

CADERNO DE ENCARGOS

CONCURSO PÚBLICO PARA A CELEBRAÇÃO DE ACORDO QUADRO PARA A EXECUÇÃO DE OBRAS NA VIA PÚBLICA

Aplicação de misturas betuminosas

PAVIMENTAÇÃO POR APLICAÇÃO DE MISTURAS BETUMINOSAS

1.1 – Materiais constituintes da mistura betuminosa

- 1.1.1 – Ligantes betuminosos
- 1.1.2 – Aditivos especiais para misturas betuminosas
- 1.1.3 – Agregados para camadas de sub-base e base

1.2 – Materiais para camadas granulares

- 1.2.1 – Com características de sub-base em agregado britado de granulometria extensa
- 1.2.2 – Com características de base em agregado britado de granulometria extensa

1.3 – Materiais para camadas de mistura betuminosa a quente

- 1.3.1 – Com características de base em macadame
- 1.3.2 – Com características de regularização
 - 1.3.2.1 – Em macadame betuminoso
 - 1.3.2.2 – Em mistura betuminosa densa
- 1.3.3 – Com características de desgaste
 - 1.3.3.1 – Em betão betuminoso

1.4 – Métodos construtivos

- 1.4.1 – Camadas em solos ou em materiais granulares com característica de sub-base
 - 1.4.1.1 – Exploração, fabrico e armazenamento
 - 1.4.1.2 – Transporte e armazenamento
 - 1.4.1.3 – Compactação e correção do teor em água
 - 1.4.1.4 – Regularização da superfície acabada
 - 1.4.1.5 – Espessura da camada
- 1.4.2 – Camadas de agregado britado de granulometria extensa com características de base
 - 1.4.2.1 – Fabrico e armazenamento
 - 1.4.2.2 – Espalhamento
 - 1.4.2.3 – Compactação
 - 1.4.2.4 – Regularização da superfície acabada
 - 1.4.2.5 – Espessura da camada
 - 1.4.2.6 – Impregnação betuminosa
- 1.4.3 – Misturas betuminosas a quente
 - 1.4.3.1 – Preparação da superfície subjacente
 - 1.4.3.2 – Fabrico, transporte e espalhamento das misturas
 - 1.4.3.3 – Compactação
- 1.4.4 – Camada de base e regularização em macadame betuminoso

1.5 – Ensaios a realizar

1 – PAVIMENTAÇÃO POR APLICAÇÃO DE MISTURAS BETUMINOSAS CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

1.1 - MATERIAIS CONSTITUINTES DAS MISTURAS COM LIGANTES HIDRÁULICOS OU BETUMINOSOS

1.1.1 - LIGANTES BETUMINOSOS

O fornecimento do material na obra deve ser sempre acompanhado de um boletim de ensaios que caracterize o lote de fabrico. O material fornecido deve satisfazer às prescrições que a seguir se indicam:

BETUMES PUROS (DESTILAÇÃO DIRETA)

As características do betume deverão obedecer à especificação E 80 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. O betume a empregar deve ser do tipo definido no projeto de Pavimentação, normalmente 35/50 ou 50/70 para todas as misturas betuminosas (na rede principal devem utilizar-se, preferencialmente, betumes do tipo 35/50) ou 160/220 quando se destine à execução de revestimentos superficiais ou semipenetrações. No caso de misturas betuminosas de alto módulo o betume a utilizar será em princípio do tipo 10/20 e eventualmente aditivado. O recurso a betumes de tipo distinto dos indicados ficará confinado à implementação de eventuais propostas do Adjudicatário, devidamente justificadas e submetidas à aprovação da Fiscalização.

O boletim de ensaios, que acompanha o fornecimento dos betumes, deverá sempre indicar as temperaturas a que o material apresenta as viscosidades de 170±20 cSt e de 280±30 cSt, como mencionado na rubrica 15 deste Caderno de Encargos.

BETUMES FLUIDIFICADOS

As características do betume fluidificado deverão obedecer à especificação E 98 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. O betume fluidificado a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ser do tipo definido no projeto de Pavimentação, normalmente MC-30 ou MC - 70.

EMULSÕES BETUMINOSAS

As emulsões betuminosas podem ser utilizadas em regas de impregnação, em regas de colagem, em semipenetrações, em revestimentos superficiais betuminosos, em estabilização de bases, na cura de bases tratadas com cimento, na colagem e impregnação de geotêxteis e em misturas betuminosas ou microaglomerados a frio. As emulsões a empregar deverão estar de acordo com o definido no projeto de Pavimentação.

Emulsões betuminosas clássicas

Para regas de impregnação

A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ser uma emulsão especial de impregnação do tipo catiónico - ECI - de baixa viscosidade, que apresente as seguintes características:

- a) Viscosidade Saybolt-Furol, a 25°C, máxima 50 s
- b) Carga das partículas positiva
- c) Teor em betume, mínimo 40%
- d) Teor em água, máximo 50%
- e) Peneiração, máxima 0,1%

f) Sedimentação, aos 7 dias, máxima 10%

g) Teor em fluidificante, máximo 15%

h) Penetração do resíduo de destilação a 25°C, 100g, 5s (0,1mm) 200 - 300

Caso a Fiscalização o aprove, a emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares poderá ser do tipo catiónico de rotura lenta, ECL - 1, e obedecer à especificação E 354 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, ou do tipo aniónico de rotura lenta, EAL - 1, e obedecer à especificação E 128 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Para regas de colagem

As características da emulsão betuminosa deverão obedecer à especificação E 354 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. A emulsão betuminosa a empregar deve ser do tipo catiónico de rotura rápida, definida no projeto de Pavimentação, normalmente ECR - 1.

Para semipenetrações e revestimentos superficiais betuminosos

Em alternativa ao betume 160/220, poderá ser empregue uma emulsão betuminosa em semipenetrações

e revestimentos superficiais. Nestes casos deve ser do tipo catiónico de rotura rápida, ECR - 3, e apresentar as seguintes características:

a) Viscosidade Saybolt-Furol, a 50°C, mínima 40 s

b) Carga das partículas positiva

c) Teor em betume, mínimo 66%

d) Teor em água, máximo 34%

e) Peneiração, máxima 0,1%

f) Sedimentação, aos 7 dias, máxima 5%

g) Teor em fluidificante, máximo 2%

h) Penetração do resíduo de destilação, a 25°C, 100g, 5s (0,1mm) 100-200

1.1.2 - ADITIVOS ESPECIAIS PARA MISTURAS BETUMINOSAS

Sempre que se mostre necessário incorporar aditivos especiais para melhorar a adesividade betume-agregado, para regular o tempo de rotura da emulsão ou para melhorar a trabalhabilidade de microaglomerados a frio, deverá o Adjudicatário submeter à apreciação e aprovação da Fiscalização as características técnicas e o modo de utilização de tais aditivos.

A utilização de outros tipos de aditivos, nomeadamente fibras, ficará confinada à implementação de eventuais propostas do Adjudicatário, devidamente justificadas e submetidas à aprovação da Fiscalização, o mesmo sucedendo quando se pretenda a introdução, nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com características especiais sujeitos a segredo industrial por constituírem soluções sob patente.

FILER PARA MISTURAS BETUMINOSAS

FILER COMERCIAL

O fornecimento do material na obra deve ser sempre acompanhado de um boletim de ensaio que caracterize o lote de fabrico.

O filer comercial, a incorporar em misturas betuminosas, deverá obedecer às seguintes prescrições:

- Ser constituído por pó de calcário, cimento Portland, ou cal hidráulica devidamente apagada;

- Apresentar-se seco e isento de torrões provenientes de agregação das partículas, de substâncias prejudiciais e apresentar um índice de plasticidade inferior a 4. O limite do índice de plasticidade não se aplica ao cimento e à cal hidráulica.
- Ter granulometria satisfazendo aos seguintes valores:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
0,425 mm (nº 40)	100
0,180 mm (nº 80)	95 - 100
0,075 mm (nº 200)	75 - 100

- Homogeneidade – Dada a importância das características do filer, uma vez aprovado este, não poderá o Adjudicatário alterar a sua proveniência sem prévio acordo da Fiscalização. Caso haja acordo da Fiscalização, a alteração implica necessariamente novos estudos de composição das misturas afetadas pela eventual mudança, que deverão ser de novo submetidas a aprovação.

1.1.3 - AGREGADOS PARA CAMADAS DE SUB-BASE E BASE, GRANULARES E EM MISTURA COM LIGANTES HIDRÁULICOS

CONDIÇÕES GERAIS

Os agregados, provenientes da exploração de formações homogéneas, devem ser limpos, duros, pouco alteráveis sob a ação dos agentes climáticos, de qualidade uniforme e isentos de materiais decompostos, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.

Os agregados deverão ser constituídos por materiais pétreos britados, provenientes de exploração de pedreiras ou seixeiros, devendo neste caso conter as percentagens indicadas nos itens dos materiais correspondentes e apresentar, no mínimo, **três faces de fratura** e com um coeficiente de redução 4D.

A utilização de materiais granulares não tradicionais, tais como: produtos de demolição, betão britado, escórias de aciaria, etc, não prevista no presente C.E., poderá no entanto ser aprovada desde que convenientemente justificada a proposta da sua utilização.

Deverão, ainda, respeitar as prescrições que se indicam nos respetivos itens, para a sua utilização em camadas de sub-base e base granulares.

FRACÇÕES GRANULOMÉTRICAS

A recomposição em central dos materiais granulares de granulometria extensa deverá ser feita, em princípio, com base nas seguintes fracções granulométricas:

MATERIAL	FRACÇÕES (dimensões nominais em mm)
Material granular de granulometria extensa (contínua) e Betão Pobre Cilindrado	0/4, 4/20, 20/40
Material granular de granulometria extensa (contínua) tratado com Ligantes Hidráulicos	ou em alternativa 0/6, 6/20, 20/40

--	--

Notas: O conceito de dimensão nominal (d/D) significa que se admite que até 10% do material fique retido no peneiro de maior dimensão (D) e que até 10% do material passe no peneiro de menor dimensão (d); no entanto, a soma daquelas duas percentagens deverá ser inferior a 15%. As dimensões nominais referidas para cada fração, estão normalmente associadas a sistemas de classificação das instalações de britagem em que os crivos apresentam as seguintes aberturas das malhas: 5; 8;...mm, por exemplo.

HOMOGENEIDADE

Os agregados deverão ser obtidos a partir de formações homogéneas de pedreiras ou seixeiros. A homogeneidade de características de cada fração deve ser tal que garanta a homogeneidade da mistura de agregados recomposta em central.

1.1.4 - AGREGADOS PARA MISTURAS BETUMINOSAS

CONDIÇÕES GERAIS

Os agregados, provenientes da exploração de formações homogéneas, devem ser limpos, duros, pouco alteráveis sob a ação dos agentes climatéricos, com adequada adesividade ao ligante, de qualidade uniforme e isentos de materiais decompostos, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.

Os agregados deverão ser constituídos por **materiais pétreos britados**, provenientes de exploração de pedreiras ou seixeiros, devendo neste caso apresentar, no mínimo, **três faces de fratura** e com um coeficiente de redução mínimo de 4D. A utilização de seixo britado será condicionada ao emprego de um aditivo no betume, de modo a garantir a adequada adesividade ao ligante betuminoso.

Caso a formulação obtida com recurso a materiais britados não permita atingir os requisitos exigidos, a Fiscalização poderá admitir a incorporação de 5% de areias naturais nas misturas betuminosas para camadas de base e de regularização.

Deverão ainda respeitar as prescrições que se indicam nos respetivos itens para a sua utilização em camadas de misturas betuminosas a frio ou a quente.

FRACÇÕES GRANULOMÉTRICAS

As misturas betuminosas referidas neste documento deverão ser fabricadas a partir das seguintes fracções granulométricas:

MATERIAL	FRACÇÕES (dimensões nominais em mm)
Macadame betuminoso Fuso A Fuso B	0/4, 4/10, 10/20 0/4, 4/20, 20/40 ou em alternativa 0/6, 6/20, 20/40
Mistura betuminosa densa	0/4, 4/10, 10/20
Betão betuminoso	0/4, 4/10, 10/14

(*) Este material poderá precisar de alguma percentagem da fração 2/6. A confirmar no estudo de formulação.

Notas: O conceito de dimensão nominal (d/D) significa que se admite que até 10% do material fique retido no peneiro de maior dimensão (D) e que até 10% do material passe no peneiro de menor dimensão (d); no entanto, a soma daquelas duas percentagens deverá ser inferior a 15%. As dimensões nominais referidas para cada fração, estão normalmente associadas a sistemas de classificação das instalações de britagem em que os crivos apresentam as seguintes aberturas das malhas: 5; 8;...mm, por exemplo.

HOMOGENEIDADE

A homogeneidade de características deve ser considerada uma condição básica para que qualquer dos agregados componentes das misturas betuminosas possa ser aplicado continuamente em obra.

1.2 - MATERIAIS PARA CAMADAS GRANULARES

1.2.1 - Com características de sub-base em agregado britado de granulometria extensa

AGREGADOS

Devem obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica obtida por produção direta, respeitará o seguinte fuso granulométrico:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
37,5 mm (1 1/2")	100
31,5 mm (1 1/4")	75 - 100
19,0 mm (3/4")	55 - 85
9,5 mm (3/8")	40 - 70
6,3 mm (1/4")	33 - 60
4,75 mm (nº 4)	27 - 53
2,00 mm (nº 10)	22 - 45
0,425 mm (nº 40)	11 - 28
0,180 mm (nº 80)	7 - 19
0,075 mm (nº 200)	2 - 10

- A percentagem de material retido no peneiro de 19 mm (3/4") deve ser inferior a 30%
- A curva granulométrica dentro dos limites especificados apresentará, ainda, uma forma regular.

- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria A), máxima..... 45%

- Limite de liquidez.....NP

- Índice de plasticidade.....NP

- Equivalente de areia mínimo..... 45% a)

a) Se o equivalente de areia for inferior a 45%, o valor de azul-de-metileno corrigido (VAc), deverá ser inferior a 30, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VAM = AMm \times \frac{\%P\#200}{\%P\#10} \times 100$$

sendo:

VA - Valor de azul de metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a 75 µm

%P#200 – Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 200ASTM

%P#10 – Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 10 ASTM

Nota: A verificação dos limites de consistência será dispensada sempre que a percentagem de material passado no peneiro de 0,075 mm (nº200), for inferior a 5%.

1.2.2 - Com características de base em agregado britado de granulometria extensa

AGREGADOS

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 14.03.0-8.

Devem ainda, obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida por produção direta, respeitará o fuso granulométrico indicado em 14.03.1.1.3, incluindo a percentagem de material retido no peneiro de 19 mm (3/4") que terá de ser inferior a 30%.
 - A curva granulométrica dentro dos limites especificados apresentará, ainda uma forma regular.
 - Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria A), máxima..... 40%
 - Índices de lamelação e de alongamento..... 35%
 - Limite de liquidez.....NP
 - Índice de plasticidade.....NP
 - Equivalente de areia, mínimo.....50% a)
- a) Se o equivalente de areia for inferior a 50%, o valor de azul-de-metileno corrigido (VAc), deverá ser inferior a 25, sendo calculado pela seguinte expressão:

$$VAM = AMm \times \frac{\%P\#200}{\%P\#10} \times 100$$

sendo:

VA – Valor de azul-de-metileno obtido pelo método da mancha no material de dimensão inferior a 75 µm

%P#200 – Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 200 ASTM

%P#10 – Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 10 ASTM

Nota: A verificação dos limites de consistência será dispensada sempre que a percentagem de material passado no peneiro de 0,075 mm (nº200), for inferior a 5%.

1.3 - MATERIAIS PARA CAMADAS DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE

1.3.1 - Com características de base em macadame betuminoso

LIGANTE

O ligante betuminoso deve satisfazer o mencionado no ponto 1.1.1.

MISTURA DE AGREGADOS

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 1.1.3.

A mistura de agregados para o fabrico do macadame betuminoso deverá obedecer, ainda, às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida a partir das frações acima indicadas, respeitará obrigatoriamente um dos seguintes fusos granulométricos:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA	
	Fuso A	Fuso B
37,5 mm (1 1/2")	--	100
25,0 mm (1")	100	87 - 100
19,0 mm (3/4")	95 - 100	68 - 92
12,5 mm (1/2")	60 - 91	60 - 80
9,5 mm (3/8")	51 - 71	50 - 70
4,75 mm (nº 4)	36 - 51	37 - 53
2,00 mm (nº 10)	26 - 41	26 - 41
0,850 mm (nº 20)	17 - 32	17 - 32
0,425 mm (nº 40)	11 - 25	11 - 25
0,180 mm (nº 80)	5 - 17	5 - 17
0,075 mm (nº 200)	2 - 8	2 - 8

Nota: O fuso B deverá ser utilizado em camadas com espessura igual ou superior a 10 cm

- A curva granulométrica dentro dos limites especificados apresentará, ainda, uma forma regular.

- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria A), máxima..... 40 %
- Índices de lamelação e alongamento, máximos..... 30 %
- Equivalente de areia da mistura de agregados, mínimo..... 50 %
- Valor de azul-de-metileno (material de dimensão inferior a 75 µm), máximo.....0,8
- Absorção de água para cada uma das frações granulométricas componentes, máxima3%

CARACTERÍSTICAS DA MISTURA BETUMINOSA

Para o fuso A, os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa, conduzidos pelo método Marshall, devem estar de acordo com os valores a seguir indicados:

- Número de pancadas em cada extremo do provete.....75
- Força de rotura..... 8000 a 15 000 N
- Deformação, máxima..... 4 mm
- Valor de VMA (percentagem de Vazios na Mistura de Agregados), mínimo..... 13%
- Porosidade (*).....4 – 6%
- Relação ponderal filer (material de dimensão inferior a 75 µm) /betume..... 1,1 - 1,5
- Resistência conservada, mínima..... 70%

(*) Os cálculos da porosidade devem ser efetuados com base na baridade máxima teórica, determinada pelo método do picnómetro de vácuo (ASTM D 2041) para a percentagem ótima de betume da mistura em estudo.

3.2 - Para o fuso B, quando não for aplicável o método Marshall, em virtude da percentagem acumulada do material que passa for inferior a 100% no peneiro de 25 mm ASTM, a mistura betuminosa deverá apresentar as seguintes características:

- Percentagem de betume (relação ponderal entre a massa do betume e a massa total da mistura), mínima.....4,3%(1)
- Relação ponderal filler (material de dimensão inferior a 75 µm) /betume..... 1,1 - 1,5
- Porosidade em obra após construção.....4 – 8%
- A mistura deverá apresentar em obra trabalhabilidade suficiente para a obtenção das baridades especificadas 15.03.8.

Caso o método Marshall seja aplicável, as características da mistura betuminosa são as indicadas em 3.1.

- (1) Poderá ser aplicada uma tolerância de $\pm 0,3\%$. Este valor será registado em consequência do comportamento da mistura durante a construção do trecho experimental.

1.3.2 - Com características de regularização

1.3.2.1 - Em macadame betuminoso

Especificações mencionadas para o fuso A.

1.3.2.2 - Em mistura betuminosa densa

Esta mistura só pode ser utilizada em pavimentos da rede secundária e para tráfegos da classe T6 e T7.

LIGANTE

O ligante betuminoso deve satisfazer o mencionado em 1.1.1.

MISTURA DE AGREGADOS

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 1.1.3.

A mistura de agregados para o fabrico da mistura betuminosa densa, deverá obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida a partir das frações acima indicadas, respeitará obrigatoriamente o seguinte fuso granulométrico:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
25,0 mm (1")	100
19,0 mm (3/4")	85 - 100
12,5 mm (1/2")	73 - 87
9,5 mm (3/8")	40 - 70
6,3 mm (1/4")	33 - 60
4,75 mm (nº 4)	45 - 60
2,00 mm (nº 10)	32 - 46

0,425 mm (nº 40)	16 - 27
0,180 mm (nº 80)	9 - 18
0,075 mm (nº 200)	5 - 10

- A curva granulométrica dentro dos limites especificados apresentará, ainda, uma forma regular.

- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B), máxima..... 35%
- Índices de lamelação e de alongamento, máximos..... 30 %
- Equivalente de areia da mistura de agregados (sem a adição de filer), mínimo..... 50%
- Valor de azul-de-metileno (material de dimensão inferior a 75 µm), máximo.....0,8
- Absorção de água para cada uma das frações granulométricas componentes, máxima... 3%

Nota: A composição da mistura betuminosa, quando a areia e o pó de granulação utilizados sejam de natureza granítica, deverá incluir obrigatoriamente uma percentagem ponderal de filer não inferior a 3% ou a aditivação do ligante. Caso se utilize como filer a cal hidráulica aquele limite poderá ser reduzido para 1,5%.

CARACTERÍSTICAS DA MISTURA BETUMINOSA

Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa, conduzidos pelo método Marshall, devem estar de acordo com os valores a seguir indicados:

- Número de pancadas em cada extremo do provete.....75
- Força de rotura..... 8000 a 15000 N
- Deformação, máxima..... 4 mm
- Valor de VMA (percentagem de Vazios na Mistura de Agregados), mínimo..... 13%
- Porosidade (*).....3 – 6%
- Relação ponderal filer (material de dimensão inferior a 75 µm)/betume..... 1,1 - 1,5
- Resistência conservada, mínima..... 75 %

(*) Os cálculos da porosidade devem ser efetuados com base na baridade máxima teórica, determinada pelo método do picnómetro de vácuo (ASTM D 2041) para a percentagem ótima de betume da mistura em estudo.

1.3.3 - Com características de desgaste, na faixa de rodagem

1.3.3.1 - Em betão betuminoso

LIGANTE

O ligante betuminoso deve satisfazer o mencionado em 1.1.1.

MISTURA DE AGREGADOS

Os agregados devem satisfazer o mencionado em 1.1.3.

A mistura de agregados para o fabrico do betão betuminoso deverá obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida a partir das frações acima indicadas, respeitará obrigatoriamente o seguinte fuso granulométrico:

ABERTURA DAS MALHAS DE PENEIROS ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
---	--

16,0 mm (5/8")	100
12,5 mm (1/2")	80 - 88
9,5 mm (3/8")	66 - 76
4,75 mm (nº 4)	43 - 55
2,00 mm (nº 10)	25 - 40
0,425 mm (nº 40)	10 - 18
0,180 mm (nº 80)	7 - 13
0,075 mm (nº 200)	5 - 9

- Perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B), máxima..... 20% a)
- Percentagem de material britado (ver 14.03.0-9.1)..... 100%
- Índices de lamelação e de alongamento, máximos..... 25%
- Coeficiente de polimento acelerado, mínimo.....0,50
- Equivalente de areia da mistura de agregados (sem a adição de filer), mínimo..... 60%
- Valor de azul-de-metileno (material de dimensão inferior a 75 µm), máximo.....0,8
- Absorção de água para cada uma das frações granulométricas componentes, máxima.2%

a) 30% em granitos

Nota: Admite-se para a perda por desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B) uma tolerância de 10% em relação ao valor especificado.

A composição do betão betuminoso, quando a areia e o pó de granulação utilizados sejam de natureza granítica, deverá incluir obrigatoriamente uma percentagem ponderal de filer não inferior a 3% ou a aditivção do ligante. Caso se utilize como filer a cal hidráulica aquele limite poderá ser reduzido para 2%.

CARACTERÍSTICAS DA MISTURA BETUMINOSA

Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa, conduzidos pelo método Marshall, devem estar de acordo com os valores seguidamente indicados:

- Número de pancadas em cada extremo do provete.....75
- Força de rotura..... 8000 a 15000 N
- Deformação máxima..... 4 mm
- Valor de VMA (percentagem de Vazios na Mistura de Agregados), mínimo..... 14%
- Porosidade (*).....4 - 6%
- Relação ponderal filer (material de dimensão inferior a 75 µm)/ betume..... 1,1 - 1,5
- Resistência conservada, mínima..... 75%

(*) Os cálculos da porosidade devem ser efetuados com base na baridade máxima teórica, determinada pelo método do picnómetro de vácuo (ASTM D 2041) para a percentagem ótima de betume da mistura em estudo.

1.4 - MÉTODOS CONSTRUTIVOS

1.4.1 - CAMADAS EM SOLOS OU EM MATERIAIS GRANULARES COM CARACTERÍSTICAS DE SUB-BASE

Este sub-capítulo abrange as camadas com características de sub-base, executadas com materiais naturais (solos e materiais granulares aluvionares) e com materiais granulares

britados, estabilizados mecanicamente, cujas características estão definidas nos sub-capítulos 1.2.1 deste Caderno de Encargos.

PREPARAÇÃO DA PLATAFORMA DE APOIO DO PAVIMENTO

Antes de se iniciarem os trabalhos de pavimentação devem ser verificadas as condições em que se encontra a camada do leito de pavimento e nomeadamente da sua superfície (plataforma de apoio do pavimento), designadamente o seu nivelamento e sua capacidade de suporte, de modo a garantirem-se as condições imprescindíveis para uma boa construção da primeira camada do pavimento.

O leito do pavimento deverá apresentar uma espessura constante definida no projeto e uma compactação relativa mínima de 95% quando referida ao ensaio Proctor Modificado.

A superfície de camada deve ser regular, com inclinações transversais de 2,5% em reta e a definida no projeto quando em curva. Não deve apresentar diferenças superiores a 5 cm em relação ao perfil longitudinal do projeto nem irregularidades superiores a 2 cm quando verificadas com a régua de 3 m.

Estas condições devem ser verificadas imediatamente antes da construção da camada sobrejacente.

1.4.1.1 - EXPLORAÇÃO OU FABRICO E ARMAZENAMENTO

EXPLORAÇÃO EM JAZIDAS DE SOLOS OU MATERIAIS GRANULARES ALUVIONARES

A exploração de jazidas de materiais naturais (solos ou materiais granulares aluvionares) pode ser realizada em linha ou recorrendo a empréstimo. A exploração deve ser executada de forma a manter a homogeneidade do material extraído.

A escavação nas jazidas será feita de modo a garantir a drenagem natural das águas.

O planeamento da exploração deve ser compatível com as necessidades de colocação em obra, evitando o armazenamento intermédio de materiais, de forma a não ocorrerem variações excessivas do teor em água do material desde a extração até à colocação em obra.

As zonas de exploração serão submetidas à aprovação da Fiscalização.

As zonas de exploração devem ser modeladas no fim da sua utilização.

FABRICO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS GRANULARES BRITADOS

Os materiais granulares britados devem ser produzidos em instalações de britagem adequadas, que garantam a constância das condições de produção, a homogeneidade granulométrica e o teor em água do material produzido.

As instalações de britagem devem estar equipadas com sistemas de pulverização de água, de forma a evitar a segregação dos materiais.

O armazenamento dos materiais produzidos deve ser feito de preferência em áreas devidamente preparadas. Quando tal não for possível, será feito o armazenamento ao longo da linha de acordo com as necessidades de aplicação, de modo a evitar operações de carga e transporte complementares. Neste caso o material será armazenado sobre a plataforma previamente preparada e aprovada pela Fiscalização.

Devem ser construídas plataformas adequadas, devidamente niveladas, de modo a evitar-se a contaminação do material armazenado e a garantir-se a drenagem das áreas de armazenamento.

O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 1,0 m e formando degraus nos bordos das camadas, de modo a evitar a formação de

taludes contínuos. O material deverá ser espalhado com trator de rastros e ser depositado na frente da camada para se reduzir a sua segregação. O carregamento para transportes posterior, deve ser feito frontalmente e com balde. Nesta fase o material não deve ser empurrado com trator.

Não é permitido o armazenamento em pilha.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento dos materiais necessários à produção de 15 dias.

1.4.1.2 - TRANSPORTE E ESPALHAMENTO

O transporte deve ser realizado por camiões basculantes. Se o material se encontrar excessivamente seco, previamente ao transporte, deve ser feita a correção do teor em água por rega da frente de carregamento.

Devem utilizar-se, no espalhamento do material de sub-base, motoniveladoras ou pavimentadoras adequadas, que permitam que a superfície da camada se mantenha aproximadamente com a forma definitiva. O espalhamento deve ser feito regularmente e de modo a que toda a camada seja perfeitamente homogénea e que a sua espessura, após compactação, seja a prevista no projeto.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa ser facilmente eliminada por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da camada, e posterior regularização da superfície.

1.4.1.3 - COMPACTAÇÃO E CORRECÇÃO DO TEOR EM ÁGUA

Se, antes de se iniciar a compactação, se verificar que os materiais utilizados não têm a humidade adequada, deve proceder-se à sua correção. Para isso deve escarificar-se a camada e deixar ajustar o teor em água por secagem ou outro meio, no caso de ele estar em excesso, ou, no caso contrário, proceder a uma distribuição uniforme de água, empregando-se carros tanques de pressão cujo jato deverá, quanto possível, cobrir a largura total da área a tratar. Esta distribuição de água deve organizar-se de modo a fazer-se de forma rápida e contínua.

A compactação da camada será obrigatoriamente efetuada por cilindro vibrador, seguida da compactação com cilindros de pneus, de forma a serem atingidas as condições a seguir indicadas.

1.4.1.4 - REGULARIDADE DA SUPERFÍCIE ACABADA

A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 3,0 cm, em relação aos perfis transversais e longitudinais estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 2 cm quando medidas com a régua de 3 m.

1.4.1.5 - ESPESSURA DA CAMADA

A espessura da camada, depois de compactada, será a definida no projeto.

No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas, não será permitida a construção de camadas delgadas a fim de se obter a espessura projetada. Proceder-se-á à escarificação total da camada e à adição do material necessário antes de ser compactado.

No entanto, se a Fiscalização assim o entender, poderá aceitar que a compensação da espessura desta camada seja feita por aumento equivalente de espessura na seguinte.

1.4.2 - CAMADAS EM AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA COM CARACTERÍSTICAS DE BASE

Este sub-capítulo diz respeito aos agregados britados de granulometria extensa de produção direta ou misturados em centrais adequadas, cujas características estão definidas nos sub-capítulos 1.2.1 e 1.3.1 deste Caderno de Encargos, respetivamente.

1.4.2.1 - FABRICO E ARMAZENAMENTO

FABRICO

Os materiais granulares britados devem ser produzidos em instalações de britagem adequadas, que garantam, a constância das condições de produção, a homogeneidade granulométrica e o teor em água pré-definido.

As instalações de britagem devem estar equipadas com sistemas de pulverização de água que evitem a perda de pó e consequentemente a emissão de poeiras.

O armazenamento das frações deve ser feito em áreas devidamente preparadas.

Devem ser construídas plataformas adequadas, devidamente niveladas, de modo a evitar-se a contaminação do material armazenado e a garantir-se a drenagem das áreas de armazenamento.

O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 1,0 m. O material deverá ser espalhado com trator de rastros e ser depositado na frente da camada para se reduzir a sua segregação. O carregamento para transportes posterior, deve ser feito frontalmente e com balde. Nesta fase o material não deve ser empurrado com trator.

Não é permitido o armazenamento em pilha, especialmente nos materiais mais finos.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento permanente em estaleiro dos materiais necessários à produção de 15 dias. No caso do material granular de granulometria extensa misturado em central, os agregados devem ser armazenados por frações granulométricas.

Os agregados deverão ser arrumados em estaleiro, de modo a que não possam misturar-se as frações granulométricas distintas. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida de modo algum a utilização dos 15 cm inferiores.

No fabrico do material a utilizar na construção de camadas de base em IP'S e IC'S, que deve ser misturado em central devem satisfazer-se aos referentes requisitos:

- O fabrico da mistura será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, de modo a evitar o armazenamento da mistura produzida. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização pelo menos 2 meses antes do início do processo de fabrico.
- É obrigatória a armazenagem prévia dos agregados antes da introdução nas respetivas tremonhas.

Na mistura das várias frações a utilizar na produção do material podem ser usadas centrais de betão, centrais do tipo das descritas em 15.03.4-4.3 ou dispositivos anti segregação e doseadores de teores em água, conforme descrito na diretiva do "LCPC / SETRA – Grave Recomposée Humidifiée" desde que seja duplicado o controlo granulométrico definido no **CONTROLO DE QUALIDADE do Caderno de Encargos.**

ARMAZENAMENTO

A produção deve ser planeada de forma a evitar o armazenamento da mistura. O transporte para a frente de trabalho só será feito quando existirem condições para a sua aplicação. Em condições excecionais poderá ser autorizado pela Fiscalização o armazenamento da mistura por períodos muito reduzidos, em depósito estratificado.

1.4.2.2 - ESPALHAMENTO

Deve utilizar-se no espalhamento do agregado motoniveladoras, pavimentadoras – acabadoras ou outro equipamento similar, para que a superfície da camada se mantenha com a forma definitiva.

Antes de se iniciar o espalhamento deve-se proceder à humedificação da superfície da camada subjacente.

O material deve ser humedificado durante a sua produção para que a segregação no transporte e espalhamento seja reduzida.

O espalhamento e a regularização da camada serão realizados em simultâneo e de tal forma que a sua espessura depois da compactação seja a prevista no projeto. O espalhamento deve ainda ser feito regularmente e de modo a evitar a segregação dos materiais, não sendo de forma alguma permitidas bolsadas de material fino ou grosso.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras, vincos, ou qualquer outro tipo de marca inconveniente que não possa facilmente ser eliminada por cilindramento, deve proceder-se à escarificação da camada e à homogeneização e regularização da superfície.

As manchas superficiais que evidenciam segregação do material, não podem ser corrigidas com adição de material fino.

1.4.2.3 - COMPACTAÇÃO

Se antes de iniciar a compactação o agregado não tiver o teor em água adequado, terá que se proceder à sua correção, como se referiu no capítulo 1.4.3.1.

A compactação da camada deve ser obrigatoriamente efetuada por cilindro vibrador, devendo ser atingidos em todos os pontos índices de vazios inferiores ao índice de referência.

1.4.2.4 - REGULARIDADE DA SUPERFÍCIE ACABADA

A execução da camada deve ser tal que sejam obtidas as seguintes características finais:

- A camada deve apresentar-se perfeitamente estável e bem compactada;
- A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme isenta de fendas, de ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos, nem apresentar irregularidades superiores a 1 cm, no sentido longitudinal e 1,5 cm no sentido transversal, quando medidas com a régua de 3 m.

1.4.2.5 - ESPESSURA DA CAMADA

A espessura de cada camada será a indicada no projeto.

No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas no projeto, não será permitida a construção de camadas delgadas, a fim de se obter a espessura projetada. Proceder-se-á à escarificação total da camada e à adição do material necessário antes de ser compactado.

No entanto, se a Fiscalização o julgar conveniente, poderá aceitar que a compensação de espessura seja realizada através do aumento de espessura da camada seguinte, determinado por forma a que sejam estruturalmente equivalentes os pavimentos projetado e executado.

1.4.2.6 - IMPREGNAÇÃO BETUMINOSA

Deve ser realizada uma impregnação da base de granulometria extensa que suporte diretamente camadas betuminosas, salvo nos casos em que o projeto explicitamente a dispense ou quando sobre ela se aplique uma semipenetração betuminosa.

LIMPEZA

A superfície a impregnar deve apresentar-se livre de material solto, sujidades, detritos e poeiras que devem ser retirados do pavimento para local onde não seja possível voltarem a depositar-se sobre a superfície a tratar.

A limpeza será basicamente efetuada por Ação de escovas mecânicas e/ou sopro com ar comprimido e deverá deixar a descoberto as partículas com maiores dimensões, mas sem que estes indiquem desagregação do corpo da camada. Deverá obter-se o aspecto de um mosaico formado pelo topo das britas e gravilhas, devidamente travadas pelos materiais mais finos.

Após concluída a limpeza, ficará interdito o tráfego de obra sobre a zona tratada até que seja executada a rega de impregnação.

Caso se verifique tendência para desagregação superficial, seja por limpeza excessiva, por distorção granulométrica ou segregação, ou ainda em virtude do tráfego de obra, a Fiscalização deverá determinar a escarificação da camada e o seu posterior tratamento.

EXECUÇÃO

Na execução da rega de impregnação betuminosa deve ser observado o seguinte:

- Previamente à aplicação do aglutinante a superfície deve ser humidificada de modo a facilitar a penetração do aglutinante na camada.
- O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projeto e com as características definidas em 1.1.1. O valor da taxa de espalhamento deverá ser ajustado experimentalmente.
- No momento de aplicação do aglutinante, as temperaturas ambientes e do pavimento devem ser superiores a 5 °C.
- A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra pavimentadora semi-automática ou automática.
- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efetiva, mais do que 15%.
- Quando o aglutinante não for completamente absorvido pela base no período de 24 horas, deve espalhar-se um agregado fino que permita fixar todo o aglutinante em excesso. Este agregado será rigorosamente isento de pó ou de outras matérias estranhas, devendo passar na totalidade pelo peneiro de 4,75 mm (nº 4) ASTM.
- O tempo que decorrerá entre a impregnação e a aplicação da camada seguinte será fixado pela Fiscalização, em face das condições climáticas.

1.4.3 - MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE – DISPOSIÇÕES GERAIS PARA O SEU ESTUDO, FABRICO, TRANSPORTE E APLICAÇÃO

Este sub-capítulo refere-se à execução de camadas de base, regularização e desgaste com misturas betuminosas a quente, cujas características satisfazem ao estipulado em 1.3.3 deste Caderno de Encargos.

1.4.3.1 - PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE SUBJACENTE

a) CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE EXISTENTE

As misturas betuminosas não serão aplicadas sem que se verifique que a camada subjacente tem a grau de compactação e a regularidade especificadas neste Caderno de Encargos, ou sem que haja terminado a cura da impregnação betuminosa quando aplicadas sobre bases de granulometria extensa estabilizadas mecanicamente ou da rega de colagem quando se trate da ligação entre camadas betuminosas.

b) LIMPEZA

A superfície a recobrir deve apresentar-se isenta de sujidades, detritos e poeiras, que devem ser retirados para local onde não seja possível voltarem a depositar-se sobre ela. A última operação de limpeza, a realizar imediatamente antes da rega de colagem, consistirá na utilização de jatos de ar comprimido para remover elementos finos eventualmente retidos naquela superfície.

c) REGA DE COLAGEM

Deverá ser realizada nas condições expressas no projeto e neste Caderno de Encargos; porém, a taxa de rega poderá ser ajustada em conformidade com as particularidades de cada caso e com o critério da Fiscalização sob condição de não se exceder a ordem dos 0,5 kg/m². Em circunstância alguma se poderá proceder à rega de colagem com uma emulsão diluída, pelo que a boa dispersão do ligante dependerá somente do equipamento que deverá ser constituído por uma cisterna com barra distribuidora e sistema de controlo semi-automático.

1.4.3.2 - FABRICO, TRANSPORTE E ESPALHAMENTO DAS MISTURAS BETUMINOSAS

a) CENTRAIS BETUMINOSAS

O fabrico de misturas betuminosas a quente será assegurado por centrais de produção do tipo descontínuo ou contínuo (de tambor secador-misturador com os fluxos paralelos ou contracorrente, com ou sem misturador integrado no tambor).

Os ciclos de fabrico de misturas betuminosas dos dois tipos de centrais anteriormente descritos compreendem essencialmente as seguintes operações:

Centrais descontínuas:

- Doseamento volumétrico e/ou ponderal dos agregados nas tremonhas doseadoras de agregados frios;
- Secagem e aquecimento dos agregados no tambor-secador;
- Reclassificação dos agregados na célula de crivagem;
- Armazenamento intermédio dos agregados quentes;
- Doseamento ponderal por amassadura dos agregados quentes, ligante, filer e aditivos;
- Mistura por amassadura individualizada dos diversos componentes no misturador;
- Descarga da mistura betuminosa.

Centrais contínuas:

- Doseamento volumétrico e/ou ponderal dos agregados nas tremonhas doseadoras de agregados frios;
- Rejeito dos agregados sobredimensionados;
- Pesagem contínua do conjunto dos agregados frios;
- Secagem e aquecimento no tambor-secador dos agregados e filer comercial;
- Injeção de ligante e aditivos no mesmo tambor ou em tambor separado e mistura dos diversos componentes;

- Descarga da mistura betuminosa.

As centrais betuminosas a quente deverão ser constituídas, pelo menos, pelos seguintes componentes:

- A. Tremonhas doseadoras
- B. Tapete de alimentação do tambor secador
- C. Secagem e aquecimento dos agregados
- D. Sistema de despoeiramento
- E. Seleção e armazenamento dos agregados quentes
- F. Armazenamento e dosagem do filer
- G. Armazenamento e dosagem do ligante
- H. Misturador
- I. Armazenamento de misturas betuminosas
- J. Automatismo das centrais

b) FABRICO

O Adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização o estudo de composição da mistura betuminosa em função dos materiais disponíveis. Não poderão ser executados quaisquer trabalhos de aplicação em obra sem que tal aprovação tenha sido, de facto, ou tacitamente dada.

Antes do início do processo de fabrico e durante o período de execução dos trabalhos, é obrigatório o armazenamento dos materiais necessários à produção de 15 dias.

Os agregados deverão ser arrumados em estaleiro, de modo a que não possam misturar-se as frações granulométricas distintas e espalhados por camadas de espessura não superior a 0,5 m a fim de se minimizar a segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal e, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida de modo algum a utilização dos 15 cm inferiores.

Os materiais finos (0-4 ou areia) devem estar obrigatoriamente cobertos.

As camas dos stocks deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização e ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água.

Para o pré-doseamento dos diversos materiais agregados que entrem na composição da mistura, com exceção do filer, deve o Adjudicatário dispor no estaleiro de tantas tremonhas quantos os referidos materiais, o que significa estar excluído qualquer processo mais grosseiro de pré-mistura, mesmo em relação apenas a uma parte dos componentes. Esta disposição não se circunscreve só às centrais de produção contínua, aplicando-se também às de produção descontínua.

-A temperatura dos agregados antes da mistura destes com o betume deve ser compatível com a temperatura da mistura, definida no estudo de formulação.

-O betume deve ser aquecido lenta e uniformemente, até à temperatura da mistura definida no estudo.

-Não deverão ser aplicadas em obra, as misturas que imediatamente após o fabrico, apresentem temperaturas superiores aos valores definidos nos respetivos estudos. Em tal caso, serão conduzidas, de imediato, a vazadouro e não serão consideradas para efeitos de medição.

-As misturas deverão ser fabricadas e transportadas para que tenha lugar o seu rápido espalhamento. A sua temperatura nesta fase deverá estar compreendida na gama de valores definida no estudo e, se tal não vier a suceder mesmo que imediatamente após a atuação da pavimentadora, constituirá motivo para rejeição, devendo ser imediatamente removidas antes do seu total arrefecimento e conduzidas a vazadouro, não sendo, obviamente, consideradas para efeitos de medição.

c) TRANSPORTE

EQUIPAMENTO

O Adjudicatário deverá dispor de uma frota de camiões dimensionada de acordo com as distâncias de transporte entre a central de fabrico e a obra a realizar.

Todas as viaturas utilizadas, quer pertençam ou não ao Adjudicatário, deverão estar providas de:

- Caixa de receção com altura tal que não haja qualquer contacto com a tremonha da pavimentadora;
- Toldo plastificado capaz de evitar o arrefecimento das misturas.

CONDICIONAMENTOS DO TRANSPORTE

- A mistura será transportada em viaturas basculantes de caixa aberta com fundo liso e perfeitamente limpo.
- Caso as condições atmosféricas façam prever chuva ou em presença de temperaturas ambientes relativamente baixas deverá recobrir-se, obrigatoriamente, o material transportado, com uma lona que tape toda a caixa da viatura. **Excetuaem-se as misturas drenantes, rugosas e outras misturas especiais, nomeadamente as misturas de alto módulo, que devem ser sempre cobertas.**

d) ESPALHAMENTO

EQUIPAMENTO

O equipamento de espalhamento deverá ser constituído por pavimentadoras de rastos (preferencialmente) com mesas flutuantes de extensão hidráulica ou fixas, capazes de repartir uniformemente as misturas betuminosas.

As pavimentadoras serão compostas por:

- Trator motriz
- Mesa pré-compactor
- Sistema automático de nivelamento progressivo

O motor terá potência suficiente para garantir o bom funcionamento de todos os órgãos da máquina.

O equipamento de espalhamento deve ser capaz de repartir uniformemente as misturas betuminosas, sem produzir segregação e respeitando os alinhamentos, inclinações transversais e espessuras projetadas e corrigir pequenas irregularidades.

A alimentação far-se-á sobre uma tremonha dimensionada de forma a permitir a descarga do camião. Deverá conter um mínimo de material a fim de garantir a presença constante na frente da mesa.

A ligação entre o trator e a mesa que apoia sobre o material a colocar, é feita por duas longarinas articuladas.

A altura das articulações das longarinas, de comando individual, poder-se-á fazer manualmente ou através de um sistema de nivelamento automático.

A fixação das longarinas deverá permitir a regulação do ângulo de incidência, isto é, possibilitar a modificação das espessuras de material a colocar.

O material é transportado para a parte traseira da máquina e aí, através de senfins, é distribuído de uma forma uniforme. Quando forem montadas extensões mecânicas, estas deverão ser acompanhadas das extensões dos respetivos senfins.

Estará dotada de um sistema que garanta a alimentação constante em toda a largura de trabalho, de tal forma que haja sempre material a cobrir completamente os senfins de distribuição.

A mesa vibradora será do tipo fixo ou extensível e capaz de produzir de forma homogênea a toda a largura de espalhamento, um grau de compactação mínimo de 90% quando referido ao ensaio Marshall. A compactação será garantida por sistemas de apiloamento (tampers) e/ou vibração para adaptação às condições de espalhamento mais adequadas ao tipo de mistura.

As mesas deverão estar munidas de cofragens laterais para garantir um bom acabamento e uma adequada compactação dos bordos da camada.

Terão obrigatoriamente um sistema automático de nivelamento progressivo, para perfis longitudinais e/ou transversais, constituído por sensores e por pêndulo.

PARTICULARIDADES DO PROCESSO DE ESPALHAMENTO

O espalhamento não deve ser precedido da aplicação manual de misturas betuminosas, procedimento correntemente designado por ensaibramento.

- O espalhamento não deve ser preenchido da aplicação manual de misturas betuminosas, corretamente designado por ensaibramento.

-O espalhamento da mistura betuminosa deverá aguardar a rotura da emulsão aplicada em rega de colagem.

-O espalhamento deverá ser feito de maneira contínua e executado com tempo seco e de preferência com a temperatura ambiente superior a 10 °C.

-No caso de rampas acentuadas com extensão significativa o espalhamento deve realizar-se, preferencialmente, no sentido ascendente.

Com exceção da camada de desgaste, o espalhamento poderá prosseguir sob chuvisco ou chuva fraca, sob condição de já se ter verificado a rotura da rega de colagem entretanto feita; porém, esta rega deverá ser imediatamente interrompida até que cesse a precipitação.

O nivelamento das camadas de misturas betuminosas deverá ser garantido a partir da utilização dos seguintes sistemas:

- fio cotado apoiado em estacas com afastamento máximo de 6,25 metros para a primeira camada aplicada sobre materiais granulares;
- fio cotado satisfazendo ao acima referido ou régua com comprimento mínimo de 15 metros na aplicação de uma primeira camada de reforço sobre um pavimento existente - régua com 7 metros no caso de estrada da rede secundária;
- régua com comprimento mínimo de 15 metros (7 metros na rede secundária) na aplicação da segunda camada e seguintes, à exceção da camada de desgaste em IP's e IC's;
- Sistema manual de nivelamento com espessura constante na execução da camada de desgaste em IP's e IC's ou na aplicação de camadas finas em todo o tipo de estradas.

O fio a utilizar será unifilar, de 2 mm de diâmetro, comprimento inferior a 200 m e com uma tensão na ordem dos 80 kg. O fio deverá ser compatível com as condições de apoio, de modo a evitar ressaltos dos sensores.

As régua de nivelamento de comprimento igual ou superior a 15 m são constituídas por três corpos: um corpo apoiado em rodas que desliza no pavimento já executado; um caixilho central de ligação à pavimentadora. Nele está montado o sensor. Um terceiro corpo colocado na frente da máquina, o qual apoia no suporte da camada a colocar. A diferença entre a leitura frontal e a traseira é a espessura a colocar.

Poderão ser utilizados outros sistemas de nivelamento, tais como ultra sons, lazer, etc. desde que previamente aprovados pela Fiscalização.

Sempre que as características da pavimentadora não permitam a execução da camada em toda a largura da faixa de rodagem deverão ser utilizadas duas pavimentadoras em paralelo. Neste caso recorrer-se-á aos sistemas de nivelamento acima referidos, complementando a segunda pavimentadora com o apoio sobre a camada já executada.

Em AE's e IP's é aconselhável o uso de um alimentador a fim de garantir a alimentação em contínuo, evitando juntas e perdas de temperatura.

Cuidados a ter no início dos trabalhos de espalhamento:

- O percurso deverá estar limpo de quaisquer obstáculos.
- O material não poderá transbordar da tremonha da máquina.
- Na troca de camiões, a tremonha não deverá ficar completamente vazia, exceto quando houver paragens muito prolongadas.
- Verificar se todos os componentes do nivelamento estão em perfeitas condições de funcionamento.
- Verificar se os suportes dos sensores estão convenientemente apertados.
- Verificar se os sensores estão montados fora da influência do tamper e se estão a responder rapidamente às modificações de regulação.
- Verificar se o fio de apoio dos sensores está convenientemente tencionado e com apoios suficientes para impedir a formação de flecha.
- Verificar a precisão da mira, quando se utiliza o laser.
- O arranque da máquina far-se-á após execução de junta transversal e o apoio da mesa sobre calços de madeira.
- No final do trabalho a máquina deverá ficar completamente vazia, retirada do local e convenientemente limpa.
- Quando a largura da mesa é aumentada com o acoplamento de extensões mecânicas, deverá ser assegurada a sua rigidez, através da montagem de tirantes.
- Deverá ser assegurado o seu perfeito alinhamento, de forma a não criar vincos.
- Sempre que se montem extensões mecânicas estas deverão ser acompanhadas das respetivas extensões de senfins e deflectores.

1.4.3.3 – COMPACTAÇÃO

EQUIPAMENTO

Os cilindros a utilizarem na compactação das misturas serão obrigatoriamente Auto propulsionáveis e dos seguintes tipos:

- Rolo de rasto liso
- Pneus
- Combinados

Os cilindros disporão de sistema de rega adequado, e os cilindros de pneus serão equipados com "saías de proteção".

PARTICULARIDADES DO PROCESSO DE COMPACTAÇÃO

- As operações de compactação devem ser iniciadas quando a mistura atingir a temperatura referida nos boletins de fornecimento de betumes e correspondentes a viscosidades de 280+30 cSt assim que os cilindros possam circular sem deixarem deformações exageradas na mistura e devem ser efetuadas enquanto a temperatura no material betuminoso é superior à temperatura mínima de compactação recomendada para cada tipo de betume e definidas no estudo de formulação.

- O cilindramento deve ser efetuado até terem desaparecido as marcas dos rolos da superfície da camada e se ter atingido o grau de compactação de 97% referido à baridade obtida sobre provetes Marshall moldados com a mistura produzida nesse dia. Quando estes valores variarem +/- 0,05 t/m³ em relação à baridade do estudo de formulação este terá que ser respeitado.
- O trem de compactação será definido no trecho experimental.
- A velocidade dos cilindros deverá ser contínua e regular para não provocar desagregação das misturas.
- Os cilindros vibradores devem dispor de dispositivos automáticos de corte da vibração, um certo tempo antes de chegar ao ponto de mudança de direção, início e fim do troço.
- Alguns dispositivos existentes no pavimento, tais como caixas de visita, etc., podem ficar danificados pela passagem dos rolos vibradores. Nestes casos é usual desligar a vibração 0,50 m antes desses dispositivos e empregar nestes locais rolos estáticos ou mesmo compactação manual.
- Nos troços construídos em sobre elevações, a compactação deve ser iniciada da berma mais baixa, devendo-se reduzir a velocidade e a frequência de vibração do cilindro vibrador, quando utilizado.
- Os cilindros só deverão proceder a mudanças de direção quando se encontrem em áreas já cilindradas com, pelo menos, duas passagens.
- Nas zonas com declive significativo, o cilindramento deve ser sempre realizado de baixo para cima e dos bordos para o centro.
- Deverá ser dada especial atenção à compactação das juntas.
- O trânsito nunca deverá ser estabelecido sobre a mistura betuminosa nas 2 horas posteriores ao fim do cilindramento, podendo, no entanto, aquele prazo ser aumentado sempre que tal for possível.

JUNTAS DE TRABALHO

É obrigatória a execução de juntas de trabalho transversais entre os troços executados em dias consecutivos e, no caso de se proceder à aplicação por meias-faixas, de juntas longitudinais, umas e outras de modo a assegurar a ligação perfeita das secções executadas em ocasiões diferentes.

As juntas de trabalho serão executadas por serragem da camada já terminada, para que o seu bordo fique vertical.

Os topos, já cortados, do troço executado anteriormente, deverão ser limpos e pintados levemente com emulsão, iniciando-se depois o espalhamento das misturas betuminosas do novo troço. Igualmente deverão ser pintadas com emulsão todas as superfícies de contacto da mistura com caixas de visita, lancis, etc..

Quando se execute uma sequência de várias camadas, deverá haver a preocupação de desfazer as juntas de trabalho.

1.4.4 - CAMADAS DE BASE E REGULARIZAÇÃO EM MACADAME BETUMINOSO

Este sub-capítulo refere-se à execução de camadas de base e de regularização em macadame betuminoso, cujas características satisfazem ao estipulado em 1.3.1 e cujos processos de fabrico e de aplicação obedecem ao estipulado em 1.4.3.

PARTICULARIDADES DO PROCESSO CONSTRUTIVO

Especificações mencionadas em 1.4.3.

- Não deverão ser aplicadas camadas com espessura inferior a 0,06 m ou superior a 0,15 m, com as tolerâncias definidas em 1.4.3.
- Para espessuras superiores a 0,13 m, poderá ser necessário recorrer a pavimentadoras com alto poder de compactação; de qualquer modo, o equipamento a utilizar na densificação da camada, deverá ser suficiente para se garantir as características fixadas neste Caderno de Encargos.
- O nivelamento destas camadas deverá, em princípio, ser realizado através de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m. Em estradas de traçado antigo em que a utilização deste sistema leve à colocação de espessuras exageradas recorrer-se-á à utilização de réguas de comprimento mínimo de 7,0 m.
- A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com perfis longitudinal e transversais tanto quanto possível correctos e livres de depressões, alteamentos e vincos.
- Em face dos resultados do trecho experimental, a Fiscalização aprovará ou não o equipamento de espalhamento e compactação, podendo determinar a sua substituição parcial ou total ou, ainda, algum ajustamento à composição do macadame betuminoso sem, contudo, alterar as suas características mecânicas básicas.
- A camada de base em macadame betuminoso não poderá permanecer sujeita ao tráfego de obra durante um tempo significativo de modo a evitar-se a introdução de danos significativos nas características mecânicas do material e o comprometimento da sua capacidade estrutural, por excesso de solicitação (sobrecargas). Assim, deverá o Adjudicatário promover as medidas adequadas para minimizar o tráfego de obra sobre aquela camada, que terá de ser coberta tão cedo quanto for possível.

Neste documento está definido as cláusulas técnicas especiais relativas ao fabrico do Betume de Mistura betuminosa rugosa, a colocar em camada de desgaste, em que o ligante e o BM.

Em todo o que este documento seja omissivo deve respeitar-se o que consta no Caderno de Encargos Tipo da EP, devendo este ser constituído por cimento Portland tipo II, por cal hidráulica devidamente hidratada ou por pó de calcário, conforme o estipulado no C.E. tipo da EP capítulo 14.03.07.

1.5 – APLICAÇÃO DE GRELHA DE FIBRA DE VIDRO PRÉ-REVESTIDA DE BETUME

Pretende-se com esta aplicação prevenir a reflexão de fissuras, derivadas da fadiga do pavimento ou diferenças térmicas, de modo a evitar o aparecimento destas à superfície. De constituição (vertical e horizontal) em fibra de vidro, deverá estar totalmente revestida de betume oxidado à taxa não inferior a 250 g/m² com face inferior com película não aderente para queima.

O faseamento da operação compreenderá:

1. A preparação prévia da superfície inclui a fresagem ou micro-fresagem do pavimento existente, limpeza do pavimento au nível de desagregações e poeiras que possam condicionar a aderência e a limpeza e reparação de fissuras com material com características de selante.
2. Aplicação de rega de colagem do tipo “termo aderente” com betume modificado, à taxa de 500 g/m²;

3. Sobreposição mínima longitudinal de 5cm (10 cm em curvas apertadas), e transversal de 15 cm;
4. Após queima, aplicação de rega de colagem sobre a grelha, conforme a taxa prevista no mapa de quantidades anexo;

A aplicação da grelha deve ser executada após a rotura emulsão, a fim de se promover a adequada aderência à superfície existente.

Propriedades mecânicas a obedecer:

Módulo de elasticidade: > 73 000 N/mm² (longitudinal e transversal)

Extensão à rotura: < 4,5% (longitudinal e transversal)

Resistência à tração: 120 KN/m (< 3% de alongamento)

1.6 – IDENTIFICAÇÃO DOS ENSAIOS A REALIZAR

NORMA TÍTULO

LNEC E-237 Ensaio de desgaste pela máquina de Los Angeles

LNEC E-199 Ensaio de equivalente de areia

LNEC E-248 Determinação das massas volúmicas e absorção de água de areias

NP 581 Determinação das massas volúmicas e absorção de água de britas e gólios

LNEC E-233 Análise granulométrica

LNEC E-235 Determinação da quantidade de material que passa no peneiro de 0,075 mm

LNEC E-267 Determinação da densidade aparente de misturas betuminosas compactadas

UNE 83-130-90 Ensaio de Azul de Metileno

ASTM D 2041 Determinação da baridade máxima teórica pelo método do picnómetro de vácuo

BS – 182 part 105 Determinação do Índice de lamelação e de alongamento

ASTM D1559 Ensaio de compressão Marshall

NLT 352/86 Caracterização das misturas betuminosas abertas pelo ensaio Cantabro de perda por desgaste

NLT 362/92 Efeito da água sobre a coesão das misturas betuminosas de granulometria aberta, mediante o ensaio Cantabro de perda por desgaste

MIL-STD-620a Determinação da Resistência Conservada em misturas betuminosas utilizando o método Marshall

EN 12697-39:2004 Percentagem do Ligante BMB na mistura betuminosa

EN 13302:2003 Ensaio de viscosidade aparente, Brookfield, 175o C (1)

EN 1426:2003 Ensaio de penetração com cone, 25oC

EN 1427:2003 Ponto de amolecimento anel e bola.

No omissos remeter-se-á para o Caderno de Encargos tipo das Infraestruturas de Portugal de

Braga, Outubro de 2017