
 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE:	REV. CLIENTE	FOLHA:
	I-OAESV-X-R1/16-65-IV	1	
	Nº PLANAVE:	REV. PLANAVE	2/13
	ET-F01-B18-1002	A	

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	3
2	DEFINIÇÕES	3
3	A ÁREA DE INTERVENÇÃO	3
4	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	3
4.1	Material	3
4.1.1	Agregado.....	3
4.1.2	Agregado.....	4
4.1.3	Água.....	4
4.2	Mistura dos Agregados e Cimento.....	4
4.3	Equipamento	5
4.4	Execução	5
4.4.1	Preparo da Superfície	5
4.4.2	Produção.....	6
4.4.3	Transporte.....	6
4.4.4	Espalhamento	6
4.4.5	Compactação	7
4.4.6	Acabamento	8
4.4.7	Abertura ao tráfego	8
5	INSPEÇÕES	8
5.1	Controle dos insumos	8
5.2	Controle da Produção da Mistura Brita Graduada-Cimento	9
5.3	Controle da execução	10
5.4	Verificação do produto	10
5.5	Plano de amostragem variável – Controle tecnológico	11
5.6	Condições de conformidade e não conformidade	11
6	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO.....	12

	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 3/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

1 OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivo estabelecer a metodologia a ser empregada na execução da camada de base em brita graduada melhorada com cimento, com teor de 1,5% (um e meio por cento).

2 DEFINIÇÕES

Para os efeitos deste documento, aplicam-se as seguintes definições:

Base - camada de pavimentação destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base devidamente regularizada e compactada.

Brita Graduada Melhorada com Cimento – mistura em usina de produtos de britagem de rocha sã e cimento que, nas proporções adequadas, resulta no enquadramento em uma faixa granulométrica contínua, que corretamente compactada resulta em um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

3 A ÁREA DE INTERVENÇÃO


- Não será permitida a execução dos serviços objeto deste documento 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

- Os agregados utilizados, obtidos a partir da britagem da rocha sã, devem constituir-se por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres do excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como quaisquer outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
- O desgaste no ensaio de Abrasão Los Angeles, conforme DNER-ME 035/98, deve ser menor ou igual a 50%;
- O equivalente de areia do agregado miúdo, conforme DNER-ME 54/97, deve ser maior ou igual a 55%;

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 4/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

- O Índice de Forma, segundo DNER-ME 086/94, deve ser superior a 0,5 e a percentagem de partículas lamelares menor ou igual a 10%;
- A perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER-ME 089/94, em cinco ciclos, deve ser inferior a 20% com sulfato de sódio, e inferior a 30% com sulfato de magnésio.

4.1.2 Agregado

Deverá obedecer às exigências da DNER-EM 036/95, juntamente com as da ABNT NBR 5732.

4.1.3 Água


Deverá ser isenta de elementos nocivos como sais, ácidos, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

4.2 Mistura dos Agregados e Cimento

O projeto da mistura dos agregados e cimento deve satisfazer aos seguintes requisitos:

- Quando submetida ao ensaio de granulometria, conforme DNER-ME 080/94, a mistura deverá apresentar as características indicadas a seguir:
 - Curva de composição granulométrica contínua, satisfazendo a uma das faixas do quadro a seguir.

Malha da Peneira ASTM	% em Peso Passando				Tolerâncias da faixa de projeto
	A	B	C	D	
2"	100	100	-	-	± 7
1"	-	75-90	100	100	± 7
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	± 7
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	± 5
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	± 5
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	± 2
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	± 2

	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 5/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

- A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada na tabela acima para cada peneira, respeitando, porém, os limites da faixa granulométrica adotada;
- A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

- Quando submetida aos ensaios DNIT 164/2013-ME, na energia indicada do Método C, e DNIT 172/2006-ME, a mistura deverá apresentar Índice Suporte Califórnia – ISC $\geq 100\%$ e Expansão $\leq 0,3\%$.

4.3 Equipamento


São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da camada de base:

- Vibro-acabadora;
- motoniveladora pesada, com escarificador;
- carro tanque distribuidor de água;
- Vassoura mecânica;
- Rolos compactadores tipo liso vibratório e pneumático de pressão regulável;
- Caminhões basculantes;
- Pá-carregadeira;
- Compactadores portáteis mecânicos; e
- Usina misturadora dotada de unidade dosadora com, no mínimo, três silos, dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo “pugmill”.

4.4 Execução

4.4.1 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.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 6/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

4.4.2 Produção

A rocha sã da pedra, previamente aprovada nos ensaios indicados, deve ser britada e classificada em frações a serem definidas em função da faixa granulométrica prevista para a mistura, já considerada a adição de teor de 1,5% (um e meio por cento) de cimento em peso, devendo ser obedecidos os seguintes requisitos e procedimentos operacionais:

- Nas usinas utilizadas para produção da mistura, os silos, em número mínimo de três, devem ter capacidade total de no mínimo três vezes a capacidade do misturador. Os silos devem ter dispositivos que os abriguem da chuva;
- A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características especificadas para a mistura;
- As frações obtidas, acumuladas nos silos da usina, são combinadas no misturador, acrescentando-se ainda a quantidade indicada de cimento, e a água necessária à condução da mistura à respectiva umidade ótima, mais o acréscimo destinado a suprir as perdas verificadas nas operações construtivas subsequentes. Deve ser previsto o eficiente abastecimento, de modo a evitar a interrupção da produção;

Não é permitida a mistura prévia dos materiais no abastecimento dos silos.


4.4.3 Transporte

No transporte da mistura devem ser observados os seguintes procedimentos:

- A mistura produzida na usina deve ser descarregada diretamente sobre caminhões basculantes e em seguida transportada para a pista. Os caminhões devem ser dotados de lona para evitar a perda de umidade da mistura durante o transporte.
- Não é permitida a estocagem do material usinado. A produção da mistura na usina deve ser adequada às extensões de aplicação imediata na pista.
- Não é permitido o transporte da mistura para a pista quando a camada subjacente estiver molhada, incapaz de suportar sem se deformar a movimentação do equipamento.

4.4.4 Espalhamento

A mistura será espalhada na pista observando-se os seguintes procedimentos:


	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 7/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

- A definição da espessura da mistura solta será obtida a partir da observação criteriosa de panos experimentais, previamente executados. Após a compactação essa espessura deve permitir a obtenção da espessura definida no projeto;
- A distribuição da mistura será feita obrigatoriamente com vibro-acabadora, capaz de distribuí-la em espessura uniforme sem produzir segregação e de forma a evitar conformação adicional da camada. Caso, no entanto, isto seja necessário, admite-se conformação pela atuação da motoniveladora exclusivamente por ação de corte, previamente ao início da compactação;
- As espessuras de camada individual acabada devem situar-se no intervalo de 15 a 20 cm.

4.4.5 Compactação

A compactação do material será executada observando-se os seguintes procedimentos:

- A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação é de - 2,0% a +1,0% em relação à umidade ótima de compactação. A determinação da umidade será feita pelo método DNER-ME 052/94 ou pelo método DNER-ME 088/94 para cada 100m de pista. Durante a compactação, se necessário, pode ser provido o umedecimento da superfície da camada mediante emprego de carro tanque distribuidor de água. Não é permitida a correção de umidade na pista mediante aeração do material por meio de motoniveladora ou grade de discos. Caso seja ultrapassada a tolerância máxima indicada o material será substituído.
- Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos, de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação, sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.
- A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelos bordos. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir dos dois bordos para o centro, em percursos equidistantes da linha base, o eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir do bordo mais baixo para o mais alto, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 8/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

- Nas partes adjacentes ao início e ao fim da base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for desejável, tais como cabeceira de obras-de-arte, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

- As manobras do equipamento de compactação que impliquem variações direcionais prejudiciais devem se processar fora da área de compactação.

4.4.6 Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta da motoniveladora e dos rolos de pneus e liso vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

4.4.7 Abertura ao tráfego

A base não deve ser submetida à ação do tráfego, devendo ser imprimada imediatamente após a sua liberação pelos controles de execução, de forma que a camada já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

5 INSPEÇÕES


5.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução da base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos procedimentos a seguir descritos:

- Todo cimento empregado na obra deverá estar em conformidade com o disposto na norma DNER-EM 036/95, de acordo com certificado do Fabricante.
- Antes de usado na central da mistura, deverão ser executados na obra ensaios de determinação de finura (ABNT NBR 7224/96 Blaine, peneiramento), a fim de verificar se o cimento não está empedrado. A frequência destes ensaios é de um ensaio por dia de trabalho, ou sempre que houver dúvidas sobre a sanidade do cimento.

O resíduo retido na peneira nº 200 (malha de 0,075mm) não deverá exceder a:

- Cimento Portland de alto forno - 10%;
- Cimento comum - 15%.

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 9/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	


- c) Ensaios de granulometria e de equivalente de areia do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 080/94 e DNER-ME 054/94 em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. Na usina, será coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador.
- d) Ensaios de compactação pelo método DNIT 164/2013-ME, com energia de compactação do Método C, com material coletado na pista em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. Na usina, será coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador.
- e) A energia de compactação de projeto poderá ser acrescida quanto ao número de golpes, de modo a se atingir o máximo da densificação, determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo, com equipamento especificado para a obra.
- f) Ensaios de Índice de Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNIT 172/2016-ME, para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 400 m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. Na usina, será coletado o mesmo número de amostras, na saída do misturador.
- g) A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável.
- h) 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.

5.2 Controle da Produção da Mistura Brita Graduado-Cimento

O controle da mistura será exercido na usina de solos mediante a execução das seguintes determinações:

- a) Granulometria da mistura pelo método DNER-ME 080/94, duas determinações por jornada de 8 h de trabalho em amostras sem a adição do cimento;
- b) Determinação do teor de cimento, obtido pela razão entre a diferença de massas da mistura com cimento e sem cimento, pela massa da mistura com adição de cimento, multiplicado por 100.

Devem ser feitas 2 determinações por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver indícios de falta de cimento:

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 10/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

- As coletas de material, com e sem adição de cimento são realizadas numa mesma extensão de correia L da correia transportadora em intervalos de tempo iguais de descarga do material sobre a correia;
- A variação individual admitida para o teor de cimento é de $\pm 0,25$ ponto percentual do teor ótimo de cimento do projeto da mistura.


5.3 Controle da execução

O controle da execução da base deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 5.5). Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

- a) Para cada carregamento e espalhamento da mistura, determinar o intervalo de tempo decorrido entre a saída da mistura da usina e o início da compactação. O intervalo máximo admitido entre a incorporação do cimento e da água no misturador e o início do espalhamento para a compactação é de 1 hora;
- b) Ensaio de teor de umidade do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para o teor de umidade é de -2,0% a +1,0% em relação à umidade ótima.
- c) Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas de no máximo 4.000 m², devem ser feitas pelo menos cinco determinações por camada, para o cálculo do grau de compactação (GC).
- d) Os cálculos do grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ”, obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100%.

5.4 Verificação do produto

A verificação final da qualidade da camada de base (Produto) deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 5.5).

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 11/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

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

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

5.5 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 de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

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

5.6 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 5.5, 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:

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

 PLANAVE S.A. Estudos e Projetos de Engenharia	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 12/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

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

Onde:

X_i - valores individuais.

\bar{X} - média da amostra.

S - desvio padrão da amostra.

K - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações (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 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.

	Nº CLIENTE: I-OAESV-X-R1/16-65-IV	REV. CLIENTE 1	FOLHA: 13/13
	Nº PLANAVE: ET-F01-B18-1002	REV. PLANAVE A	

- Não serão motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais (inclusive cimento), 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.