



CLIENTE:				SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA			
EMPREENDIMENTO:				OBRA DE ARTE ESPECIAL E READEQUAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO			
OPERAÇÃO:		OS/OSA	Nº CLIENTE		REV. CLIENTE		
1.15.285		01/00	I-OAESV-X-R1/16-67-lv		1		
CONTRATO:			Nº PLANAVE		REV. PLANAVE		
158/2016			ET-F01-B18-1003		A		

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE:	REV. CLIENTE	FOLHA:
	I-OAESV-X-R1/16-67-IV	1	
	Nº PLANAVE:	REV. PLANAVE	2/11
	ET-F01-B18-1003	A	

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	3
2	DEFINIÇÕES	3
3	CONDIÇÕES GERAIS.....	3
4	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	3
4.1	Material	3
4.1.1	Agregado graúdo	3
4.1.2	Agregado para material de enchimento e camada de isolamento ou bloqueio	4
4.2	Equipamentos	5
4.3	Execução	5
4.3.1	Preparo da superfície.....	5
4.3.2	Camada de isolamento e bloqueio	5
4.3.3	Camada de agregado graúdo	6
4.3.4	Operações de enchimento e acabamento	6
4.3.5	Abertura ao tráfego	7
5	INSPEÇÕES	8
5.1	Controle dos insumos	8
5.1.1	Agregado graúdo	8
5.1.2	Agregados para enchimento e camada de isolamento	8
5.2	Controle da execução	9
5.3	Verificação do produto	9
5.4	Plano de amostragem variável – Controle tecnológico	10
5.5	Condições de conformidade e não conformidade	10
6	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	11

	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 3/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

1 OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução da camada de sub-base de macadame seco.

2 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta especificação, aplicam-se as seguintes definições:

Sub-base - camada de pavimentação, complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado.

Macadame seco – Camada constituída por agregados graúdos, naturais ou britados, que tem seus vazios preenchidos a seco por agregados miúdos, e a sua estabilização é obtida pela ação da energia de compactação.

Camada de isolamento ou bloqueio - parte inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,04 m após a compactação, constituída por finos da britagem.

3 CONDIÇÕES GERAIS


- Não será permitida a execução dos serviços objeto desta especificação em dias de chuva.
- É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

4 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

4.1 Material

4.1.1 Agregado graúdo

O agregado graúdo deve constituir-se por pedra britada tipo rachão, produto total da britagem primária, constituído de fragmentos duros duráveis, livres de excesso de partículas lamelares, alongadas, macias ou de fácil desintegração, matéria orgânica e outras substâncias ou contaminações prejudiciais. O agregado graúdo deve atender aos seguintes requisitos:

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 4/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

- a) O diâmetro máximo do agregado deve estar compreendido entre 1/2 e 2/3 da espessura final da camada. No entanto devido ao processo de obtenção da pedra rachão, admite-se um percentual de até 10% de agregado com granulometria entre 4" e 6". O agregado graúdo, ensaiado conforme DNER-ME 083/98, deve satisfazer a faixa granulométrica do Quadro 1;

Quadro 1 – Faixa Granulométrica do Agregado Graúdo

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando
ASTM	mm	
6"	152,4	100
4"	101,6	90 – 100
3"	76,2	65 – 80
2"	50,8	15 – 55
1"	25,4	5 – 30
1/2"	12,7	2 – 18
nº 4	4,8	0 - 15


- b) A perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089/94, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%;
- c) O desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme DNER-ME 035/98, deve ser inferior a 50%;

4.1.2 Agregado para material de enchimento e camada de isolamento ou bloqueio

O material de enchimento e da camada de isolamento ou bloqueio deve constituir-se por produto de britagem com 50% do material com granulometria entre 3/4" (19,1 mm) e 3/8" (9,5 mm) e 50% do material com granulometria inferior a 3/8", determinadas conforme DNER-ME 083/98, de forma a permitir o travamento da camada de pedra rachão e evitar a penetração no material do subleito, admitindo-se uma variação de $\pm 5\%$ nas percentagens indicadas.

O agregado deve atender os seguintes requisitos:

- a) A perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089/94, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%;

	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 5/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

- b) O equivalente de areia, conforme DNER-ME 054/97, deve ser igual ou superior a 55%;
- c) A fração que passa na peneira de abertura 0,42 mm (nº 40) deve apresentar limite de liquidez, conforme DNER-ME 122/94, igual ou inferior a 25% e índice de plasticidade, conforme DNER-ME 082/94, igual ou inferior a 6%.

4.2 Equipamentos

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela Fiscalização.

O equipamento básico para a execução da sub-base de macadame seco compreende as seguintes unidades:

- Distribuidor de agregados rebocável ou autopropelido possuindo dispositivos que permitam o espalhamento homogêneo da quantidade de material desejado;
- Caminhão basculante;
- Pá-carregadeira;
- Motoniveladora pesada ou trator esteiras equipado com lâmina;
- Rolo liso autopropelido, vibratório;
- Compactadores portáteis vibratórios ou sapos mecânicos;
- Equipamentos e ferramentas complementares, pás, carrinhos de mão, vassourões ou vassouras mecânicas.


4.3 Execução

4.3.1 Preparo da superfície

A superfície a receber a camada de base deve estar totalmente concluída, ser previamente limpa mediante a utilização de vassoura mecânica, isenta de pó ou quaisquer outros agentes prejudiciais, além de ter recebido aprovação prévia da Fiscalização

4.3.2 Camada de isolamento e bloqueio

A camada de isolamento ou bloqueio tem por objetivo evitar que o agregado graúdo penetre no material subjacente e que, como consequência, os finos existentes sejam bombeados e venham a contaminar a camada a executar.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 6/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

Esta camada deve ser executada na largura da pista e deve possuir espessura de 0,04 m após a compactação, com tolerância de mais um centímetro.

O espalhamento do material de bloqueio pode ser executado por distribuidor de agregados. A acomodação da camada deve ser feita pela compactação, com emprego de rolo estático liso, preferencialmente, em uma ou, no máximo, duas coberturas.

4.3.3 Camada de agregado graúdo

O agregado graúdo deve ser espalhado em uma camada uniformemente distribuída, obedecendo aos alinhamentos e perfis projetados. A espessura solta dos agregados deve ser constante e suficiente para que seja obtida a espessura especificada após compactação.

O espalhamento pode ser feito com motoniveladora ou trator de esteiras com lâmina.

Após o espalhamento do agregado graúdo, deve-se executar a verificação do greide e da seção transversal com cordéis ou gabaritos; caso ocorra deficiência ou excesso de material, deve-se efetuar a correção pela adição ou remoção do material. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo para complementação, sendo vetado o uso de agregado miúdo.

Efetuada as correções necessárias, deve ser obtida a acomodação do material graúdo, previamente ao lançamento do material de enchimento, pela passagem do rolo liso sem vibrar.


Quando se desejar camadas de sub-base de espessura superior a 20 cm, os serviços devem ser executados em mais de uma camada de espessuras iguais.

No caso de construção em meia pista, é obrigatório o uso de formas ao longo do eixo da via; as formas devem ser metálicas ou de madeira, tendo estas últimas espessura de no mínimo 5 cm.

4.3.4 Operações de enchimento e acabamento

Quando da execução dessas operações o material de enchimento deverá apresentar umidade tal que não ultrapasse +1,0% da respectiva umidade higroscópica, e obedecer à faixa granulométrica especificada. O material de enchimento será obrigatoriamente espalhado com distribuidor de agregados sobre a camada de agregado graúdo, de modo a preencher os vazios deste já parcialmente compactado.

Após a distribuição do material de enchimento, a camada deve ser compactada com uso de rolo liso vibratório, para forçar a penetração do material nos vazios do agregado graúdo.

	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 7/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

Nos trechos em tangente, a compactação deve partir sempre das bordas para o eixo, e, nas curvas, da borda interna para a externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente compactada.

Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação, ou onde seu emprego não seja recomendável, a compactação requerida deve ser feita com compactadores portáteis, manuais ou sapos mecânicos.

A aplicação do material de enchimento deve ser feita em uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial.

Logo após completada compactação da camada, deve ser feita nova verificação na superfície de forma a constatar eventuais ocorrências de excesso ou deficiência de material de enchimento. Constatado o excesso ou falta de finos, deve-se realizar as correções necessárias da seguinte forma:


- Se houver deficiência de finos, deve-se processar o espalhamento da segunda camada de material de enchimento;
- Se houver excesso de finos, deve-se processar a remoção do material excedente por meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares, tais como: pá, enxada, rastelo ou vassoura mecânica.

A compactação deve prosseguir até se obter perfeito entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco.

Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição excessiva de finos, os quais, acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de escorregamentos e outras deformações nas camadas subjacentes.

4.3.5 Abertura ao tráfego

Concluída a compactação, a camada será obrigatoriamente aberta ao tráfego da obra e usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa deve estender-se por período de 7 a 15 dias, antes da execução da camada de base. A manutenção do tráfego pelo período citado terá como finalidade a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Caso ocorram deficiências de travamento, devem ser executadas as correções pertinentes.

	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 8/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

5 INSPEÇÕES

5.1 Controle dos insumos

Todo o material utilizado na construção do macadame seco deverá ser verificado antes do seu espalhamento e/ou aplicação na pista. Assim sendo, deverão ser realizadas verificações de qualidade para os materiais da camada de bloqueio, do agregado graúdo e do material de enchimento na sua origem, com amostras coletadas de forma aleatória.

A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável.

Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², devem ser coletadas pelo menos 5 amostras para execução do controle dos insumos.

5.1.1 Agregado graúdo


Devem ser executados os ensaios de controle de qualidade conforme especificado no item 4.1.1, quais sejam:

- Durabilidade com sulfato de sódio e magnésio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089/94 - 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- Abrasão Los Angeles, conforme DNER-ME 035/98 - 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- Granulometria, conforme DNER-ME 083/98, com amostras coletadas na pista após espalhamento do material - 1 ensaio a cada 1.500 m² de pista.

5.1.2 Agregados para enchimento e camada de isolamento

Devem ser executados os ensaios de controle de qualidade conforme especificado no item 4.1.2, quais sejam:

- Durabilidade com sulfato de sódio em cinco ciclos, conforme DNER ME 089/94 - 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- Equivalente de areia, determinado conforme DNER-ME 054/97 - 1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho;
- granulometria, conforme DNER-ME 083/98, com amostras coletadas na pista após espalhamento do material - 1 ensaio a cada 1.500 m² de pista.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 9/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

- d) na fração que passa na peneira de abertura 0,42 mm, nº 40, realizar: um ensaio de limite de liquidez conforme DNER-ME 122/94, e um ensaio de limite de plasticidade conforme DNER-ME 082/94 - sendo 1 ensaio a cada 1.500 m² de pista.

Caso ocorra, por qualquer motivo, aumento da umidade do material após o espalhamento e antes do conveniente preenchimento do agregado graúdo, as operações de compactação somente poderão ser reiniciadas quando o material atingir a umidade máxima especificada no item 4.3.4.

5.2 Controle da execução

O controle da execução da sub-base de macadame seco deve ser realizado através de inspeção visual, que constará do seguinte:


- Verificação da uniformidade e espessura da camada de bloqueio, em cada faixa compactada;
- Verificação das condições de compactação do macadame seco, em cada faixa compactada, pela colocação à frente do rolo compressor de uma pedra de tamanho razoável, constatando o esmagamento da mesma pelo rolo sem penetrar na sub-base, a intervalos de no máximo 100m de pista;
- Constatação de que eventuais pontos fracos, observados após a liberação do tráfego, foram corrigidos.

5.3 Verificação do produto

A verificação final da qualidade da camada de sub-base (Produto) deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com o plano de amostragem variável (vide subseção 5.4).

Após a execução da sub-base, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- $\pm 10\%$, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 10/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

5.4 Plano de amostragem variável – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um plano de amostragem, aprovado pela Fiscalização, elaborado pela empreiteira de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

O tamanho das amostras deve ser documentado e informado previamente à Fiscalização.

5.5 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado na subseção 5.4, devem cumprir as condições gerais e específicas deste documento, e estar de acordo com os seguintes critérios:

- Quando especificado valor ou limite mínimo ou máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

a) Condições de conformidade:

$\bar{X} - ks \geq$ valor mínimo especificado;

$\bar{X} + ks \leq$ valor máximo especificado.

b) Condições de não-conformidade:

$\bar{X} - ks <$ valor mínimo especificado;

$\bar{X} + ks >$ valor máximo especificado.

Sendo:


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

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

Onde:

X_i - valores individuais.

\bar{X} - média da amostra.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-67-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 11/11
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1003	REV. PLANAVE A	

S - desvio padrão da amostra.

K - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações (tamanho da amostra).

- Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado} \Rightarrow$ Não Conformidade;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado} \Rightarrow$ Conformidade;

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das “Não-Conformidades” dos Insumos e do Produto.

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação. Caso contrário será rejeitado.

6 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços considerados conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- A sub-base será medida considerando o volume efetivamente executado, de acordo com a espessura média e obedecidos os alinhamentos e cotas de projeto obtidos no controle geométrico, admitidas as tolerâncias estabelecidas nesta especificação.
- Não serão motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- Não serão considerados quantitativos de serviços superiores aos indicados no projeto;
- 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.