



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

**“RECUPERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DA ETAR DO FUNCHAL (2ª FASE);
TRATAMENTO PRIMÁRIO NO LAZARETO: ARRUAMENTO DE ACESSO
INCLUINDO INFRAESTRUTURAS”**

CADERNO DE ENCARGOS TÉCNICO DE PAVIMENTOS BETUMINOSOS



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

I- PRESCRIÇÕES COMUNS A TODOS OS MATERIAIS

Definição das características gerais a que devem satisfazer todos os materiais a empregar em obra.

Sempre que no presente projeto sejam referenciadas marcas de produtos ou materiais, tem apenas a função de definir características, devendo considerar-se essas marcas “ou equivalente”

I.1 - NORMAS E REGULAMENTOS APLICÁVEIS

Todos os materiais que se empregarem nas obras terão a qualidade, dimensões, forma e demais características designadas no respetivo projeto, com as tolerâncias regulamentares ou admitidas nestas Especificações Técnicas.

Devem ser acompanhados de certificados de origem e obedecer ainda a:

- a) Sendo Nacionais, às Normas Portuguesas, Documentos de Homologação de laboratórios oficiais, Regulamentos em vigor e Especificações destas Especificações Técnicas;
- b) Sendo Estrangeiros, às Normas e Regulamentos em vigor no País de origem, caso não haja Normas Nacionais aplicáveis;
- c) Estando eventualmente a ser introduzidas Normas Europeias, algumas ainda como pré-normas e, portanto de aplicação simultânea com as Normas Nacionais em vigor, fica entendido que os materiais, na existência simultânea de duas Normas, obedecerão obrigatoriamente à Especificação mais severa, considerando-se, para tanto, não só os regulamentos citados e/ou pertinentes, mas também o estabelecido nestas Especificações Técnicas.

I.2 - PRESCRIÇÕES ADICIONAIS

O Empreiteiro obriga-se a considerar que as exigências relativas às especificações dos materiais (produtos) a empregar na Empreitada deverão ser rigorosamente observadas:

Todos os materiais que se empregarem terão a qualidade, dimensões, forma e demais características designadas no projeto, com as tolerâncias regulamentares ou admitidas no caderno de encargos.

Os materiais devem ser aplicados pelo Empreiteiro em absoluta conformidade com as especificações técnicas do contrato, seguindo-se na falta de tais especificações, as Normas oficiais em vigor ou, se estas não existirem, os processos propostos pelo Empreiteiro e aprovados pelo Dono de Obra.

Facto de se indicar, neste Projeto, uma marca de produto, serve, unicamente, para referenciar o tipo ou estabelecer o padrão mínimo de qualidade do material em questão.

Todos os materiais necessários à obra serão diretamente adquiridos ou explorados pelo Empreiteiro, sob a sua responsabilidade e encargo, e ficam sujeitos à aprovação da Fiscalização.

Nenhum material pode ser aplicado em obra sem prévia autorização da Fiscalização.

O Empreiteiro fará prova de que todos os materiais possuem as características de qualidade exigidas pelas normas e regulamentos aplicáveis, em vigor à data de execução da empreitada, ainda que não expressamente referido, e justificará que a composição, o fabrico e os processos de aplicação são compatíveis com a respetiva finalidade.

O Empreiteiro, quando autorizado pela Fiscalização, poderá aplicar materiais diferentes dos previstos se a solidez, estabilidade, especto, duração e conservação da obra não forem prejudicados e se não houver alteração, para mais, no preço.

O facto de a Fiscalização permitir o emprego de qualquer material não isenta o Empreiteiro da responsabilidade sobre o seu comportamento.

Dentro dum critério de equivalência de preço e qualidade dar-se-á preferência a materiais e produtos da indústria nacional.

Serão da conta do Empreiteiro todos os transportes, cargas, descargas, armazenamentos e aparcamentos, realizados de modo a evitar a mistura de materiais de tipos diferentes, bem como a sua conservação e todos os encargos com a arrumação dos materiais e seu acondicionamento.

Serão da conta do Empreiteiro as perdas de materiais no transporte, armazenamento e aplicação.

O Empreiteiro obriga-se a apresentar à Fiscalização, com a antecedência mínima de quinze dias em relação à data prevista de aplicação na obra, amostras de todos os materiais a empregar, acompanhadas de certificados de origem, os quais, depois de aprovados, servirão de padrão.



MUNICÍPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

Cumpra ao Empreiteiro fornecer em qualquer ponto do estaleiro e sem direito a retribuição todas as amostras de materiais para ensaios laboratoriais que a Fiscalização pretenda efetuar.

A Fiscalização poderá, sempre que assim entender, mandar proceder a ensaios de controle de qualidade dos materiais, desde que sobre eles haja dúvidas. Os encargos com estes ensaios serão da conta do Empreiteiro caso os resultados não comprovem a qualidade exigida para os materiais.

As amostras serão geralmente tomadas em triplicado e levarão as indicações necessárias à sua identificação.

As análises, provas e ensaios necessários serão sempre executados pelas entidades que a Fiscalização entender e por conta do Empreiteiro.

A aceitação e o controlo exercidos pela Fiscalização não reduzem a responsabilidade do Empreiteiro sobre os materiais utilizados.

Os materiais que não satisfaçam as condições exigidas serão rejeitados, sem exceção, pela Fiscalização, e considerados como não fornecidos.

Os materiais rejeitados serão retirados pelo Empreiteiro do local dos trabalhos e dos terrenos do Dono da Obra, no prazo máximo de três dias após a data da comunicação escrita da rejeição, sem direito a qualquer indemnização ou prorrogação de prazos.

A falta de cumprimento desta determinação confere à Fiscalização o direito de remover a encargo do Empreiteiro, pela forma que entender, os materiais rejeitados, cabendo ao Empreiteiro toda a responsabilidade pela eventual deterioração ou extravio.

Todos os materiais e produtos utilizados são fornecidos pelo Empreiteiro e provêm de locais ou fábricas que mereceram prévia concordância da Fiscalização. A falta desta concordância não será motivo para solicitações de aumento dos preços da empreitada.

O Empreiteiro deve abastecer-se, armazenar e utilizar carburantes e outras matérias perigosas conforme a legislação, sendo o único responsável por todo o acidente que resulte da sua utilização e manipulação.

À Fiscalização reserva-se o direito de controlar todos os estaleiros e instalações do Empreiteiro e seus fornecedores relacionados com a obra, pelos seus próprios meios ou por organismos ou por empresas da sua escolha. Aquele deverá facilitar o trabalho de controlo aos representantes da Fiscalização, os quais se apresentarão devidamente habilitados para tal.

Estes controlos não diminuem em nada a responsabilidade do Empreiteiro, quanto à qualidade dos materiais e produtos.

A Fiscalização poderá mandar efetuar, a expensas do Empreiteiro, todos os ensaios que considere necessários para verificar se os materiais respeitam as exigências em complemento dos que aquele tenha que efetuar.

Todos os resultados destes ensaios serão comunicados à Fiscalização, devendo esta respeitar as instruções que lhe forem dadas por escrito como resultado destes ensaios, nomeadamente e se for o caso, a suspensão dos trabalhos, que só poderão recomeçar após ordem escrita. Os materiais e produtos que não respondem às exigências indicadas ou às cláusulas relativas a cada um dos materiais, serão retirados para fora do estaleiro e das instalações do Empreiteiro, ao cuidado e a expensas deste, para locais que mereçam a concordância da Fiscalização.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

1- PRESCRIÇÕES ESPECIFICAS DOS MATERIAIS E TRABALHOS

1.1 – Betumes para Pavimentação

1.1.1 – Betumes Puros (Destilação Directa)

O betume asfáltico a empregar deve ter a penetração nominal 60/70 para todas as misturas betuminosas, ser isento de fluidificantes ou fluxantes e obedecer à Especificação E 80-1960 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. É interdita a utilização de betumes oxidados em qualquer dos processos construtivos incluídos neste caderno de encargos.

O recurso a betumes de penetração distinta das indicadas ficará confinado à implementação de eventuais propostas do adjudicatário, feitas ao abrigo do disposto na parte II deste caderno de encargos.

1.1.2 – Betume Fluidificado

O betume fluidificado a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ser do tipo MC-70 e obedecer às especificações ASTM D-2027-72 e LNEC E 80-1960. Trata-se de material que, em princípio deve ser utilizado naquele tipo de regas. O recurso às emulsões de betume tem carácter alternativo e é condicionado à realização de um troço experimental.

1.2 – Emulsões Betuminosas

1.2.1 – Para Regas de Colagem

A emulsão betuminosa a empregar em regas de colagem deve ser do tipo catiónico de rotura rápida e obedecer à especificação ASTM D-2397-73 sob a designação de CRS-1.

1.2.2 – Para Regas de Impregnação

A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deverá ser do tipo catiónico de rotura lenta e obedecer à especificação ASTM D-2397-73 sob a designação CSS-1, ou do tipo aniónico de rotura lenta, obedecendo à especificação ASTM D-977-73 sob a designação SS-1.

Considera-se imprescindível que a emulsão, controlada no estado em que estiver a ser aplicada, possibilite francamente a realização do ensaio de "mistura com cimento" (ASTM D 244) (o que significa tolerância relativamente ao limite máximo de 2% que se especifica para aquele ensaio). Caso contrário, toda a emulsão em tais condições deverá ser liminarmente rejeitada.

A observância à citada especificação implica necessariamente um betume residual isento de fluidificantes.

A aprovação de emulsões de betume para execução de regas de impregnação, dependerá da realização de troço experimental como se especifica na parte IV deste caderno de encargos.

1.3 – Aditivos Especiais para Misturas Betuminosas

Sempre que o adjudicatário julgue conveniente incorporar às misturas betuminosas aditivos especiais para melhorar a adesividade betume-agregados, deverá submeter à apreciação da fiscalização as características técnicas e o modo de utilização de tais aditivos.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

O recurso a qualquer outro tipo de aditivos, incluindo-se fibras, ficará confinado à implementação de eventuais propostas do adjudicatário, feitas ao abrigo do disposto na parte II deste caderno de encargos, o mesmo sucedendo quando se pretenda a introdução, nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com carácter complementar.

1.4 – Filer para Misturas Betuminosas

O filer comercial controlado, a incorporar em qualquer mistura betuminosa, deve obedecer às seguintes prescrições:

- a) Ser constituído por pó calcário, cimento Portland ou cal hidráulica devidamente apagada;
- b) Apresentar-se seco e isento de torrões provenientes de agregação das partículas e de substâncias prejudiciais;
- c) Ter uma granulometria satisfazendo aos seguintes valores:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
0,425 mm (nº40)	100
0,180 mm (nº80)	95 – 100
0,075 mm (nº 200)	65 – 100

1.5 – Agregado Grosso e Fino para Misturas Betuminosas

1.5.1 – Condições Gerais

As partículas, provenientes da exploração de formações homogéneas, devem ser limpas, duras, pouco alteráveis sob a acção dos agentes climatéricos, com aceitável adesividade ao ligante, de qualidade uniforme e isentas de materiais decompostos, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.

Relativamente às gravilhas, impõe-se ainda que estas apresentem uma forma regular, que possibilite índices de lamelação e de alongamento inferiores a 35%.

1.5.2 – Homogeneidade

A homogeneidade de características deve ser considerada uma condição básica para que qualquer dos inertes componentes das misturas betuminosas possam ser aplicados em obra continuamente.

Assim, mesmo que inicialmente aprovada pela fiscalização, qualquer das fracções granulométricas passará a reunir condições de rejeição, a partir do momento em que o número de oito (8) ensaios laboratoriais para cada 5000 toneladas de produção, apontem para resultados com divergências, relativamente aos valores aprovados, que não se coadunem com o sistema de tolerâncias que a seguir se indica.

Em tais condições, a fiscalização poderá manter a rejeição do material em causa até ao final da obra.

– Granulometria:

± 5% - nas percentagens de material que passa nos peneiros ASTM de malha igual ou superior ao nº 40 (0,425mm)



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

- ± 3% - nas percentagens de material que passa nos peneiros ASTM de malha igual ou superior ao nº 80 (0,180mm)
- ± 2% - nas percentagens de material que passa nos peneiros ASTM de malha igual ou superior ao nº 200 (0,075mm)
- Percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles:
 - ± 4% - quando se trate de inerte granítico
 - ± 3% - nos restantes casos

2 – MATERIAIS PARA SUB-BASE

2.1 – Materiais Naturais

2.1.1 – Solos

Os materiais a aplicar devem ser constituídos por saibros de boa qualidade, isentos de detritos, de matéria orgânica ou de quaisquer outras substâncias nocivas, obedecendo às seguintes características:

Limite de liquidez máximo	25%
Índice de plasticidade máximo	6%
Equivalente de areia mínimo.....	25%
CBR mínimo a 95% de compactação relativa (AASHO Modificado)	25%
% máxima passando no peneiro nº 200 ASTM	15%

2.1.2 – Material Aluvionar

No caso de ser utilizado material aluvionar, este deverá obedecer às seguintes características:

- A granulometria, de tipo contínuo, deve integrar-se no seguinte fuso:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
75,0 mm (3")	100
63,0 mm (2 1/2")	90 - 100
4,75 mm (nº 4)	35 - 70
0,075 mm (nº 200)	0 - 12

Limite de liquidez.....	NP
Índice de plasticidade	NP
Equivalente de areia mínimo.....	30%
% máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (granulometria F)	35%



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

2.2 – Materiais para Sub-Base Granular Britada

O agregado deve ser constituído pelo produto de britagem de material explorado em formações homogéneas e ser isento de argilas, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas. Deverá obedecer ainda às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obtida, pelo menos, a partir de duas fracções distintas, será recomposta na instalação ou em obra, por forma a obedecer ao seguinte fuso granulométrico:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
50,0 mm (3")	100
9,51 mm (3/8")	30 - 65
4,75 mm (nº 4)	25 - 55
2,00 mm (nº 10)	15 - 40
0,425 mm (nº 40)	8 - 20
0,075 mm (nº 200)	2 - 8

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

Outras características:

Limite de liquidez.....NP

Índice de plasticidade.....NP

Equivalente de areia mínimo.....30%

% máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (granulometria F)35% (a)

(a) -No caso especial dos granitos a percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles pode ser de 40% (granulometria F)

Perante autorização expressa da fiscalização, poderá ser utilizado agregado com granulometria diferente da indicada, mas sempre com uma dimensão máxima de 65 mm (praticamente 100% de passados no peneiro ASTM de 2"1/2), desde que o processo construtivo seja de primeira qualidade.

3- MATERIAIS PARA BASE EM AGREGADO BRITADO DE GRANULOMETRIA EXTENSA ESTABILIZADAS MECANICAMENTE

3.1 – Agregado

O agregado deve ser constituído pelo produto de britagem de material explorado em formações homogéneas e ser isento de argilas, matéria orgânica ou quaisquer outras substâncias nocivas. Deverá obedecer às seguintes prescrições:

- A sua composição granulométrica, obrigatoriamente, obtida a partir de pelo menos duas fracções distintas, será recomposta na instalação ou em obra, por forma a obedecer ao seguinte fuso granulométrico:



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
50,0 mm (2")	100
37,5 mm (1 1/2")	85-95
19,0 mm (3/4")	50 - 85
4,75 mm (nº 4)	30 - 45
0,425 mm (nº 40)	8 - 22
0,075 mm (nº 200)	2 - 9

- A curva granulométrica, dentro dos limites especificados, apresentará ainda uma forma regular.
- % máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (granulometria F)32 (a)
- Limite de liquidezNP
- Índice de plasticidade.....NP
- Equivalente de areia mínimo50%

(a) -No caso especial de granitos a percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles pode ser de 38% (granulometria F)

3.2 – Material de Preenchimento

O material a aplicar deve ser apenas de preenchimento e regularização superficial. Será constituído por produtos de britagem ou por saibro obedecendo às seguintes características:

- Granulometria - de acordo com o quadro seguinte:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (nº 4)	85 - 100
0,075 mm (nº 200)	5 - 12

- Limite de liquidez.....NP
- Índice de plasticidade.....NP
- Equivalente de areia mínimo50%
- % máxima passada no peneiro nº 200 ASTM12%



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

4 – MACADAME BETUMINOSO EM CAMADA DE BASE

4.1 - Mistura de Agregados

A mistura dos agregados para execução da camada de base em macadame betuminoso, deverá obedecer às seguintes características:

- A mistura deve ser obtida a partir de, pelo menos, duas fracções granulométricas distintas, a ser compostas, obrigatoriamente, em central;
- Granulometria - a granulometria da mistura à saída da central, deve estar de acordo com os seguintes valores:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
37,5 mm (1 1/2")	100
25,0 mm (1")	80 - 100
19,0 mm (3/4")	70 - 90
12,5 mm (1/2")	60 - 80
9,51 mm (3/8")	50 - 70
4,75 mm (nº4)	37 - 55
2,00 mm (nº10)	25 - 40
0,840 mm (nº20)	17 - 32
0,425 mm (nº40)	10 - 25
0,180 mm (nº80)	6 - 17
0,075 mm (nº200)	2 - 8

- A curva granulométrica, dentro dos limites especificados, apresentará ainda uma forma regular.
- % mínima de material britado60%
- % máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria G) 30% (a)
- Equivalente de areia mínimo da mistura de agregados.....45%
- Limite de liquidez.....NP
- Índice de plasticidade.....NP

(a) No caso dos granitos, este valor pode ser fixado em 40%.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

4.2 - Macadame Betuminoso

A percentagem de betume para o macadame betuminoso será de 4,4% com tolerância de $\pm 0,3\%$ e deverá proporcionar à mistura, depois de aplicada em obra, uma porosidade compreendida entre 5% e 9%. A mistura deverá ainda patenteiar trabalhabilidade suficiente para a obtenção das baridades especificadas na parte IV deste caderno de encargos

5 – MISTURA BETUMINOSA DENSA EM CAMADA DE REGULARIZAÇÃO

5.1 – Mistura de Agregados

A mistura dos agregados para execução da camada de regularização em mistura betuminosa densa, deverá obedecer às seguintes características:

- A mistura deve ser obtida a partir de, pelo menos, três fracções granulométricas distintas, a ser compostas, obrigatoriamente, em central;
- Granulometria - a granulometria da mistura à saída da central, deve estar de acordo com os seguintes valores:

PENEIRO 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
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. Sob condição da curva média, por jornada de trabalho, se integrar no fuso especificado, admitem-se as seguintes tolerâncias pontuais, para os peneiros de malha mais larga:

- Peneiro de 9,51 mm (3/8")2%
- Peneiro de 12,5 mm (1/2")2%
- % mínima de material britado85%
- % máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B)26% (a)
- Equivalente de areia mínimo da mistura de agregados (sem a adição de filer)50%
- (a) - No caso dos granitos, este valor pode ser fixado em 36%.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

5.2 – Características da Mistura Betuminosa

5.2.1 – Determinadas pelo Método “Marshall”

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

a) Betões à base de inertes de natureza granítica

Número de pancadas em cada extremo do provete	50
Força de rotura	> 700 Kgf
Grau de saturação em betume	75%-85%
Porosidade	3%-4,5%
Deformação (a)	< 3,5 mm
“Força de rotura (kgf)/Deformação (mm)”	200 a 350

(a) - Admitem-se valores de deformação à rotura superiores a 3,5 mm desde que a relação Força de Rotura (Kgf)/Deformação (mm) seja superior a 230.

b) Misturas à base de outros inertes

Número de pancadas em cada extremo do provete	50
Força de rotura	> 600 Kgf
Grau de saturação em betume	75%-85%
Porosidade	3%-6%
Deformação	< 3,5 mm

5.2.2 – Determinadas pelo Método “Duriez”

Quando ensaiada a mistura betuminosa segundo o método Duriez, aquela deverá proporcionar os seguintes valores:

– Compressão simples a 18° C	> 6 MPa
– Relação imersão/compressão	> 0,70

5.2.3 – Relacionadas com a Aplicação em Obra

A mistura, depois de aplicada, deverá ter uma baridade superior a 98% da baridade de referência, correspondente à obtida nos provetes Marshall com a percentagem ótima de betume determinada no estudo da sua composição.

Para a consecução daquele objectivo e, sobretudo, para se poder executar juntas longitudinais e transversais com a qualidade desejável, deverá a mistura betuminosa apresentar boa trabalhabilidade na aplicação em obra.

6 – BETÃO BETUMINOSO 0/14 EM CAMADA DE DESGASTE

6.1 – Mistura de Agregados

A mistura dos agregados para execução da camada de desgaste em betão betuminoso, deverá obedecer às seguintes características:



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

- A mistura deve ser obtida a partir de, pelo menos, três fracções granulométricas distintas, a ser compostas, obrigatoriamente, em central;
- Granulometria - a granulometria da mistura à saída da central, deve estar de acordo com os seguintes valores:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
19,0 mm (3/4")	100
12,5 mm (1/2")	80 - 90
9,51 mm (3/8)	66 - 82
4,75 mm (nº 4)	45 - 65
2,00 mm (nº 10)	30 - 42
0,425 mm (nº 40)	12 - 20
0,180 mm (nº 80)	8 - 15
0,075 mm (nº 200)	5 - 10

- A curva granulométrica, dentro dos limites especificados, apresentará ainda uma forma regular. Sob condição da curva média, por jornada de trabalho, se integrar no fuso especificado, admitem-se as seguintes tolerâncias pontuais, para os peneiros de malha mais larga:

- Peneiro de 9,51 mm (3/8")2%
- Peneiro de 12,5 mm (1/2")2%

Percentagem mínima de material britado90%

% máxima de desgaste na máquina de Los Angeles (Granulometria B)22% (a)

Equivalente de areia mínimo da mistura de agregados (sem a adição de filler)60%

Coefficiente mínimo de polimento acelerado 0,55
(a) - No caso dos granitos, este valor pode ser fixado em 32%.

6.2 – Características do Betão Betuminoso

6.2.1 – Determinadas pelo Método “Marshall”

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

a) Betões à base de inertes de natureza granífica

Número de pancadas em cada extremo do provete50

Força de rotura > 800 Kgf

Grau de saturação em betume 72%-82%

Porosidade 3%-4,5%



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

Deformação (a)	< 3,5 mm
"Força de rotura (kgf)/Deformação (mm)"	200 a 350
(a) - Admitem-se valores de deformação à rotura superiores a 3,5 mm desde que a relação "Força de Rotura (Kgf)/Deformação (mm) seja superior a 260.	
b) Betões à base de outros inertes	
Número de pancadas em cada extremo do provete	50
Força de rotura	> 700 Kgf
Grau de saturação em betume	72%-82%
Porosidade	4%-6%
Deformação	< 3,5 mm

6.2.2 – Determinadas pelo Método “Duriez”

Quando ensaiada a mistura betuminosa segundo o método Duriez, aquela deverá proporcionar os seguintes valores:

Compressão simples a 18° C	> 7 MPa
Relação imersão/compressão.....	> 0,75

6.2.3 – Relacionadas com a Aplicação em Obra

A mistura, depois de aplicada, deverá ter uma baridade superior a 98% da baridade de referência, correspondente à obtida nos provetes Marshall com a percentagem óptima de betume determinada no estudo da sua composição.

Para a consecução daquele objectivo e, sobretudo, para se poder executar juntas longitudinais e transversais com a qualidade desejável, deverá a mistura betuminosa apresentar boa trabalhabilidade na aplicação em obra.

Embora satisfeitas as características mecânicas e volumétricas fixadas nos artigos antecedentes e referidas aos métodos Marshall e Duriez, poderá a fiscalização determinar um ajustamento à mistura em causa se não se verificar em obra uma trabalhabilidade suficiente, nomeadamente impondo ao adjudicatário a utilização de areia natural na proporção que se revelar conveniente, mas com o limite de 10% sobre o peso total de inertes.

7 – LANCIL EM BETÃO

O lancil será fabricado em betão (B30), devendo ter colocação uniforme e ser isento de fendas. Terá a secção de 0,15 x 0,30 m² quando aplicado em separadores ou em passeios e será galgável, com a secção de 0,30 x 0,22 m², quando aplicado em ilhas disciplinadoras do tráfego, passadeiras e acessos automóveis a moradias.

Terão o comprimento mínimo de 0,80 m nos troços rectos e, nas curvas, o que melhor se ajuste ao desenvolvimento delas, com um limite inferior de 0,50 m.

8 - MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS

As características dos materiais não especificados serão propostas pelo Empreiteiro à Fiscalização, que se reserva o direito de os não aprovar se entender que não possuem condições de resistência, duração e adaptabilidade aos fins a que se destinam.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

II - EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

1 – SUB-BASES GRANULARES OU EM SOLOS

1.1 – Espalhamento

a) Deve utilizar-se, no espalhamento do material, motoniveladora ou outro equipamento similar de modo 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.

b) 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 regularização da superfície.

1.2 – Compactação

A compactação relativa, referida ao ensaio AASHO Modificado, não deve ser inferior a 95% em toda a área e espessuras tratadas. Se na operação de compactação o material não tiver a humidade necessária, terá de proceder-se a uma distribuição uniforme de água empregando-se carros tanques de pressão cujo jacto deverá, se possível, cobrir a largura total da área tratada. A distribuição de água organizar-se-á de modo a que se faça de forma rápida e contínua.

1.3 – Regularidade

A superfície da camada deve ficar lisa, uniforme, isenta de fendas, ondulações ou material solto, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 2,5 cm, em relação aos perfis transversais e longitudinal estabelecidos.

1.4 – Espessura da Sub-Base

A espessura total da sub-base, depois de compactada, será a definida nos perfis transversais tipo. No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas, não será permitida a construção de camadas delgadas a fim de se obter a espessura projectada. Proceder-se-á à escarificação da camada.

No entanto, se a fiscalização entender, poderá aceitar que a compensação da espessura desta camada seja feita por igual aumento de espessura na seguinte.

2 – CAMADA DE BASE DE GRANULOMETRIA EXTENSA - ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA

2.1 – Preparação do Leito e Compactação

O leito do pavimento deverá ser regularizado e compactado de forma a apresentar uma compactação relativa mínima de 95% quando referida ao ensaio AASHO Modificado. Sobre a superfície assim constituída (ou sobre a sub-base) será então aplicada a camada de base, sob a condição de absoluta ausência de água livre.

2.2 – Espalhamento e Compactação

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



MUNICÍPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

Será feita a prévia humidificação do agregado, na central de produção, justamente para que a segregação no transporte e espalhamento seja reduzida. Se na operação de compactação o agregado não tiver a humidade necessária (cerca de 4,5%), terá que proceder-se a uma distribuição uniforme de água.

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 projecto. 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 sua escarificação e homogeneização e conseqüente regularização da superfície.

A compactação da camada será obrigatoriamente efectuada por cilindro vibrador (ou placa vibradora quando a largura da zona a pavimentar não permita a actuação de cilindros), devendo ser sistematicamente atingidos índices de vazios inferiores a determinado índice de referência, cujo valor terá que ser eventualmente fixado pela fiscalização face às características específicas do agregado a utilizar e correspondente, pelo menos, a uma baridade seca igual a 95% da que se obteria com uma energia de compactação equivalente à do ensaio AASHO modificado. Porém, não será imposto um índice de vazios máximo inferior a 15%, a não ser no caso de recurso a inertes calcários, para o qual se fixa um valor máximo absoluto de 13%.

Caso se constate durante a execução dos trabalhos a necessidade de se fixar para o índice de vazios um máximo superior aos citados 15%, caberá ao adjudicatário realizar ou mandar realizar por sua conta todos os ensaios laboratoriais e de campo para tal necessários, que permitam nomeadamente o traçado de curvas [baridade seca da fracção passada no peneiro ASTM 3/4" * teor em água] e [índices de vazios corrigidos * energia de compactação ou compactações relativas]. Será sempre aconselhável a realização de um troço experimental, para fins de traçado de curvas (índices de vazios * nº de passagens).

2.3 – Regularidade e Espessura da Base

A execução da camada de base estabilizada mecanicamente 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, ondulações ou material solto, não podendo em qualquer ponto apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos.

A espessura de cada camada será a indicada nos respectivos perfis transversais-tipo. No caso de se obterem espessuras inferiores às fixadas no projecto, não será permitida a construção de camadas delgadas, a fim de se obter a espessura projectada. Em princípio, proceder-se-á à escarificação da camada.

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 projectado e executado.

2.4 – Impregnação Betuminosa

Será realizada uma impregnação da base de granulometria extensa que suporte directamente camadas estruturais betuminosas, salvo nos casos em que o projecto explicitamente a dispense e quando sobre ela se aplique uma semi-penetração betuminosa.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

2.4.1 – 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 efectuada por acção de escovas mecânicas e deverá deixar a descoberto os inertes com maiores dimensões, mas sem que estes iniciem desagregação do corpo da camada. Deverá, portanto ter-se em atenção que a operação de limpeza não poderá ser excessiva, nomeadamente quanto à força do jacto de ar comprimido com que, normalmente, se conclui aquela operação.

Deverá obter-se o aspecto de um mosaico formado pelo topo das britas e gravilhas, devidamente contraventadas pelos materiais mais finos. Após a limpeza concluída, ficará interdito o tráfego de obra sobre a zona em tratamento 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 poderá, se assim o entender, determinar a total escarificação da camada e sua posterior recompactação.

2.4.2 – Execução

Na execução da impregnação betuminosa deve ser observado o seguinte:

- O aglutinante a utilizar deverá ser o betume fluidificado MC-70, à taxa de 1,0 Kg/m². Em sua substituição poderá utilizar-se a emulsão aniónica lenta SS-1, diluída a 50%, ou a emulsão catiónica lenta CSS-1 e com a mesma taxa de betume residual. O valor da taxa de espalhamento deverá ser ajustado experimentalmente;
- No momento de aplicação do aglutinante as temperaturas ambiente e do pavimento devem ser respectivamente superiores a 10°C e 15°C quando não se trate de uma emulsão catiónica, caso em que tais limites são ambos de 5°C;
- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva 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 outras matérias estranhas, devendo passar na totalidade pelo peneiro de 4,75 mm (nº 4) ASTM;
- Independentemente desta cláusula e no âmbito do troço experimental obrigatório para se aceitar o recurso às emulsões de betume, a fiscalização poderá determinar, em primeira instância, uma redução da taxa de betume residual até ao mínimo absoluto de 0,5 Kg/m², com a subsequente economia para o Dono da Obra. Caso ainda continue um excesso de ligante superficial, deverá, em definitivo, optar-se pelo "cut-back";
- O tempo que decorrerá entre a impregnação e aplicação da camada seguinte, será fixado pela fiscalização em face das condições climatéricas, com o mínimo de 2 dias.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

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

3.1 – Estudo da Composição

3.1.1 – Apresentação do Estudo

O estudo a apresentar pela adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra, incluirá, obrigatoriamente, os boletins relativos aos seguintes ensaios, a realizar sob sua responsabilidade de acordo com o especificado na parte II deste caderno de encargos:

- Percentagem de desgaste na máquina de “Los Angeles”, para a granulometria “B”, relativamente às gravilhas (deve apresentar-se um ensaio por cada fonte de abastecimento);
- Ensaio de adesividade para cada material componente, com excepção do filer;
- Penetração do betume, dispensável no caso de anexação de um certificado de garantia correspondente ao lote de fabrico;
- Composição granulométrica de cada um dos materiais propostos;
- Determinação dos pesos específicos e absorção de água relativos a cada um dos inertes;
- Determinação dos pesos específicos de filer e betume;
- Aplicação do método “Marshall”: determinação da curva granulométrica da mistura, preparação dos provetes, determinação da baridade, cálculo das baridades máximas teóricas, da porosidade e do grau de saturação em betume, determinação da carga de rotura e deformação dos provetes, e ainda o traçado do conjunto de curvas características para selecção da percentagem óptima de betume. Exceptuam-se os macadames betuminosos e as misturas betuminosas porosas;
- Aplicação do método Duriez, com carácter confirmativo: determinação da resistência à compressão simples a 18°C e da relação “imersão/compressão”. Os ensaios por este método far-se-ão quando implicitamente exigido ao nível das especificações impostas na parte III deste caderno de encargos, no ponto correspondente à mistura betuminosa em causa.

A fiscalização poderá exigir, em aditamento, o resultado dos ensaios de polimento acelerado e de determinação dos índices de alongamento e de lamelação.

3.1.2 – Critérios Gerais a Seguir no Estudo

Os valores da baridade dos provetes “Marshall” a tomar para efeitos de definição das curvas características da mistura referentes à porosidade e ao grau de saturação em betume, não devem ser os determinados experimentalmente mas sim os valores corrigidos, lidos sobre a curva regular que se ajuste aos resultados laboratoriais.

Quando a “absorção de água” determinada para os inertes componentes não seja superior a 1%, devem considerar-se os “pesos específicos da parte impermeável das partículas” para efeito do cálculo das “baridades máximas teóricas” referentes às diversas percentagens de betume. Para



MUNICÍPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

valores da “absorção de água” entre 1% e 3%, as “baridades máximas teóricas” deverão ser calculadas a partir de uma ponderação entre “pesos específicos da parte impermeável das partículas” e “pesos específicos das partículas secas”. No caso mais corrente de valores situados entre 1% e 2%, poderá reduzir-se o peso específico da parte impermeável das partículas de 25% sobre a diferença entre aquelas duas modalidades de peso específico. Em todo o caso esta ponderação deverá ser avaliada pela fiscalização, aconselhando-se a realização de um troço com carácter experimental, com vista a ajustar a percentagem óptima de betume.

Não será permitida a utilização de inertes com valores de “absorção de água” superiores a 3%. Quando aquele parâmetro se situe entre 2% e 3% seguir-se-á procedimento idêntico ao descrito para valores entre 1% e 3%, tomando como peso específico ponderando a média dos pesos específicos em confronto, obrigando-se o adjudicatário a apresentar estudos adicionais para determinação das resistências à formação de rodeiras e à fadiga, realizados em laboratório oficial nacional ou estrangeiro.

No estudo “Marshall” deverão ser utilizados, no mínimo sete (7) percentagens de betume, escalonadas de 0,5%, e quatro (4) provetes para cada uma dessas percentagens ou seja, um total de 28 provetes. A percentagem óptima em betume não deverá divergir mais do que 1,0% das percentagens extremas utilizadas no estudo.

Por uma questão de uniformidade de critérios e facilidade de leitura, é obrigatório exprimir todo o estudo “Marshall” em termos de percentagem de betume (e não de teor). A não satisfação desta condição poderá levar a fiscalização a devolver simplesmente o estudo apresentado ao adjudicatário para a sua rectificação.

3.2 – Transposição do Estudo Laboratorial para a Central de Fabrico das Misturas Betuminosas

A aplicação em obra da mistura betuminosa será condicionada não só à aprovação do estudo de composição, mas também a uma ratificação da fiscalização às condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico (o que implica, nomeadamente, a concordância com o sistema de crivos adoptado), cabendo ao adjudicatário apresentar ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Nesses ensaios, é obrigatória a inclusão de:

- Granulometria das fracções crivadas, recolhidas nos silos quentes e da correspondente mistura de agregados, recolhida à saída do misturador, quando se trate de uma central de produção descontínua;
- Conjunto de pesagens efectuadas para a calibração das tremonhas doseadoras dos inertes, quando se trate de uma central de produção contínua.

Uma vez aprovada determinada transposição para a “central betuminosa”, a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem o conhecimento da fiscalização, à apreciação da qual deverá ser submetida a proposta de alteração devidamente justificada, com base num conjunto significativo de ensaios de controlo laboratorial.

Com vista a fiabilizar qualquer alteração às condições de transposição, deverá o adjudicatário, no âmbito do controlo laboratorial regulamentado na parte II deste caderno de encargos, elaborar mapas com os valores médios acumulados, semanalmente e desde a última alteração introduzida na central.

Isto em relação a todos os ensaios efectuados e independentemente do preenchimento diário dos boletins de ensaio correspondentes.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

Em circunstância alguma se poderá alterar a transposição em vigor unicamente com base nos resultados de ensaios efectuados numa única jornada de trabalho.

3.3 – Preparação da Superfície a Recobrir

3.3.1 – Condições da Superfície Existente

As misturas betuminosas não serão aplicadas sem que se verifique que a camada subjacente tem a compacidade e a regularidade especificadas neste caderno de encargos, ou sem que haja terminado a cura da impregnação betuminosa quando aplicados sobre bases de granulometria extensa estabilizadas mecanicamente.

3.3.2 – 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 jactos de ar comprimido para remover elementos finos eventualmente retidos naquela superfície.

3.3.3 – Rega de Colagem

Deverá ser realizada nas condições expressas no projecto 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.

3.4 – Fabrico, Transporte e Espalhamento da Mistura Betuminosa

As "massas" deverão ser fabricadas em centrais adequadas e servidas por estaleiros localizados e estruturados com o acordo da fiscalização, sendo obrigatória a observância dos seguintes pontos:

- a) O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da fiscalização o estudo de composição da mistura betuminosa em função dos materiais disponíveis, estudo esse obrigatoriamente conduzido pelo método "Marshall" e complementado pelo método "Duriez" quando forem expressamente fixadas especificações com base nesse método na parte III do presente caderno de encargos. Não poderão ser executados quaisquer trabalhos de aplicação em obra sem que tal aprovação tenha sido, de facto, ou tacitamente dada.
- b) A aplicação em obra da mistura betuminosas ficará ainda condicionada à ratificação, por parte da fiscalização, das condições de transposição do estudo aprovado para a central de fabrico. Caso a fiscalização constate, pela análise dos resultados médios acumulados dos ensaios de controlo laboratorial, que a transposição em vigor carece de rigor, poderá suspender a aplicação da mistura betuminosa até que seja, pelo adjudicatário, solucionado o problema de modo satisfatório.
- c) Os inertes deverão ser arrumados em estaleiro de modo a que não possam misturar-se fracções granulométricas distintas e espalhados por camadas de espessura não superior a 0,50 m a fim de se minimizar a segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte vertical e, no caso dos inertes terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida de modo algum a utilização dos 0,15 m inferiores.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

- d) Para o pré-doseamento dos diversos materiais inertes que entrem na composição da mistura, com excepção do filler, 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 às centrais de produção contínua, aplicando-se também às de produção descontínua.
- e) O fabrico, transporte e espalhamento da mistura betuminosa deverão pautar-se pelas seguintes regras gerais, sem prejuízo da observância das regras específicas de cada caso, estipuladas neste caderno de encargos:
- O teor em humidade da mistura betuminosa não será superior a 0,5%, quer durante a operação de mistura, quer durante o espalhamento.
 - A temperatura dos agregados, antes da mistura destes com o betume, não deve ser inferior a 130°C, nem superior a 170°C.
 - O betume deve ser aquecido lenta e uniformemente, até a temperatura ficar compreendida entre 130°C e 180°C.
 - Não deverão ser aplicadas em obra as "massas" que, imediatamente após a mistura, apresentem temperaturas iguais ou superiores a 175°C. Em tal caso, serão conduzidas de imediato a vazadouro e não consideradas para efeitos de medição.
 - As "massas" deverão ser fabricadas e transportadas por forma a que tenha lugar o seu rápido espalhamento. A sua temperatura nesta fase não poderá ser inferior a cento e dez graus centígrados (110°C) e, se tal vier a suceder mesmo que imediatamente após a actuação da espalhadora, 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.
 - 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 e, sobretudo, quando a distância de transporte for tal que a temperatura à superfície da carga transportada baixe dos 120°C, deverá recobrir-se, obrigatoriamente, o material transportado, com uma lona que tape toda a caixa da viatura.
 - O espalhamento da mistura betuminosa deverá aguardar a rotura da emulsão aplicada em rega de colagem.
 - As viaturas transportadoras não deverão circular sobre a rega de colagem, nas secções em que não tenha ocorrido a completa rotura da emulsão.
 - O espalhamento deverá ser feito de maneira contínua e executado com tempo seco e temperatura ambiente superior a 15°C. O pavimento a recobrir deverá também apresentar-se seco e com temperatura superior a 10°C.
 - No caso das rampas acentuadas com extensão significativa o espalhamento deve realizar-se, preferencialmente, no sentido ascendente.
 - 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.



MUNICÍPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

- É obrigatório utilizar espalhadoras-acabadoras com barra flutuante na aplicação da mistura betuminosa. Deve obter-se, imediatamente após o espalhamento, uma compactação relativa não inferior a 85% quando referida ao ensaio Marshall.
- espalhamento manual, sobre a rega de colagem, de uma ligeira camada de mistura betuminosa (na gíria designado por "ensaibramento"), deverá ser moderado ao máximo (já que, teoricamente, deveria ser evitado), espalhando-se apenas o material "que baste" para evitar o levantamento, da referida rega, pelos pneus das viaturas. Nesse sentido, deverão ser tidas em consideração as seguintes recomendações:
 - O recurso pleno a essa técnica deverá ficar confinado aos seguintes casos: impossibilidade prática da espalhadora transmitir ao pavimento força motriz suficiente por motivo de declive acentuado, na rega de áreas que têm forçosamente de permanecer abertas ao tráfego, no recobrimento da rega de colagem por motivos de segurança, seja face a paragens do espalhamento derivadas de avarias no equipamento, a falhas de mistura betuminosa ao fim do dia de trabalho, ou a outros motivos similares.
 - Nas situações de obra correntes a técnica deverá ser bem controlada, reduzindo-se o espalhamento de material por forma a que o piso a recobrir fique visível em mais de 2/3 da sua área. A mistura deverá ser espalhada de modo uniforme e na quantidade estritamente suficiente para que os pneus das viaturas não levistem a rega de colagem.
 - Sempre que as condições da obra permitam eliminar tal processo sem se afectar significativamente a rega de colagem, deverá ser essa a opção prioritária.

3.5 – Cilindramento

O processo de compactação e regularização das misturas betuminosas deve ser tal que seja observado o seguinte:

- A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com perfil transversal correcto e livre de depressões, alteamentos e vincos. Não serão de admitir irregularidades superiores a 3 mm, quando feita a verificação com uma régua de 3 m.
- Em circunstância alguma o cilindramento poderá deixar de iniciar-se enquanto a temperatura da mistura se mantiver superior a 90°C. O não cumprimento desta condição constituirá motivo para rejeição.
- A compactação relativa, referida ao ensaio "Marshall", não será inferior a 97%.
- Em princípio, deverá optar-se pelo recurso a cilindros de pneus com uma carga por roda mínima de 1,5 ton. Os cilindros de jante lisa serão assim aplicados para se regularizar a superfície acabada.
- Os cilindros de pneus só poderão actuar enquanto a temperatura da mistura betuminosa não baixar dos 100°C, a menos que se aplique nos pneus um produto adequado para alterar as condições na interface "borracha/betume". Em circunstância alguma poderá recorrer-se a solventes do betume ou a substâncias que de algum modo afectem as suas características básicas, com o fim de evitar o arrancamento de gravilhas pela actuação dos cilindros.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

- Os cilindros só deverão proceder a mudanças de direcção 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.
- No caso dos cilindros disponíveis não possuírem dispositivo para compactar lateralmente o bordo exterior da camada espalhada (que não fique a constituir junta), deverá proceder-se a essa operação por meios manuais, eventualmente com recurso a maços metálicos.
- O trânsito nunca deverá ser estabelecido sobre a mistura betuminosa, nas 2 horas posteriores ao fim do cilindramento, devendo no entanto, aquele prazo ser aumentado sempre que for possível. Em casos pontuais, em que se torne indispensável antecipar a abertura ao trânsito, deverá espalhar-se filler sobre a camada recém-executada em dosagem moderada, após cilindramento, de modo a que toda a superfície fique coberta o mais uniformemente possível.

O recurso a cilindros de pneus na compactação básica das misturas betuminosas a quente pressupõe grande regularidade no abastecimento da frente de trabalhos, não sendo compatível com paragens frequentes da operação de espalhamento, facto que é uma situação corrente em obras de grande reparação. Assim, quando a fiscalização, face às condições específicas da obra o julgue mais conveniente, poderá optar por inverter o processo de compactação, nos moldes que se passa a regulamentar, sem prejuízo da observância de todas as condições, aplicáveis, constantes do presente artigo:

- Quando se inicie a compactação com um cilindro de jantes lisas o primeiro cilindramento deverá ser executado com as rodas motrizes à frente e no sentido da progressão do espalhamento das massas.
- Independentemente de se atingir a baridade especificada, é obrigatória a aplicação de um cilindro de pneus enquanto a temperatura da mistura for superior a 60°C, com pelo menos, 4 passagens completas. A pressão dos pneus será à volta de 6 Kg/cm², devendo ser ajustada em função do tipo de mistura utilizada.

3.6 – Juntas de Trabalho

Tanto as juntas longitudinais como as transversais, deverão ser feitas de modo a assegurar a ligação perfeita das secções executadas em ocasiões diferentes.

As juntas transversais de trabalho serão executadas por forma a que o seu bordo se apresente perfeitamente vertical, por corte da camada já terminada. Para facilitar o processo, recomenda-se o espalhamento prévio de uma fina camada de areia sob os últimos 0,30 m, com a precaução de grande regularidade e com vista a descolar a secção a remover depois do corte.

Os topos, já cortados, do troço executado anteriormente, deverão ser pintados levemente com betume (emulsão catiónica de rotura rápida), iniciando-se depois o espalhamento das massas betuminosas do novo troço. Igualmente deverão ser pintadas com betume todas as superfícies de contacto da mistura com caixas de visita, lancis, etc.

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, quando decorra mais do que um dia entre bandas contíguas.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

As juntas longitudinais devem merecer a máxima atenção, quer se trate de uma camada estrutural quer se trate da camada de desgaste. Assim, é indispensável proceder ao seu acabamento por meios manuais, em princípio complementados com um cilindro vibrador de pequeno formato, pelo que o adjudicatário deverá estruturar uma equipa de trabalho especificamente para aquela tarefa.

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

3.7 – Equipamento para a Realização de Camadas Betuminosas a Quente

3.7.1 – Condições Gerais

O adjudicatário deverá fornecer e manter em boas condições de serviço o equipamento apropriado para o trabalho, o qual será previamente submetido à aprovação da fiscalização.

O equipamento deverá, quando for caso disso, ser montado no local previamente aceite pela fiscalização, com a suficiente antecipação sobre o início da obra, de modo a permitir uma cuidadosa inspeção, calibragem dos dispositivos de medição, ajustamento de todas as peças e execução de quaisquer trabalhos de conservação e/ou reparação, que se mostrem necessários para a garantia do trabalho com qualidade satisfatória.

Com aquele objectivo, e decorridos no máximo 60 dias sobre a data de consignação dos trabalhos, o adjudicatário fornecerá à fiscalização um "dossier" técnico que incluirá uma descrição tão detalhada quanto possível de:

- Localização da área de implantação da central e plano de stockagem de agregados;
- Tipo e capacidade da central "betuminosa" assim como componentes e dispositivos de controlo da mesma;
- Meios de transporte, justificando o número de unidades;
- Tipos e capacidades dos equipamentos a utilizar no espalhamento e compactação das misturas e justificação;
- Dimensionamento dos meios humanos, com indicação dos responsáveis técnicos pelas unidades de fabrico, e de transporte, espalhamento e compactação.

A capacidade nominal de uma central "betuminosa" será definida por dois valores:

- Débito horário normalmente conseguido para o fabrico de uma mistura betuminosa com 40 a 45% de elementos grossos, 30 a 35% de elementos médios e 18 a 20% de elementos finos, para teores de humidade natural da ordem dos 5%;
- Débito horário em idênticas condições, quando o teor de humidade natural dos agregados é da ordem dos 3%.

A fiscalização poderá impor a instalação de balanças com características apropriadas para a pesagem das viaturas de transporte das misturas betuminosas, junto da central de fabrico, não tendo o adjudicatário direito a qualquer pagamento pela eventual implementação da referida medida, a menos que no projecto esteja contemplada a instalação de tais dispositivos, a coberto de rubricas orçamentais específicas.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

3.7.2 – Centrais para Fabrico das Misturas

O fabrico das misturas betuminosas será assegurado por centrais do tipo contínuo ou descontínuo. Serão constituídas pelos seguintes elementos:

a) Tremonhas doseadoras

Deverão existir tantas tremonhas doseadoras quantas as fracções granulométricas constituintes da mistura. A sua largura excederá sempre, em pelo menos 0,50 m, a largura do balde da pá mecânica que as alimenta.

Cada tremonha disporá de anteparos com dimensões convenientes, por forma a evitar misturas de agregados, assim como os respectivos sistemas de dosagem individuais, que poderão ser volumétricos ou ponderais, excluindo-se qualquer outro processo mais grosseiro de pré-mistura.

A tolerância máxima admissível para os sistemas de dosagem será de $\pm 10\%$ nas centrais descontínuas e $\pm 5\%$ nas centrais contínuas.

b) Tambor-secador e sistema de reciclagem de finos

As centrais disporão de meios mecânicos apropriados com vista à introdução da mistura de agregados no tambor-secador de uma maneira uniforme, com vista a garantir o fabrico da mistura a temperatura constante.

O tambor-secador deverá permitir baixar o teor da humidade natural dos agregados a menos de 0,5%, sem ultrapassar a temperatura máxima fixada para o ligante betuminoso. Com este objectivo existirá um termómetro entre a saída do tambor-secador e o misturador, que permita ao operador verificar a temperatura da mistura seca de agregados.

A central deverá dispor, acoplados ao tambor-secador, de dispositivos de despoeiramento, não só com vista a evitar-se a poluição atmosférica e das zonas adjacentes à central, mas sobretudo, para permitir a recuperação e reciclagem de finos.

O sistema de recuperação de finos deve ser suficientemente eficaz para que não seja necessário aumentar a proporção de filer comercial na mistura, relativamente à composição estudada, em mais do que 20% (sobre o peso de filer). A reciclagem de finos recuperados deverá em principio fazer-se através de circuito independente do utilizado para o filer comercial, muito embora a balança para pesagem, no caso de centrais descontínuas, possa ser única. Caso o sistema de aspiração-recuperação de finos não seja plenamente eficaz em termos de protecção do meio ambiente, poderá a fiscalização impor a instalação complementar de um dispositivo de despoeiramento por via húmida.

c) Crivagem e armazenamento de agregados secos em centrais de tipo descontínuo.

Os agregados secos provenientes do tambor-secador serão introduzidos (através de um sistema de transporte convenientemente protegido - elevador a quente) num conjunto de crivos capaz de separar e armazenar, em silos intermédios (silos quentes), as fracções granulométricas em que se achou conveniente, de acordo com a fiscalização, dividir a mistura de agregados, silos esses que deverão ter capacidade superior à do misturador.

A central deverá dispor de um sistema de alarme ou segurança (luminoso ou acústico), que funcionará sempre que o nível de agregados seja igual ou inferior a 1/3 (em volume) da capacidade de cada um dos silos quentes.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

d) Armazenamento e dosagem do filer

Quando se tornar necessária a adição de filer comercial à mistura, é obrigatório dispor, pelo menos, um silo com dispositivos de alimentação e extracção apropriados.

A capacidade do silo de filer será, pelo menos, correspondente a dois dias de fabrico e deverá, aquele, estar dotado de sistema de alarme (com dispositivo acústico ou luminoso), que funcionará sempre que se atinja 1/5 da sua capacidade máxima.

No caso das centrais contínuas, existirá um equipamento de dosagem intermédia, que poderá ser volumétrico ou ponderal, enquanto que, nas descontínuas, o filer será sempre pesado separadamente através de balança individual.

Em qualquer dos casos, a tolerância máxima admissível será de $\pm 10\%$.

e) Armazenamento e dosagem do ligante betuminoso

A central deverá dispor de cisternas para o armazenamento do ligante betuminoso, com uma capacidade total que permita assegurar um fornecimento contínuo daquela e possuindo cada uma delas, dispositivo próprio de aquecimento com uma precisão de $\pm 10\%$.

Quando, numa mesma obra, forem utilizados diferentes tipos de ligantes betuminosos, cada um disporá de uma cisterna própria, uma vez que a mistura de dois ligantes diferentes, ainda que em pequenas percentagens, modificará, notoriamente, as suas propriedades.

De igual modo, os sistemas de alimentação existentes deverão ser constituídos por um número mínimo de tubagens comuns, munidos do respectivo sistema de segurança.

O fluxo contínuo do ligante no interior das cisternas, bem como a bomba doseadora, será assegurado por um dispositivo próprio acoplado a medidor de caudais com uma precisão de $\pm 2\%$.

Todas as tubagens da cisterna, bomba doseadora e sistema de pulverização do misturador, serão devidamente aquecidas.

O operador da central terá possibilidade de, em qualquer momento, verificar a temperatura do ligante à saída da cisterna e antes de entrar no misturador, através de um termómetro com precisão de $\pm 5^\circ\text{C}$.

A dosagem do ligante será efectuada através de um dispositivo ponderal ou volumétrico, com uma precisão da ordem dos $\pm 2\%$. Esta precisão será controlada através de amostragem correspondente a:

- Uma amassadura, no caso das centrais descontínuas.
- 10 ton de mistura betuminosa, no caso das centrais contínuas.

O sistema de doseamento deverá ainda ser aferido à temperatura especificada, dado que a viscosidade do betume varia com a temperatura.

f) Misturador

O misturador possuirá o número suficiente de pás ou lâminas de forma a assegurar uma mistura homogénea, sendo convenientemente tapado por forma a evitar a perda dos elementos finos da mistura.

Estará dotado de equipamento eficaz para manter constante o tempo de amassadura especificado e contador automático do número de amassaduras, no caso das centrais descontínuas.

Para as centrais contínuas existirá um registo automático com as seguintes indicações:



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

- Designação do tipo de mistura;
- Peso de cada amassadura e respectivos componentes;
- Temperatura do ligante;
- Hora de fabrico.

g) Armazenamento da mistura betuminosa

O armazenamento da mistura fabricada será efectuado através de meios que limitem o mais possível a sua segregação. A capacidade requerida dependerá da produção horária da central, no entanto, a tremonha de armazenamento terá que estar dotada de meios eficazes de aquecimento, se for superior a 100 m³.

3.7.3 – Unidade de Transporte

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

3.7.4 – Espalhadora-Acabadora (“Finisher”)

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

A espalhadora terá sempre que dispor de uma régua vibradora capaz de produzir um grau de compactação mínimo de 85% e, sempre que possível, estar munida de um termómetro colocado no túnel de alimentação do sem-fim.

3.7.5 – Compactadores

Os cilindros a utilizar na compactação das misturas serão obrigatoriamente auto-propulsionáveis e dos seguintes tipos:

- Estáticos
- Pneus
- Vibradores
- Mistos

Os cilindros estáticos disporão de sistema de rega adequado, e os cilindros de pneus serão equipados com “saias de protecção” e, sempre que possível, de “side-roll”.

A caracterização de qualquer destes equipamentos far-se-á através do seguinte conjunto de elementos, a fornecer à fiscalização antes do início dos trabalhos:

a) Cilindros-estáticos



MUNICÍPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

- Peso total (mínimo e máximo)
- Largura e diâmetro das rodas
- Gama de velocidades
- Tipo de transmissão (mecânica e hidráulica)
- Tipo de lastro utilizável
- Autonomia do sistema de rega

b) Cilindros vibradores

Os elementos referidos para o caso "a)", adicionados de:

- Carga por unidade de geratriz vibrante
- Gama de variação das frequências e amplitude de vibração

c) Cilindros de pneus e mistos

E / ou adicionados ainda de:

- Número de pneus por eixo
- Número de pneus motrizes
- Carga por pneu (mínima e máxima)
- Pressão de enchimento (mínima e máxima)

4 – CAMADA DE BASE EM MACADAME BETUMINOSO

4.1 - Estudo da Composição

Em princípio a solução apresentada pelo adjudicatário para a composição da mistura de agregados face aos materiais disponíveis, deve situar-se dentro da seguinte banda granulométrica:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
37,5 mm (1 1/2")	100
25,0 mm (1")	85 - 100
19,0 mm (3/4")	75 - 88
12,5 mm (1/2")	65 - 75
9,51 mm (3/8")	55 - 65
4,75 mm (nº 4)	42 - 50
2,00 mm (nº 10)	29 - 36



MUNICÍPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

0,840 mm (nº 20)	21 – 28
0,425 mm (nº 40)	14 – 21
0,180 mm (nº 80)	9 - 14
0,075 mm (nº 200)	4 - 6

É obrigatória a apresentação de um estudo granulométrico com vista a definir-se a mistura a utilizar, em conformidade com o fuso granulométrico antecedente, bem como dos boletins respeitantes aos seguintes ensaios, relativos a cada um dos inertes propostos:

- Percentagem de desgaste na máquina de “Los Angeles”;
- Ensaio de adesividade;
- Determinação dos pesos específicos e absorção de água;

4.2 - Fabrico e Aplicação da Mistura

4.2.1 - Tolerâncias e Fabrico

As tolerâncias admitidas em relação à composição aprovada, são as seguintes:

.....	Na
percentagem de material que passa no peneiro ASTM de 0,075mm (nº 200)	2%
.....	Nas
percentagens de material que passa nos peneiros ASTM de 0,180 mm (nº 80)	3%
.....	Na
percentagem de material que passa no peneiro	
.....	ASTM
de 0,425 mm (nº 40, de 0,840 mm (nº 20) e de 2,00 mm (nº 10)	4%
.....	Na
percentagem de material que passa no peneiro ASTM de 4,75 mm (nº 4) ou de malha mais larga	5%
.....	Na
percentagem de betume	0,3%

4.2.2 - Particularidades do Processo Construtivo

Não deverão ser aplicadas camadas com espessura inferior a 0,10 m, ou superior a 0,15 m, com tolerância de 0,01 m em casos pontuais. O processo de compactação e regularização deve ser tal que seja observado o seguinte:

- A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com perfis longitudinal e transversal tanto quanto possível correctos e livres de depressões, alteamentos e vincos;
- Na compactação deve ser utilizado em primeiro lugar um cilindro de jantes lisas, vibrador, com peso por centímetro de geratriz vibrante superior a 30 Kgf. As primeiras passagens serão estáticas, seguindo-se a operação com vibração. Concluída esta, deverá actuar um cilindro de pneus enquanto a temperatura da mistura for superior a 60°C com um mínimo de 4



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

passagens completas. A pressão dos pneus será da ordem dos 6 Kg/cm² para um peso por roda não inferior a 6 Ton.

- Para espessuras superiores a 0,12 m poderá ser necessário recorrer a espalhadoras 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.
- Será obrigatória a realização de um trecho experimental para se comprovar que o equipamento de compactação garantirá, para a compactação "in situ", verificada sobre um conjunto de 5 "carotes", valores médio e mínimo respectivamente de 92% e de 90% em relação à "baridade máxima teórica" e, ainda, um valor mínimo de 98% relativamente à baridade de referência, entendendo-se esta como o valor a partir do qual não há acréscimo de baridade com novas passagens.
- Não serão permitidas mais do que 6 passagens de cilindro vibrador. Assim, durante o trecho experimental, deverão ser tentadas 4 (o nº mais frequente) e de 6 passagens a vibrar, sendo as restantes, em número tal que deixe de produzir-se densificação da camada, realizadas por um cilindro de pneus.
- 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, face à sua baixa deformabilidade. Assim, deverá o adjudicatário promover as medidas possíveis para minimizar o tráfego de obra sobre aquela camada, que terá de ser coberta tão cedo quanto for possível. Deve a fiscalização impor em obra tal orientação.

5 – CAMADA DE REGULARIZAÇÃO EM MISTURA BETUMINOSA DENSA

5.1 – Estudo da Composição

5.1.1 – Granulometria da Mistura

Em princípio a solução apresentada pelo adjudicatário para a composição da mistura de agregados da mistura betuminosa densa face aos materiais disponíveis, deve situar-se dentro da seguinte banda granulométrica:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
25,0 mm (1")	100
19,0 mm (3/4")	88 - 100
12,5 mm (1/2")	76 - 85
4,75 mm (nº 4)	49 - 56



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

2,00 mm (nº 10)	35 - 43
0,425 mm (nº 40)	19 - 24
0,180 mm (nº 80)	12 - 15
0,075 mm (nº 200)	6 - 9

5.1.2 – Percentagem de Filer Comercial

A composição da mistura betuminosa, quando a areia e pó de granulação utilizado seja de natureza granítica, deverá incluir obrigatoriamente uma percentagem ponderal de filer controlado não inferior a 3%. Caso se utilize como filer a cal hidráulica aquele limite poderá ser reduzido para 2%.

A percentagem de filer comercial controlado a introduzir, deverá ser ainda suficiente para garantir que a mistura betuminosa, quando aplicada em obra, patenteie uma razão ponderal entre a percentagem de material passado no peneiro ASTM nº 200 e a percentagem de betume ("filer/betume") compreendida entre 1,2 e 1,5.

5.2 – Fabrico e Aplicação da Mistura

5.2.1 – Tolerâncias no Fabrico

As tolerâncias admitidas em relação à composição aprovada desde que se cumpra a condição da curva granulométrica média, por cada jornada de trabalho e comprovada pelo controlo de qualidade laboratorial, se integrar no fuso granulométrico de aplicação em obra especificado na parte III deste caderno de encargos, são as seguintes:

Na percentagem de material que passa no peneiro ASTM de 0,075mm (nº 200)	1%
Nas percentagens de material passa nos peneiros ASTM de 0,180 mm (nº 80) e de 0,425 mm (nº 40) .	3%
Na percentagem de material que passa no peneiro ASTM de 2,00 mm (nº 10)	3%
Na percentagem de material que passa no peneiro ASTM de 4,75 mm (nº 4) ou de malha mais larga	4%
Na percentagem de betume	0,2%
Na razão "filer/betume"	0,1

5.2.2 – Particularidades do Processo Construtivo

A espessura mínima da camada deverá ser de 0,04 m quando se utiliza inertes provenientes de rochas de textura fina e de 0,05 m quando se incorpore na composição inertes de origem granítica.

A espessura máxima da camada deverá ser de 0,10 m, após boa compactação. Assim, quando utilizada a mistura em camadas de regularização, devem ser tomadas medidas para que, sempre que as irregularidades do pavimento existente impliquem o espalhamento em espessura superior a 8 cm, se passe a aplicar a mistura betuminosa densa em duas sub-camadas, sendo a primeira considerada como "pré-regularização".

A operação de pré-regularização deve ser planeada em acordo com a fiscalização e contabilizada à parte, em conformidade com a respectiva rubrica orçamental.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

Caso o projecto não contemple aquela operação, caberá à fiscalização decidir sobre a sua oportunidade, tendo presente a sua importância para a obtenção de uma boa regularidade final, quando existam riscos de forte recalque diferencial, por variação excessiva na espessura efectivamente espalhada.

6 – CAMADA DE DESGASTE EM BETÃO BETUMINOSO 0/14 mm

6.1 – Estudo da Composição

6.1.1 – Granulometria da Mistura

Em princípio a solução apresentada pelo adjudicatário para a composição da mistura de agregados do betão betuminoso face aos materiais disponíveis, deve situar-se dentro da seguinte banda granulométrica:

PENEIRO ASTM	PERCENTAGEM ACUMULADA DO MATERIAL QUE PASSA
19,0 mm (3/4")	100
12,0 mm (1/2")	82 – 88
9,51 mm (3/8")	69 – 79
4,75 mm (nº 4)	49 – 61
2,00 mm (nº 10)	33 – 39
0,425 mm (nº 40)	14 - 18
0,180 mm (nº 80)	10 - 13
0,075 mm (nº 200)	6 - 9

6.1.2 – Percentagem de Filer Comercial

A composição do betão betuminoso, quando a areia e pó de granulação utilizado seja de natureza granítica, deverá incluir obrigatoriamente uma percentagem ponderal de filer controlado não inferior a 4%. Caso se utilize como filer a cal hidráulica aquele limite poderá ser reduzido para 3%.

A percentagem de filer comercial controlado a introduzir, deverá ser ainda suficiente para garantir que o betão betuminoso, quando aplicado em obra, patenteie uma razão ponderal entre a percentagem de material passado no peneiro ASTM nº 200 e a percentagem de betume ("filer/betume") compreendida entre 1,2 e 1,5.

6.2 – Fabrico e Aplicação da Mistura

6.2.1 – Tolerâncias no Fabrico

As tolerâncias admitidas em relação à composição aprovada desde que se cumpra a condição da curva granulométrica média, por cada jornada de trabalho e comprovada pelo controlo de



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

qualidade laboratorial, se integrar no fuso granulométrico de aplicação em obra especificado na parte III deste caderno de encargos, são as seguintes:

.....	N
a percentagem de material que passa no peneiro ASTM de 0,075mm (nº 200)	1%
.....	N
as percentagens de material que passa nos peneiros ASTM de 0,180 mm (nº 80) e de 0,425 mm (nº 40)	2%
.....	N
a percentagem de material que passa no peneiro ASTM de 2,00 mm (nº 10)	3%
.....	N
a percentagem de material que passa no peneiro ASTM de 4,75 mm (nº 4) ou de malha mais larga	4%
.....	N
a percentagem de betume	0,2%
.....	N
a razão "filer/betume"	0,1

6.2.2 – Particularidades do Processo Construtivo

A espessura mínima da camada deverá ser de 0,04 m quando se utiliza inertes provenientes de rochas de textura fina e de 0,05 m quando se incorpore na composição inertes de origem granítica.

7 – BERMAS

As bermas terão a constituição e espessura indicadas nos perfis transversais tipo, obedecendo, a sua construção, às especificações fixadas neste caderno de encargos.

8 – CAMADA DE DESGASTE DOS PASSEIOS E SEPARADORES

A camada superior será constituída por uma betonilha composta de cimento e areia ao traço 1:3 em volume, com a espessura de 0,03 m, e deverá ser superficialmente esquartelada. Esta camada será assente sobre outra com a espessura de 0,05 m em massame de betão com a dosagem de 200 Kg de cimento por metro cúbico de betão e com brita de dimensões entre 1 e 1,5 cm.

A superfície da camada de desgaste deverá ser perfeitamente plana e terá as inclinações indicadas no projecto, devendo efectuar-se juntas transversais de dilatação em toda a espessura da camada com o espaçamento máximo de 3 m.

9 – ASSENTAMENTO DE LANCIS

O lancil assentará sobre uma fundação de betão magro, de tal forma que apresente, na forma definitiva, um espelho de 0,15 m acima do pavimento.

O lancil, quer em alinhamento recto quer em curva, deverá ficar perfeitamente alinhado e desempenado, tanto no seu espelho como na face superior.

As juntas não deverão exceder 0,3 cm e serão preenchidas com argamassa.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

10 - EQUIPAMENTO PARA A EXECUÇÃO DE CAMADAS BETUMINOSAS A QUENTE

10.1 - CONDIÇÕES GERAIS

O Adjudicatário deverá dispor e manter em boas condições de serviço o equipamento apropriado para o trabalho, o qual será previamente submetido à apreciação da Fiscalização com entrega de documentos comprovativos da última revisão.

O equipamento deverá, quando for caso disso, ser montado no local previamente aceite pela Fiscalização com a suficiente antecipação sobre o início da obra, de modo a permitir uma cuidadosa inspecção, calibragem dos dispositivos de medição, ajustamento de todas as peças e execução de quaisquer trabalhos de conservação e/ou reparação, que se mostrem necessários para a garantia do trabalho com qualidade satisfatória.

Com aquele objectivo, aquando da apresentação do Plano de Trabalhos, o Adjudicatário fornecerá à Fiscalização um "dossier" técnico, que incluirá uma descrição tão detalhada quanto possível de:

- Localização da área de implantação da central e respectivo lay-out e plano de stockagem de agregados;
- Tipo e capacidade da central betuminosa, assim como componentes e dispositivos de controlo da mesma;
- Meios de transporte, justificando o número de unidades;
- Tipos e capacidades dos equipamentos a utilizar no espalhamento e compactação das misturas e justificação;
- Dimensionamento dos meios humanos, com indicação dos responsáveis técnicos pelas unidades de fabrico e de transporte, espalhamento e compactação.

Em obras em que a medição das quantidades é feita em peso a Fiscalização poderá impor a instalação de balanças com características apropriadas para a pesagem das viaturas de transporte das misturas betuminosas, junto da central de fabrico, não tendo o Adjudicatário direito a qualquer pagamento pela eventual implementação da referida medida, a menos que no projecto esteja contemplada a instalação de tais dispositivos, a coberto de rubricas orçamentais específicas.

11 - CONTROLO DE QUALIDADE

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência dos ensaios.

11.1 - DURANTE O FABRICO E APLICAÇÃO

Os valores obtidos para a granulometria dos inertes e percentagem em betume devem obedecer às tolerâncias definidas.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

11.2 - APÓS A APLICAÇÃO

11.2.1 - Espessura das camadas

Os valores medidos devem ser inferiores às espessuras de projecto em pelo menos 95% das carotes extraídas. As restantes devem satisfazer as seguintes tolerâncias:

Camada de desgaste	1ª camada subjacente à camada de desgaste	2ª camada e seguintes subjacentes à camada de desgaste
±0,5 cm	±1,0 cm	±2,0 cm

11.2.2 - Grau de compactação e porosidade

Os valores relativos ao grau de compactação e porosidade definidos em 14.03 e 15.03 deverão ser respeitados em 95% das carotes que entram na apreciação.

11.2.3 - Regularidade

A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com um perfil transversal correcto e livre de depressões, alteamentos e vincos, não podendo, em qualquer ponto, apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos. A uniformidade em perfil será verificada tanto longitudinalmente como transversalmente, através de uma régua fixa ou móvel de 3 m devendo os valores medidos cumprirem os seguintes limites:

	Camada de desgaste	1ª camada subjacente à camada de desgaste	2ª camada e seguintes subjacentes à camada de desgaste
Irregularidades transversais	0,5 cm	0,8 cm	1,0 cm
Irregularidades longitudinais	0,3 cm	0,5 cm	0,8 cm

Complementarmente devem ser respeitados os valores admissíveis para o IRI (Índice de Regularidade Internacional) definidos no quadro seguinte para a camada de desgaste.

Para a obtenção destes valores recomenda-se que sejam respeitados os valores referidos para a 1ª e 2ª camadas subjacentes à camada de desgaste.

Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros em **pavimentos com camadas de desgaste betuminosas**



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

Camada	Percentagem da extensão da obra		
	50%	80%	100%
Camada de desgaste	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 3,0
1ª camada sob a camada de desgaste	≤ 2,5	≤ 3,5	≤ 4,5
2ª camada e seguintes sob a camada de desgaste	≤ 3,5	≤ 5,0	≤ 6,5

e a que correspondem as seguintes classificações:

Muito Bom	excede largamente os parâmetros exigidos
Bom	cumpe os parâmetros exigidos excepção feita à percentagem da extensão do traçado com valores inferiores a 3,0, que deverá ser superior ou igual a 95%-
Razoável	cumpe os parâmetros exigidos, excepção feita às percentagens de extensão do traçado com valores inferiores a 1,5 e 3,0, onde se admitem respectivamente as percentagens de 40 e 90-
Medíocre	não cumpre as exigências anteriores (razoável), mas apresenta valores de IRI de 1,5; 2,5 e 3,0 em percentagens do traçado superiores a 15, 60 e 85, respectivamente
Mau	não cumpre os parâmetros exigidos nas classificações anteriores

Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros em **pavimentos rígidos**

Camada	Percentagem da extensão da obra		
	50%	75%	90%
Camada de desgaste	≤ 2,0	≤ 2,5	≤ 3,0

e a que correspondem as seguintes classificações:

Bom	cumpe os parâmetros exigidos
Razoável	não cumpre as exigências anteriores. Apresenta valores de IRI de 2,0; 2,5 e 3,0 em percentagens do traçado superiores a 15, 50 e 80, respectivamente
Mau	não cumpre os parâmetros exigidos nas classificações anteriores



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

Estes valores devem ser medidos em cada via de tráfego, ao longo das duas rodeiras (esquerda e direita), e calculados os correspondentes IRI por troços de 100 m. O valor médio obtido nas duas rodeiras por cada troço de 100 m será o representativo desse troço.

A medição da irregularidade com vista à determinação do IRI deverá ser efectuada recorrendo a métodos que forneçam o perfil longitudinal da superfície, tais como nivelamento topográfico de precisão, o equipamento APL, ou os equipamentos que utilizam sensores tipo laser ou ultra-sons. O intervalo de amostragem mínimo utilizado para o levantamento do perfil deverá ser da ordem de 0,25 m.

Não deverão ser utilizados equipamentos que efetuem a medição da irregularidade com base na resposta da suspensão de um veículo (designados por equipamentos tipo "resposta"), atendendo às limitações que estes equipamentos apresentam. Considera-se, com efeito, desejável o fornecimento dos resultados em termos de perfil longitudinal da superfície segundo o alinhamento ensaiado, para além dos valores do IRI por troços de 100 m, de modo a poderem visualizar-se quaisquer deficiências pontuais existentes na superfície, facilitando a sua localização e tendo em vista a posterior correção das mesmas quando se justifique.

11.2.4 - Rugosidade superficial

A superfície de camadas de desgaste deverá apresentar, uma profundidade mínima de textura superficial, caracterizada pelo ensaio para determinação de altura de areia (Aa), de acordo com o especificado seguidamente:

Tipo de mistura betuminosa	Altura de areia (mm)
Betão betuminoso	Aa > 0,6
Betão betuminoso drenante	Aa > 1,2
Microbetão rugoso	Aa > 1,0
Argamassa betuminosa	Aa > 0,4
Mistura betuminosa de alto módulo	Aa > 0,4

11.2.5 - Resistência à derrapagem

A resistência à derrapagem pode ser avaliada através de ensaios de medição do coeficiente de atrito em contínuo. Quando feita com o aparelho SCRIM, aquele valor não deverá ser inferior a 0,40 quando as medições se façam a 50 km/h, ou a 0,20 para medições efectuadas a 120 km/h.

Em alternativa a resistência à derrapagem será avaliada através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico.

Estes ensaios serão realizados de 500 em 500 m.

Após construção, a camada de desgaste deverá apresentar um coeficiente de atrito superior a 0,55 (unidades BPN), após a película de betume que envolve os agregados à superfície ser removida pela passagem do tráfego.

12 – TRABALHOS ESPECIAIS DE PAVIMENTAÇÃO

12.1 – Fresagem de Camadas de Pavimentos Existentes

As acções de escarificação devem evoluir com precaução e em incrementos de espessura em profundidade, de forma a não danificar a camada subjacente, que irá servir de base ao novo pavimento.



MUNICIPIO DO FUNCHAL
DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

A espessura a fresar será de 0,04 m por camada, prevendo-se a sua execução nas bermas laterais dos arruamentos com passeio, de modo a manter o mesmo espelho dos lancis existentes e nos remates extremos com os pavimentos existentes.

A fresagem deverá ser mecânica, com equipamento próprio de modo a obter-se juntas de trabalho perfeitamente retilíneas e uniformes.

12.2 – Nivelamento de aros de caixas de visita e sarjetas

Será executado manualmente após a conclusão da camada de sub-base em betuminosa “Binder” através da escarificação do pavimento em volta dos aros até uma profundidade não inferior a 0,10 m, subindo as paredes de suporte do aros e sua nova fixação com betão de 400 Kg/m³ de cimento utilizando cofragens adequadas.

A escarificação deverá ter uma forma o mais poligonal possível com arestas rectilíneas e uniformes de modo a obter-se juntas niveladas com o pavimento.

A superfície a colmatar com a camada betuminosa não deve ser inferior a 0,4m de espessura 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 jactos de ar comprimido para remover elementos finos eventualmente retidos naquela superfície.

A rega de colagem deverá ser realizada nas condições expressas 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.

A execução da camada final de desgaste só deve ser realizada depois do devido nivelamento de todos os aros de caixas de visita, sarjetas ou outros elementos não havendo lugar a retificações posteriores a essa camada final.