

**MUNICÍPIO**  
**DE**  
**CORDILHEIRA ALTA**

**Projeto:** Pavimentação com pedras irregulares

**Local:** Rodovia EMCA-206  
Trecho da estaca 37 à estaca 49

## **MUNICÍPIO DE CORDILHEIRA ALTA**

**OBRA:** Pavimentação com pedra basalto irregular

**LOCAL:** Trecho da Rodovia EMCA-206

### **MEMORIAL DESCRITIVO**

O presente memorial descritivo refere-se à pavimentação com pedra basalto irregular da rodovia acima, numa extensão de 240,00 m, com área de 1.200,00 m<sup>2</sup>.

#### **• OBRAS DE ARTE CORRENTE**

Antes da execução da pavimentação deverão ser executados os serviços de drenagem pluvial. Serão executados bueiros novos e substituídos bueiros existentes com diâmetro inadequado ou bueiros obstruídos.

Quando no bueiro chegarem sarjetas de concreto será executada uma caixa coletora ou se for em talvegue, será executada uma boca de bueiro em pedra argamassada e a sarjeta deverá ser construída conduzindo as águas pluviais para a entrada do bueiro. À jusante serão construídas as bocas de bueiro com pedra basalto argamassada.

##### **Bueiros em tubos de concreto**

Os tubos de concreto para bueiros devem ser do tipo e dimensões indicadas no projeto e de encaixe tipo ponta e bolsa ou macho e fêmea, obedecendo as exigências da NBR 8890.

O rejuntamento da tubulação dos bueiros deve ser feito com argamassa de cimento e areia, traço mínimo de 1:4 em massa. O rejuntamento deve ser feito de modo a atingir toda a circunferência da tubulação, a fim de garantir a sua estanqueidade.

Quando o bueiro for executado em córregos com fundo em pedra, os tubos deverão ser assentes sobre berço de concreto. Os berços dos bueiros e os dentes (quando previstos) são executados em concreto ciclópico composto por 30% de pedra de mão e concreto com resistência característica a compressão ( $f_{ck}$  min) igual a 15 MPa.

Após a regularização do fundo da grotá, antes da concretagem do berço, locar a obra com a instalação de réguas e gabaritos, que permitam materializar no local, as indicações de alinhamento, profundidade e declividade do bueiro.

No caso de interrupção da sarjeta ou da canalização coletora, junto ao bueiro, instalar dispositivo de transferência para o bueiro, como: caixa coletora, caixa de passagem ou outro indicado.

Quando necessário, a execução do reaterro será preferencialmente com o próprio material escavado, desde que este seja de boa qualidade. Caso não seja, importar material selecionado. A compactação do material de reaterro deve ser executada em camadas individuais de no máximo 15 cm de espessura, por meio de "sapos mecânicos", placas vibratórias ou soquetes manuais. O equipamento utilizado deve ser compatível com o espaço previsto no projeto-tipo entre linhas de tubos de bueiros duplos ou triplos. Especial atenção deve ser dada à compactação junto às paredes dos tubos. O reaterro deve prosseguir até se atingir uma espessura de, no mínimo, 60 cm acima da geratriz superior externa do corpo do bueiro.

Caso as bocas de montante sejam do tipo caixa coletora de sarjetas (bueiros de greide) ou de talvegue (bueiro de grotá), devem ser atendidos procedimentos executivos previstos na especificação correspondente a estes dispositivos.

Concluídas as bocas, devem ser verificadas as condições de canalização a montante e a jusante do bueiro. Todas as erosões encontradas e que possam vir a comprometer o funcionamento da obra devem ser tratadas com enrocamento de pedra arrumada ou por soluções específicas do projeto. Devem ser executadas as necessárias valas de derivação a jusante, e bacias de captação a montante, de forma a disciplinar a entrada e saída do fluxo d'água no bueiro.

Durante a execução dos bueiros tubulares de concreto, devem ser preservadas as condições ambientais. Em todos os locais onde ocorrerem escavações ou aterros necessários à implantação das obras, devem ser tomadas medidas que proporcionem a manutenção das condições locais, através de replantio da vegetação nativa ou de grama.

### Alvenarias

As alvenarias dos órgãos complementares serão executadas em tijolo maciço, nas dimensões de projeto. Os tijolos deverão ser molhados antes de sua colocação.

O assentamento será com argamassa 1:4 ou 1:5 com areia média e produto substituto da cal. As juntas terão espessura máxima de 15mm e rebaixadas a ponta de colher.

O assentamento da tubulação deverá ser feito sobre a argila compactada ou quando o solo for rochoso deverá ser realizado um colchão em areia ou pedrisco, para então assentar a tubulação.

### Tubulação

Os tubos em concreto simples utilizados na obra deverão ser da classe PS-2 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,30m, 0,40m e 0,50 m;

Os tubos em concreto armado utilizados na obra deverão ser da classe PA-2 (NBR 8890/03) nos diâmetros de 0,60, 0,80, 1,00, 1,20, 1,50 m e 2,00m.

## • DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Para a presente obra será utilizado para o dimensionamento do pavimento o método do CBR. Este método foi inicialmente introduzido por O. James Porter por ser uma técnica rápida para dimensionar os pavimentos. A equação para dimensionamento é:

$$H = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{CBR + 5}$$

Sendo:

P = Carga por eixo em cada roda, em toneladas

CBR = California Bearing Ratio (ISC – Índice Suporte Califórnia), em %

Como nesta região circularão essencialmente veículos leves, no máximo veículos de carga tipo toco, carga bruta máxima de 16,0 t, a carga P considerada será de 4,0 t. O CBR adotado para o subleito será de 8%. Será feito um reforço do subleito com o próprio material do local, como descrito abaixo nos serviços de compactação, e o CBR considerado será de 20,0%.

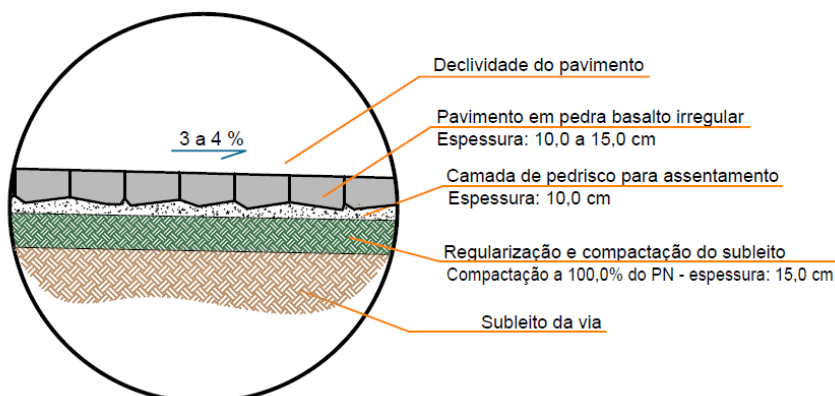
Sendo assim, as camadas dimensionadas serão:

Camada acima do subleito:  $H = (100 + 150 \times 2) / (8 + 5) = 31,0 \text{ cm}$

Camada acima do reforço do subleito:  $H = (100 + 150 \times 2) / (20 + 5) = 16,0 \text{ cm}$

Composição das camadas do pavimento:

### Detalhe da pavimentação



## • TERRAPLENAGEM E PREPARO DO SUB-LEITO

A pavimentação com pedras irregulares desta rodovia será executada sobre o leito original, e como o mesmo se apresenta na maior parte do trecho em condições favoráveis para a pavimentação, serão feitos apenas serviços para conformação da pista.

As obras de terraplenagem deverão estar concluídas antes do início da construção do pavimento. Inicialmente será feita a marcação da terraplenagem conforme o projeto, para em seguida serem executados os serviços necessários.

A superfície do subleito deverá ser regularizada na largura de toda pista, de modo que assuma a forma determinada pela seção transversal do projeto. Proceder-se, então, à escarificação do material, e o seu umedecimento até o teor ótimo de umidade, determinado pelo ensaio de Proctor simples.

A compressão deverá iniciar-se nos bordos, e prosseguir para o centro, devendo cada passada do compressor cobrir, pelo menos, metade da faixa coberta na passada anterior. Nas zonas onde é impossível passar-se o compressor, a compressão deverá ser executada com soquetes manuais ou mecânicos. A compressão estará terminada quando for atingida 100% da densidade máxima, obtida pelo ensaio de Proctor Normal. Nas curvas, a compressão deverá começar no bordo interno e progredir até o bordo externo.

Terminada a compressão, o acabamento deverá ser verificado por meio de réguas, devendo as saliências e reentrâncias serem corrigidas.

Sobre o subleito preparado, não será permitido trânsito, devendo a base e o calçamento serem executados o mais rapidamente possível, para evitar danos por chuvas.

Onde o subleito não apresenta condições favoráveis à compactação como: baixo suporte, material saturado, etc., deverá o material existente ser retirado e substituído por material selecionado, de modo a conseguir-se um bom suporte.

O perfil transversal do subleito deverá conformar rampas de 4,0 % ( $i=0,04$ ) para greide (perfil longitudinal) de até 3,0 %. Para greide acima de 3,0 % ( $i=0,03$ ) essa inclinação transversal poderá ser reduzida para 3,0 %.

Deverá ser executada superelevação da plataforma da pista em curvas horizontais utilizando-se a taxa máxima de 4,0 % e comprimento fictício de transição antes do início da curva de 30,0 m para distribuição da superelevação.

Nos bordos da terraplenagem em cortes deverá ser dada a conformação no solo, com as lâminas de motoniveladora, das sarjetas de pé de corte, de modo a dar escoamento às águas superficiais. Estas sarjetas deverão ser posteriormente finalizadas, de acordo com o projeto específico, tendo o acabamento em concreto, em grama ou com pedras de mão soltas na superfície da sarjeta, conforme especificado.

O trabalho em solo para posterior execução das sarjetas deverá obrigatoriamente ser realizado antes da pavimentação em pedras, para que a máquina e lâmina da mesma não estraguem o calçamento caso este tenha sido feito antes.

## • PAVIMENTAÇÃO COM PEDRAS IRREGULARES

### **PREPARO DA BASE (Colchão de pedrisco)**

Após ser finalizado o trabalho de terraplenagem, será depositado sobre o subleito compactado uma camada de pedrisco, e espalhado manualmente, de modo a atingir uma espessura média de 0,10 m.

Esse colchão de pedrisco terá a espessura variável a fim de corrigir pequenos defeitos do subleito.

### **ASSENTAMENTO DA PEDRA IRREGULAR**

Sobre o colchão de pedrisco preparado, o encarregado fará o piqueteamento das canchas, com espaçamento de 1,0 m, no sentido transversal, e de 5,0 m até 10,0 m, no sentido longitudinal, de modo a conformar o perfil projetado. Assim as linhas mestras formam um reticulado, facilitando o trabalho de assentamento e evitando desvios em relação aos elementos do projeto. Nessa marcação, o encarregado verifica a declividade transversal e longitudinal, e no caso das curvas a superelevação.

Após segue-se o assentamento das pedras com as faces de rolamento cuidadosamente escolhidas, entrelaçadas e bem unidas, de modo que não coincidam as juntas vizinhas, ficando as de forma alongada em sentido transversal ao eixo da pista, tomando o cuidado para que o espaçamento entre as pedras não fique maior que 1,0 cm.

As juntas que ficarem maiores deverão ser preenchidas com lascas de pedras, deixando-se sempre bem visíveis e limpas as faces de rolamento.

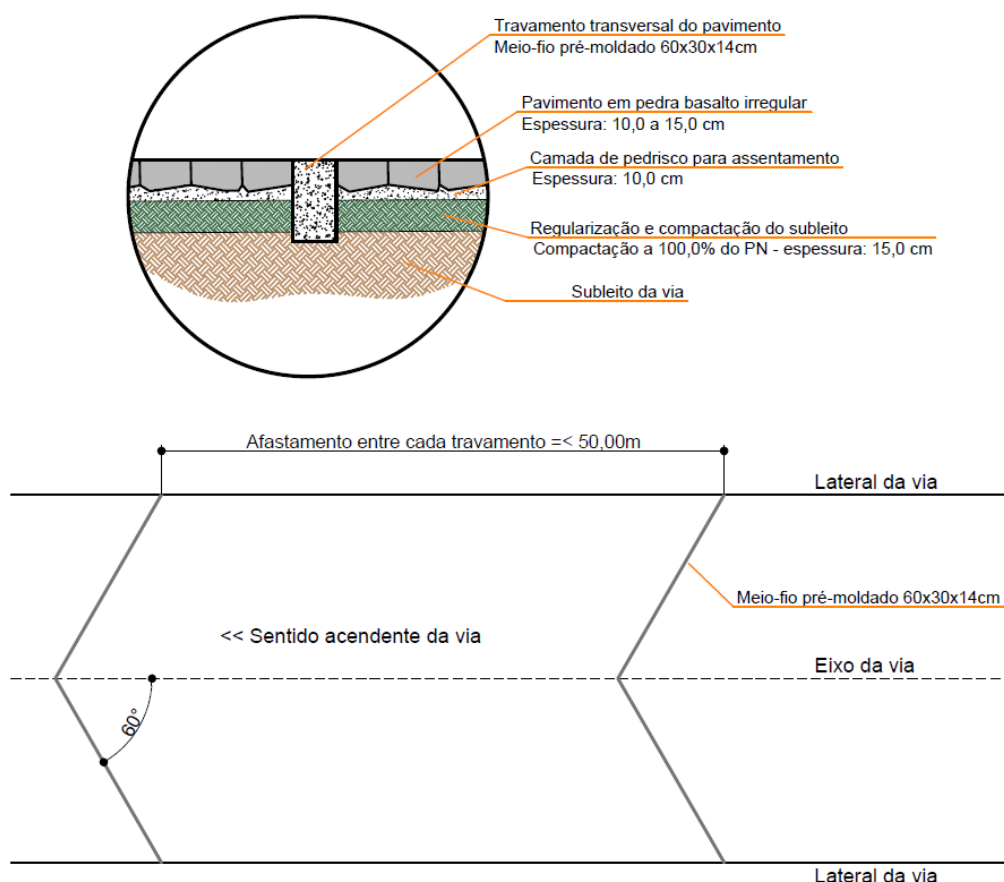
Algumas medidas cautelares deverão ser observadas quanto às dimensões da pedra irregular como: - seção de topo circunscrito variando de 0,10 m a 0,20 m; - altura de 0,13 m a 0,17 m; - consumo médio por m<sup>2</sup> de 45 a 55 pedras.

### TRAVAMENTO LONGITUDINAL DO PAVIMENTO

Como a via que será pavimentada tem uma declividade longitudinal elevada, o pavimento em pedras irregulares deverá ser travado com a colocação de elementos transversais que impeçam a movimentação das pedras pela gravidade e pelo movimento dos veículos.

Serão utilizados meios-fios pré-moldados em concreto colocados em um ângulo de 60° em relação ao eixo da via, como indicado abaixo. Esse travamento será instalado a cada 50,0m. Será efetuada uma vala no subleito onde será instalado o meio-fio. O solo lateral aos meios-fios será devidamente compactado para que suporte a força que o pavimento exercerá sobre esta contenção.

### Detalhe do travamento



### REJUNTE DE PEDRA

Após concluído o assentamento, é espalhada sobre as pedras uma camada de pó de pedra, com espessura de 1,0 cm, e com auxílio de vassouras, rodos e vassourões é feita a varredura, possibilitando desse modo o melhor enchimento nos vazios entre as pedras assentadas.

### CONTENÇÃO LATERAL

Após a colocação das pedras, obedecendo o alinhamento indicado no projeto, será executada a contenção lateral, que consiste na colocação de cascalho e/ou solo do próprio local ou proximidades, formando um triângulo de 0,15 m de altura por 0,70 m de base na lateral da via, a fim de proteger o mesmo devido a algum deslocamento transversal. Essa porção de solo deverá ser compactada através de soquetes manuais ou através de passagem do rolo compactador quando da fase final da compactação da pedra e deverá ser corrigida, de modo que a contenção após concluída coincida com a superfície do revestimento.

## **COMPACTAÇÃO DO PAVIMENTO**

Logo após a conclusão do rejuntamento das pedras irregulares, o calçamento deverá ser devidamente compactado com rolo compressor liso de 3 rodas ou do tipo Tandem de porte médio com peso mínimo de 10,0 t. A rolagem deverá progredir dos bordos para o eixo nos trechos em tangente, e do bordo interno para o externo nos trechos em curva.

Esta rolagem deve ser uniforme, de modo que cada passada atinja metade da outra faixa de rolamento, até a completa fixação do calçamento, isto é, não se observe nenhuma movimentação das pedras pela passagem do rolo.

Qualquer irregularidade ou depressão que venha a surgir durante a compactação, deverá ser corrigida, renovando ou recolocando as pedras irregulares com maior ou menor adição de material no colchão, e em quantidade suficiente à completa correção do defeito verificado.

Após a rolagem final, o pavimento está apto para receber o tráfego.

## **PROTEÇÃO LATERAL COM PLANTAS**

De modo a prever futuras erosões, será realizado pela administração municipal após a obra estar concluída, o plantio de mudas de pequeno porte, de citronela, moréia ou erva cidreira nas laterais. Tem-se mostrado eficiente a utilização destas plantas, em pequenas mudas e plantadas a 0,30 m da lateral da via e com espaçamento de 0,50 m no sentido longitudinal.

## **OBSERVAÇÕES FINAIS**

No que tange aos serviços de calçamento de pedras irregulares propriamente dito, exigem-se os seguintes controles:

a) O pavimento pronto deverá ter a forma definida pelo alinhamento, perfis, dimensões e seções transversais típicas estabelecidas pelo projeto;

b) Durante todo o período de construção do pavimento e até o seu acabamento definitivo não é permitido a passagem sobre o mesmo de animais e veículos automotores;

c) Todo o material a ser empregado deverá ser previamente aprovado e verificadas as condições de aplicabilidade;

d) Quando for utilizado pó de pedra poderá ser aplicada a seguinte faixa granulométrica:

Peneira – ASTM	MM	% que passa
8	2,38	100%
16	1,19	65% - 90%
30	0,59	40% - 60%
50	0,297	25% - 42%
100	0,149	15% - 30%
200	0,074	10% - 20%

## **• REPERFILAGEM ASFÁLTICA**

Como o pavimento com pedras irregulares foi construído recentemente, ainda não ocorreram defeitos ou vícios na pista, mas se a superfície do pavimento apresentar algum tipo de sulcos, panelas ou desagregações, a causa dessas irregularidades deve ser investigada por meio de estudo de infraestrutura do pavimento existente e as reparações devem ser procedidas antes da regularização das ondulações ou desníveis verificados.

Os locais em que possa ocorrer acúmulo de água, nas depressões que permanecerem sob o pavimento asfáltico deverão ser drenados. Para tanto, deverão ser escavadas pequenas valas desde a depressão até os drenos laterais, e preenchidas com brita. No caso de não existirem drenos, as valas deverão ser direcionadas às sarjetas laterais da via.

Depois de feitos os serviços de adequação da drenagem pluvial, e se necessário, pois é um pavimento novo, será feita a limpeza da superfície do pavimento existente, por meio de vassourões de fibras grossas, auxiliados por jatos de água, se necessário. A superfície será irrigada até a eliminação total dos resíduos nocivos à aderência. Também deverá ser feita a limpeza do calçamento eliminando totalmente a vegetação rasteira caso exista.

Após o calçamento estar devidamente limpo, será executada uma pintura de ligação com emulsão asfáltica RR-2C numa taxa de 0,5 l/m<sup>2</sup>. A distribuição do material betuminoso deverá ser feita sob pressão nos limites de temperatura de aplicação especificados. Deverá ser feita nova aplicação do

material betuminoso com o distribuidor manual nos lugares onde houver deficiência dele. Depois de aplicada, a pintura deverá permanecer em repouso, até que seque e endureça suficientemente para receber a próxima camada.

#### **Camada de reperfilagem**

O serviço de reperfilagem do calçamento será executado primeiramente com o lançamento de CBUQ sobre as depressões existentes com a utilização de motoniveladora e realizando em seguida a compactação deste material, deixando a superfície o mais plano possível. Em seguida será feito o lançamento do CBUQ numa espessura mínima de 3,0cm, espalhado com vibroacabadora, sendo esta camada compactada adequadamente, sendo a rolagem feita com rolo pneumático e o fechamento com rolo liso (Tandem).

Para a quantificação do material betuminoso a ser aplicado sobre a via, foi utilizada uma taxa de aplicação do CBUQ de 0,04 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de pavimento, ou seja, uma regularização prévia com espessura média de 1,0 cm/m<sup>2</sup> e uma aplicação final da camada de rolamento com espessura de 3,0 cm/m<sup>2</sup>.

O agregado deverá consistir de pedra britada, de fragmentos angulares, limpos, duros, tenazes e isentos de fragmentos moles ou alterados, de fácil desintegração. Deverá apresentar boa adesividade.

O agregado utilizado na camada de rolamento deverá obedecer a seguinte faixa granulométrica, composta de brita no. 1, pó, pedrisco e Filler calcáreo:

Peneira – ASTM	MM	% que passa
3/4"	19,1	100
3/8"	9,52	85 - 100
4	4,76	60 - 85
10	2,00	35 - 60
40	0,42	10 - 26
80	0,177	5 - 18
200	0,074	3 - 8

Pelo menos metade da fração que passa na peneira de 0,074mm deverá ser constituída de Filler calcáreo.

Para o controle da massa asfáltica primeiramente deverá ser feito o controle da temperatura do agregado no silo quente da usina, do ligante na usina e da mistura no momento da saída do misturador. A tolerância deve ser de apenas 5%, para mais ou para menos, em relação às temperaturas especificadas no projeto.

Na sequência poderão ser feitos os ensaios de percentagem de ligante na mistura, granulometria, Ensaio Marshall e Ensaio de Tração por Compressão diametral. Todos estes ensaios serão descritos logo no próximo item.

#### **Critérios de medição**

Os serviços serão medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

- a) o concreto asfáltico será medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista.
- b) o transporte do concreto asfáltico efetivamente aplicado será medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço;
- c) nenhuma medição será processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

### **PROCESSO EXECUTIVO**

#### **Pintura de ligação**

##### **Generalidades**

A pintura de ligação consiste numa pintura ligante, que recobre a camada da base (calçamento), e tem por função proporcionar a ligação entre a camada de base (calçamento) e a capa de rolamento (CBUQ).

O material utilizado para a pintura de ligação é derivado do petróleo, conhecido como emulsão asfáltica RR-2C, a taxa de aplicação do material deverá ser na ordem de 0,5 litros/m<sup>2</sup>.

A pintura de ligação será executada após a base estar perfeitamente limpa e seca, utilizando-se para tal o caminhão espargidor.

### **Execução**

O material betuminoso deverá ser aplicado de maneira uniforme, sempre através de barras de aspersão e sob pressão. Antes do início da distribuição do material deve-se verificar se todos os bicos da barra de distribuição estão abertos. A aplicação poderá também ser executada manualmente utilizando-se a caneta sob pressão acoplada ao caminhão espargidor.

A área a ser pintada deve estar seca ou ligeiramente umedecida. É vedado proceder com o serviço com a superfície molhada ou quando a temperatura do ambiente estiver inferior a 10° C ou ainda em condições atmosféricas desfavoráveis.

A área que apresentar taxas abaixo da mínima especificada deverá receber uma segunda aplicação de forma a completar a quantidade recomendada.

Não se deve permitir o trânsito sobre a superfície pintada.

### **Revestimento em concreto asfáltico**

#### **Generalidades**

Concreto asfáltico é um revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em uma usina adequada, de agregado mineral graduado, material de enchimento e material betuminoso, espalhado e compactado a quente sobre uma base pintada (pintura de ligação).

#### **Materiais**

- Material Betuminoso

Deverá ser empregado como material betuminoso o cimento asfáltico de petróleo (CAP-50/70).

- Agregado Graúdo

O agregado graúdo deve ser de pedra britada, com partículas de forma cúbica ou piramidal, limpas, duras, resistentes e de qualidade razoavelmente uniforme. O agregado deverá ser isento de pó, matérias orgânicas ou outro material nocivo e não deverá conter fragmentos de rocha alterada ou excesso de partículas lamelares ou chatas.

- Agregado Miúdo

O agregado miúdo é composto de pedrisco e pó de pedra, de modo que suas partículas individuais apresentem moderada angulosidade, sejam resistentes e estejam isentas de torrões de argila ou outras substâncias nocivas.

- Composição da Mistura

O teor de asfalto será de 5,5%,  $\pm$  0,5% de acordo com o ensaio Marshall, sendo que a porcentagem de betume se refere à mistura de agregados, considerada como 100%.

### **Execução**

O revestimento será em CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente), e deve obedecer a faixa C especificada pelo DNIT.

O CBUQ será executado sobre a superfície após a realização da pintura de ligação. A massa asfáltica deverá deixar a usina a uma temperatura de no máximo 177° C, e chegar no local da obra a uma temperatura não inferior a 120° C. O transporte deste material deverá ser feito através da utilização de caminhões providos de caçamba metálica juntamente com lonas para a proteção e conservação da temperatura.

Por ser uma reperfilagem sobre calçamento, a aplicação do CBUQ sobre a pista será realizada através de motoniveladora e vibroacabadora, sendo realizada inicialmente uma regularização das imperfeições com a motoniveladora e posteriormente a camada final de rolamento aplicada com a vibroacabadora. A rolagem deverá ser feita com a utilização do rolo pneumático e o fechamento com o rolo liso (tandem).

A rolagem deve ser iniciada à temperatura de 120°C e encerrada sem que a temperatura caia abaixo de 80°C. A compactação deverá ser iniciada nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro, de modo que os rolos cubram uniformemente em cada passada pelo menos a metade da largura de seu rastro da passagem anterior. Nas curvas, a rolagem deverá progredir do lado mais baixo para o lado mais alto, paralelamente ao eixo da guia e nas mesmas condições do recobrimento do rastro.

Os compressores não poderão fazer manobras sobre a camada que está sofrendo rolagem. A compressão requerida em lugares inacessíveis aos compressores será executada por meio de soquete manual ou placa vibratória.

As depressões ou saliências que aparecerem após a rolagem deverão ser corrigidas pelo afrouxamento e compressão da mistura até que a mesma adquira densidade igual ao material circundante.



## MEMÓRIA DE CÁLCULO

### Serviços preliminares

Placa da obra:  $3,0 \times 1,0 = 3,00 \text{ m}^2$   
Transporte de equipamentos e veículos: 10 horas  
Mão-de-obra do encarregado geral da obra: 200 horas  
Mão-de-obra do engenheiro da obra: 30 horas

### Terraplenagem

Regularização e compactação a 100,00 % do PN = é a área de pavimentação do projeto =  $240,00 \text{ m} \times 5,00 \text{ m} = 1.200,00 \text{ m}^2$

### Obras de arte corrente

Bueiro BSTC 0,60 m = 20,00 m  
Boca de bueiro BSTC 0,60m = 4 un

### Pavimentação em pedras irregulares

Área de pavimentação: (extensão pela largura) =  $240,00 \text{ m} \times 5,00 \text{ m} = 1.200,00 \text{ m}^2$   
Colchão de pedrisco – espessura de 10,0 cm =  $1.200,00 \text{ m}^2$   
Pavimentação com pedra basalto irregular, pó de pedra e compactação =  $1.200,00 \text{ m}^2$   
Travamento longitudinal com meio-fio:  $240,0 \text{ m} / 50,0 \text{ m} = 4,8 \Rightarrow 5 \text{ unidades}$   
Comprimento de meio-fio para travamento:  $5 \text{ un} \times 6 \text{ m} = 30,0 \text{ m}$   
Contenção lateral:  $1.200 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 0,70 \text{ m} = 126,00 \text{ m}^3$

### Pavimentação asfáltica – Reperfilagem

Pintura de ligação com emulsão asfáltica RR-2C: área da via =  $1.200,00 \text{ m}^2$   
Concreto betuminoso usinado quente: área da via  $\times 0,04 = 1.200,00 \times 0,04 = 48,00 \text{ m}^3$   
Transporte – DMT 26 km (densidade  $2,50 \text{ t/m}^3$ ) =  $48,0 \times 2,5 \times 26 = 3.120,00 \text{ t} \times \text{km}$   
Carga, manobra e descarga de material betuminoso a quente =  $48,0 \times 2,5 = 120,00 \text{ t}$

Cordilheira Alta - SC, 2 de abril de 2024.

---

Fernando L. Becker – Diretor de Engenharia  
Eng. Civil – CREA/SC 21.266-9