1.0 PROJETO GEOMÉTRICO E TERRAPLENAGEM

O projeto geométrico se inicia após a conclusão dos serviços topográficos, sendo feita a locação dos eixos de ruas e seções transversais, para que seja levantado todos os pontos irregulares da superfície.

1.1 – Lançamento de Greide

No projeto geométrico, precisamente no lançamento do greide, procuramos estudar e analisar o melhor traçado vertical em busca de um projeto com alto grau de concordância com a topografia existente e o melhor custo benefício na sua execução.

Após o estudo minucioso do traçado e conseqüentemente o lançamento do greide, utilizamos de ferramentas de computação específicos de terraplenagem e projeto de vias para o cálculo dos volumes e notas de serviços de terraplenagem.

No projeto geométrico, utilizamos curvas verticais de concordância parabólicas.

1.2 – Volumes e Notas de Serviço

Concluído o lançamento do traçado vertical, iniciam-se os cálculos de terraplenagem.

Para que seja realizado os cálculos, necessitamos primeiramente de criar a seção-tipo do pavimento a ser utilizado no projeto. Após serem definidas as seções-tipo de cada rua com o seu caimento e largura, os cálculos são feitos utilizando programas específicos para determinada finalidade.

Nos cálculos de volumes utilizamos o método da semi-soma, neste método são calculadas as áreas de corte e aterro de cada seção transversal, somadas 2 a 2 e então multiplicadas pela semi-distância. O resultado é chamado de volume inter-perfil. As somatórias dos volumes inter-perfis do trecho dará o volume total de corte e aterro.

$$\text{Volume de Corte} = \frac{(\text{Área de corte1}+\text{Área de corte2})}{2} \times d$$

$$\text{Volume de Aterro} = \frac{(\text{Área de aterro1}+\text{Área de aterro2})}{2} \times d$$

onde d = distância entre as seções

Neste método de cálculo, o volume é calculado por uma fórmula que é uma aproximação da fórmula de cálculo de um prismatóide.

No cálculo da área de cada seção, ordenam-se os pontos pelas distâncias da esquerda para a direita. No caso de perfis em que não haja fechamento da figura entre 2 perfis, será considerada uma linha vertical para efeito de cálculo de área.

2.0 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

2.1 – Dimensionamento

O método de projeto de estruturas de pavimento flexíveis utilizado é o mesmo utilizado pelo DNIT, com base no CBR, onde a estrutura do pavimento é concebida para proteger o subleito quanto à ruptura por cisalhamento ou por acúmulo de deformação permanente.

Pelas características de tráfego, com projeção de vida de projeto de 10 anos e sendo o veículo padrão de 18.000 lbs por eixo simples, pode-se definir que o dimensionamento com o uso de N está enquadrado para o tráfego leve e médio.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	***TRÁFEGO PREVISTO***	***VIDA DO PROJETO (ANOS)***	***VOLUME INICIAL DA FAIXA MAIS CARREGADA***		***N***	***N característico***
			VEICULO LEVE	***CAMINNHÕES E ÔNIBUS***		
Via Local Residencial C/ Passagem	Leve	10	100 a 400	4 a 20	2,7 x 10 a 1,4 x 10	10^5
Via Coletora Secundária	Médio	10	401 a 1500	21 a 100	1,4 x 10 a 6,8 x 10	5×10^5

2.2 - Determinação da Espessura das Camadas

Em função dos parâmetros obtidos anteriormente obtém-se as espessuras totais necessárias à proteção do sub-leito, sub-base e base.

No gráfico para carga de roda de tráfego leve e médio, com o CBR de sub-leito e sub-base define-se respectivamente a espessura do pavimento e da base com a capa. Para tal dimensionamento leva-se em consideração o N para Revestimento mínimo ($R_{mín}$), e o fator estrutural do componente do pavimento de acordo com as tabelas seguintes.

N	R_{min} (cm)	Tipo de revestimento
Até 10^6	2,5 - 3,0	Tratamento Superficial
10^6 a 5×10^6	5	Revestimento Betuminoso
5×10^6 a 10^7	5	Concreto betuminoso
10^7 a 5×10^7	7,5	Concreto betuminoso
Mais de 5×10^7	10	Concreto betuminoso

Componentes dos pavimentos	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77 (1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento (resistência à compressão em 7 dias > 45kgf/cm^2)	1,70
Idem (resistência à compressão em 7 dias entre 45kgf/cm^2 e 35kgf/cm^2)	1,40
Idem (resistência à compressão a 7 dias inferior 35kgf/cm^2)	1,00

Para o ISC de projeto, foi adotado CBR de sub-leito igual a 10%.

As espessuras específicas de cada camada são obtidas pela resolução das equações:

$H_{20} = B + R$

$h_{20} = H10 - H20$

Onde:

B = Espessura da base

R = Espessura do revestimento

H_{20} = Espessura da sub-base

H_{10} = Espessura do pavimento

Dos gráficos retira-se os seguintes dados:

Tráfego Leve (N=10^5)

H_{10} = 33,50 cm
H_{20} = 21 cm

Tráfego Médio (N=5x10^5)

H_{10} = 36,50 cm
H_{20} = 22,50 cm

Acréscimo de 10% em função da altura anual de chuva

H_{10} = 33,50 + 3,35 = 37 cm
H_{20} = 21 + 2,10 = 23 cm

h_{20} = 37 – 23 = 14 cm

H_{10} = 36,50 + 3,65 = 40 cm
H_{20} = 22 ,50 + 2,25 = 25 cm

h_{20} = 40 – 25 = 15 cm

Espessura do Pavimento

Revestimento TSD de 2,50 cm; aplicando K = 1,20, o revestimento em TSD equivale a 3,0 cm de base granular.

$H_{20} = B + R$

23 = B + 3

B = 20 cm

$H_{20} = B + R$

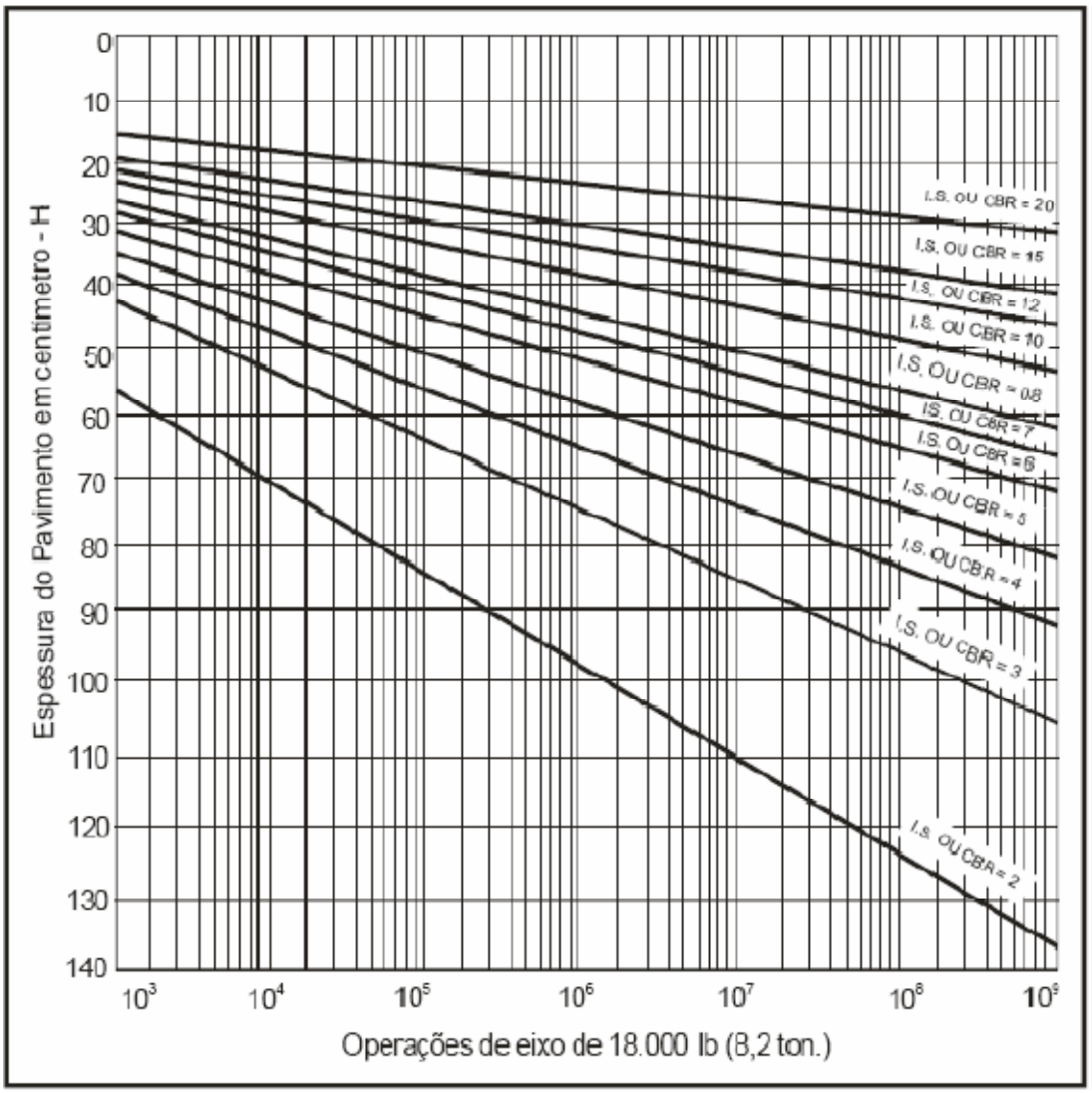
25 = B + 3

B = 22 cm

QUADRO RESUMO (*Tráfego Leve*)			CBR
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PORCENTAGEM
REVESTIMENTO	T.S.D.	2,5	
BASE	Cascalho	20	>= 60%
SUB-BASE	Estabilizado Granulometricamente	14	>= 20%
SUBLEITO			10%

QUADRO RESUMO (*Tráfego Médio*)			CBR
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PORCENTAGEM
REVESTIMENTO	T.S.D.	2,5	
BASE	Cascalho	22	>= 60%
SUB-BASE	Estabilizado Granulometricamente	15	>= 20%
SUBLEITO			10%

Engº Fredy Stewvster
CREA-GO 12.489/D



Ábaco: número de repetições e C.B.R.

3.0 TERRAPLENAGEM

3.1 Especificação de serviços de terraplenagem

Visa o presente capítulo normatizar as atividades inerentes à implantação do projeto de pavimentação das vias públicas. As especificações do serviço apresentadas são as usuais adotadas pela AMOB - Goiânia, em obras viárias.

3.1.1 Regularização do Sub-leito - Terraplenagem

Enumerou-se nestas especificações os serviços a serem executados:

- Limpeza, carga e remoção de vegetação e material orgânico por ventura existente na via a ser implantada.

- Retirada dos obstáculos que possam prejudicar a implantação da obra.

- Transporte do material escavado.
- Escarificação do sub-leito, na largura determinada em projeto.
- Umedecimento, gradeação do sub-leito.
- Regularização e compactação do sub-leito.
- Acabamento da superfície do sub-leito.
- Equipamentos principais a serem utilizados na execução dos serviçosde terraplenagem do sub-leito:
- Trator de esteira para desmatamento e limpeza da vegetação.
- Pá carregadeira para carga dos caminhões.
- Carros tanques ou irrigadeiras, para transporte e distribuição de água.
- Motoniveladora com escarificador para escarifcação, misturar, homogeneização e distribuição do solo.
- Grade de disco provida de reguladores de profundidade.
- Rolo pé-de-carneiro e rolo liso autopropulsor, para compactação das camadas de solo.
- Trator de pneu para tracionar o rolo pé-de-carneiro e grade rome.

Inicialmente serão executados os serviços de limpeza do terreno com o fim de remover toda a vegetação e material orgânico, por ventura existente no leito da via a ser implantada.

Também serão retirados todos os obstáculos que possam prejudicar a implantação da obra.

Posteriormente serão executados os serviços de rebaixamento ou aterro da caixa da via, conforme exigência do projeto. Nos aterros os materiais empregados deverão ter características uniformes e de boa qualidade. Serão executados em camadas regulares e compactado com equipamento apropriado até atingir um grau de compactação de 100%, referente ao ensaio DNIT-ME-47-64.

Os trechos a serem regularizados serão escarificados a uma profundidade de 15cm, posteriormente será umedecido, gradeado, homogeneizado e compactado à umidade ótima, visando assegurar o grau de compactação determinado em laboratório, referente ao ensaio DNIT-ME-47-64.

A expansão do sub-leito não deve ser maior que 3%. Quando por razões de maior cuidado com eventuais recalques, se exige equipamentos pesados na compactação do sub-leito, as normas exigem que essa compactação seja 100% em relação ao Proctor normal.

Para obter uma ótima qualidade na execução do sub-leito deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação:

Método DNIT - ME-47-64

- Determinação da massa específica:

Método DNIT - ME-92-64

- Determinação do teor de umidade:

Método DNIT - ME-52-64

- Ensaios de caracterização:

- Limite de liquidez:

Método DNIT - ME-44-71

- Limite de plasticidade:

Método DNIT - ME-82-63

- Análise granulométrica:

Método DNIT - ME-80-64

- Ensaios de I.S.C. e compactação:

Método DNIT - ME-47-64

Os ensaios serão executados de 100 em 100 metros no máximo. Após a compactação e a liberação feita pelo laboratório de solo, faz-se o acabamento com os rolos lisos e pneumático.

Concluída a execução do sub-leito, faz-se a relocação planimétrica e altimétrica da caixa do sub-leito conferindo as cotas e larguras exigidas no projeto.

No nivelamento tolera-se cotas menores ou iguais do projeto e nas larguras da plataforma tolera-se larguras maiores ou iguais do projeto.

Concluindo o controle geométrico, libera-se para execução da sub-base.

3.1.1.1 Substituição do Material do Sub-leito

O material constituinte para substituição de solo do sub-leito, deve ter boas características físicas, e o C.B.R. maior que o índice de suporte de sub-leito.

O material que substituirá o solo do sub-leito, denominar-se-á de “Reforço do sub-leito”.

Na execução dos aterros somente será permitido a utilização de materiais com C.B.R. 6, até o limite dos últimos 20cm, os quais obrigatoriamente deverão apresentar um C.B.R. 10.

Nestas especificações considera-se os seguintes serviços do reforço de sub-leito:

- Limpeza das áreas de empréstimo.
- Escavação e carga do material de expurgo.

- Transporte de material de reforço.
- Espalhamento, regularização, gradeação, umedecimento do material de reforço do sub-leito.

Equipamentos a serem utilizados na execução do reforço do sub-leito:

- Trator de esteira para desmatamento e limpeza da vegetação, e da camada de material orgânico.
- Pá carregadeira para carga dos veículos de transporte.
- Veículos com tanques e irrigadeiras para transporte e distribuição de água.
- Motoniveladora com escarificador, para escarificação, mistura, homegeneização e distribuição do solo de reforço do sub-leito.
- Grade de disco providos de reguladores de profundidade.
- Rolo pé-de-carneiro, rolo liso autropopulsor para compactação das camadas de solo.
- Trator de pneu para tracionar os rolos pé-de-carneiro e grade rome.

Inicia-se a execução do corte do solo onde o I.S.C. for menor que o indicado no projeto.

A camada de solo a ser retirada deverá ter profundidade que for determinada no dimensionamento do projeto da pavimentação.

O preenchimento das caixas de corte deverá ser preenchido com o material proveniente das áreas de empréstimos. O material será depositado nas áreas de corte, em eiras uniformes e sendo distribuída em camadas uniformes, numa espessura de projeto.

O material é distribuído pela motoniveladora, em seguida gradeado, homogeneizado, faz-se o umedecimento, até o teor de umidade ótima, em seguida faz-se a compactação até obter o grau de compactação 100% relativo ao ensaio DNIT - ME-47-64.

Serão realizados os seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação:
  Método DNIT - ME-47-64
- Determinação da massa específica:
  Método DNIT - ME-92-64
- Determinação do teor da umidade:
  Método DNIT - ME-52-64
- Ensaios de caracterização:
- Limite de liquidez:
  Método DNIT - ME-44-71
- Limite de plasticidade:

Método DNIT - ME-82-63

- Análise granulométrica:

Método DNIT - ME-80-64

- Ensaio do I.S.C.:

Método DNIT - ME-47-64

Os ensaios serão executados em trechos não superiores a 100m. Após a compactação faz-se a regularização com a motoniveladora, em seguida, faz-se o acabamento com os rolos liso e pneumático.

Concluída a execução do reforço do sub-leito, faz-se a relocação planimétrica e altimétrica do trecho de reforço, conferindo as cotas e larguras exigidas no projeto.

No nivelamento, tolera-se cotas menores ou iguais as do projeto, nas larguras da plataforma, tolera-se maiores ou iguais de projeto.

Concluído o controle geotécnico, libera-se para a execução da sub-base.

3.1.2 Sub-Base

Concluída a execução do sub-leito, inicia-se a execução da sub-base, cujos serviços estão enumerados a seguir:

- Desmatamento e limpeza das jazidas.
- Escavação e carga do material de jazida.
- Transporte do material de jazida.
- Descarga e espalhamento do material de jazida.
- Umedecimento e gradeação do solo da sub-base.
- Regularização e compactação do material de sub-base, os equipamentos utilizáveis na execução da sub-base, são enumerados a seguir:
- Trator de esteira para limpeza e escavação na jazida.
- Pá carregadeira por carga dos caminhões.
- Caminhão basculante para transporte do material de sub-base.
- Caminhão pipa para umedecimento do solo na pista.
- Grade rome para gradear e misturar o material na pista.
- Trator de pneu para tracionar a grade rome e os pés de carneiro.
- Rolo pé-de-carneiro para compactação do material de sub-base.
- Rolo autopropelido para compactação do material de sub-base.

Os materiais a serem empregados na sub-base apresentam um ISC igual ou superior a 20%, expansão máxima de 1%, com determinação pelo método DNIT - 49-64 e com energia de compactação DNIT - 47-64.

Os materiais a serem utilizados na sub-base devem obedecer as faixas granulométricas da AASHTO.

Após a regularização do sub-leito inicia-se o serviço de execução da sub-base. Com os caminhões basculante carrega-se na cascalheira e descarrega-se na pista o material de sub-base, em eiras uniformes.

Com motoniveladora distribui-se o material em eiras contínuas, procurando misturar essas eiras com movimento da lâmina.

Neste ponto passa-se a grade rome, para fazer a mistura e eração, essa deve ficar uniforme. Após misturar o solo de sub-base, o laboratório de solos, colhe as amostras do conjunto de material, para verificar a granulometria.

Após a mistura adiciona-se água afim de conseguir que a mistura esteja dentro dos limites do teor de umidade ótima.

O controle do teor de umidade pode ser feito pelo Speede, tomando-se o cuidado de iniciar a compactação com um grau de umidade 1 a 2% acima do teor ótimo de umidade prevista em projeto, isto para que se compense a perda de umidade por evaporação.

Estando o material de solo homogeneizado e umedecido, verifica-se a uniformidade do mesmo no trecho a ser compactado, conferindo as medidas de espessura. A compactação se inicia com o pé-de-carneiro e em seguida, com rolo autopropulsor, dos bordos para o centro da pista.

Após a compactação, é necessário verificar se a densidade está dentro dos limites especificados em projeto, isto será executado pela equipe de laboratório de solos.

O grau de compactação mínimo será 100% em relação a massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNIT-ME-47-64, e o teor de umidade deve ser do ensaio citado, variando $\pm$ 2%.

Para se obter uma boa qualidade na execução da sub-base, serão realizados os seguintes ensaios de controle:

Método DNIT-ME-47-64.

- Determinação da massa específica:

  Método DNIT-ME-92-64.

- Teor de umidade ótima:

  Método DNIT-ME-57-64.

- Deverá ser realizado os seguintes ensaios de caracterização:
- Limite de liquidez:

  Método DNIT-ME-44-71.

- Limite de plasticidade:

  Método DNIT-ME-82-63.

- Análise granulométrica:
  Método DNIT-ME-80-64.
- Ensaio de I.S.C. e compactação:
  Método DNIT-ME-47-64.

Os ensaios serão executados em trechos de 100 em 100 metros, no máximo. Após a compactação e a liberação pela equipe de laboratório de solo, faz-se a regularização com a motoniveladora, em seguida faz-se o acabamento com o rolo liso estático e pneumático.

Concluída a execução da sub-base, faz-se a relocação, planimétrica e altimétrica, da plataforma, conferindo as cotas e larguras apresentadas em projeto. No nivelamento tolera-se cotas inferiores ou iguais a do projeto, e nas larguras, cotas maiores ou iguais as do projeto. Concluído o controle geométrico, libera-se para a execução da base.

3.1.3 Base

Consideramos na especificação os seguintes serviços a serem executados:

- Desmatamento e limpeza de jazida.
- Escavação e carga do material de jazida.
- Transporte do material de jazida.
- Descarga e espalhamento do material.
- Umedecimento, gradeação do solo de base.
- Regularização e compactação do material de base.

Equipamentos a serem utilizados na execução da base:

- Trator de esteira para limpeza e escavação na cascalheira.
- Pá carregadeira para carga dos caminhões.
- Caminhões basculantes para transporte de cascalho.
- Caminhão pipa para umedecimento.
- Grade rome para gradear e fazer a mistura do solo de base.
- Rolo pé-de-carneiro para compactação do solo.
- Motoniveladora para esparramar o cascalho de base e regularização da camada a ser compactada.
- Rolo compactador liso estático e rolo de pneu, para dar acabamento à superfície da base.
- Trator de pneu (girico) para tracionar a grade rome e rolo pé-de-carneiro.

Os materiais a serem utilizados devem obedecer as faixas granulométricas da AASHTO.

A porcentagem que passa na peneira nº 200 deve ser inferior a 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

Os materiais da base devem apresentar um I.S.C. superior a 60%; expansão máxima 0,5%; equivalente de areia maior que 20%; índice de plasticidade inferior a 6%; limite de liquidez 25.

Após a execução da sub-base, inicia-se o serviço de base.

A operação de serviço de base consiste em:

- O material a ser usado na base é depositado em eiras uniformes, ao longo do trecho, e sendo em seguida distribuído em camadas uniformes numa espessura de 18cm, que permita obter a espessura de 16cm, prevista em projeto, após a compactação.

O espaçamento de uma eira para a outra deve ser de 5cm, com caminhão de $6m^3$, para após a distribuição do cascalho ao se obter a espessura de 16cm;

- Em seguida com a motoniveladora distribui-se o material em eiras contínuas, procurando misturar essas eiras em movimento da lâmina.

- Após misturar o solo, o laboratório colhe as amostras do conjunto de material, para verificar a granulometria. Após a mistura, adiciona-se água, a fim de conseguir o teor ótimo de umidade.

- O controle da umidade pode ser feito pelo Speed, tomando-se o cuidado de iniciar a compactação com um grau de umidade de 1 a 2% acima do teor ótimo de umidade, para que compense a perda da umidade por evaporação.

- Estando o material homogeneizado e umedecido, verifica-se a uniformidade do material na área a ser compactada, conferindo as medidas de espessura.

- A compactação se inicia com o pé-de-carneiro e com o rolo liso auto propulsor, dos bordos para o centro.

- Após a compactação com o pé-de-carneiro, e o rolo compactador liso, é necessário verificar se a densidade está dentro dos limites especificados em projeto, pelo laboratório. O grau de compactação mínima será de 100% em relação a massa específica aparente, seca, máxima, obtida no ensaio DNIT-ME-4864, e o teor de umidade deve ser a umidade ótima de ensaio citado anteriormente variando de $\pm$ 2%.

Para se obter uma boa qualidade na execução da base, serão realizados os seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação:

Engº Fredy Stewvster
CREA-GO 12.489/D

Método DNIT-ME-48-64.
- Determinação da massa específica:
Método DNIT-ME-92-64
- Umidade ótima:
Método DNIT-ME-52-64.
- Limite de liquidez:
Método DNIT-ME-44-71.
- Limite de plasticidade:
Método DNIT-ME-82-63.
- Análise granulométrica:
Método DNIT-ME-80-64.
- Ensaio do I.S.C. e compactação:
Método DNIT-ME-48-64.

Os ensaios serão executados em trechos de 100 em 100 metros no máximo.

Após a compactação e a liberação pelo laboratório de solos faz-se a regularização com a motoniveladora, em seguida faz-se o acabamento com os rolos pneumáticos. Concluída a execução da base, faz-se a relocação planimétrica e altimétrica da plataforma, conferindo as cotas e larguras apresentadas em projeto. Só serão toleradas as cotas iguais e inferiores estabelecidas em projeto para o nivelamento.

Nas larguras, cotas maiores ou iguais as do projeto. Concluído o controle geométrico, faz-se a varrição com a vassoura e libera a pista para imprimação.

3.1.4. Imprimação

Considera-se nas especificações os serviços a seguir executados:
- Transporte de material impermeabilizante.
- Varrição da superfície superior da base a ser imprimada.
- Umedecimento da superfície a ser imprimada, no caso de estar demasiadamente seca.
- Aquecimento e distribuição do material de impermeabilização.
- Cura do material impermeabilizante.

Equipamentos a serem utilizados na execução da imprimação:
- Vassoura mecânica, para varrição da superfície superior da base.

- Veículo de transporte de material impermeabilizante.
- Veículo de distribuição de água, equipado com dispositivo de controle de vazão.
- Tanque para depósito do material impermeabilizante com dispositivo de aquecimento.

Após a varrição da superfície superior da base, com a vassoura mecânica, executa-se a imprimação. A varrição tem por finalidade eliminar todo o material solto, que exista na superfície da base. A imprimação tem por finalidade aumentar a coesão da base, melhorar a aderência entre a base e o revestimento, e impermeabilizar a base. A distribuição do material betuminoso será executada por veículo equipado com bombas e dispositivos reguladores de pressão, deverá ter ainda equipamento de aquecimento, para permitir uma distribuição uniforme do material betuminoso, mesmo onde haja variação de largura. O material betuminoso deverá ser aplicado à temperatura e velocidade adequada.

O asfalto diluído para a imprimação deverá ser aquecido na temperatura adequada, de modo a se enquadrar aos limites de viscosidade especificados. A velocidade deverá ser constante e controlada por tacômetro adaptado no veículo destinado à execução da imprimação.

Quando a superfície a ser imprimada se encontrar demasiadamente seca, deverá ser umedecida, e o material betuminoso só será aplicado após a absorção de toda a água. Quando na aplicação da imprimação, o teor de umidade da base deverá estar no máximo 3% acima da umidade ótima. Na imprimação será utilizado o asfalto diluído tipo CM-30 ou CM-70.

Não será aceita a utilização de Emulsão asfáltica, como pintura impermeabilizante. A taxa de aplicação do asfalto diluído será permitida aquela em que a superfície da base absorva o material betuminoso em 24 horas. A taxa de aplicação do material betuminoso será determinada por experiência, serão feitos com aplicação de taxas compreendidas entre 0,8 a 1,5 litros por metro quadrados. A avaliação da taxa de impermeabilizante, será por meio da pesagem do material em uma bandeja de papel ou metálica, com o peso conhecido, e na dimensão de 1,00m, deverá ser no trecho a ser imprimado usando-se o mesmo equipamento espargidor, utilizado para imprimar o trecho e com o laboratório de betume acompanhando os trabalhos de determinação da taxa de aplicação.

O tráfego não poderá ser liberado no trecho imprimado, durante período de cura. O período de cura será o que permita a completa absorção do impermeabilizante pela superfície da base. Para se obter uma boa

qualidade do material betuminoso impermeabilizante, serão feitos os seguintes ensaios:

- Ensaio de viscosidade Saybolt-Furol:
  Método ABNT - MB-326.
- Ensaio de ponto de Fulgor:
  Método ABNT - MB-50.
- Ensaio de destilação:
  Método DNIT - ME-12-64.

A temperatura do asfalto diluído será a que proporcione melhor viscosidade no espalhamento do material betuminoso.

3.1.5 Meio-fio

O meio-fio quando sem sarjeta deverá ser assentado na capa asfáltica com fck de 20 MPa.

Em toda extensão do meio-fio deverá ser feito escoramento numa largura de 0,50m com material compactado manualmente.

4 - ESPECIFICAÇÕES PARA TRATAMENTO BETUMINOSO TSD

4.1 Definições

Os serviços contem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais, compreendendo também a mão-de-obra e os equipamentos indispensáveis à execução e ao controle de qualidade dos tratamentos superficiais betuminosos, de conformidade com a especificação apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto.

Tratamento superficial betuminoso, de penetração invertida, são revestimentos constituídos de material betuminoso e agregados, no qual o agregado é distribuído e comprimido uniformemente sobre o material betuminoso, aplicado em camadas sobrepostas e alternadas.

Os tratamentos superficiais são revestimentos de camadas de base, denominados simples, duplo, triplo, quádruplos, quando são constituídos, respectivamente, de uma, duas, três e quatro camadas de agregado.

4.2 Condições Gerais

a) Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento de tratamento superficial betuminoso, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

b) Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando à segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Material

5.1.1 Material Betuminoso

Será empregado cimento asfáltico de penetração CAP-70 para qualquer tipo de tratamento superficial.

A critério da fiscalização, e apenas nos casos de tratamento simples e duplos, poderá ser empregado emulsão asfáltica de alta viscosidade, tipo RR-2C.

5.1.2 Melhoradores de Adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o material betuminoso, deverá ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto.

5.1.3 Agregados

Os agregados deveram ser de rocha micaxisto, brita ou areia no caso da graduação G. Devem consistir de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de cobertura e torrões de argila.

O desgaste Los Angeles não deve ser superior a 50%

A porcentagem de grãos de forma defeituosa deve ser determinada pela expressão:

$$1+1,25g \geq 6e$$

onde:

1 - maior dimensão;
g – a média das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica o grão;
e – afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão.
A porcentagem de grãos defeituosos não poderá ultrapassar 15%.

A graduação dos agregados deve obedecer ao especificado no quadro da página 24/25. Com graduação G poderá ser usado o pó de pedra ou areia que se enquadrar na faixa.

5.1.4 Qualidades

As quantidades de agregados e de material betuminoso, em cada aplicação, bem como a seqüência das operações, serão indicadas no projeto ou em instrução da fiscalização, seguindo as diretrizes contidas nos quadros das páginas 24/25 e 26.

No caso de execução de tratamentos superficiais simples e duplos com uso de emulsão RR-2C, as taxas de aplicação de emulsão em relação ao CAP 70 deverão ser corrigidas através da seguinte fórmula:

Taxa de RR-2C = taxa de CAP / 0,77

As taxas nas folhas são orientativas. Recomenda-se que a dosagem correta dos materiais seja obtida pelos seguintes métodos de dosagem:

-Tratamento Duplo: Método do Eng. F.M.H Hanson
-Tratamento Triplo: Método do Eng. Egberto F. Tagle
-Tratamento Quádruplo: usar a dosagem do Triplo mais a dosagem indicada no quadro da página 10/10, para a quarta camada.

5.2 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço.

a) Equipamentos de Limpeza – Para a limpeza das superfícies utilizam-se vassoura mecânica e/ou vassourões manuais;

b) Equipamentos para Distribuição do Material Betuminoso – Os carros distribuidores do material betuminoso, especialmente construídos para esse fim, devem ser providos de dispositivo de aquecimento e de rodas pneumáticas, dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil acesso, e, ainda, disporem de um espargidor manual, para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

c) Equipamentos para Compressão – Os rolos compressores devem ser do tipo tandem ou, de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores tipo tandem devem ter uma carga, por centímetro de largura de roda, não inferior a 25 kg e não superior a 45 kg. Seu peso total não será superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão ser dotados de pneus que permitem a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

d) Equipamento para Espalhamento de Agregado – Os distribuidores de agregados rebocáveis ou automotrizes, devem possuir dispositivos que permitam uma distribuição homogênea da quantidade de agregados fixado no projeto.

e) Pequenos equipamentos de Compressão – Manual (soquete) ou mecânico vibratório (mecânico ou placa vibratória);

f) Pequenas Ferramentas – Pás, enxadas, picaretas, garfos, soquetes, vassourões de piaçava, etc., deverão ser empregados em quantidade suficiente para o bom andamento dos serviços;

Outros equipamentos desde que autorizados pela Fiscalização poderão ser utilizados.

5.3 Execução

Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação, durante os dias de chuvas. O material betuminoso não deve ser aplicado em superfícies molhadas. Nenhum material betuminoso será aplicado quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C.

A temperatura de aplicação do material betuminoso deverá ser determinada em função da relação temperatura – viscosidade. Será escolhida a temperatura que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidades recomendadas do cimento asfáltico para o espalhamento são de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol.

No caso de utilização de melhorador de adesividade, exige-se que este seja adicionado ao ligante betuminoso, no canteiro da obra, obrigando-se sempre a circulação da mistura ligante betuminoso-aditivo. Preferencialmente, deve-se fazer esta mistura com a circulação do ligante betuminoso, no caminhão.

Antes de serem iniciadas as operações de execução do tratamento, proceder-se-á a uma varredura da pista imprimada, eliminando-se todas as partículas de pó. Caso haja falhas na imprimadura sobre a qual será executado tratamento estas devem ser corrigidas antes do seu início.

Cada uma das camadas dos diversos tipos de tratamentos superficiais será executada observando a seqüência de operações indicada no projeto do revestimento que seguirá orientativamente as páginas 24/25 e 26.

Nos tratamentos superficiais quádruplos, deverá ser mantido um intervalo de pelo menos, 24 horas entre o término da terceira camada e o início da quarta. Durante esse intervalo de tempo, a terceira camada deverá ser aberta ao trânsito e, depois, regularizada por varrição e comprimida com rolos compactadores.

Os materiais betuminosos são aplicados no menor número de passadas possíveis em toda a largura a ser tratada. A aplicação será feita de modo a assegurar uma boa junção entre duas aplicações adjacentes. O distribuidor deve ser ajustado e operado, de modo a distribuir o material uniformemente sobre a largura determinada. Depósitos excessivos de material betuminoso devem ser prontamente eliminados.

Imediatamente após a aplicação do material betuminoso, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado, na quantidade indicada de projeto. O espalhamento será realizado por distribuidores de agregados especificados. Quando necessário, para garantir uma cobertura uniforme, a distribuição poderá ser complementada por processo manual adequado. Excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.

A extensão de material betuminoso aplicado deve ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado. No caso de paralisação súbita e imprevista do carro-distribuidor de agregados, o agregado será espalhado, manualmente, na superfície já coberta com o material betuminoso.

O agregado deve ser comprimido em sua largura total, o mais rápido possível, após a sua aplicação. A compressão deve ser interrompida antes do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado.

A compressão deve começar pelos bordos e progredir para o eixo, nos trechos em tangente e, nas curvas, deverá progredir sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto, sendo cada passagem do rolo recoberta, na vez subseqüente de, pelo menos, a metade da largura deste. O trânsito pode ser permitido, sob controle, após a compressão do agregado.

O trânsito não será permitido quando da aplicação do material betuminoso ou do agregado. Só deverá ser aberto após a compressão terminada. Entretanto, em caso de necessidade de abertura do trânsito antes de completar a compressão, deverá ser feito um controle, para que os veículos não ultrapassem a velocidade de 10 km /hora. Decorridas 24h do término da compressão, se possível, o trânsito deve ser controlado, com a velocidade máxima de 40 km/hora. De 5 a 10 dias após abertura ao trânsito, deverá ser feita uma varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

6. GESTÃO AMBIENTAL

No caso de obras e suas respectivas áreas de apoio (depósito de materiais, excedentes, áreas de empréstimo, canteiro, etc) deverão ser atendidas as Resoluções do CONAMA 001/86 e CONAMA 237/97. Estas poderão ser flexibilizadas por outros instrumentos da Legislação Estadual e Municipal.

Os cuidados com a preservação do meio ambiente, nos serviços de execução de base envolvem a obtenção e aplicação de agregado natural ou britado.

6.1 Agregados

Quando for obtido mediante exploração de ocorrência indicada no projeto, considerar os aspectos seguintes:

6.1.1 Autorizar a aceitação dos agregados somente após aprovação da licença ambiental para exploração da jazida.

6.1.2 Evitar a localização da jazida e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

6.1.3 Planejar adequadamente a exploração da jazida para minimizar os danos inevitáveis e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os equipamentos e materiais.

6.1.4 Não provocar queimadas como forma de desmatamento.

6.1.5 Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem do agregado, evitando seu careamento para cursos d'água.

6.1.6 Quanto ao agregado fornecido por terceiros, exigir documentação atestando regularidade das instalações, bem como, sua operação junto ao órgão ambiental competente.

6.2 Ligante Betuminoso

6.2.1 Instalar depósitos em locais afastados dos cursos d'água.

6.2.2 Vedar o lançamento de materiais usados na faixa de domínio e áreas lindeiras onde possam causa prejuízos ambientais.

6.2.3 Ao desmobilizar o canteiro, proceder à remoção de tanques, limpeza e recuperação da área afetada pela construção/execução.

6.3 Na execução de Tratamentos Superficiais Betuminosos deverão ser tomados os cuidados:

6.3.1 Não deverá ser despejado asfalto nas faixas laterais da calçada ou acostamento para regulagem das espargideiras de asfalto, mas sim em calhas específicas para essa finalidade.

6.3.2 Quando não for possível o uso de calha e houver resíduo asfalto de descarga de espargideira nas áreas lindeiras, a calçada ou asfalto ao menos deverão ser removidos e colocados em locais apropriados de acordo com a fiscalização.

7. INSPEÇÃO

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada a seguir e satisfazer as especificações em vigor.

7.1 Controle de Qualidade do Material Betuminoso

O controle de qualidade do cimento asfáltico constará do seguinte:

1 ensaio de viscosidade Saybolt – Furol, para todo carregamento (ME-31 da PMSP);

1 ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 t (ME-27 da PMSP);
1 índice Pleiffer, para cada 500 t;
1 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra.

7.2 Controle de Qualidade dos Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

3 análises granulométricas do estoque de agregado para cada graduação polida em pontos distintos do estoque;
1 ensaio de índice de forma, para cada 900 m³;
1 ensaio de desgaste "Los Angeles", quando houver dúvida, ou variação da natureza do material;
1 ensaio de densidade, para cada 900m³;
1 ensaio de adesividade, para o agregado a ser utilizado e o ligante betuminoso que chegar à obra, e sempre que houver variação da natureza do material.

7.3 Controle do Melhorador de Adesividade

O controle do melhorador de adesividade constará do seguinte:
1 ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante betuminoso.

7.4 Controle de Temperatura de Aplicação do Ligante Betuminoso

A temperatura de aplicação deve ser a especificada para o tipo de material betuminoso em uso e verificada no momento da aplicação.

7.5 Controle de Quantidade do Material Betuminoso

O controle de quantidade do material betuminoso será feito mediante a pesagem do carro distribuidor antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método admitem-se as seguintes modalidades:
coloca-se na pista uma bandeja, de peso e área conhecidos. Mediante uma pesagem, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de material betuminoso usado;
utiliza-se uma régua de madeira calibrada, pintada e graduada, tal que forneça, diretamente, por diferença de alturas do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade do material consumido.

7.6 Controle da Quantidade e Uniformidade do Agregado

Devem ser feitos, para cada dia de operação, pelo menos dois controles da quantidade de agregado aplicado. Este controle é feito colocando-se na pista, alternadamente, recipientes de peso e área conhecidos. Por simples pesadas, após a passagem do distribuidor, ter-se-á a quantidade de agregado realmente espalhada. Este

mesmo agregado é que servirá para o ensaio de granulometria, que controlará a uniformidade do material utilizado.

7.7 Controle de Uniformidade de Aplicação do Material Betuminoso

Deve ser feita uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga pode ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha, colocada abaixo da barra, para recolher o ligante betuminoso.

7.8 Controle Geométrico

O controle geométrico, no tratamento superficial, deverá constar de uma verificação do acabamento da superfície. Esta será feita com duas réguas, uma de 1,00m e outra de 3,00m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois planos quaisquer de contato, não deve exceder 0,5cm, quando verificada com qualquer das duas réguas.

7.9 Controle de Recebimento

7.9.1 Aceitação do Controle Tecnológico

Os serviços executados serão aceitos, sob o ponto de vista tecnológico, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

a) Os equipamentos tenham sido devidamente aferidos, e mantenham adequadas condições de funcionamento ao longo da obra;

b) Os valores de viscosidade e ponto de fulgor do cimento asfáltico estejam de acordo com os valores especificados pela ABNT, e o referido produto não produz espuma quando aquecido a 175ºC.

c) A adesividade do ligante ao agregado seja julgada satisfatória;

d) A granulometria dos agregados estejam contidas nas faixas de trabalho adotadas;

e) Os agregados atendam aos requisitos de resistência à abrasão, durabilidade e lamelaridade especificados;

f) A quantidade de ligante, por aplicação, fique no intervalo ± 15%, em relação à taxa de dosagem. Para a taxa total, admite-se a tolerância de ± 8% em relação ao projeto.

g) A quantidade total de agregado mineral situe-se no intervalo de ±15%, em relação à taxa de dosagem;

h) Quando ocorrer variação para mais, na taxa de agregado mineral, é necessário que a quantidade de ligante também seja acrescida, em proporção equivalente.

7.9.2 Aceitação do Controle Geométrico e de Acabamento

O serviço executado será aceito, à luz do controle geométrico e de acabamento, desde que o acabamento do serviço, apreciado em bases visuais, for julgado satisfatório pela Fiscalização.

8.0 FAIXAS GRANULOMÉTRICAS

Peneira (EM-4/PMSP)		% em peso que passa						
Mm	Pol	a	b	C	d	e	f	g
38	1 ½	100						
25	1	90 – 100	100					
19	¾	20-55	90-100	100				
12,5	1,2	0-10	20-55	90-100	100	100		
9,5	3/8	0-5	0-15	40-75	90-100	90-100	100	
4,8	Nº4	-	-	0-15	0-20	10-30	75-100	100
2,4	Nº8	-	-	0-5	0-5	0-8	0-10	45-100
0,42	N°40	-	-	-	-	-	-	15-100
0,074	Nº200	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-2	0-10

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS SIMPLES E DUPLO COM CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO QUANTIDADES APROXIMADAS DE MATERIAIS EM 1/m².

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES	TIPOS DE TRATAMENTO					
	SIMPLES			DUPLO		
	1D	1E	1F	1DF	2CE	2BD
1ª Camada						
Asfalto	1,0	0,9	0,8	1,0	1,2	1,40
Agregado F			8,5			
Agregado E		8,5				
Agregado D	8,5			9,0		
Agregado C					12,0	
Agregado B						15,0
2ª Camada						
Asfalto				0,8	0,9	1,3
Agregado F				5,0		
Agregado E					6,0	
Agregado D						8,0
TOTAIS						
Asfalto	1,0	0,9	0,8	1,8	2,1	2,7
Agregado	8,5	8,5	8,5	14,0	18,0	23,0

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS TRIPLOS E QUÁDRUPLOS COM CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO

GLEBA 3A

QUANTIDADES APROXIMADAS DE MATERIAIS EM 1/ m²

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES	**TIPOS DE TRATAMENTO**		
	TRIPLOS		**QUÁDRUPLOS**
	3BDF	**3ACE**	**4ACEG**
1ª Camada			
Asfalto	1,1	1,6	1,6
Agregado B	14,0	-	-
Agregado A	-	18,0	18,0
2ª Camada			
Asfalto	1,0	1,1	1,1
Agregado D	7,0	-	-
Agregado C	-	9,0	9,0
3ª Camada			
Asfalto	0,8	0,9	0,8
Agregado E	-	5,0	4,5
Agregado F	4,0	-	-
4ª Camada			
Asfalto	-	-	0,7
Agregado G	-	-	3,0
TOTAIS			
Asfalto	2,9	3,6	4,2
Agregado	25,0	32,0	34,5

ORÇAMENTO

NOTAS DE SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

Engº Fredy Stewvster
CREA-GO 12.489/D

PLANILHA DE VOLUMES

DESENHOS