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 de 2º grau e a cota de greide refere-se ao pavimento acabado.

Na análise de lançamento de greide do referido Residencial, constatou-se acentuada inclinação do terreno, e desta forma no momento do desenvolvimento do projeto geométrico verificou um corte que tornava incapaz a sua execução, além do custo elevado; desta forma, foi consultado outras referências de cidades brasileiras no que diz respeito aos limites de inclinação de greide e coeficiente K das curvas parabólicas verticais, e tomou-se como referência para este caso especial as mesmas indicações feitas pela COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO-CDHU, da cidade de São Paulo.

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 DNER, 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 muito leve a pesado de acordo com a seguinte tabela.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	***TRÁFEGO PREVISTO***	***VIDA DO PROJETO (ANOS)***	***Fluxo Ônibus e Caminhões (dia)***	***N característico***
Via Local Residencial S/ Passagem	Muito Leve	10	Até 3	10^4
Via Local Residencial C/ Passagem	Leve	10	Até 50	10^5
Via Local	Médio	10	50 a 400	10^6
Via Arterial	Pesado	10	400 a 2.000	5×10^6

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 x 10^6	5	Revestimento Betuminoso
5 x 10^6 a 10^7	5	Concreto betuminoso
10^7 a 5 x 10^7	7,5	Concreto betuminoso
Mais de 5 x 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:

$H_{10} = B + R$

$h_{20} = H10 - H20$

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 Muito Leve (N=10^4)

H_{10} = 30 cm
H_{20} = 10 cm

h_{20} = 30 – 10 = 20 cm

Tráfego Leve (N=10^5)

H_{10} = 34 cm
H_{20} = 12 cm

h_{20} = 34 – 12 = 22 cm

Eng. Fredy Stewvster
CREA-GO 12.489/D

Tráfego Médio (N=10^6)

H_{10} = 39 cm
H_{20} = 14 cm

h_{20} = 39 – 14 = 25 cm

Tráfego Pesado (N=5x10^6)

H_{10} = 43 cm
H_{20} = 16 cm

h_{20} = 43 – 16 = 27 cm

Espessura do Pavimento

Revestimento CBUQ de 3,00 cm; aplicando K = 2,00, o revestimento em CBUQ equivale a 6,0 cm de base granular.

Tráfego Muito Leve (N=10^4)

H_{20} = B + R

20 = B + 6

B = 14 cm

Tráfego Leve (N=10^5)

H_{20} = B + R

22 = B + 6

B = 16 cm

Tráfego Médio (N=10^6)

H_{20} = B + R

25 = B + 6

B = 19 cm

Tráfego Pesado (N=5x10^6)

H_{20} = B + R

27 = B + 6

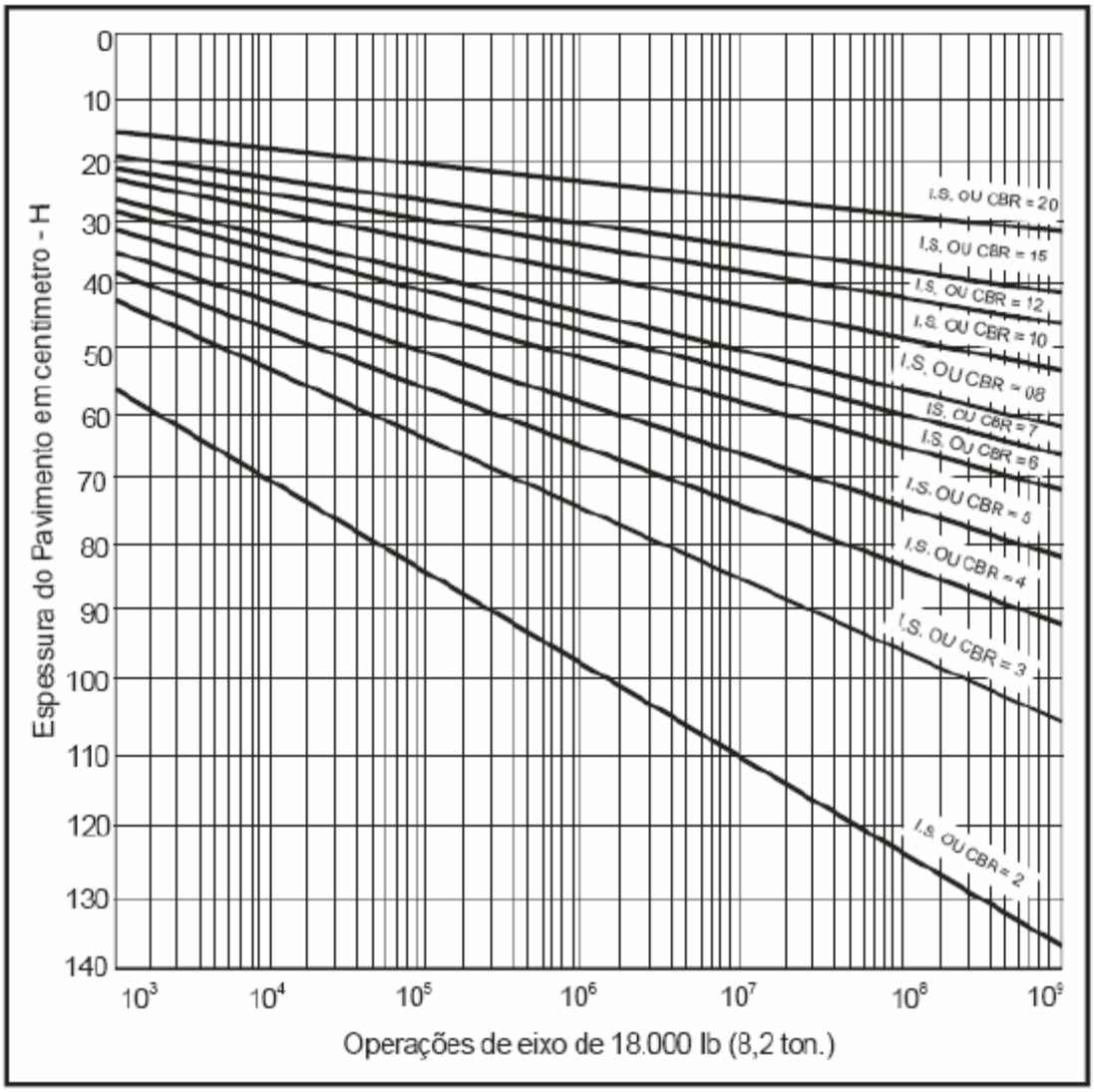
B = 21 cm

QUADRO RESUMO (*Tráfego Muito Leve*)			CBR
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PORCENTAGEM
REVESTIMENTO	C.B.U.Q.	3	
BASE	Cascalho	14	>= 60%
SUB-BASE	Estabilizado Granulometricamente	10	>= 20%
SUBLEITO			10%

QUADRO RESUMO (*Tráfego Leve*)			CBR
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PORCENTAGEM
REVESTIMENTO	C.B.U.Q.	3	
BASE	Cascalho	16	>= 60%
SUB-BASE	Estabilizado Granulometricamente	12	>= 20%
SUBLEITO			10%

QUADRO RESUMO (*Tráfego Médio*)			CBR
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PORCENTAGEM
REVESTIMENTO	C.B.U.Q	3	
BASE	Cascalho	19	>= 60%
SUB-BASE	Estabilizado Granulometricamente	14	>= 20%
SUBLEITO			10%

QUADRO RESUMO (*Tráfego Pesado*)			CBR
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PORCENTAGEM
REVESTIMENTO	C.B.U.Q.	3	
BASE	Cascalho	21	>= 60%
SUB-BASE	Estabilizado Granulometricamente	16	>= 20%
SUBLEITO			10%



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 a implantação do projeto de pavimentação das vias públicas.

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 existentes 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 à serem utilizados na execução dos serviços de 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 escarificação, misturar, homogeneização e distribuição do solo.
- Grade de disco providos 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 DNER-ME 129/94.

Os trechos a serem regularizados serão escarificados a uma profundidade de 15cm, posteriormente será umedecido, gradeado, homogeneizado e compactado à unidade ótima, visando assegurar o grau de compactação determinado em laboratório, referente ao ensaio DNER-ME 129/94.

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 DNER-ME 129/94

- Determinação da massa específica:

Método DNER-ME 092/94

- Determinação do teor de umidade:

Método DNER-ME 052/94

- Ensaios de caracterização:

- Limite de liquidez:

Método DNER-ME 122/94

- Limite de plasticidade:

Método DNER-ME 082/94

- Análise granulométrica:

Método DNER-ME 080/94

- Ensaios de I.S.C. e compactação:

Método DNER-ME 129/94

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 DNER-ME 129/94.

Serão realizados os seguintes ensaios:
- Ensaio de compactação:
Método DNER-ME 129/94
- Determinação da massa específica:
Método DNER-ME 092/94
- Determinação do teor da umidade:
Método DNER-ME 052/94
- Ensaios de caracterização:
- Limite de liquidez:
Método DNER-ME 122/94
- Limite de plasticidade:
Método DNER-ME 082/94
- Análise granulométrica:
Método DNER-ME 080/94
- Ensaio do I.S.C.:
Método DNER-ME 129/94

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 DNER-ME 049/94 e com energia de compactação DNER-ME 129/94.

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

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 DNER-ME 129/94, e o teor de umidade deve ser do ensaio citado, variando + 2%.

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

Método DNER-ME 129/94.
- Determinação da massa específica:
Método DNER-ME 092/94.
- Teor de umidade ótima:
Método DNER-ME 052/94.
- Deverá ser realizado os seguintes ensaios de caracterização:
- Limite de liquidez:
Método DNER-ME 122/94.
- Limite de plasticidade:
Método DNER-ME 082/94.
- Análise granulométrica:
Método DNER-ME 080/94.
- Ensaio de I.S.C. e compactação:
Método DNER-ME 129/94.

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 AASHO.

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 distribuido em camadas uniformes numa espessura de 18cm, que permita obter a espessura de 13cm, prevista em projeto, após a compactação.

O espaçamento de uma eira para a outra deve ser de 5cm, com caminhão de 6m3, para após a distribuição do cascalho ao se obter a espessura de 18cm;

- 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.

Eng. Fredy Stewvster
CREA-GO 12.489/D

- 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 DNER-ME-4864, e o teor de umidade deve ser a umidade ótima de ensaio citado anteriormente variando de + 2%.

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

- Ensaio de compactação:
Método DNER-ME 129/94.
- Determinação da massa específica:
Método DNER-ME 092/94
- Umidade ótima:
Método DNER-ME 052/94.
- Limite de liquidez:
Método DNER-ME 122/94.
- Limite de plasticidade:
Método DNER-ME 082/94.
- Análise granulométrica:
Método DNER-ME 080/94.
- Ensaio do I.S.C. e compactação:
Método DNER-ME 129/94.

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 executado 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 obsorção 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 NBR 14950:2003
- Ensaio de ponto de Fulgor:
  Método ABNT NBR 11341:2008
- Ensaio de destilação:
  Método DNER-ME 012/94

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 CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (C.B.U.Q.)

4.1 Definições

O revestimento asfáltico usinado a quente consiste de uma camada de mistura íntima devidamente dosada e usinada a quente, constituindo-se de agregado pétreo graduado e material betuminoso esparramado e compactado a quente.

O agregado mineral será constituido de brita, pó-de-brita e filler (cimento portland comum, cal areia ou pó calcáreo).Os agregados deverão ser selecionados e obedecerão aos seguintes limites de graduação.

Nº PENEIRA	PORCENTAGEM DO MATERIAL QUE PASSA		
	Faixa A	Faixa B	Faixa C
3/4	-	100	-
1/2	100	95-100	100
3/8	90-100	-	85-100
4	70-90	60-80	0-10
8	60-90	40-60	0-1
40	30-60	25-35	-
80	15-30	20-25	-
200	5-15	5-15	-

4.2 Condições Gerais

O filler será constituído de cimento portland comum, pó calcáreo, cal hidratado ou pó calcáreo, deverão estar isentos de grãos.

O ligante betuminoso será constituído de cimento asfáltico de penetração CAP-20 ou similar.

O concreto asfáltico não será aquecido na usina acima de 145ºC; para que alcance a viscosidade 85 + 10 segundos Saybolt-Furol, e deverá ser espalhado à temperatura não inferior a 120ºC.

A mistura será esparramada por Vibro-Acabadora, de tal modo que permita a obtenção da espessura do projeto, sem que haja posteriormente adição. Imediatamente após a distribuição da mistura e ter atingido a temperatura especificada, deverá sar início a compactação com o rolo de pneus de pressão variável, a qual deverá começar nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro de modo que o rolo cubra uniformemente em cada passada, pelo menos metade da largura de seu rastro.

A compactação deverá progredir com a utilização do rolo "Tanden" de 5 a 8 toneladas, e o rolo de três rodas de 10 a 12 toneladas, até que obtenha a textura e o grau de compactação da camada se torne uniforme e a sua superfície não apresente mais sinais de marcas do rolo.

As manobras do compactador não podem ser efetuadas, sobre as camadas que estão sofrendo rolagens.

A espessura será controlada e determinada através de tantos furos quantos forem necessários, sendo que a abertura e enchimento dos furos serão feitos pela firma empreiteira. A rolagem deve ser iniciada com a temperatura variando entre 60ºC à 110ºC.

A fixação da temperatura da rolagem está condicionada à natureza da massa e ao peso do rolo empregado. Deverá ser fixado o peso do rolo empregado na temperatura mais elevada que ela possa suportar. Temperatura muito elevada produz ondulações e rastejamento (deixar o rastro do pneu).Temperaturas baixas demais ocorrem fissuras, o controle da compressão deverá ser realizada, medindo a densidade aparente dos corpos de prova retirados da pista e compactando-se com as densidades aparentes de amostras da massa asfáltica, colhida próxima do local onde serão realizados os furos.

A relação entre as duas densidades não deve ser menor que 100%.

Os equipamentos usados neste serviço são os seguintes:

- Tanques de estocagem dos materiais, que compõem o CAP-20.
- Pá carregadeira.
- Usina de asfalto completa.
- Caminhões basculantes.
- Vibro Acabadora.
- Compactadores de roda lisa de 5 a 8 toneladas.
- Compactadores autopropelidos com pressão variável nos pneus.

A energia de compactação a adotar na moldagem dos corpos de Prova Marshall será correspondentes a 75 golpes do soquete padrão.

5 - CRITÉRIOS TÉCNICOS

5.1. Para marcação da largura da rua para os serviços de terraplenagem e pavimentação, adotar o seguinte:

5.1.1. Para rebaixamento, regularização e compactação de sub-leito e base:
L = l + 0,60m

5.1.2. Para imprimação quando tiver meio-fio e sarjeta nos dois bordos:
L = l - 0,20m

5.1.3. Para imprimação quando tiver meio-fio e sarjeta num bordo e no outro somente meio-fio:
L = l + 0,20m

5.1.4. Para capa asfáltica quando tiver meio-fio e sarjeta nos dois bordos:
L = l - 0,60m

5.1.5. Para capa asfáltica quando tiver meio-fio e sarjeta num bordo e no outro somente meio-fio:
L = l - 0,10m

Observação:
l = largura da rua do projeto;
L = largura da rua marcada no campo.

5.2. O meio-fio quando sem sarjeta deverá ser assentado na capa asfáltica.

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

5.4. A capa asfáltica será em C.B.U.Q. numa espessura de 0,03m a 0,05m. O teor de betume será de 6% em peso e a faixa granulométrica será "C" do DNIT 031/2006-ES das Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT, o CAP-20 ou similar empregado deverá ser o de penetração 50/60 ou 85/100.

5.5. Os serviços de terraplenagem e pavimentação serão controlados com base nas Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNER.

5.6. Quando da execução da capa asfáltica e imprimação receberá banho de ligação com taxa de 0,5l/m2 de emulsão asfáltica tipo RR-1C. O custo do material ligante está incluído na composição do custo do C.B.U.Q.

5.7. Os ensaios utilizados são:
Proctor normal - 5 camadas, 16 golpes, soquete 10 lbs.
Proctor intermediário - 5 camadas, 29 golpes, soquete 10 lbs.

6 – NORMAS TÉCNICAS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SENÇO, W. de – " Manual de Técnicas de Pavimentação: volume I 2ª ed." – PINI – São Paulo – SP – 2008.

- SOUZA, M. L. de – “Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis” – DNER – Rio de Janeiro – RJ - 1981.

- DER/SP – “Normas e Instruções - IP-04: Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Leve e Médio” – São Paulo – SP – 2004.

- CDHU/SP – “Manual Técnico de Projetos” – São Paulo – SP – 2008.

ORÇAMENTO

NOTAS DE SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

PLANILHA DE VOLUMES

DESENHOS

ART

(Anotação de Responsabilidade Tecnica)

ARQUIVO DIGITAL