

# REFORÇO DO SUBLEITO - REF

Especificação Particular

**C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

Novembro de 2015



**DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 002 Rev.00**

# Especificação Particular para Execução de

## Reforço do Subleito

Designação ARTERIS ES 002- Rev 00 (Novembro/2015)



---

### 1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada no transporte, aplicação e aceitação da regularização, melhoria e preparo do reforço de subleito.

Neste documento encontram-se definidos os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade, além dos critérios para a aceitação e rejeição dos serviços.

---

### 2. ENSAIOS NECESSÁRIOS

Para o entendimento desta Norma devem ser consultados os documentos seguintes:

ABNT NBR 7181 Solos – Análise Granulométrica.

ABNT NBR 7180 Solos – Limite de Plasticidade.

ABNT NBR 6459 Solos – Limite de Liquidez.

ARTERIS ME 037. Ensaio triaxial para determinação do módulo de resiliência de base e sub-bases de pavimentos.

DNIT-ME 164 - Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas.

DNIT-ME 092 - Solos – Determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia.

DNIT-ME 049 - Solos – determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas.

DNIT-ME 024 - Pavimento – Determinação das deflexões pela viga Benkelman.

---

### 3. DEFINIÇÃO

Para o efeito desta Norma é adotada a seguinte definição:

3.1 Reforço do subleito:

Reforço do subleito de solo selecionado é a camada do pavimento constituída de solo escolhido proveniente de áreas de jazidas ou empréstimos, executada sobre o subleito, com intuito de melhorar a capacidade estrutural do pavimento. Apresenta estabilidade e durabilidade quando adequadamente compactada.

---

#### **4. CONDIÇÕES GERAIS**

- 4.1 Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.
- 4.2 A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade para execução da camada do reforço do subleito.
- 4.3 Durante todo o tempo de execução do reforço do subleito, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

---

#### **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

##### **5.1 MATERIAL**

O material a ser empregado no reforço do subleito deve apresentar características superiores às especificadas em projeto de pavimento específico para o subleito, devendo satisfazer as seguintes condições:

- A granulometria determinada conforme NBR 7181 deve ser compatível com a especificada no projeto de dimensionamento do pavimento e o diâmetro máximo das partículas deve ser de 76 mm.
- A dosagem do material deve ser determinada conforme DNIT-ME 164, determinando a massa específica aparente seca máxima ( $\text{g/cm}^3$ ) e sua respectiva umidade ótima (%).
- O CBR determinado conforme DNIT-ME 092, podendo ser energia normal ou intermediária, onde suas características devem ser:
  - Superior ao do subleito.
  - Igual ou superior ao considerado para reforço do subleito no dimensionamento do pavimento, com um mínimo de 20%.
- A expansão determinada no ensaio de CBR, de acordo com a DNIT-ME 092, utilizando a energia especificada no projeto, deve ser igual ou inferior a 1%.
- O módulo de resiliência do material deve ser determinado conforme ARTERIS ME 037, e superior a 150 MPa.

---

#### **6. EQUIPAMENTO**

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização da Arteris. O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

Caminhões basculantes para transporte da mistura.

6.1 Caminhões basculantes.

6.2 Escavadeira hidráulica ou pá carregadeira.

6.3 Motoniveladora equipada com escarificador, com dispositivos para controle de profundidade.

6.4 Caminhão tanque irrigador de água e distribuidor com no mínimo 6.000 litros de capacidade.

6.5 Trator agrícola com arados e grade de discos.

6.6 Rolo compressor pneumático, liso e tipo pé de carneiro.

---

## **7. EXECUÇÃO**

### 7.1 Espalhamento, mistura e homogeneização

Os materiais escavados a serem utilizados na camada de reforço do subleito devem ser transportados para local de aplicação, descarregados e distribuídos em montes e leiras sobre o subleito, para posterior espalhamento com motoniveladora, de forma a obter a espessura da camada definida em projeto.

Nos casos de correção de umidade, o material deve ser destorroado até pelo menos 60% do total em peso, excluído o material graúdo, que passa na peneira n° 4, de 4,8 mm. Admitem-se variações do teor de umidade entre - 2,0 % a +1,0 % em relação à umidade ótima de compactação.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento da camada, através de caminhão tanque irrigador. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material deve ser aerado mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora para que o material atinja o intervalo da umidade especificado.

O material umedecido e homogeneizado deve ser espalhado de forma regular e uniforme em toda a largura do leito, de forma tal que, após a compactação, sua espessura não exceda 15 cm.

A execução de camadas com espessura superior a 15 cm e limitadas a 20 cm somente serão permitidas pela fiscalização se ficar comprovado que o equipamento empregado é capaz de compactar espessuras maiores, de modo a garantir a uniformidade do grau de compactação em toda a profundidade da camada.

## 7.2. Compactação

Concluídas as correções necessárias para obtenção do teor ótimo da umidade especificada, deve-se conformar a camada pela ação da motoniveladora, iniciando em seguida a compactação. O equipamento de compactação utilizado deve ser compatível com o tipo de material e com as condições de densificação pretendidas no reforço do subleito. Usualmente rolo do tipo pé de carneiro.

O número de passadas necessárias do equipamento de compactação, para atingir grau de compactação exigido, deve ser determinado experimentalmente na pista.

Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

## 7.3. Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus ou liso.

A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

A densidade aparente da mistura compactada ser checada, determinando o grau de compactação cujo o mesmo, deve ser maior ou igual a 100% da densidade aparente máxima definida em 5.1.

A deflexão medida não pode, em nenhum ponto, ser superior à definida no projeto.

---

## 8. CONTROLE DE QUALIDADE

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada no item 2.

### Materiais

- Uma granulometria determinada conforme NBR 7181 na ocasião da dosagem.
- Uma dosagem a cada material coletado conforme DNIT-ME 164.
- Uma determinação dos limites de Atterberg (NBR 7180 e NBR 6459) na ocasião da dosagem.
- Uma curva de CBR e expansão conforme DNIT-ME 049 na ocasião da dosagem ou mudança no material.
- Um ensaio de módulo de resiliência ARTERIS ME 037 na ocasião da dosagem ou mudança no material.
- Um ensaio de massa específica aparente “in situ” (DNER-ME 092) a cada 100m de pista, obedecendo à ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo. Este ensaio também servirá para medir a espessura da camada executada.

- Medidas das deflexões recuperáveis, pela Viga Benkelman (DNER-ME 024) ou pelo FWD a cada 20 m de faixa. As deflexões máximas admissíveis serão fixadas no projeto.

Geométrico

- As variações individuais das cotas obtidas estejam compreendidas no intervalo superior a 95% da espessura de projeto.

Os resultados dos ensaios de Controle Tecnológico serão tratados estatisticamente de acordo com a quantidade de resultados e medições por período ou segmento. O lote, para o controle estatístico, a ser adotado pode ser por tempo ou extensão. Por exemplo, uma semana de trabalho ou 1 km de pista.

## 9. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

Todos os ensaios dos materiais e da mistura indicados em 8 (Controle de Qualidade), bem como a espessura medida, deverão atender aos requisitos desta especificação e/ou do projeto, de acordo com o critério a seguir:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo de projeto}$  ou  $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço};$

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo de projeto}$  ou  $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço}.$

Sendo:

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

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

Onde:

$X_i$  - valores individuais.

$\bar{X}$  - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL																		
N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	>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	1,05	1,04	1,02	1,01	1,00
N = nº de amostras									k = coeficiente multiplicador									

Os serviços rejeitados deverão ser refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, a ser feito pela construtora e entregue junto com a medição. A medição só será encaminhada para pagamento após a entrega do relatório de controle do trecho medido.

#### 10. APÊNDICE - TABELA DE FREQUENCIA DE ENSAIOS

ENSAIO		FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO	ACEITAÇÃO	OBSERVAÇÕES/MÉTODO DE ENSAIO
DOSAGEM	DOSAGEM DO SOLO	15 dias antes inicio trabalhos ou material mudar	-	DNIT ME-164
	GRANULOMETRIA DO SOLO	Na dosagem ou material mudar	-	ABNT NBR 7181
	LIMITES DE ATTERBERG	Na dosagem ou material mudar	-	ABNT NBR 7180 ABNT NBR 6459
	CBR e EXPANSÃO	Na dosagem ou material mudar	$\geq +2\%$ do CBRprojeto e	DNIT ME-049
	EXPANSÃO	Na dosagem ou material mudar	$\leq 2\%$	DNIT ME-049
	MÓDULO DE RESILIÊNCIA	Na dosagem ou material mudar	$\geq 150$ MPa	ARTERIS ME 037
PISTA	MEDIDAS DE DEFLEXÃO (VIGA BENKELMAN)	a cada 100 metros de pista	$\bar{X} + ks \leq D_{proj.}$	DNIT ME-024
	GRAU DE COMPACTAÇÃO	a cada 100 metros de pista	$\geq 100\%$ (Energia especificada)	DNIT ME-092
TOPOGRAFIA	ESPESSURA	a cada 100 metros de pista	$\bar{X} - ks > 95\%$ da espessura de projeto	Linha e trena / topografia