>Recomendações gerais:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Espessura mínima da base é de 12,5 cm e a máxima de 17,0 cm; 2. A uniformização do teor de umidade do colchão de solo para compactação deverá ser efetuada no final da tarde e sua compactação deverá ser executada no período da manhã; 3. A imprimação da base deve ser precedida de uma leve irrigação. 	

TABELA 6: Procedimento Construtivo e Controle Tecnológico da Base de SAFL

REFERÊNCIAS

- 1.1 Terraplenagem
 - 1.1.1 Serviços preliminares DNIT-104/2009-ES
 - 1.1.2 Caminhos de serviço DNIT-105/2009-ES
 - 1.1.3 Cortes DNIT-106/2009-ES
 - 1.1.4 Empréstimos DNIT-107/2009-ES
 - 1.1.5 Aterros DNIT-108/2009-ES
- 1.2 Drenagem
 - 1.2.1 Meio-fios e guias DNIT-020/2006-ES
 - 1.2.2 Entradas e descidas d'água DNIT-021/2004-ES
 - 1.2.3 Dissipadores de energia DNIT-022/2006-ES
 - 1.2.4 Bueiros tubulares de concreto DNIT-023/2006-ES
- 1.3 Pavimentação
 - 1.3.1 Regularização do subleito DNIT-137/2010-ES
 - 1.3.2 Sub-base estabilizada granulometricamente DNIT-139/2010-ES
 - 1.3.3 Base estabilizada granulometricamente DNIT-141/2010-ES
 - 1.3.4 Imprimação DNIT-144/2010-ES
 - 1.3.5 Concreto Betuminoso Usinado a Quente DNIT 031/2006-ES
- 1.4 Obras Complementares e Sinalização
 - 1.4.1 Sinalização horizontal DNIT-100/2009-ES
 - 1.4.2 Sinalização vertical DNIT-101/2009-ES
 - 1.4.3 Proteção vegetal DNIT-102/2009-ES
 - 1.4.4 Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Contran