



CADERNO DE ENCARGOS TIPO OBRA

15.03 – PAVIMENTAÇÃO

Métodos Construtivos

Rua Justino Teixeira | Centro Campanhã | A-307 | 4300-273 Porto

T +351 22 557 32 40 | F + 351 22 551 97 24

geg@geg.pt | www.geg.pt

Índice

15.03 – PAVIMENTAÇÃO - MÉTODOS CONSTRUTIVOS	10
CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
15.03.1 - Camadas não ligadas	10
15.03.1.1 - Camadas em solos	10
15.03.1.1.1 - Preparação da superfície subjacente	10
15.03.1.1.2 - Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	11
15.03.1.1.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	13
15.03.1.2 - Camadas em materiais granulares britados (naturais e reciclados)	14
15.03.1.2.1 – Preparação da superfície subjacente	14
15.03.1.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	14
15.03.1.2.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	19
15.03.2 - Camadas de misturas betuminosas a quente	20
15.03.2.1 - Preparação da superfície subjacente	20
15.03.2.2 - Disposições gerais para o estudo, produção, transporte, espalhamento e compactação	21
15.03.2.3 - Camada de base	45



15.03.2.4 - Camada de ligação	47
15.03.2.5 - Camada de regularização.....	48
15.03.2.6 - Camada de desgaste	49
15.03.2.7 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	57
15.03.3 – Misturas betuminosas a frio	74
15.03.3.1- Agregado britado de granulometria extensa, tratado com emulsão betuminosa	75
15.03.3.1.1 – Preparação da superfície subjacente	76
15.03.3.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	76
15.03.3.1.3 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	84
15.03.3.2- Misturas betuminosas abertas a frio	85
15.03.3.2.1- Preparação da superfície subjacente	85
15.03.3.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	86
15.03.3.2.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	89
15.03.4 - Tratamentos superficiais	90
15.03.4.1 - Em microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal.....	90
15.3.4.1.1- Preparação da superfície subjacente	90



15.3.4.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	91
15.3.4.2.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	95
15.03.4.2 - Revestimentos superficiais betuminosos.....	97
15.03.4.2.1 - Revestimento superficial simples	97
15.3.4.2.1.1- Preparação da superfície subjacente	98
15.3.4.2.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	98
15.03.4.2.2 - Revestimentos superficiais simples de duas aplicações de agregado	104
15.03.4.2.3 - Revestimentos superficiais duplos	104
15.3.4.2.3 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	105
15.03.5 - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos	106
15.03.5.1 - Camadas de solos tratados	106
15.03.5.1.1 - Preparação da superfície subjacente	106
15.03.5.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	106
15.03.5.1.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição.....	113
15.03.5.2 – Camadas de agregados britados de granulometria extensa tratados com ligantes hidráulicos.....	113



15.03.5.2.1- Preparação da superfície subjacente	114
15.03.5.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	114
15.03.5.2.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas com características de sub-base.....	122
15.03.5.2.4 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas com características de base	123
15.03.6 - Camadas de betão hidráulico	124
15.03.6.1 - Camadas de betão e de betão pobre	124
15.03.6.1.1 - Preparação da superfície subjacente	124
15.03.6.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	125
15.03.6.1.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em betão pobre	138
15.03.6.1.4 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de base em betão.....	139
15.03.6.1.5 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de desgaste em betão hidráulico	140
15.03.7 – Trabalhos específicos dos pavimentos rígidos	157
15.03.7.1 – Acabamento da superfície.....	157
15.03.7.2 – Varões de aço em juntas	158
15.03.7.3 – Execução de juntas.....	159



15.03.7.4 – Selagem de juntas	159
15.03.7.5 – Separação entre a laje da camada de desgaste e a base.....	160
15.03.7.6 – Aplicação de produto filmogénico de cura	160
15.03.7.7 – Betão poroso na interface entre a laje e a berma	161
15.03.7.8 – Betão poroso na interface entre a laje e a berma, incluindo dreno.....	161
15.03.7.9 – Camada drenante em berma com 0,10 m de espessura.....	161
15.03.7.10 – Impermeabilização da fundação da berma.....	161
15.03.8 – Regas betuminosas de impregnação, colagem ou cura	162
15.03.8.1 – Rega de Impregnação Betuminosa.....	162
15.03.8.2 – Regas de colagem	164
15.03.8.3 – Regas de Cura.....	166
15.03.9 - Trabalhos especiais de pavimentação.....	167
15.03.9.1 - Fresagem de camadas de pavimentos existentes remoção e transporte a vazadouro dos produtos escavados ou reutilização, conforme definido em projecto	167
15.3.9.1.1 - Disposições gerais para a execução.....	168
15.3.9.1.2 - Critérios de aceitação para unidades terminadas.....	169
15.3.9.1.2.1 - Fresagens.....	169
15.3.9.1.2.2 - Microfresagens	170
15.03.9.2 - Saneamentos em pavimentos existentes, incluindo escavação, remoção e transporte a vazadouro dos produtos escavados, eventual	



indemnização por depósito, e o preenchimento de acordo com o definido no projecto	170
15.03.9.3 – Escarificação e recompactação de pavimentos existentes, de acordo com a espessura definida no projecto	171
15.03.9.4 - Enchimento em agregado britado de granulometria extensa com características de base, para regularização e/ou reperfilamento de pavimentos existentes	172
15.03.9.5 - Selagem e/ou elemento retardador da propagação de fissuras em pavimentos degradados	172
15.03.9.5.1 - Com misturas betuminosas	172
15.03.9.5.2 - Com slurry seal	172
15.03.9.5.3 - Com microaglomerado a frio	173
15.03.9.5.4 – Com revestimentos superficiais	173
15.03.9.5.5 - Geotêxtil impregnado	173
15.3.9.5.5.1 - Preparação da superfície subjacente	173
15.3.9.5.5.2 – Disposições gerais para a colocação do geotêxtil	174
15.3.9.5.5.3 – Especificações para as unidades terminadas	175
15.03.9.5.6 - Argamassa com betumes modificados	175
15.3.9.5.7 - Membrana de betume modificado com borracha	175
15.3.9.5.7.1 – Preparação da superfície subjacente	175
15.3.9.5.7.2 - Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	176



15.03.9.5.8 – Produtos de selagem a quente de fissuras.....	181
15.03.9.5 - Reposição de pavimentos com as características dos existentes, designadamente em zonas de abertura de valas para instalação de redes de serviços públicos ou outros	182
15.03.9.7 - Pavimentação de passeios, separadores ou ilhas direccionais, incluindo fundação.....	183
15.03.9.7.1 - Em betonilha	183
15.03.9.7.2 - Em lajetas ou blocos de betão.....	183
15.03.9.7.3 - Em calçada.....	184
15.03.9.8 - Remoção de pavimentos existentes, incluindo fundação e lancis, carga, transporte e colocação em vazadouro dos produtos sobrantes e eventual indemnização por depósito	184
15.03.9.9 - Enchimento e regularização de bermas em solos (seleccionados).....	185
15.03.10 - Misturas recicladas.....	185
15.03.10.1 – Mistura reciclada “in situ” a frio, na espessura definida em projecto:.....	185
15.03.10.1.1 – Mistura reciclada “in situ” com cimento	185
15.03.10.1.1.1- Preparação da superfície do pavimento a reciclar	185
15.03.10.1.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, espalhamento e compactação.....	186
15.03.10.1.1.3-Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	194
15.03.10.1.2 – Mistura reciclada “in situ” com emulsão	195



15.03.10.1.2.1- Preparação da superfície do pavimento a reciclar	195
15.03.10.1.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, espalhamento e compactação.....	195
15.03.10.1.2.3-Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	203
15.03.10.2.3 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	211
15.03.10.3 – Mistura reciclada semi-quente em central	211
15.03.10.3.1 – Preparação da superfície subjacente	211
15.03.10.3.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação	212
15.03.10.3.2 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas	220



15.03 – PAVIMENTAÇÃO - MÉTODOS CONSTRUTIVOS - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Definição de lote

Para efeitos de verificação de conformidade, a dimensão do lote a considerar deve ser a menor extensão que resulte da aplicação dos seguintes critérios:

- Quinhentos metros (500 m) de extensão de faixa;
- Três mil e quinhentos metros quadrados (3500 m²) de faixa;
- A extensão construída num dia.

Devem ser tidas em consideração as frequências de ensaio indicadas em 14.00.

15.03.1 - Camadas não ligadas

Este sub-capítulo abrange as camadas com características de sub-base e base executadas com solos seleccionados ou materiais granulares britados (naturais ou reciclados), cujas características estão definidas no sub-capítulo 14.03.1 deste Caderno de Encargos.

15.03.1.1 - Camadas em solos

15.03.1.1.1 - Preparação da superfície subjacente

Antes da execução da camada de sub-base do pavimento em solos seleccionados devem ser verificadas as condições em que se encontra a plataforma de apoio do pavimento - camada de leito do pavimento - nomeadamente o seu nivelamento e a sua capacidade de suporte. A superfície da camada deve ser regular, com inclinações transversais de 2,5% (em recta) e a definida no projecto (em curva). Não deve apresentar irregularidades superiores a 2 cm quando verificadas com a régua de 3 m.

Para a execução da camada de sub-base, na camada de leito do pavimento deverão ser cumpridas as especificações e os critérios de aceitação / rejeição indicados no Quadro 15.03.1a.

Quadro 15.03.1a – Especificações e os critérios de aceitação/rejeição para a superfície subjacente			
Especificações		CrITÉRIOS de aceitação/rejeição	Ação correctiva
Compactação relativa	Média resultados > 97 %	90 % de resultados individuais > 97 %	Não aplicável
		Mais de 10 % de resultados individuais < 97 %	Escarificar e refazer a camada
Espessura da camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais < 90 % da espessura de projecto	Média ≥ 95 % espessura de projecto	Não aplicável
		85 % ≤ Média < 95 % espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
		Média < 85 % da espessura de projecto	Escarificar e refazer camada
Cota da camada	A cota de projecto	Até - 40 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre - 41 mm e - 50 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a - 51 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

15.03.1.1.2 - Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo laboratorial

Deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação, pelo menos 30 dias antes do início da aplicação em obra, um estudo de caracterização laboratorial dos solos seleccionados que inclua a seguinte informação:

- Requisitos relativos aos solos seleccionados, conforme especificado na rubrica 14.03.1;
- Curva granulométrica de referência;
- Valores da baridade seca máxima e do teor de água óptimo de laboratório, determinados pelo método de ensaio de compactação Proctor, de acordo com a especificação LNEC E 197.
- O relatório de ensaio elaborado, incluindo a curva baridade seca/teor de água, deve ser anexado ao estudo de caracterização laboratorial a apresentar.

2 - Exploração



As zonas de exploração de solos de empréstimo serão submetidas previamente à aprovação da Fiscalização, independentemente das respectivas autorizações passadas pelas entidades competentes com domínio sobre a área em questão.

A exploração de solos para camadas de sub-base recorrendo a solos da linha dependerá da autorização expressa do Dono de Obra, sob proposta do Adjudicatário. A exploração deve ser executada de forma a manter a homogeneidade do material extraído.

A exploração dos solos deverá ser efectuada de modo a garantir a drenagem natural das águas.

O planeamento da exploração deve ser compatível com as necessidades de colocação em obra, de modo a evitar o armazenamento intermédio de materiais.

Uma vez concluída a exploração do material, deve proceder-se à modelação final do terreno, de acordo com o projecto de integração paisagístico previamente aprovado.

3 - Manuseamento e armazenamento

O material deve ser armazenado de um modo controlado e os locais de armazenamento e os seus conteúdos devem estar devidamente identificados (origem e tipo de solo). Devem ser providenciadas as medidas necessárias para que a qualidade do material seja mantida durante o seu manuseamento e armazenamento, tendo em conta a eventual contaminação, a limpeza do equipamento e das áreas de armazenamento e a correcta drenagem dos locais de armazenamento.

4 - Transporte

O transporte deve ser realizado por camiões basculantes.

5 - Espalhamento

No espalhamento do material deve ser utilizada motoniveladora ou outro equipamento similar adequado, que permita uma modelação homogénea da superfície, próxima da forma definitiva da camada, e que a sua espessura, após compactação, seja a prevista no projecto. É conveniente que os materiais sejam espalhados de modo que a superfície da camada fique com inclinação transversal, permitindo assim um rápido escoamento da água em tempo de chuva.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras ou vincos que não possam ser facilmente eliminados por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da camada e à posterior regularização da sua superfície.

6 - Compactação

Antes da compactação deve ser verificado o teor de água do material e, caso se justifique, deve proceder-se à sua correcção. O teor de água deve ser tão próximo quanto possível do teor em água óptimo (ω_o) definido pelo Proctor Modificado, podendo variar entre ($\omega_o - 2\%$) e ($\omega_o + 2\%$). Se o teor de água for excessivo a camada deve ser escarificada de modo a facilitar a sua secagem ou, caso contrário, deve proceder-se a uma distribuição uniforme e rápida de água, empregando-se para tal carros tanques de pressão cujo jacto deverá cobrir a largura total da área a tratar.

A compactação da camada deve ser efectuada por cilindro vibrador. Não deve circular qualquer tipo de tráfego sobre a camada de sub-base enquanto não estiver concluída a compactação, excepto em situações excepcionais devidamente justificadas e autorizadas pela Fiscalização. Nesses casos, o tráfego deverá operar em toda a largura da camada.

O acabamento final da camada deve permitir obter uma superfície lisa e uniforme, isenta de planos superficiais de compactação ou material solto.

15.03.1.1.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Para a camada de sub-base em solos, devem ser cumpridos os critérios de aceitação/rejeição indicados no Quadro 15.03.1b.

Quadro 15.03.1b – Especificações e os critérios de aceitação/rejeição para camada de sub-base			
Especificações		Critérios de aceitação/rejeição	Acção correctiva
Compactação relativa	Média resultados > 97 %	90 % de resultados individuais > 97 %	Não aplicável
		Mais de 10 % de resultados individuais < 97 %	Escarificar e refazer a camada
Espessura da camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais < 90 % da espessura de projecto	Média $\geq 95\%$ espessura de projecto	Não aplicável
		$85\% \leq$ Média < 95 % espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte

		Média < 85 % da espessura de projecto	Escarificar e refazer camada
Cota da camada	Igual à cota de projecto	Até - 25 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre - 26 mm e - 30 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a - 31 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

15.03.1.2 - Camadas em materiais granulares britados (naturais e reciclados)

15.03.1.2.1 – Preparação da superfície subjacente

Antes da execução da camada de sub-base do pavimento em materiais granulares britados devem ser verificadas as condições em que se encontra a plataforma de apoio do pavimento - camada de leito do pavimento – de acordo com o especificado em 15.03.1.1.1.

15.03.1.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo laboratorial

Deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação, pelo menos 30 dias antes do início da aplicação em obra, um estudo laboratorial da mistura agregados britados naturais e reciclados que inclua a seguinte informação:

- Requisitos relativos à mistura de agregados, conforme especificado na rubrica 14.03.1;
- Designação da mistura, incluindo a sua origem;
- Conteúdo máximo e mínimo de finos e percentagem de material que passa no peneiro superior D (sobretamanhos), enquadrados nos valores especificados no Quadro 14.03.1d;

- Curva granulométrica de referência (fórmula da mistura), compreendida no fuso granulométrico definido no Quadro 14.03.1d;
- Valores da baridade seca e do teor de água ótimo de laboratório, determinados pelo método de ensaio de compactação Proctor, de acordo com a EN 13286-2;
- No caso de agregado reciclado devem ser determinadas as propriedades químicas nomeadamente a determinação do teor de sulfatos solúveis em água de acordo com a EN 1744-1 e a determinação de substâncias perigosas de acordo com a EN 12457-4.

Considerando os requisitos granulométricos pretendidos para a mistura granular a aplicar nas camadas de sub-base e base, deve ser utilizado o método de compactação Proctor modificado com o martelo de 4,5 kg (tipo B) e o molde de 150 mm (tipo B).

Os requisitos gerais e de amostragem necessários à determinação da baridade e do teor de água estão definidos na EN 13286-1.

Deve ser considerada uma correcção ao valor da baridade seca, tendo em conta as partículas retidas no peneiro de 31,5 mm, de acordo com as indicações dadas na EN 13286-2, Anexo C.

O relatório de ensaio elaborado de acordo com a EN 13286-2, incluindo a informação opcional, deve ser anexado ao estudo de caracterização laboratorial a apresentar.

2 - Execução de trechos experimentais

Uma vez aprovado o estudo de caracterização laboratorial, deve ser realizado um trecho experimental em obra que permita aferir o número ótimo de passagens dos cilindros para o grau de compactação pretendido. O relatório do trecho experimental deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação, pelo menos 5 dias antes do início da execução das camadas de sub-base ou de base e deverá incluir a seguinte informação:

- Localização e data de execução;
- Metodologia de execução (sub-divisão do trecho em zonas, transporte e manuseamento do material, espalhamento, número de passagens dos cilindros por zona, equipamento utilizado);
- Amostragem e ensaios realizados;



- Gráfico da relação entre a variação do grau de compactação e o número óptimo de passagens dos cilindros;
- Conclusões.

Só se iniciam os trabalhos de execução em obra depois da aprovação do trecho experimental pela Fiscalização

3 - Produção

3.1 - Identificação e controlo da produção

Os materiais constituintes da mistura devem estar devidamente identificados e controlados. Devem existir procedimentos para manter e regular o equipamento de produção, inspecção ou de ensaio de materiais amostrados durante a produção ou para quando seja necessário modificar o processo de produção em situações que se justifique, como em caso de mau tempo, etc.

3.1.1- Para agregados reciclados

Os agregados reciclados caracterizam-se por uma variabilidade que condiciona em muito a sua valorização, pelo que uma triagem apropriada e adequada selecção do processo de preparação são requisitos básicos na produção de agregados reciclados.

O processamento dos agregados reciclados pode ter lugar em centrais fixas ou móveis e inclui habitualmente quatro operações principais: triagem, redução primária, britagem e peneiração. A operação de triagem destina-se a eliminar os componentes indesejáveis, que prejudicam as características técnicas e ambientais do produto reciclado. Na operação de redução primária os escombros sofrem uma redução das suas dimensões e procede-se à remoção dos materiais metálicos ainda existentes. A britagem pode desenvolver-se em duas fases com redução progressiva das dimensões dos resíduos. Finalmente com a peneiração obtém-se um material classificado em diferentes granulometrias, de modo a contemplar as diferentes necessidades de aplicação.

Poderão efectuar-se combinações de resíduos de diferentes origens, desde que a mistura se efectue adequadamente e em condições controladas que assegurem a homogeneidade do material a reciclar.

3.2 – Instalações de britagem

As instalações de britagem devem estar devidamente equipadas para que sejam cumpridos os requisitos especificados para os materiais neste Caderno de Encargos.

3.3 – Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

Para as camadas de sub-base e base e relativamente à mistura 0/31,5, devem ser cumpridos as seguintes tolerâncias indicadas no Quadro 15.03.1c, no que respeita à granulometria dos lotes individuais.

Quadro 15.03.1c- Tolerâncias para a granulometria dos lotes individuais para a mistura 0/31,5			
Peneiros		Unidade	Amostras individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
40	1,4 D	%	-2
31,5	D	%	±3
16	A	%	± 8
8	B	%	± 8
4	C	%	± 8
2	E	%	±7
1	F	%	± 5
0,5	G	%	± 5
0,063		%	± 1
Nota: A diferença entre as percentagens, em massa, de material passado pelos peneiros seleccionados deve estar compreendida: Diferença entre A e B (16 e 8 mm) e entre B e C (8 a 4 mm): 10-25; Diferença entre C e E (4 e 2 mm): 7-20 Diferença entre E e F(1 e 0,5 mm): 4-15 D - Abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros A, B, C, E, F G – Peneiros para a granulometria, de acordo com EN 13285, secção 4.4.1			

4 - Manuseamento e armazenamento

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



O material deve ser armazenado de um modo controlado e os locais de armazenamento e os seus conteúdos devem estar devidamente identificados (designação da mistura, origem e tipo de agregado utilizado). Não devem ser armazenados no mesmo depósito materiais de origens e tipos diferentes. No caso de agregados reciclados no armazenamento é obrigatório separar os materiais em função da sua origem e dos seus constituintes principais.

Devem ser providenciadas as medidas necessárias para que a qualidade do material seja mantida durante o seu manuseamento e armazenamento, tendo em conta a eventual contaminação e segregação do material, a limpeza do equipamento e das áreas de armazenamento e a correcta drenagem dos locais de armazenamento.

O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 3,0 m e formando degraus nos bordos das camadas, de modo a evitar a formação de taludes contínuos. O material deve ser espalhado com tractor de rastos e ser depositado na frente da camada. O carregamento para transporte deve ser feito frontalmente e com equipamento adequado. O material não deve ser armazenado em pilhas.

O armazenamento ao longo da linha poderá ser efectuado em situações excepcionais, mediante a aprovação da Fiscalização. Nesses casos, deve ser feito de acordo com as necessidades de aplicação, de modo a evitar operações de carga e transporte complementares. A plataforma subjacente deve ser previamente preparada e aprovada pela Fiscalização.

5 - Transporte

O transporte deve ser realizado por camiões basculantes.

Antes do transporte deve ser verificado o teor de água do material. Se o material se encontrar excessivamente seco, deve ser feita a correcção do teor de água por rega da frente de carregamento.

6 - Espalhamento

No espalhamento do material devem ser utilizadas motoniveladoras ou pavimentadoras adequadas, que permitam uma modelação homogénea da superfície, próxima da forma

definitiva da camada, e que a sua espessura, após compactação, seja a prevista no projecto.

Se durante o espalhamento se formarem rodeiras ou vincos que não possam ser facilmente eliminados por cilindramento, deve proceder-se à escarificação e homogeneização da camada e à posterior regularização da sua superfície.

7 - Compactação

A compactação da camada deve ser efectuada por cilindro vibrador, seguida da compactação com cilindros de pneus.

Antes da compactação deve ser verificado o teor de água do material e, caso se justifique, deve proceder-se à sua correcção. Se o teor de água for excessivo a camada deve ser escarificada de modo a facilitar a sua secagem ou, caso contrário, deve proceder-se a uma distribuição uniforme e rápida de água, empregando-se para tal carros tanques de pressão cujo jacto deverá cobrir a largura total da área a tratar.

15.03.1.2.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Para as camadas de sub-base e base, devem ser cumpridos os critérios de aceitação/rejeição indicados nos Quadros 15.03.1b e 15.03.1d, respectivamente.

Quadro 15.03.1d – Especificações e os critérios de aceitação/rejeição para camada de base			
Especificações		Critérios de aceitação/rejeição	Acção correctiva
Compactação relativa	Média resultados > 98 %	90 % de resultados individuais > 98 %	Não aplicável
		Mais de 10 % de resultados individuais < 97 %	Escarificar e refazer a camada
Espessura da camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais < 90 % da	Média ≥ 95 % espessura de projecto	Não aplicável
		85 % ≤ Média < 95 % espessura de projecto e não	Compensar na camada seguinte

	espessura de projecto	existe retenção de água	
		Média < 85 % da espessura de projecto	Escarificar e refazer camada
Cota da camada	Igual à cota de projecto	Até -15 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre -16 mm e - 20 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a -21 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

Antes da execução das camadas do pavimento sobrejacentes às camadas de sub-base e base, a Fiscalização pode solicitar a execução de “ensaios de carga” expeditos, por exemplo recorrendo à passagem de um camião carregado e observando os efeitos, que permitam detectar eventuais zonas instáveis.

15.03.2 - Camadas de misturas betuminosas a quente

Este item refere-se à execução de camadas de base, ligação, regularização e desgaste com misturas betuminosas a quente, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.1, 14.03.2.2, 14.03.2.3 e 14.03.2.4, deste Caderno de Encargos.

Tendo em vista o cumprimento da legislação constante do Dec-Lei n.º 4/2007, de 8 de Janeiro de 2007, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura betuminosa e para a própria mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade CE emitidos pelos organismos notificados, acompanhados das suas fichas de produto.

15.03.2.1 - Preparação da superfície subjacente



A execução das camadas de misturas betuminosas só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

As regas de impregnação, de colagem e de cura deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

15.03.2.2 - Disposições gerais para o estudo, produção, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo de composição

O Adjudicatário deverá apresentar à Fiscalização, com a antecedência mínima de 30 dias antes da previsão da execução do trecho experimental, um estudo de composição laboratorial, onde conste a fórmula da mistura que, depois de aprovada, servirá para se iniciar o fabrico das misturas betuminosas.

Este estudo incluirá, obrigatoriamente, além do acima mencionado, os boletins relativos aos ensaios a executar para comprovação da sua aptidão para a utilização prevista, a realizar sob sua responsabilidade, nos termos do artigo 14 deste Caderno de Encargos. Estes ensaios abrangem o ligante, os agregados, fíleres, e as misturas betuminosas.

Deverá ainda ser incluída a proposta de metodologia a seguir no trecho experimental e na transposição para a central bem como a entrega dos documentos técnicos indicados no ponto 10 (Equipamentos).

1.1 - Ligante

No âmbito do estudo de composição, deverá constar:

- A ficha do produto com a apresentação da caracterização do betume a empregar na mistura, incluindo a determinação do valor da viscosidade e as temperaturas para as quais aquele valor varia entre 170 ± 20 cSt (gama de temperatura de fabrico das misturas) e entre 280 ± 30 cSt (gama de temperatura de compactação);

- A determinação da massa volúmica do betume;
- Os ensaios constantes de 14.00.4.03.0-2- Ligantes betuminosos;
- A indicação da percentagem de betume admitida em projecto, calculada a partir da percentagem volumétrica de betume adoptada em termos de dimensionamento do pavimento.

1.2 - Agregados

Os ensaios a efectuar em agregados encontram-se indicados no quadro abaixo, devendo ser cumpridas as especificações indicadas nos Quadros 14.03.2c, 14.03.2f, 14.03.2i e 14.03.2m, para os agregados a aplicar em camadas de base, ligação, regularização e desgaste, respectivamente.

Quadro 15.03.2a: Agregados_Ensaio a realizar de acordo com o tipo de camada a integrar					
Requisitos/ Propriedades	Referência normativa	Tipo de camada			
		Base	Ligação	Regularização	Desgaste
Descrição petrográfica simplificada	NP EN 932-3	(a)	(a)	(a)	(a)
Qualidade dos finos	NP EN 933-9	X	X	X	X
Forma do agregado grosso – Índice de achatamento (b)	NP EN 933-4	X	X	X	X
Percentagens de superfícies esmagadas e partidas nos agregados grossos(b)	NP EN 933-5	-	-	-	X
Resistência à fragmentação do agregado grosso, coeficiente Los Angeles(b)	NP EN 1097-2, secção 5	X	X	X	X
Resistência ao desgaste por atrito do agregado grosso, coeficiente micro-Deval(b)	NP EN 1097-1	-	-	-	X
Resistência ao polimento do agregado grosso para camadas de desgaste	NP EN 1097-8	-	-	-	X
Massa volúmica das partículas	NP EN 1097-6	X	X	X	X
Absorção de água	NP EN 1097-6	X	X	X	X
Baridade	NP EN 1097-3	(a)	(a)	(a)	(a)

Resistência ao gelo e ao degelo, valor de absorção de água como ensaio de triagem e valor do sulfato de magnésio	NP EN 1097-6 e NP EN 1367-2	(c)	(c)	(c)	(c)
Resistência ao choque térmico (b)	NP EN 1367-5, NP EN 1097-2 (secção 5)	-	-	-	(a)
Afinidade dos agregados grossos aos ligantes betuminosos (b)	EN 12697-11	X	X	X	X
"Sonnenbrand" do basalto (b)	NP EN 1367-3 e NP EN 1097-2 (secção 5)	-	-	-	(a)
(a) - Quando requerido pela Fiscalização (b) - Não aplicável ao AC4 (Argamassas betuminosas com betumes modificados) (c) - Ensaio a efectuar em agregados a utilizar em ambientes sujeitos ao gelo degelo					

1.3 - Fíler

A relação volumétrica fíler/betume deverá ser determinada através de um estudo específico a elaborar pelo adjudicatário no âmbito do estudo de composição da mistura betuminosa.

Os valores limite da relação volumétrica fíler/betume mais adequados para cada mistura

$$\frac{f}{b} = \frac{(100 - v) \times \Delta Tab}{(1021,2 + \Delta Tab \times v)}$$

betuminosa deverão ser determinados com base na seguinte expressão:

em que:

$f/b \equiv$ relação volumétrica fíler/betume

$v \equiv$ vazios do fíler seco compactado (%)

$\Delta Tab \equiv$ aumento da temperatura de amolecimento anel e bola (°C)

A expressão anterior deverá ser calculada para valores de ΔTab de 12 °C e 16 °C (intervalo de temperaturas demonstrado como o mais adequado para conferir ao mastique um comportamento satisfatório).

O relação volumétrica fíler/betume a adoptar no fabrico da mistura betuminosa corresponderá ao valor médio das relações f/b obtidas para 12 °C e 16 °C.

No relatório do estudo de formulação da mistura betuminosa relativamente ao estudo da relação volumétrica fíler/betume deverá constar:

- Natureza do fíler;
- A quantidade de fíler comercial, se aplicável;

- A percentagem de vazios do fíler seco compactado;
- O valor da relação volumétrica f/b para $\Delta T_{ab} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $\Delta T_{ab} = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$, e o respectivo valor médio.

1.4 - Mistura betuminosa

A partir de uma determinada composição dos diversos agregados constituintes, cuja mistura origine uma curva granulométrica que respeite o fuso respectivo (ver Quadros 14.03.2b, 14.03.2e, 14.03.2h e 14.03.2l), são fabricadas misturas betuminosas (de acordo com a EN 12697-35) considerando 5 percentagens de betume (com incrementos de 0,5 %), em torno do valor óptimo expectável.

Sobre as amostras dessas misturas betuminosas é determinada a baridade máxima teórica (de acordo com a EN 12697-5) e são compactados 4 provetes por percentagem de betume, utilizando o método de impacto (EN 12697-30) com a energia de compactação definida nos Quadros 14.03.2d, 14.03.2g, 14.03.2j e 14.03.2n, para a mistura em causa.

Sobre os provetes compactados são determinadas as suas baridades (EN 12697-6), e são determinadas as características relacionadas com os vazios de provetes betuminosos (de acordo com a EN 12697-8).

Os provetes serão depois submetidos ao ensaio Marshall (de acordo com a EN 12697-34).

Para as propriedades determinadas sobre os provetes compactados são determinados os valores médios para cada percentagem de betume dos 4 provetes compactados e são, em gráficos, traçadas as curvas que relacionam a percentagem de betume com cada uma destas propriedades.

A percentagem “óptima” de betume será a que resulta da média dos valores das percentagens de betume que conduzem ao valor máximo da baridade da mistura betuminosa compactada (EN 12697-6); ao valor médio dos limites da porosidade (EN 12697-8), definidos nos quadros 14.03.2d, 14.03.2g, 14.03.2j e 14.03.2n, para a mistura em causa; ao valor máximo correspondente à estabilidade Marshall (EN 12697-34), e ao valor médio dos limites da deformação Marshall, definidos nos quadros 14.03.2d, 14.03.2g, 14.03.2j e 14.03.2n, para a mistura em causa. Exceptuam-se os macadames

betuminosos, AC32 base; as misturas betuminosas drenantes, PA12,5; as misturas rugosas para camadas delgadas, AC10 surf e as misturas betuminosas com betumes modificados com borracha, MBR-BBA, MBA-BBA, MBR-BBM e MBR-BBM.

Nota 1: Os valores da baridade dos provetes preparados pelo método Marshall a tomar para efeitos de definição das curvas características da mistura referentes à porosidade e ao VMA, não devem ser os determinados experimentalmente mas sim os valores corrigidos, lidos sobre uma curva regular que se ajuste aos resultados laboratoriais.

Nota 2: Por uma questão de uniformidade de critérios e facilidade de leitura, é obrigatório exprimir todo o estudo em termos de **percentagem** de betume (e **não** de **teor**); a não satisfação desta condição obrigará à reformulação do estudo apresentado pelo Adjudicatário.

Complementarmente, deve-se efectuar um estudo adicional^(a) em que, após o estudo inicial anterior, sejam realizados ensaios de pista (“Wheel-Tracking” - EN 12697-22)^(b) e de sensibilidade à água (EN 12697-12)^(c) sobre três misturas betuminosas: uma com a percentagem de betume “ótima”^(d) determinada pelo método Marshall (mencionado nos parágrafos anteriores), uma com a percentagem de betume igual ao valor ótimo -0,5 % e outra com uma percentagem de betume igual ao valor ótimo + 0,5 %.

A compactação dos provetes deverá ter em atenção a secção 5.2.6 da EN 13108-1, tendo como referência os valores das curvas do estudo inicial para as respectivas percentagens de betume dos provetes a compactar.

a)- Este estudo não se realiza para obras de Reforço/Reabilitação para camadas de misturas betuminosas com espessuras inferiores a 10 cm.

(b)- Este ensaio não se aplica **às misturas betuminosas drenantes, PA12,5.**

Para classes de tráfego $\geq T2$, aquando da execução dos trechos experimentais, serão realizados ensaios de pista “*in situ*” (através de serragem do pavimento, utilizando-se o procedimento B), para as camadas de ligação e desgaste.

(c)- Este ensaio não se aplica a **macadames betuminosos, AC32 base.**

(d) - No caso das misturas betuminosas, em que a % ótima é determinada através da execução de trechos experimentais, tais como o AC32base, este ensaio será executado após a aprovação da percentagem de ligante ótima resultante dos valores determinados no trecho experimental, moldando-se três misturas betuminosas: uma com a percentagem de betume “ótima” determinada no trecho experimental, uma com

a percentagem de betume igual ao valor óptimo -0,5 % e outra com uma percentagem de betume igual ao valor óptimo +0,5 %.

Se, deste estudo complementar, por razões devidamente justificadas, resultar a necessidade de uma alteração do valor relativo à percentagem óptima de betume, determinada no estudo de formulação Marshall, tal facto deverá ser devidamente avaliado.

Deve ainda efectuar-se a determinação do Índice de Resistência Conservada (IRC) em ensaios de compressão Marshall para todas as misturas betuminosas, **com excepção das misturas AC 32 base, AC 4 lig e AC 4 reg.**

Deste modo, é fabricada uma mistura betuminosa com a composição determinada no estudo laboratorial e são compactados 8 provetes (com 101,6 mm de diâmetro e 63,5 mm de altura), utilizando o compactador de impacto (EN 12697-30), a uma temperatura de compactação para a qual a viscosidade do betume a empregar na mistura, se situe entre $280\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 30\text{ cSt}$ (gama de temperatura de compactação indicada na ficha de produto do betume), com a energia de compactação estabelecida nos Quadros 14.03.2d, 14.03.2g, 14.03.2j e 14.03.2n, para a mistura em causa, determinando-se as respectivas baridades.

As baridades dos dois grupos de 4 provetes cada, devem ser similares entre eles.

É realizado o ensaio Marshall (EN 12697-34) sobre 4 dos provetes, após imersão durante 35 a 40 minutos num banho de água a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, e sobre os restantes 4 provetes, após imersão durante 24 horas num banho de água à mesma temperatura. O quociente, em percentagem, entre o valor médio da estabilidade Marshall dos provetes imersos 24 horas e o valor médio da estabilidade dos provetes imersos 35 a 40 minutos é o Índice de Resistência Conservada.

A Fiscalização poderá ainda exigir outros ensaios de caracterização mecânica das misturas (módulos de deformabilidade, resistência à fadiga, etc.), a realizar em laboratório acreditado.

Deve ser requerido um novo estudo de formulação nas seguintes circunstâncias:

- (a) existir uma mudança no tipo de agregado grosso constituindo:
 - i. mudança na categoria do agregado grosso como definido na EN 13043, para uma das seguintes propriedades: forma, percentagem

de partículas esmagadas e partidas, resistência à fragmentação, resistência ao desgaste;

- ii. mudança no tipo petrográfico;
 - iii. variação da massa volúmica das partículas secas em estufa dos agregados (média ponderada) superior a 0,05 Mg/m³;
- (b) existir uma mudança na origem, na categoria granulométrica ou, onde apropriado, na categoria da angulosidade do agregado fino;
- (c) existir uma mudança no tipo mineralógico do fíler;
- (d) existir mudança no tipo (modificado, etc) e gama (35/50, 50/70, etc) de penetração do betume.

2 - Transposição do estudo de composição para a central de produção de 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 quanto às condições de transposição daquele estudo para a central de produção o que implica, nomeadamente, a concordância com o sistema de crivos adoptado, cabendo ao Adjudicatário apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que tal 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 agregados, e a granulometria da mistura, 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 e aprovação da Fiscalização.



Em circunstância alguma se poderá alterar a transposição em vigor unicamente com base nos resultados dos ensaios efectuados num único período de trabalho, devendo no entanto proceder-se, de imediato, à realização de ensaios de confirmação e intensificar-se a frequência de amostragem.

Só será permitida uma alteração da transposição se devidamente justificada, com base num conjunto significativo de ensaios de controlo laboratorial.

Com vista a viabilizar qualquer alteração às condições de transposição, deverá o Adjudicatário, no âmbito do controlo laboratorial regulamentado no capítulo 14.00- Controlo de Qualidade, deste Caderno de Encargos, elaborar mapas com os valores médios acumulados, semanalmente em relação a todos os ensaios efectuados, independentemente do preenchimento diário dos boletins de ensaio correspondentes.

3 - Execução de trechos experimentais

Uma vez estudada a composição da mistura, e afinada a operação da central de produção, deve realizar-se, na presença da Fiscalização, um trecho experimental, para cada mistura, a fim de:

- verificar o cumprimento das características da mistura betuminosa aprovada;
- verificar as condições reais de transporte e de espalhamento das misturas betuminosas no local de aplicação, e verificar a temperatura e a trabalhabilidade da mistura;
- definir o esquema de compactação (o tipo de equipamento; a ordem da sua intervenção; o número de passagens, velocidade de circulação) e as temperaturas limites da mistura para se realizar a compactação;
- verificar a eficiência da compactação e a porosidade das misturas depois de aplicadas, através da determinação das baridades de carotes colhidas na camada do trecho experimental;
- verificar a regularidade do acabamento, através da régua de 3 metros.

A execução do trecho experimental deverá, ainda, ter em consideração, os seguintes aspectos:

- a quantidade de mistura a aplicar, deverá ser a suficiente para construir um trecho com pelo menos 150 m de comprimento;

- a espessura da camada deverá ser a do projecto, sendo o material colocado sobre uma estrutura de pavimento de comportamento idêntico ao do trecho do pavimento real;
- o equipamento a utilizar no espalhamento e compactação do material do trecho experimental deverá ser o mesmo que se prevê utilizar na construção do pavimento real.

Deste modo, antes da execução do trecho experimental, aquando da apresentação do estudo de composição da mistura, o Adjudicatário deverá submeter à apreciação da Fiscalização, o plano de execução do referido trecho, contemplando todos os aspectos anteriormente focados.

A partir dos resultados obtidos no trecho experimental, no caso de aprovação pela Fiscalização, serão fixadas para cada uma das composições testadas - denominadas fórmulas de composição - as temperaturas de fabrico, espalhamento e compactação das misturas betuminosas, bem como o tipo de equipamento e ordem de intervenção a utilizar na pavimentação da obra.

No caso do trecho experimental se revelar insatisfatório deverão ser feitas as necessárias correcções na composição da mistura, na operação de produção da central betuminosa e/ou aos procedimentos de transporte, espalhamento e compactação.

Após efectuadas as devidas correcções será realizado novo trecho experimental.

Quando o material colocado no trecho experimental não satisfazer as exigências especificadas para o troço em que foi realizado, deverá ser removido e substituído a expensas do Adjudicatário.

A produção das misturas a colocar no pavimento real só será iniciada após aprovação, pela Fiscalização, do trecho experimental.

4 - Produção

4.1 - Identificação e controlo da produção

O Controlo da Produção em Fábrica consiste no controlo interno e permanente do processo de produção. Inclui os requisitos relativos aos ensaios para assegurar a conformidade da mistura betuminosa com os desempenhos declarados no Ensaio de Tipo (EN 13108-20).



O produtor deve implementar um sistema de Controlo da Produção em Fábrica que cumpra com os requisitos da Norma Europeia EN 13108-21, de modo a assegurar que os produtos colocados no mercado estão em conformidade com as características declaradas. Este sistema consiste em procedimentos, inspeções e ensaios regulares e/ou avaliações, na utilização dos resultados para controlar as matérias-primas e outros constituintes ou materiais recebidos, o equipamento, o processo de produção e o produto.

O produtor deve estabelecer e manter a sua política e procedimentos para o Controlo da Produção em Fábrica num plano da qualidade, de acordo com o especificado na EN 13108-21.

O plano da qualidade a implementar deve identificar os dispositivos de medição que requerem calibração. A frequência das calibrações para o equipamento de pesagem, distribuidor de aditivos, caudalímetros, sistema de dosagem e equipamento de monitorização de temperatura, devem cumprir com os requisitos indicados no Quadro 2 da EN 13108-21.

O produtor deve identificar a pessoa com a autoridade apropriada, conhecimento e experiência para supervisionar o Controlo da Produção em Fábrica e assegurar que os requisitos do plano da qualidade são devidamente implementados e mantidos.

4.2 - Centrais betuminosas

O fabrico de misturas betuminosas a quente será assegurado por centrais de produção do tipo contínuo ou descontínuo, com capacidade suficiente para garantir os rendimentos previstos, sem paragens ou interrupções.

Centrais de tipo descontínuo

A central deverá possuir:

- Um secador e aquecedor de agregados convenientemente equipado com dispositivo termométrico junto da descarga e mostrador localizado em lugar bem visível e de fácil acesso.



- Um seleccionador de agregados com malhas convenientemente escolhidas de forma a separar o material em fracções tais que permita manter a granulometria da mistura dentro das tolerâncias especificadas.
- Uma bateria de três ou mais silos que permitam armazenar as fracções da mistura ao abrigo da intempérie.
- Um silo para filer, situado em local convenientemente mantido em ambiente seco.
- Um dispositivo de pesagem que garanta a composição da mistura dentro das tolerâncias especificadas. Este dispositivo deve ser sensível a 0,5% do peso considerado.
- Um dispositivo que permita a dosagem do betume na mistura. Se se utilizar um dispositivo de medida do volume ou peso escoado, o sistema deve ser aferido com betume à temperatura especificada, pois a viscosidade do betume varia com a temperatura.
- Um misturador convenientemente equipado com um número suficiente de pás ou lâminas, de forma a assegurar uma mistura homogénea e no tempo especificado. Se a mistura não sair homogénea e o agregado recoberto de betume no tempo especificado para a mistura, a Fiscalização tem o direito de impor o aumento do tempo de mistura.
- A central deverá estar equipada com os meios que permitam essa regulação. O tempo de mistura deverá ser considerado como o intervalo de tempo entre a entrada de betume no misturador e a saída das massas.
- Uma ou duas caldeiras para aquecimento do betume antes de ser conduzido ao misturador. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas com vapor ou qualquer outro sistema adequado. Em nenhuma circunstância o aquecimento deverá ser feito sob a acção directa das chamas.

Centrais de tipo contínuo

Tal como no processo descrito anteriormente, a central de produção contínua deverá possuir os silos para os diversos componentes, secador, peneiros e misturador (amassador mecânico), conforme acima descrito, ligados entre si por transportadores de



correia e de alcatruzes. O betume será aquecido em caldeiras e conduzido ao misturador por tubagens aquecidas.

Assim, o funcionamento do sistema deverá obedecer ao seguinte:

- O sistema de alimentação de massas deve estar equipado com um contador de rotações possibilitando a leitura de uma centena de voltas.
- A central de produção contínua disporá de um transportador para cada componente e a dosagem deve ser assegurada de forma satisfatória através do débito do componente, por um orifício calibrado e regulável.
- Os silos contendo os componentes aquecidos devem possuir um dispositivo termométrico, junto da tremonha de saída, com quadrante colocado em sítio bem visível.
- Os silos alimentadores do misturador, devem possuir um sistema de alarme indicativo da existência de uma quantidade mínima destes componentes. Este dispositivo de alarme pode ser luminoso ou acústico, mas de preferência será luminoso.
- A introdução do betume no misturador deve fazer-se através de um injector devidamente calibrado à temperatura especificada para o betume e com possibilidade de regulação do débito.
- A dosagem do filler poderá ser ajustada no alimentador, depois de se ter calibrado a velocidade deste em relação aos débitos.
- Uma vez ajustada a central para a composição especificada, o controle de produção far-se-á sobre o peso das massas.

Ambos os tipos de centrais deverão estar equipados com um sistema de despoeiramento que garanta um nível de emissão inferior ao limite máximo estipulado na legislação em vigor, aconselhando-se a utilização de um sistema por via seca.

As centrais estarão dotadas de um sistema que memorize as fórmulas a produzir. Terão um sistema de aquisição de dados de fabrico ou possibilitar a ligação a um sistema exterior que execute as mesmas funções. Os dados armazenados permitem apreciar a qualidade média do produto fabricado.



4.3 - Processo de produção

O fornecimento de materiais constituintes deve assegurar a manutenção dos níveis de produção e de entrega planeados, sem prejuízo da conformidade do produto.

Para o pré-doseamento dos diversos materiais agregados que entrem na composição da mistura, com excepção 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.

- Antes de entrar no misturador, os agregados devem ser secos e aquecidos, de modo a que o teor em água não exceda 0,5%.
- 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 respectivos 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 por forma a 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 actuação 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.

4.4 - Controlo de qualidade e tolerâncias na produção



O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 – Controlo de Qualidade.

As tolerâncias admitidas - em percentagem absoluta - em relação à fórmula de composição da mistura aprovada (**composição determinada por estudo laboratorial**), cumprindo o especificado no capítulo 14.03.02 deste Caderno de Encargos, são as indicadas no Quadro 15.03.2b, consoante a máxima dimensão (D) do agregado.

Quadro 15.03.2b- Tolerância na produção			
Peneiros	Unidade	Amostras individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura	
		D < 16 mm	D ≥ 16 mm
1,4 D	%	-2	-2
D	%	-8 +5	-9 +5
Peneiro característico intermédio e extra opcional entre D e 2mm	%	± 7	± 9
2 mm	%	± 6	± 7
Peneiro característico intermédio e extra opcional entre 2 e 0,063 mm	%	± 4	± 5
0,063 mm	%	± 2	± 3
Percentagem em ligante	%	± 0,3	± 0,3

5 - Armazenamento

Os locais de armazenamento deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização e ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água.

Os silos, zonas de armazenamento e tanques deverão estar devidamente identificados através da sua etiquetagem.

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

5.1 - Armazenamento do agregado e do fíler

Diferentes tipos de materiais e granulometrias devem ser transportados e armazenados de forma a evitar a mistura, a contaminação e a deterioração, que poderão afectar a qualidade e a conformidade do produto. Assim, os agregados deverão ser arrumados em



estaleiro, de modo a que não possam misturar-se as fracções 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.

O fíler armazenado na central betuminosa deverá satisfazer as prescrições deste Caderno de Encargos e das Clausulas Técnicas Especiais, se aplicável, salvo outras condições particulares que sejam aprovadas de comum acordo entre Fiscalização e o Adjudicatário.

5.1.1 - Lotes de Materiais

Um lote corresponde a cada fornecimento devidamente caracterizado e acompanhado pelas respectivas fichas de produto e de controlo em fábrica.

O adjudicatário não está autorizado a manter o fornecimento da central betuminosa se a quantidade de fíler armazenada em estaleiro for inferior a 3 dias de produção, a menos que apenas falem 3 dias para a produção ficar completa, ou caso existam condições especiais em que a Fiscalização dispense este requisito.

5.1.2 - Armazenamento

O fíler de recuperação e o fíler comercial deverão ser armazenados em separado e em silos que os mantenham secos.

5.1.3 - Colocação em obra

O fíler deve ser misturado mecanicamente com o agregado mineral, antes da adição do betume.

Cada tipo de fíler deve ser pesado numa cinta de pesagem ou com outro sistema de pesagem aprovado, com um totalizador de peso, antes de entrar no aparelho de mistura mecânica. Este aparelho deve ser um tipo de misturadora de argamassa (“pugmill type”) com pelo menos dois eixos motorizados com pás misturadoras.



No caso de ser utilizada uma composição de fíler recuperado e de fíler comercial deverá existir um sistema que permita o controlo das proporções de cada tipo de fíler adicionado à mistura.

O adjudicatário deve diariamente apresentar à Fiscalização documentação que comprove que foi incorporada na mistura betuminosa a quantidade prevista de fíler (com a decomposição por tipos, se aplicável).

5.2 - Armazenamento do ligante

As cisternas para o armazenamento do ligante betuminoso serão devidamente isoladas termicamente e terão uma capacidade que permita assegurar de forma contínua um dia de funcionamento.

Disporão um sistema de aquecimento que não provoque a queima do ligante betuminoso.

Quando numa mesma obra forem utilizados mais do que um tipo de ligante betuminoso, cada um disporá de cisterna própria, devidamente identificada para evitar misturas prejudiciais.

Quando o ligante for um betume modificado a cisterna terá de estar equipada com um sistema de agitação adequado que garanta a homogeneidade.

No caso do betume modificado com alta percentagem de borracha, o seu armazenamento não deverá exceder 10 horas, a uma temperatura superior a 160 ° C, e nunca excedendo 195 ° C, em permanente agitação, de forma a garantir a homogeneidade do ligante. Em casos excepcionais devidamente justificados, poder-se-á armazená-lo por períodos superiores, devendo neste caso, o ligante ser mantido a uma temperatura nominal de 130 ° C. Uma vez terminado o período de armazenamento, o ligante a ser utilizado na mistura betuminosa deverá ser homogeneizado e novamente aquecido, lenta e uniformemente, até atingir a temperatura de fornecimento.

O aquecimento e circulação será efectuado por tubagens isoladas e válvulas de controle e segurança.

O fluxo do ligante betuminoso será assegurado por dispositivo próprio com o respectivo medidor de caudais.

O operador deverá ter a possibilidade de verificar na cabine de controlo a temperatura.



5.3 - Armazenamento do granulado de borracha

O granulado de borracha deve ser transportado em cisternas ou sacos prefabricados com material impermeável, de modo a evitar a entrada de água.

Os sacos devem ser armazenados em locais secos, protegidos da chuva e da luz solar.

A borracha deve fluir livremente

5.4 - Armazenamento de misturas betuminosas

O armazenamento das misturas betuminosas será efectuado de forma a limitar o mais possível a segregação.

O armazenamento será efectuado em silos com isolamento térmico.

Nos silos cuja capacidade seja superior a 100 ton. deverão dispor de um isolamento térmico adequado e deverão ter o cone e as bocas de descarga aquecidos.

Nestes silos é desejável que seja impedida a circulação de ar. No sistema de transporte contínuo deverá existir um dispositivo anti-segregação.

6 - Transporte

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

6.2 - Condicionamentos do transporte

A mistura será transportada em viaturas basculantes de caixa aberta com fundo liso e perfeitamente limpo, devendo ser sempre cobertas com uma lona que tape toda a caixa da viatura.

7 - Espalhamento



7.1 - Equipamento

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

As pavimentadoras serão compostas por:

- Tractor motriz
- Mesa pré-compactadora
- 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 projectadas 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 tractor 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 respectivos 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 homogénea 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 (“tamperers”) 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.

Ao aplicar-se uma camada betuminosa sobre outra, a largura da mesa será fixada de modo a que as juntas longitudinais das duas camadas não coincidam no mesmo plano vertical, devendo as mesmas estarem desfasadas pelo menos 0,15 metros. Do mesmo modo, as juntas transversais deverão estar desfasadas pelo menos 5,0 metros.

Quando haja necessidade de efectuar remates em zonas não acessíveis à mesa espalhadora, a mistura betuminosa poderá ser espalhada manualmente, utilizando-se para o efeito, pás e rodos previamente aquecidos.

Não serão autorizadas mesas trabalhando em paralelo, sempre que as mesmas apresentem mobilidades diferentes.

7.2 - Particularidades do processo de espalhamento

O espalhamento não deve ser precedido da aplicação manual de misturas betuminosas, correntemente 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 com a temperatura ambiente nunca inferior a 10 °C.

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

Com excepção 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 réguas 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 excepção 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 réguas 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, laser, 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, excepto 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 tensionado 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, por forma a não criar vincos.
- Sempre que se montem extensões mecânicas estas deverão ser acompanhadas das respectivas extensões de senfins e deflectores.

8 - Compactação

8.1 - Equipamento

Os cilindros a utilizar 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 protecção", tendo por objectivo a manutenção de um ambiente quente sob o cilindro, evitando ou reduzindo as variações térmicas.

8.2 - Particularidades do processo de compactação

- As operações de compactação devem ser iniciadas assim que os cilindros possam circular sem deixarem deformações exageradas na mistura (quando a mistura atingir a temperatura referida nos boletins de fornecimento de betumes e correspondentes a viscosidades de 280 ± 30 cSt) e devem ser efectuadas 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 efectuado até terem desaparecido as marcas dos rolos da superfície da camada e se ter atingido uma porosidade que se situe dentro dos intervalos indicados no Quadro 15.03.2g.
- Quando os valores da baridade do dia variarem $\pm 0,05$ t/m³ em relação à baridade do estudo de composição este terá que ser respeitado, caso contrário deverá ser efectuada uma reavaliação da validade do estudo de formulação em vigor;
- A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com perfis longitudinal e transversal correctos e livres de depressões, alteamentos e vincos;
- 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 direcção, 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 sobreelevações, 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 direcção quando se encontrem em áreas já cilindradas com, pelo menos, duas passagens;
- Nas zonas com declive significativo, o cilindramento deve ser preferencialmente realizado de baixo para cima e dos bordos para o centro;
- Deverá ser dada especial atenção à compactação das juntas;
- Para espessuras superiores a 0,13 m, será 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 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 tal for possível. Se tal não for viável, a velocidade dos veículos deverá ser limitada a 40 km/h.

As camadas de base, ligação e regularização não poderão permanecer sujeitas 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 aquelas camadas, que terão de ser cobertas tão cedo quanto for possível



9 - 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 (longitudinais e transversais) serão executadas por serragem da camada já terminada, para que o seu bordo fique vertical. O seu corte deve ser realizado preferencialmente com recurso a meios mecânicos, como por exemplo, uma serra de disco diamantado.

Os topos, já cortados, do troço executado anteriormente, deverão ser limpos e pintados levemente com emulsão do tipo das indicadas em 14.03.0 -4, 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 desfazar as juntas de trabalho, no caso das juntas transversais deverá ser no mínimo de 5,0 metros e nas longitudinais no mínimo de 0,15 metros.

A execução de juntas longitudinais a frio deverão ser evitadas, pelo menos na camada de desgaste e no caso de terem que ser criadas deverá haver a preocupação destas não coincidirem com a zona de circulação dos veículos, mas sim com as zonas de pintura.

10 - Equipamentos

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 estudo de composição, 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 planos de armazenamento de agregados e fíleres;
- 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.

15.03.2.3 - Camada de base

O Quadro 15.03.2c especifica as condições de execução da camada de base.

São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.1 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado em 15.03.2.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 15.03.2.7- Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas.

Quadro 15.03.2c: Execução da camada de base			
Camada de base			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 32 base (MB)	AC 20 base (MB)	AC20 base (MBAM)
	rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.2.		
Estudo (a)	Determina-se em laboratório a granulometria da mistura de agregados, composta a partir da combinação das fracções que irão ser utilizadas no fabrico da mistura. A curva granulométrica assim obtida deve situar-se dentro do fuso granulométrico definido no Quadro 14.03.2b, para a mistura em causa. O relatório deverá indicar a percentagem de cada uma das fracções dos agregados - denominada fórmula da mistura - e incluirá os boletins relativos aos ensaios, quando aplicáveis, mencionados em 15.03.2.2-1. A percentagem de betume a incorporar na mistura será seleccionada através dos resultados obtidos no trecho experimental, de modo a obter-se uma porosidade, situada entre 4 e 8%.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.1 para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.1 para a mistura em causa.
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.		
Continuação do Quadro 15.03.2c: Execução da camada de base			
Camada de base			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 32 base (MB)	AC 20 base (MB)	AC20 base (MBAM)
	rubrica 14.03.2.1.1	rubrica 14.03.2.1.2	rubrica 14.03.2.1.3
Execução do trecho experimental	Para além dos procedimentos referidos em 15.03.2.2-3, dever-se-á ter em conta o seguinte: Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 4,2 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (4,2%) A compactação das duas misturas, será feita de modo a subdividir cada subtrecho, em duas zonas bem localizadas, onde se varia o processo de compactação, com o controlo do número de passagens dos cilindros, da temperatura das misturas, da ordem de intervenção dos cilindros, da frequência e amplitude da energia de compactação, etc.	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.

	Serão colhidas amostras de cada uma das misturas testadas para elaboração dos seguintes ensaios: - determinação da percentagem de betume; - análises granulométricas das misturas dos agregados, projectando-se as curvas no fuso das tolerâncias determinado para a curva obtida na transposição para a central; - determinação da baridade máxima teórica, através do picnómetro de vácuo. No dia seguinte, após a mistura arrefecida proceder-se-á a uma campanha de carotagem para extracção de provetes tendo por objectivo principal a determinação das baridades e porosidades de cada subtrecho. De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha um valor de porosidade da mistura aplicada, situada entre 4 e 8%.		
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,10 e 0,15 m. O nivelamento desta camada deverá, em princípio, ser realizado através de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m.(b)	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,09 m. O nivelamento desta camada deverá, em princípio, ser realizado através de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m.(b)	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,07 e 0,012 m. O nivelamento desta camada deverá, em princípio, ser realizado através de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m.(b)
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Adjudicatário com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos. (b) 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.			

15.03.2.4 - Camada de ligação

O Quadro 15.03.2d especifica as condições de execução da camada de ligação.

São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.2 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado em 15.03.2.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 15.03.2.7- Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas.

Quadro 15.03.2d: Execução da camada de ligação
Camada de Ligação

Procedimentos	Tipo de mistura				
	AC 20 bin (MB)	AC 20 bin (MBD)	AC16 bin (MBAM)	AC14 bin (BB)	AC14 bin (AB)
	rubrica 14.03.2.2.1	rubrica 14.03.2.2.2	rubrica 14.03.2.2.3	rubrica 14.03.2.2.4	rubrica 14.03.2.2.5
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.2.				
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.2 para a mistura em causa.				
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.				
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-3.	
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,09 m. Dever-se-á observar para esta camada os mesmos procedimentos de nivelamento indicados para o AC32.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,09 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,06 e 0,09 m. 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.(b)	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,06 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. Não deverá ter uma espessura superior a 0,03 m. Também não deverá permitir-se a circulação de veículos automóveis e em particular de velocípedes, antes que a temperatura baixe dos 50 °C. Deverá mesmo evitar-se a circulação de peões enquanto a temperatura se mantiver superior a 80 °C.(c)
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Adjudicatário com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos. (b) 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. (c) No caso de surgirem esporadicamente na mistura espalhada, agregados com dimensão superior a 10 mm ou elementos estranhos acidentais, deverão estes ser pronta e manualmente removidos (antes da compactação), procedendo-se de imediato às necessárias correcções com o auxílio de rodos apropriados.					

15.03.2.5 - Camada de regularização

O Quadro 15.03.2e especifica as condições de execução da camada de regularização.

São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.3 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado em 15.03.2.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 15.03.2.7- Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas.

Quadro 15.03.2e: Execução da camada de regularização				
Camada de regularização				
Procedimentos	Tipo de mistura			
	AC 20 reg (MB)	AC 20 reg (MBD)	AC14 reg (BB)	AC4 reg (AB)
	rubrica 14.03.2.3.1	rubrica 14.03.2.3.2	rubrica 14.03.2.3.3	rubrica 14.03.2.3.4
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.2.			
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados na rubrica 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas na rubrica 14.03.2.3.			
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.			
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.			—
Particularidades do processo construtivo	—	—	—	Não deverá permitir-se a circulação de veículos automóveis e em particular de velocípedes, antes que a temperatura baixe dos 50 °C - deverá mesmo evitar-se a circulação de peões enquanto a temperatura se mantiver superior a 80 °C.(b)
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Adjudicatário com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos. (b) No caso de surgirem esporadicamente na mistura espalhada, agregados com dimensão superior a 10 mm ou elementos estranhos acidentais, deverão estes ser pronta e manualmente removidos (antes da compactação), procedendo-se de imediato às necessárias correcções com o auxílio de rodos apropriados.				

15.03.2.6 - Camada de desgaste

O Quadro 15.03.2f especifica as condições de execução da camada de desgaste.

São abrangidos os diferentes tipos de mistura, cujas características satisfazem ao estipulado em 14.03.2.4 e cujos processos de produção, transporte, espalhamento e compactação obedecem ao indicado em 15.03.2.2.

Deverão ainda obedecer ao estipulado em 15.03.2.7- Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas.

Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste			
Camada de desgaste			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)
	rubrica 14.03.2.4.1	rubrica 14.03.2.4.2	rubrica 14.03.2.4.3
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.1		
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4, para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4, para a mistura em causa.
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.		
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.	Para além dos procedimentos referidos em 15.03.2.2-3, dever-se-á ter em conta o seguinte: Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 4,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (4,0%) De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha um valor da porosidade e da resistência conservada da mistura aplicada, definidos em 14.03.2.4 para a mistura em causa. Os valores da permeabilidade à água, medida com o permeâmetro LCS deverão estar compreendidos entre 10 e 30 segundos. Caso se verifique que ambas as percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em 14.03.2.4 para a mistura em causa, será adoptada a menor.	Para além dos procedimentos referidos em 15.03.2.2-3, dever-se-á ter em conta o seguinte: Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 5,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (5,0%) De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha um valor da porosidade e da resistência conservada da mistura aplicada, definidos em 14.03.2.4 para a mistura em causa. Caso se verifique que ambas as percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em 14.03.2.4 para a mistura em causa, será adoptada a menor.

Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste			
Camada de desgaste			
Procedimentos	Tipo de mistura		
	AC 14 surf (BB)	PA 12,5 (BBd)	AC10 surf (mBBr)
	rubrica 14.03.2.4.1	rubrica 14.03.2.4.2	rubrica 14.03.2.4.3

Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,06 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,05 m. O nivelamento deve ser efectuado com sistema manual, com espessura constante. Após as operações de limpeza, far-se-á a aplicação de uma rega de colagem que será em emulsão betuminosa mencionada em 14.03.0-4, aplicada a uma taxa de betume residual de 350 a 400 g/m². O fabrico deste tipo de misturas betuminosas deverá ser efectuado de preferência numa central de tipo descontínua, ou do tipo contínuo desde que com controlo ponderal da dosagem de finos em balsa individual e com a capacidade necessária de dosificação da fracção mais fina, com um rendimento tal que assegure um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. A temperatura de fabrico destas misturas deverá ser mais elevada, da ordem de 160 a 180°C (cerca de 20 °C superior à das misturas tradicionais), em virtude da elevada viscosidade do betume modificado. No entanto, a temperatura não deverá exceder os 190°C, de modo a evitar a degradação do próprio polímero e a oxidação do betume, pelo que deverão ser tomadas as precauções necessárias. O tempo de transporte das misturas betuminosas deverá ser o menor possível, de modo a evitar a segregação do material, o escorrimento do betume modificado e o arrefecimento da mistura. O número de camiões deverá ser tal que assegure também um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. Os camiões deverão ser obrigatoriamente cobertos, pois em virtude de a mistura ser de granulometria descontínua a perda de temperatura é superior à das misturas convencionais. O espalhamento das misturas deverá ser efectuado por duas pavimentadoras de grande largura em paralelo, capazes de estender as misturas betuminosas em perfeitas condições e de forma a abranger a largura da faixa de rodagem. A temperatura de compactação deste tipo de material, com betume modificado, será da ordem de 140 °C a 160 °C. Esta operação não poderá ser efectuada para temperaturas do ar inferior a 10 °C, tempo chuvoso ou velocidades do vento excessivas (superiores a 30 km/h). O equipamento de compactação deve ser constituído por cilindros de rasto liso estáticos, de 10 a 12 tf, molhados de modo a evitar a aderência do ligante betuminoso aos rolos. Geralmente, são necessárias poucas passagens de cilindros, não sendo permitida a utilização de cilindros de pneus. Nas zonas onde a inclinação transversal é nula, deverá ser executada anhuragem na camada de regularização, com sulcos espaçados de 2 em 2 metros, com uma espessura de 1 cm e profundidade variável (média de 4 cm). Estes sulcos ficarão localizados em um e outro lado em relação ao ponto zero da inclinação transversal, numa extensão de 25 metros para cada lado. Nas zonas onde a inclinação longitudinal for superior a 4% deverão ser colocados drenos do tipo Asphadrain 60x16 ou equivalente, de 100 em 100 metros, ao longo da descida; e, ainda, junto aos viadutos e às passagens inferiores.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,025 e 0,035 m. O nivelamento deve ser efectuado com sistema manual, com espessura constante. Após as operações de limpeza, far-se-á a aplicação de uma rega de colagem que será em emulsão betuminosa mencionada em 14.03.0-4, aplicada a uma taxa de betume residual de 350 a 400 g/m². O fabrico deste tipo de misturas betuminosas deverá ser efectuado de preferência numa central de tipo descontínua, ou do tipo contínuo desde que com controlo ponderal da dosagem de finos em balsa individual e com a capacidade necessária de dosificação da fracção mais fina, com um rendimento tal que assegure um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. A temperatura de fabrico destas misturas deverá ser mais elevada, da ordem de 160 a 180°C (cerca de 20 °C superior à das misturas tradicionais), em virtude da elevada viscosidade do betume modificado. No entanto, a temperatura não deverá exceder os 190°C, de modo a evitar a degradação do próprio polímero e a oxidação do betume, pelo que deverão ser tomadas as precauções necessárias. O tempo de transporte das misturas betuminosas deverá ser o menor possível, de modo a evitar a segregação do material, o escorrimento do betume modificado e o arrefecimento da mistura. O número de camiões deverá ser tal que assegure também um abastecimento contínuo das misturas às pavimentadoras. Os camiões deverão ser obrigatoriamente cobertos, pois em virtude de a mistura ser de granulometria descontínua a perda de temperatura é superior à das misturas convencionais. O espalhamento das misturas deverá ser efectuado por duas pavimentadoras de grande largura em paralelo, capazes de estender as misturas betuminosas em perfeitas condições e de forma a abranger a largura da faixa de rodagem. A temperatura de compactação deste tipo de material, com betume modificado, será da ordem de 140 °C a 160 °C. Esta operação não poderá ser efectuada para temperaturas do ar inferior a 10 °C, tempo chuvoso ou velocidades do vento excessivas (superiores a 30 km/h). O equipamento de compactação deve ser constituído por cilindros de rasto liso estáticos, de 10 a 12 tf, molhados de modo a evitar a aderência do ligante betuminoso aos rolos. Geralmente, são necessárias poucas passagens de cilindros, não sendo permitida a utilização de cilindros de pneus.
--	---	--	--

Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste		
Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	AC14 surf (BBr)	AC 14 surf (BB) com incrustação de agregados duros
	rubrica 14.03.2.4.4	rubrica 14.03.2.4.5
Produção, transporte, espalhamento e compactação	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.1	
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa.	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa.
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.	
Execução do trecho experimental	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.	Especificações mencionadas em 15.3.2.2-3.
Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,04 e 0,06 m.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,05 e 0,06 m. A incrustação com recurso a agregados de fracção granulométrica 10/14 mm, no betão betuminoso aplicado em camada de desgaste, deverá cumprir as seguintes disposições: Os agregados serão secos a menos de 0,5% de teor em água residual e pré-envolvidos, em central adequada para fabrico de betão betuminoso, de acordo com o definido em 14.03.2.4.5; Os agregados pré-envolvidos serão transportados por viaturas obrigatoriamente cobertas, só podendo ser espalhados e iniciado o processo de compactação desde que a temperatura do betão betuminoso onde vão ser incrustados se mantiver acima dos 135 °C para betumes 50/70 e 140 °C para betumes 35/50; O espalhamento será tão uniforme quanto possível, sem no entanto se recobrir completamente o betão betuminoso, e deverá ser executado imediatamente depois do espalhamento daquela mistura, antes de se iniciar a operação de compactação. O espalhamento poderá ser efectuado por dois tipos de gravilhadora: as que circulam sobre o betão betuminoso e as que circulam apoiadas de um e outro lado da faixa pavimentada. Devem apresentar, ainda, uma fraca altura de queda dos agregados e uma velocidade de avanço suficientemente baixa, compatível com a da pavimentadora; A operação de compactação do conjunto "agregado / betão betuminoso" deve ser realizada tão rapidamente quanto possível, e iniciando-se com recurso a cilindros de rasto liso de 8 a 12 t, seguindo-se o processo de compactação da mistura como habitualmente; Nos pavimentos ladeados com lancis deverá garantir-se uma largura junto aos bordos superior a 0,15 m sem agregados incrustados, de forma a facilitar a drenagem da água superficial para o sistema de drenagem; O mesmo se aconselha para as zonas limítrofes das faixas de rodagem aonde se localizarão as pinturas correspondentes à sinalização horizontal; Deverá garantir-se o espalhamento dos agregados nas zonas das juntas longitudinais e transversais em tempo útil para poderem ser correctamente incrustadas; Antes da entrada em serviço do pavimento, deverá proceder-se a uma operação de limpeza dos agregados soltos com recurso a vassouras mecânicas apropriadas

		ou a camiões-aspiradores.
Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste		
Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.6	rubrica 14.03.2.4.7
Produção, transporte, espalhamento e compactação	Estas misturas devem ser fabricadas em centrais descontínuas devendo a temperatura de fabrico estar compreendida entre 175 ° C e 190 °c. Nas demais disposições de fabrico serão respeitadas as especificações deste Caderno de Encargos.	
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa. O estudo de formulação da mistura deve incluir o estudo de formulação do betume modificado com borracha, tendo em conta o betume base e o granulado de borracha a utilizar. Deste estudo devem constar (incluindo os respectivos boletins de ensaio): a) Características do betume base a modificar e respectiva origem; b) Características físicas do granulado de borracha e respectiva origem; c) Quantidade do granulado de borracha a adicionar ao betume base; d) Tempo e temperatura de reacção e fornecimento com indicação dos valores máximo e mínimo admissíveis; e) Temperatura a respeitar durante a adição da borracha ao betume base, com indicação dos valores máximo e mínimo admissíveis; f) Propriedades físicas do betume modificado: Viscosidade, Penetração e Temperatura de anel e bola; g) Deverá ser apresentada a correlação entre a viscosidade Brookfield e Haeke, caso esta última venha a ser utilizada em obra para caracterização da viscosidade; h) Temperatura de compactação.	
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.	
Execução do trecho experimental	O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em 15.3.2.2-3, devendo ser testadas, no máximo, duas misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo. Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.	

Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,025 e 0,04 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m2 de betume modificado residual A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O adjudicatário obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,06 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m2 de betume modificado residual. A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O adjudicatário obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora.
	Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste	
Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.6	rubrica 14.03.2.4.7
Particularidades do processo construtivo	O Adjudicatário deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton. Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores - utilizado com o objectivo de retirar "vincos" - deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. Deverão ser efectuadas as passagens necessárias, de acordo com o definido no estudo de formulação, antes da mistura atingir o valor mínimo especificado naquele estudo. Se a temperatura ambiente for inferior a 15.º C, a distância acima	O Adjudicatário deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton. Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores - utilizado com o objectivo de retirar "vincos" - deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. Deverão ser efectuadas as passagens necessárias, de acordo com o definido no estudo de formulação, antes da mistura atingir o valor mínimo especificado naquele estudo. Se a temperatura ambiente for inferior a 15.º C, a distância acima

	indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente for inferior ou igual a 10°C os trabalhos devem ser imediatamente suspensos.	indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente for inferior ou igual a 10°C os trabalhos devem ser imediatamente suspensos.
(a) Os estudos devem ser apresentados pelo Adjudicatário com uma antecedência mínima de 30 dias, antes do início previsível dos trabalhos.		
Produção, transporte, espalhamento e compactação	rubrica 14.03.2.4.8	rubrica 14.03.2.4.9
	O processo de produção, transporte, espalhamento e compactação devem obedecer ao estipulado em 15.03.2.1.	
Estudo (a)	O estudo deve incluir todos os boletins de ensaio e certificados mencionados em 15.03.2.2-1 e as características da mistura devem cumprir as especificações indicadas em 14.03.2.4 para a mistura em causa.	
Transposição para a central	Especificações mencionadas em 15.03.2.2-2.	
Execução do trecho experimental	O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em 15.3.2.2-3, devendo ser testadas no mínimo três misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo. Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 5,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (5,0%). De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha o valor da porosidade, da resistência conservada e do cântabro húmido definidos em 14.03.2.4 para a mistura em causa. Caso se verifique que duas das percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em 14.03.2.4 para a mistura em causa, será adoptada a menor. Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.	O estudo de composição culmina com a execução de um trecho experimental, de acordo com as especificações mencionadas em 15.3.2.2-3, devendo ser testadas no mínimo três misturas distintas, de acordo com os resultados do estudo. Aplicam-se três misturas betuminosas, com percentagens de betume diferentes: ■ uma com 4,0 %; ■ duas com incrementos de + 0,2 ou 0,3 %, em relação ao valor mínimo (4,0%). De acordo com os resultados obtidos para cada uma das misturas ensaiadas, a selecção da percentagem de betume e da energia de compactação será feita, de modo a que se obtenha os valores da porosidade e da resistência conservada definidos em 14.03.2.4 para a mistura em causa. Caso se verifique que duas das percentagens de betume utilizadas verificam as especificações definidas em 14.03.2.4 para a mistura em causa, será adoptada a menor. Após a realização do trecho experimental onde, após retiradas as devidas conclusões, será definida a composição final da mistura a utilizar em obra, que deverá ser igualmente submetida à aprovação da Fiscalização.
Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste		
Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.8	rubrica 14.03.2.4.9

Particularidades do processo construtivo	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,04 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m² de betume modificado residual A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O adjudicatário obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora. O Adjudicatário deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton. Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. Este tipo de mistura tem uma maior aderência que as misturas convencionais. O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores – utilizado com o objectivo de retirar "vincos" – deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. A compactação será muito difícil se a temperatura da mistura for inferior a 120 °C. Assim, a temperatura de compactação será da ordem dos 135 a 160 °C, com a compactação principal a terminar até se alcançarem os 130 °C, alcançarem os 115 °C.	A espessura da camada deverá ser a definida em projecto. De um modo geral uma mistura deste tipo obterá um bom desempenho para espessuras entre 0,03 e 0,04 m. De forma a garantir uma boa aderência para este tipo de mistura betuminosa a rega de colagem deve ser executada com emulsão betuminosa a partir de betume modificado convencional, devendo garantir-se, como mínimo, cerca de 400 a 500 g/m² de betume modificado residual A mistura betuminosa deve ser colocada e acabada através de pavimentadoras de grande largura, trabalhando simultaneamente em paralelo, para que seja abrangida toda a faixa de rodagem, sem necessidade de execução de juntas longitudinais de construção. De modo a conseguir, tanto quanto possível, uma operação contínua, a velocidade da pavimentadora deve ser coordenada com a produção da central de fabrico. Se a pavimentadora estiver parada mais que 15 minutos, ou se existir um intervalo de 15 minutos ou mais entre o fim da descarga de um camião e o início da descarga de outro, a pavimentadora deverá ser afastada do tapete para permitir que os cilindros compactadores compactem essa área. Uma junta de construção transversal deve ser realizada com uma metodologia aprovada pela Fiscalização. O adjudicatário obriga-se a dimensionar os meios de transporte da mistura de modo a garantir que exista sempre um camião cheio com mistura em espera junto à pavimentadora. O sistema de nivelamento a utilizar no espalhamento desta mistura betuminosa deverá ser o da espalhadora com a mesa trancada para uma espessura que permita a obtenção da espessura de projecto após compactação. O transporte da mistura desde a central de fabrico até à colocação em obra deverá ser feito com recurso a camiões com meios de cobertura de modo a permitirem que a mistura esteja sempre coberta até à descarga na pavimentadora. O Adjudicatário deverá utilizar, no mínimo, um cilindro de rasto liso estático e dois de rasto liso vibradores, em função da largura do espalhamento, de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo, o número mínimo de cilindros será de quatro unidades. Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 ton por hora, deve existir um compactador estático adicional. Os compactadores devem ter um peso entre 8 e 10 ton. Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior. Todos os compactadores devem estar equipados com pás e sistema de humedecimento para impedir a aderência da mistura betuminosa aos cilindros de compactação. Este tipo de mistura tem uma maior aderência que as misturas convencionais. O 1.º conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores – utilizado com o objectivo de retirar "vincos" – deve seguir o mais perto possível do 1.º conjunto. A compactação será muito difícil se a temperatura da mistura for inferior a 120 °C. Assim, a temperatura de compactação será da ordem dos 135 a 160 °C, com a compactação principal a terminar até se alcançarem os 130 °C, devendo a compactação de superfície terminar até se alcançarem os 115 °C.
--	---	---

Continuação do Quadro 15.03.2f: Execução da camada de desgaste		
Camada de desgaste		
Procedimentos	Tipo de mistura	
	MBA-BBA	MBR-BBA
	rubrica 14.03.2.4.8	rubrica 14.03.2.4.9
Particularidades do processo construtivo	Em caso algum, mesmo durante o fabrico, a temperatura da mistura poderá exceder os 180 °C Se a temperatura ambiente for inferior a 15.°C, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente ou da camada inferior for menor ou igual a 10°C os trabalhos devem ser imediatamente suspensos pois a mistura arrefecerá muito rapidamente e será muito difícil a sua colocação em obra. Caso se utilizem solventes na determinação da quantidade de betume, o valor que se obtém corresponderá ao betume e ao extracto solúvel de borracha, mais a parte fina do pó de borracha que pode passar através do papel de filtro ou do peneiro de extracção. Por este motivo a quantidade efectiva de betume será ligeiramente inferior ao valor obtido no ensaio. Caso se utilize o método da combustão a quantiddae de betume efectiva deverá ser análoga ao valor obtido no ensaio. Por este motivo será necessário efectuar uma calibração prévia do procedimento adoptado, incorporando ao betume, em laboratório, uma quantidade conhecida de borracha. A posterior extracção do betume ou recuperação de agregados com o procedimento que se utilizará no controlo de qualidade permitirá determinar o coeficiente de calibração. Este coeficiente deverá ser comprovado em amassaduras de prova.	Em caso algum, mesmo durante o fabrico, a temperatura da mistura poderá exceder os 180 °C Se a temperatura ambiente for inferior a 15.°C, a distância acima indicada deve ser diminuída para 15 m e existir mais um compactador vibratório. De qualquer modo, se a temperatura ambiente ou da camada inferior for menor ou igual a 10°C os trabalhos devem ser imediatamente suspensos pois a mistura arrefecerá muito rapidamente e será muito difícil a sua colocação em obra. Caso se utilizem solventes na determinação da quantidade de betume, o valor que se obtém corresponderá ao betume e ao extracto solúvel de borracha, mais a parte fina do pó de borracha que pode passar através do papel de filtro ou do peneiro de extracção. Por este motivo a quantidade efectiva de betume será ligeiramente inferior ao valor obtido no ensaio. Caso se utilize o método da combustão a quantiddae de betume efectiva deverá ser análoga ao valor obtido no ensaio. Por este motivo será necessário efectuar uma calibração prévia do procedimento adoptado, incorporando ao betume, em laboratório, uma quantidade conhecida de borracha. A posterior extracção do betume ou recuperação de agregados com o procedimento que se utilizará no controlo de qualidade permitirá determinar o coeficiente de calibração. Este coeficiente deverá ser comprovado em amassaduras de prova.

15.03.2.7 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Todos os ensaios definidos no presente item constituem encargo do Adjudicatário à semelhança dos ensaios especificados em 14.00 - CONTROLO DE QUALIDADE.

A verificação da conformidade da unidade terminada será efectuada por lotes, segundo a definição apresentada no início do presente capítulo.

Em cada lote serão extraídos tarolos (carotes) em pontos aleatoriamente seleccionados, em número não inferior a cinco (5) em que serão determinados a porosidade e a espessura, a aderência, entre outros, segundo o especificado nos parágrafos seguintes.

A regularidade superficial de cada lote será controlada 24 horas após a execução da camada e sempre previamente à execução da camada seguinte, de acordo com o especificado em 1.4 do presente item.

As camadas de desgaste terão uma segunda fase de verificação de conformidade após a conclusão dos trabalhos e antes da recepção provisória da obra, designada por “Caracterização Final do Pavimento” (ver item 2). Só após a verificação da conformidade no final desta fase se poderá proceder à aceitação da camada de desgaste. Os ensaios a efectuar nesta fase serão:

- Avaliação da irregularidade longitudinal superficial com determinação do IRI em toda a extensão da obra e antes da abertura ao tráfego, segundo o procedimento referido em 1.4.
- Avaliação da macrotextura superficial, segundo o procedimento referido em 1.6;
- Avaliação do coeficiente de atrito, segundo o procedimento mencionado em 1.7;
- Avaliação da capacidade estrutural do pavimento construído, segundo o procedimento mencionado em 2.4.

Nos itens seguintes serão apresentados os parâmetros e respectivos valores que deverão ser verificados e cumpridos para a aceitação de um lote de uma determinada camada constituída por uma mistura betuminosa a quente. No caso dos parâmetros IRI, rugosidade e coeficiente de atrito da camada de desgaste, a sua avaliação poderá realizar-se-á apenas após a conclusão da camada de desgaste em toda a extensão da obra, no âmbito da Caracterização Final do Pavimento.

Não obstante o presente caderno de encargos definir critérios de aceitação/rejeição que, para determinadas condições, pressupõe a aceitação de camadas associadas a penalizações financeiras, é sempre prerrogativa do dono de obra rejeitar essa camada desde que a mesma não verifique os requisitos de conformidade definidos.

1 – Verificação da conformidade por lote no decorrer da obra

1.1 – Características Gerais da Mistura

Os resultados obtidos com a análise granulométrica dos agregados e para a percentagem de ligante devem obedecer às tolerâncias definidas em 15.03.2.2-4.4. As restantes características devem obedecer ao definido em 14.03.2 e 15.03.2.



1.2 - Espessura das camadas

As camadas de regularização, dado terem espessura variável não são abrangidas pelas especificações apresentadas no presente item.

Requisitos de conformidade

A **espessura média de cada camada** não deverá ser inferior ao especificado em projecto e não mais de dois provetes em cada lote poderão apresentar valores individuais de espessura que sejam inferiores ao especificado em mais de 10 %.

Critérios de aceitação/rejeição

Se as espessuras médias avaliadas para cada lote ou fracção de lote (neste último caso a definir pela Fiscalização), por medição em tarolos, não cumprirem o especificado em projecto poderá proceder-se da seguinte forma:

Camadas de base

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 80 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado e executada uma nova camada por conta do Adjudicatário;

Se a espessura média for superior a 80 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a espessura deficitária será compensada na camada seguinte, a custas do adjudicatário.

Camadas de ligação

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 90 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado cabendo ao Adjudicatário, por sua conta, retirar a camada por fresagem e executar uma nova camada. Caso não hajam problemas de gabarit ou de sobrecarga de estruturas poderá também pôr-se a hipótese de executar nova camada sobre a camada rejeitada;

Se a espessura média for superior a 90 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a camada será aceite com uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão [1]:

$$\text{valor da penalização} = \left[P_{\text{unit}} - \left(P_{\text{unit}} \times \frac{e_{\text{real}}}{e_{\text{proj}}} \right) + (P_{\text{unit}} \times 0,20) \right] \times A \quad [1]$$

em que:

P_{unit} $\equiv$ preço unitário da camada;

e_{real} $\equiv$ espessura medida em obra;

e_{proj} $\equiv$ espessura preconizada em projecto;

A $\equiv$ área do lote ou da fracção do lote não conforme

Camadas de desgaste

Se a espessura média for superior a 92 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a camada será aceite com uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão [1];

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 92 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado cabendo ao Adjudicatário, por sua conta, retirar a camada por fresagem e executar uma nova camada. Caso não haja problemas de gabarit ou de sobrecarga de estruturas poderá também pôr-se a hipótese de executar nova camada sobre a camada rejeitada;

Para além do controlo da espessura de cada camada betuminosa deverá ser efectuado o controlo da espessura total de misturas betuminosas.

Requisitos de conformidade

A **espessura total de misturas betuminosas** será igual à preconizada em projecto e não mais de dois provetes em cada lote poderão apresentar valores individuais de espessura inferiores à espessura preconizada em projecto.

Critérios de aceitação/rejeição

Se a espessura média total de misturas betuminosas num determinado lote ou fracção for inferior ao especificado em projecto poderá proceder-se da seguinte forma:

- Se a espessura média de um lote for superior ou igual a 95 % da espessura preconizada em projecto, a fracção do lote não conforme (área a definir pela Fiscalização) poderá ser aceite mediante a aplicação de uma penalização equivalente a 20 % do preço unitário da camada de desgaste;
- Se a espessura média de um lote for inferior a 95 % da espessura preconizada em projecto, fracção do lote não conforme (área a definir pela Fiscalização) caberá ao Adjudicatário apresentar para aprovação da Fiscalização uma proposta para resolução da não conformidade.

A espessura total de misturas betuminosas será avaliada aquando da extracção de tarolos para avaliação da espessura da camada de desgaste. Por esta razão aqueles tarolos deverão intersectar todas as camadas de misturas betuminosas e não, apenas, a camada de desgaste.

1.3 - Porosidade

Requisitos de conformidade

Para a aprovação de cada lote terão de ser cumpridos os critérios apresentados no Quadro 15.03.2g relativos à porosidade.

Quadro 15.03.2g – Requisitos para os valores de porosidade								
Requisitos / Propriedades	Unid.	Utilização						
		AC32 (MB)	AC20 (MB) AC20bin (MB) AC20bin (MBD) AC20reg (MB) AC20reg (MBD) AC10surf (mBBR) AC14surf (BBR) AC4 (AB). MBR-BBA MBR-BBM	AC20 (MBAM)	AC16bin (MBAM)	AC14bin (BB) AC14reg (BB) AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBA – BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Calculada com base na baridade máxima teórica determinada pelo método do picnómetro de vácuo para a percentagem óptima de betume, ou pelo método geométrico, de acordo com o especificado em 14.03.2.						
Porosidade média de um lote	%	4 - 8	3 - 8	2 - 8	2 - 7	3 - 7	22 - 32	12 - 20

Porosidade individual de cada tarolo	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 9	≤ 9	22 - 34	12 - 22
--------------------------------------	---	------	------	------	-----	-----	---------	---------

Critérios de aceitação/rejeição

A porosidade média de cada lote terá que enquadrar-se no intervalo de valores especificados no Quadro 15.03.2g.

Acresce que não mais de um provete em cada lote poderá apresentar valor individual de porosidade desenquadrado com os limites estabelecidos para a porosidade média do lote e para a porosidade individual de cada tarolo. Se o valor médio da porosidade obtido para um lote ou fracção de lote diferir dos valores especificados poderá proceder-se da seguinte forma:

- Se a porosidade média diferir em menos de dois pontos percentuais relativamente aos limites superiores especificados (Quadro 15.03.2g), a camada será aceite mediante a aplicação de uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão:

$$\text{valor da penalização} = 0,20 \times P_{\text{unit}} \times A \quad [2]$$

em que:

P_{unit} ≡ preço unitário da camada;

A ≡ área do lote ou da fracção do lote não conforme

- Se a porosidade média diferir em mais de dois pontos percentuais relativamente aos limites superiores estabelecidos, ou inferior aos valores mínimos estabelecidos, a camada será removida por fresagem e reposta por conta do Adjudicatário.

1.4 – Regularidade superficial

1.4.1 - Controlo topográfico



Requisitos de conformidade

Será efectuado o controlo topográfico face aos perfis transversais e longitudinal de projecto, de cada uma das camadas betuminosas efectuadas, de modo a controlar as cotas e a largura da camada executada.

No eixo e nos bordos dos perfis transversais serão dispostas marcas de referência niveladas ao milímetro em relação ao projecto, cujo afastamento não deve exceder metade da distância entre os perfis de projecto.

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 0,015 m em relativamente aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos.

As tolerâncias altimétricas não poderão em caso algum comprometer a espessura total da estrutura de pavimento.

A largura do pavimento será comprovada a cada 12,5 metros, não podendo em caso algum ser inferior à estabelecida no projecto.

1.4.2 – Regularidade longitudinal e transversal

Requisitos de conformidade

A regularidade da camada deverá ser avaliada em pontos distanciados de 25 m por meio da utilização de uma régua fixa (caso da regularidade transversal) ou móvel (para a regularidade longitudinal) com 3 metros de comprimento. Os valores medidos por lote deverão cumprir os critérios de regularidade definidos no Quadro 15.03.2k.

Quadro 15.03.2k– Critérios de regularidade para camadas em misturas betuminosas quando não se proceda à determinação do IRI			
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Camada de desgaste	1ª camada e seguintes subjacentes à camada de desgaste

Especificidades de utilização		Avaliação da irregularidade por meio de régua de 3 metros com um espaçamento de 25 m	
Irregularidades máximas	mm	≤ 4	≤ 8

Critérios de aceitação/rejeição

- As incorrecções verificadas nas camadas subjacentes à camada de desgaste deverão ser rectificadas com a execução das camadas que a antecedem;
- Caso não seja possível compensar nas camadas subsequentes, o Adjudicatário deverá propor uma solução para a rectificação da não conformidade, sendo no entanto sempre da sua inteira responsabilidade a verificação dos requisitos de conformidade relativamente à regularidade da camada de desgaste;

Nota: Caso o Adjudicatário assim o entenda poderá proceder à avaliação da irregularidade longitudinal de cada camada por medição em contínuo segundo o especificado em 2.1.

1.5 - Aderência entre camadas

Não serão aceites os lotes em que os tarolos venham a revelar a não existência de colagem ou de uma colagem deficiente entre quaisquer duas camadas betuminosas, comprovada *in situ* pelo desprendimento de uma ou mais secções dos tarolos extraídos.

1.6 – Macrotextura

Requisitos de conformidade

A superfície de qualquer camada em mistura betuminosa a quente deverá apresentar uma macrotextura homogénea, uniforme e isenta de segregações.

No decorrer da obra, a macrotextura poderá ser determinada pelo método volumétrico da mancha (anexo A da ISO 10844:1994) caso o adjudicatário entenda adequado proceder à aferição prévia dos valores de macrotextura que a camada de desgaste irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento, única determinação com função de aceitação/rejeição da camada. O espaçamento recomendado entre cada ensaio será de 100 metros, ao longo da rodeira externa de cada lote e recorrendo à realização de

ensaios de altura de areia (MTD) – método da mancha volumétrica. Os resultados assim obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.2l.

Quadro 15.03.2l – Valores mínimos de macrotextura superficial a obter em fase de obra com o método volumétrico da mancha em camadas de desgastes							
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização					
		AC10 surf (mBBR)	AC14surf (BBR)	AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBR-BBA MBR-BBM	MBA-BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Determinação da profundidade de textura pelo método volumétrico da mancha (MTD)					
MTD - profundidade média de textura	mm	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 0,7	≥ 1,2	≥ 1,0	≥ 1,1

1.7 - Coeficiente de atrito

Requisitos de conformidade

No decorrer da execução da camada o coeficiente de atrito poderá ser avaliado por meio da realização de ensaios a efectuar com o pêndulo britânico (EN 13036-4) caso o adjudicatário entenda adequado proceder à aferição prévia dos valores de coeficiente de atrito que a camada irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento, única determinação com função de aceitação/rejeição.

Recomenda-se que estes ensaios sejam realizados de 100 em 100 m, com um deslizador grande munido com borracha CEN e utilizando a Escala C. Os valores assim obtidos terão como única função a previsão do coeficiente de atrito pontual Nas condições expostas os resultados obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.2m.

Quadro 15.03.2m – Valores de coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)		
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
Especificidades de utilização		Ensaio com o pêndulo britânico; Deslizador grande com borracha CEN; Escala C
Coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)	PTV	≥ 60



2 – Verificação da camada por lote em toda a extensão da camada de desgaste após a conclusão da obra – Caracterização Final do Pavimento

Para efeitos de Caracterização Final do Pavimento um lote corresponde a 500 m de extensão em cada uma das vias existentes. No que se refere aos ensaios efectuados em contínuo considerar-se-á como valor individual o valor correspondente à média num trecho de 100 metros.

A Caracterização Final do Pavimento será realizada em toda a extensão da obra após conclusão de todos os trabalhos no pavimento e antes da abertura ao tráfego. O respectivo relatório deverá ser entregue antes da recepção provisória da obra e dele deverá constar a identificação dos locais de ensaio, a descrição do equipamento utilizado na realização dos ensaios, a indicação da metodologia adoptada e os valores registados, relativamente aos seguintes parâmetros a avaliar:

1. Determinação do Índice de Irregularidade Internacional – IRI;
2. Macrotextura superficial;
3. Coeficiente de atrito;
4. Capacidade estrutural do pavimento construído.

Nota: A avaliação da capacidade estrutural só será efectuada para obras em que a estrutura de pavimentação seja construída na íntegra e em obras de beneficiação em que haja um reforço de misturas betuminosas superior a 0,10 metros.

Para todas as medições em contínuo deverão ser elaborados gráficos que ilustrem a variação do parâmetro em causa ao longo de toda a extensão ensaiada, para além dos cálculos necessários à avaliação por lote.

2.1 – Índice de Irregularidade Longitudinal – IRI

A avaliação da irregularidade longitudinal da camada de desgaste deverá proceder-se, no final de todos os trabalhos de pavimentação, por medição em contínuo recorrendo a equipamentos munidos de sensores tipo *laser* (geralmente do tipo multifunção) que permitam o levantamento do perfil longitudinal da superfície e a obtenção do IRI (Índice de Irregularidade Internacional), ou a equipamentos tipo APL (Analyseur du Profil en Long). A medição da irregularidade longitudinal deverá ser efectuada ao longo da rodeira

externa ou, preferencialmente ao longo das duas rodeiras de cada um dos lotes ensaiados.

Os valores de IRI são calculados por troços de 100 m e o valor médio obtido nas duas rodeiras por cada troço de 100 m será o representativo desse troço.

Nota: não se deverá confundir troço (100 metros) com lote. Por exemplo em cada lote de 500 metros de extensão existirão 5 ou 10 valores de IRI (consoante o ensaio seja efectuado ao longo de uma ou de duas rodeiras) correspondentes à média por troços de 100 metros.

Não deverão ser utilizados equipamentos que efectuem 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 correcção das mesmas quando se justifique.

Requisitos de conformidade

Na irregularidade longitudinal devem ser respeitados os valores admissíveis para o IRI (Índice de Irregularidade Internacional) definidos nos Quadros 15.03.2h ou 15.03.2i.

Quadro 15.03.2h– Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros					
Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão do lote		
			50%	80%	100%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 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

Quadro 15.03.2i– Valores admissíveis de IRI (m/km) calculados por troços de 100 metros em pavimentos reabilitados com espessura de misturas betuminosas igual ou inferior a 0,10 m

Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão do lote		
			50%	80%	100%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 3,5

Aos valores apresentados nos Quadros 15.03.2h e 15.03.2i aplica-se a classificação apresentada no Quadro 15.03.2j.

Quadro 15.03.2j – Classificação dos valores de IRI	
Muito Bom	Excede largamente os parâmetros exigidos
Bom	Cumprir os parâmetros exigidos exceção feita à percentagem da extensão do traçado com valores inferiores a 3,0 e 3,5, que deverá ser superior ou igual a 95%
Razoável	Cumprir os parâmetros exigidos, exceção feita às percentagens de extensão do traçado com valores inferiores a 1,5 e 2,0 e 3,0 e 3,5, onde se admitem respectivamente as percentagens de 40 e 90
Medíocre	Não cumprir as exigências anteriores (razoável), mas apresenta valores de IRI de 1,5; 2,5 e 3,0 e 2,0, 3,0 e 3,5 em percentagens do traçado superiores a 15, 60 e 85, respectivamente
Mau	Não cumprir os parâmetros exigidos nas classificações anteriores

Do relatório final deverá constar a representação do perfil longitudinal da superfície, bem como os valores individuais de IRI (médias por trechos de 100 m), ao longo dos alinhamentos ensaiados.

Critérios de aceitação/rejeição

Se os resultados da avaliação da irregularidade superficial por cada lote ou fracção da camada terminada excederem os valores limites especificados deverá proceder-se do seguinte modo:

Para camadas de desgaste drenantes:

- O lote será removido e o material levado a vazadouro e será executada uma nova camada por conta do Adjudicatário.

Para os restantes casos de camadas de desgaste:

- Se os resultados obtidos excederem os limites estabelecidos nos Quadros 15.03.2h ou 15.03.2i para os valores de IRI em 10 %, esta poderá

ser aceite mediante a aplicação de uma penalização calculada de acordo com a expressão [2];

- Se os resultados da irregularidade superficial da camada acabada excederem os limites estabelecidos nos Quadros 15.03.2h ou 15.03.2i para os valores de IRI em 10 %, a camada não conforme será removida, o material levado a vazadouro e executada por conta do Adjudicatário uma nova camada de mistura betuminosa.

2.2 - Macrotextura

Será efectuada uma campanha para medição em contínuo da profundidade de textura da camada de desgaste, recorrendo a equipamentos tipo laser, quer se trate de equipamentos de operação manual ou de equipamentos multifunções, acoplados a um veículo. Esta avaliação será efectuada ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

A macrotextura superficial deverá ser avaliada pela determinação da profundidade média do perfil – MPD (NP ISO 13473-1).

Requisitos de conformidade

Os resultados obtidos por lotes deverão cumprir as exigências especificadas no Quadro 15.03.2n.

Quadro 15.03.2n – Valores mínimos de profundidade média de textura superficial a obter por lote em camadas de desgaste por medição em contínuo							
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização					
		AC10 surf (mBBr)	AC14surf (BBr)	AC14surf (BB)	PA12,5 (BBd)	MBR-BBA MBR-BBM	MBA-BBA MBA-BBM
Especificidades de utilização		Valores de MPD por trechos de 100 metros					
MPD - profundidade média do perfil	mm	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 0,63	≥ 1,25	≥ 1,0	≥ 1,13

CrITÉrios de aceitação/rejeição



O valor médio do ensaio em cada lote não será inferior ao valor preconizado no Quadro 15.03.2n. Apenas um valor individual (valor médio por trechos de 100 metros) por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 25 % àquele valor.

Se o valor médio por lote ou fracção for inferior ao valor especificado no Quadro 15.03.2n poderá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for superior ou igual a 90 % do valor preconizado será aplicada uma penalização económica que será calculada de acordo com a expressão [2];
- Se o valor médio for inferior a 90 % do valor preconizado, o lote não conforme será removido por fresagem, levado a vazadouro e será executada nova camada na mistura betuminosa correspondente por conta do Adjudicatário.

2.3 - Coeficiente de atrito

A medição do coeficiente de atrito será efectuada em contínuo, com piso molhado, ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

Esta medição deverá ser efectuada a uma velocidade de 50 km/h recorrendo a equipamentos tipo *SCRIM* ou tipo *GRIP TESTER* que deverão ser munidos de sistema de rega automática, de forma a garantir uma película de água com 0,5 mm de espessura sobre a superfície ensaiada.

Admite-se a utilização de equipamentos distintos dos anteriormente referidos desde que o adjudicatário apresente correlações comprovadas entre os resultados obtidos com o equipamento utilizado e os equipamentos *SCRIM* ou *GRIP TESTER*. Nestas circunstâncias as condições de ensaio poderão ser também ajustadas ao respectivo equipamento desde que devidamente justificadas e fundamentadas.

Em alternativa e somente em casos particulares devidamente definidos e aceites pela Fiscalização, o coeficiente de atrito poderá ser avaliado através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico segundo as condições apresentadas em 1.7.

Requisitos de conformidade

Os valores obtidos deverão cumprir o especificado no Quadro 15.03.2o.

Quadro 15.03.2o – Valores para o coeficiente de atrito em contínuo			
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Equipamento tipo SCRIM (BS 7941-1)	Equipamento tipo GRIP TESTER (BS 7941-2)
Especificidades de utilização		Valor médio por lote. Medição em contínuo a 50 km/h e com uma película de água com 0,5 mm de espessura	
Coeficiente de atrito à velocidade de 50 km/h	–	≥ 0,50	≥ 0,60

Os agregados que constituem a camada de desgaste, logo após a sua execução, poderão apresentar-se envolvidos por uma película de betume que poderá contribuir para a diminuição do valor registado para o coeficiente de atrito. Assim, se do ensaio efectuado antes da abertura ao tráfego resultarem valores de coeficiente de atrito não conformes, o ensaio para avaliação do coeficiente de atrito será repetido ao fim de três meses de entrada em serviço da via, após a película de betume que envolve os agregados à superfície ser removida pela passagem do tráfego. Esta nova avaliação será objecto de um relatório, a apresentar ao Dono de Obra até quinze dias após a realização do ensaio, no qual deverão ser apresentados gráficos do registo em contínuo ao longo de toda a extensão ensaiada e os valores de coeficiente de atrito calculados por lotes.

Critérios de aceitação/rejeição

O valor médio por lote não poderá ser inferior ao valor mínimo especificado nos Quadros 15.03.2m e 15.03.2o. Apenas um valor individual (média por trechos de 100 metros) por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 10 % ao valor mínimo estabelecido.

Se o valor médio por lote ou fracção for inferior ao valor mínimo estabelecido nos Quadros 15.03.2m e 15.03.2o deverá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for superior a 95 % do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 20 % do preço unitário da camada;

- Se o valor médio for inferior ou igual a 95 % do valor mínimo preconizado a camada não conforme deverá ser removida, o material levado a vazadouro e será executada uma nova camada no lote não conforme, por conta do Adjudicatário.

2.4 – Avaliação da capacidade estrutural

A avaliação da capacidade estrutural só será efectuada para obras em que a estrutura de pavimentação seja construída na íntegra e em obras de beneficiação em que haja um reforço de misturas betuminosas superior a 0,10 metros.

A capacidade estrutural do pavimento construído deverá ser avaliada por meio da realização de ensaios com o Deflectómetro de Impacto (FWD) segundo os requisitos indicados no Quadro 15.03.2p. No decurso da campanha de ensaios deverão ser registadas as temperaturas do ar e das camadas betuminosas em intervalos não superiores a 1 hora.

Quadro 15.03.2p– Requisitos para a execução dos ensaios com o deflectómetro de impacto			
Requisitos/Propriedades		Unidade	Utilização
Especificidades de utilização			Condições de realização do ensaio com o deflectómetro de impacto (FWD)
Nível de carga		kN	65
Número de impactos por ponto de ensaio		–	3
Diâmetro da placa de carga		m	0,3
Posição dos geofones relativamente ao centro da área carregada		m	0 - 0,30 - 0,45 - 0,60 - 0,90 - 1,20 - 1,80 - 2,10 ⁽¹⁾
Localização dos ensaios		–	Na rodeira externa de cada uma das vias
Continuação do Quadro 15.03.2p– Requisitos para a execução dos ensaios com o deflectómetro de impacto			
Requisitos/Propriedades		Unidade	Utilização
Afastamento entre pontos de ensaio		m	100 (vias mais solicitadas) 200 (nas restantes vias)
Temperaturas limite das camadas betuminosas para a execução dos ensaios		° C	0 - 30 ⁽²⁾
Termómetros para medição da temperatura	Resolução	°C	≥ 0,5
	Precisão	°C	± 1 (no intervalo -10 °C a + 60 °C)
Resolução da leitura dos geofones		· m	≥ 1

Resolução da leitura da célula de carga	kN	$\geq 0,1$
(1) A localização dos geofones poderá variar desde que devidamente fundamentada e na condição de haver geofones às distâncias de 0 – 0,30 – 0,60 e 0,90 metros do centro da área carregada (2) Temperaturas medidas a profundidades ≥ 40 mm		

Do relatório de análise dos resultados dos ensaios de carga constará um estudo de interpretação dos resultados obtidos, tendo em vista a caracterização estrutural do pavimento executado, do qual deverá constar:

1. A normalização das deflexões para o nível de carga utilizado, isto é, para 65 kN;
2. Para cada ponto de ensaio deve ser apresentada a seguinte informação: código da localização (por exemplo o pk), a data e hora de registo, as temperaturas do ar, da superfície e do pavimento e as deflexões normalizadas. Após devidamente justificado dever-se-ão eliminar os valores claramente anómalos (por exemplo as medições efectuadas em cima de obras de arte);
3. A apresentação de gráficos que explicitem para todos os geofones a variação das deflexões normalizadas ao longo de toda a extensão ensaiada, devidamente referenciados;
4. Divisão em trechos homogéneos que deverão ser caracterizados pelo respectivo coeficiente de variação e pela identificação das deformadas características. Estas corresponderão às deformadas em que as deflexões medidas em cada um dos geofones mais se aproximem do percentil 85 % do conjunto de valores medidos em cada trecho homogéneo (admitindo-se que aqueles valores seguem uma distribuição normal);
5. O cálculo inverso dos módulos de rigidez para cada uma das deformadas características de cada zona homogénea adoptando sempre que aplicável os valores preconizados em fase de projecto. Os módulos assim obtidos terão que ser corrigidos para as temperaturas de projecto;
6. Uma análise comparativa com os pressupostos de projecto, devendo ser avaliada a capacidade de carga do pavimento construído, definido em termos

de vida restante, assumindo sempre que necessário os pressupostos de projecto.

CrITÉRIOS de aceitação/rejeição

Em cada trecho homogéneo o valor estimado para a vida restante no final do período de dimensionamento não será inferior ao valor considerado no Projecto de Execução.

Se o valor médio da vida restante, por trecho homogéneo, for inferior ao valor estabelecido no Projecto de Execução poderá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio estimado para a vida restante do pavimento executado for superior a 90 % do valor considerado em projecto, será aplicada uma penalização económica de acordo com a expressão:

$$\text{valor da penalização} = 0,20 \times P_{\text{unit}} \times A \quad [3]$$

em que:

P_{unit} $\equiv$ somatório do preço unitário das camadas betuminosas

A $\equiv$ área do lote ou da fracção do lote não conforme

- Se o valor médio estimado para a vida restante for inferior ou igual a 90 % do valor considerado no projecto, o pavimento deverá ser removido, o material levado a vazadouro e executada uma nova estrutura de pavimentação por conta do Adjudicatário.

15.03.3 – Misturas betuminosas a frio

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes das misturas, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.



Considerações gerais

1 - Armazenamento

As plataformas de armazenamento do agregado deverão ser previamente aprovados pela Fiscalização e ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água, permitindo uma adequada drenagem dos locais.

Os silos, zonas de armazenamento, tanques e respectivos conteúdos deverão estar devidamente identificados.

O armazenamento deve assegurar condições de não contaminação e deterioração dos materiais permitindo a manutenção da sua conformidade.

Antes do início do processo de fabrico da mistura é obrigatório o armazenamento em estaleiro de agregados necessários à produção estimada de 15 dias de trabalho.

Os agregados deverão ser arrumados em estaleiro por camadas de espessura não superior a 0,5 m a fim de minimizar a segregação. A sua recolha deverá ser feita por desmonte frontal, no caso dos agregados terem sido depositados sobre o terreno natural, não será permitida a utilização dos 15 cm inferiores.

2 - Transporte

A mistura será transportada em viaturas basculantes de caixa aberta com fundo liso e perfeitamente limpo.

Caso exista o risco de ocorrência de chuva ou em presença de temperatura ambiente elevada, deverá cobrir-se o material transportado, com uma lona.

3 - Espalhamento

Não deverá proceder-se à aplicação das misturas com risco de ocorrência de chuva ou a temperatura ambiente à sombra inferior a 5°C, condições que deverão implicar a suspensão dos trabalhos.

15.03.3.1- Agregado britado de granulometria extensa, tratado com emulsão betuminosa

Este item refere-se à execução de camadas de base, ligação e regularização em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão, cujas características



satisfazem o estipulado nos Quadros 14.03.3a, 14.03.3b e 14.03.3d deste Caderno de Encargos.

15.03.3.1.1 – Preparação da superfície subjacente

A execução da camada de agregado de granulometria extensa tratado com emulsão só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente.

As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

15.03.3.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo de composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a metodologia a seguir na transposição para central e para o trecho experimental, assim como, a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula da mistura, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

1.1 Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de emulsão a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.0-4h.



1.2 Agregados

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.3a.

A curva granulométrica de referência proposta deve cumprir os requisitos granulométricos definidos no Quadro 14.03.3b.

1.3 Mistura

Determinação do teor em água necessário à pré-molhagem dos inertes secos; (a)

Determinação do teor ótimo em líquidos, para fins de compactação; (a)

Definição da baridade mínima a obter em obra; (b)

Ensaio de imersão-compressão sobre a mistura betuminosa para fixar a percentagem de emulsão, realizado de acordo com as condições especificadas no quadro 14.03.3d

Notas:

- (a) Os valores obtidos em laboratório deverão ser ajustados no trecho experimental, face às características do equipamento disponível.
- (b) A baridade mínima de referência para aplicação do material em obra será obtida no ensaio de compactação Proctor, de acordo com a EN 13286-2.

Os requisitos gerais e de amostragem necessários à determinação da baridade e do teor de água estão definidos na EN 13286-1.

Deverá ser determinado o conteúdo de finos da amostra utilizada no ensaio.

Deve ser considerada uma correcção ao valor da baridade seca, tendo em conta as partículas retidas no peneiro de 31,5 mm, de acordo com as indicações dadas na EN 13286-2, Anexo C.

O relatório de ensaio elaborado de acordo com a EN 13286-2, incluindo a informação opcional, deve ser anexado ao estudo de caracterização laboratorial a apresentar.



2 - Transposição do estudo de composição para a central

A aplicação em obra da mistura betuminosa, será condicionada, à aprovação do estudo de composição e à ratificação da Fiscalização das condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico. O Adjudicatário deverá apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Aprovada a transposição, não poderão ser efectuadas quaisquer alterações sem conhecimento da Fiscalização.

3 – Execução de trechos experimentais

Após aprovação do estudo e da correspondente transposição para central o adjudicatário deverá submeter à aprovação da Fiscalização a metodologia a seguir e os meios a utilizar na execução do trecho experimental. O relatório do trecho experimental deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação, pelo menos 5 dias antes do início dos trabalhos.

A realização do trecho experimental deverá permitir verificar o cumprimento das características da mistura (aferição da fórmula de trabalho), do processo construtivo proposto e regularidade da superfície da camada.

O trecho experimental deverá ter aproximadamente 150 m de comprimento por 2,5 m de largura mínima, utilizando uma plataforma de apoio idêntica e recorrendo ao equipamento que se propõe utilizar continuamente em obra.

Deverá ser verificada a homogeneidade da mistura adequação do teor em água e a sua conformidade, de acordo com o Quadro 14.03.3b e ensaios definidos no Quadro 14.03.3d deste Caderno de Encargos. Deverá também ser verificada a eficácia dos meios de compactação (avaliação da compacidade da mistura).

A definição da programação em obra será função dos resultados obtidos no trecho experimental atendendo fundamentalmente ao teor em água e processo de cura.

A execução do trecho experimental deverá também permitir aferir o intervalo de tempo necessário para que a abertura ao tráfego ocorra sem danos para a estrutura do pavimento.

Quando os ensaios efectuados revelarem desadequação do material utilizado e do processo construtivo às condições especificadas, deverão ser introduzidas as correcções julgadas necessárias que poderão significar a alteração da fórmula de trabalho.



Efectuadas as correcções, deverá repetir-se o trecho experimental. O processo será iterativo até à obtenção dos requisitos exigíveis.

O valor da baridade de referência a utilizar no controlo de compactação, na fase de execução, será o obtido no trecho experimental caso se verifique ser superior ao do ensaio Proctor modificado.

4 - Produção

O teor em água para pré-molhagem dos agregados será o mínimo necessário para se conseguir uma boa dispersão da emulsão. Para a sua determinação realizar-se-ão, em laboratório, operações de mistura com baixa percentagem de emulsão a utilizar, seleccionando-se o teor em água que, por observação visual, conduza aos melhores resultados.

O teor óptimo em líquidos, para fins de compactação, bem como a baridade máxima de referência correspondente, determinar-se-ão com base no ensaio Proctor Modificado, adoptando-se, para baridade mínima a obter em obra, 98% daquele valor. Para a determinação da quantidade de água a adicionar em central deduz-se, do teor óptimo em líquidos, um valor referente à fase contínua da emulsão, bem como uma quantidade equivalente aos efeitos da fase dispersa, que é praticamente nula no caso das emulsões catiónicas.

O valor da água de adição deverá ser ajustado em obra para ter em conta a dessecação durante o transporte da mistura, em função das condições climatéricas e distância (o aumento é na generalidade aproximadamente 1%).

A percentagem em emulsão será determinada através do ensaio de imersão-compressão (ASTM D 1075). A compressão simples será determinada de acordo com a ASTM D 1074, com as condições definidas nas NLT 161 e 162 referidas no Quadro 14.03.3d, (tendo em conta os critérios definidos para determinação do teor em água para pré-molhagem dos agregados secos e do teor óptimo em líquidos, quando se procede à compactação dos provetes).



4.1 Centrais betuminosas

A mistura do agregado de granulometria extensa tratado com a emulsão será realizada em central apropriada devendo apresentar uma boa homogeneidade. A central deverá ser capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra.

O plano de instalação da central e equipamento deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização com uma antecedência mínima de 60 dias antes do início do processo de fabrico.

Dadas as implicações da operação de mistura no processo de rotura da emulsão, deverá recorrer-se a centrais de tipo contínuo, dotadas de dispositivos que permitam dosificar independentemente os agregados, a água e a emulsão, com uma precisão compatível com as tolerâncias admissíveis, permitindo um tempo de mistura adequado.

A central para mistura do agregado com a emulsão, deverá satisfazer as seguintes condições:

- As tremonhas para dosagem dos agregados deverão ser dotadas de dispositivos individuais para ajustar o caudal de cada uma das fracções granulométricas;
- O sistema de alimentação de agregados ao misturador deve estar sincronizado com os mecanismos de dosagem da água e da emulsão;
- Deverá ser dotada de sistema de regulação do tempo de mistura;
- O sistema de armazenamento e alimentação de ligante deverá possibilitar boas condições de circulação, caudais uniformes e uma boa dispersão sobre os agregados;
- Caso se incorporem aditivos na mistura, a central deverá ser dotada de um sistema de dosagem adequado e independente.

Numa central de tipo contínuo, introduz-se sucessivamente no misturador os agregados, a água e a emulsão, com intervalos de tempo convenientes e pré-estabelecidos. Caso a central seja de tipo descontínuo juntar-se-ão sucessivamente, depois de introduzidos os agregados no misturador, a água e a emulsão, nas quantidades necessárias para cada

amassadura; o tempo de mistura deverá ser determinado durante o fabrico da mistura para a realização do trecho experimental referido no início deste item.

4.2 Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 – Controlo de Qualidade.

As tolerâncias admitidas na produção em relação à fórmula da mistura aprovada, são as indicadas no Quadro 15.03.3a.

Quadro 15.03.3a – Tolerância na produção em relação à fórmula da mistura aprovada		
Peneiros (mm)	Unidade	Amostra individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
Dimensão máxima	%	-2
4 ou de malha mais larga	%	± 5
2	%	± 4
0,125	%	± 2
0,063	%	± 1
Percentagem de ligante residual	%	$\pm 0,5$

5 - Transporte

O tempo de transporte deverá ser dimensionado de forma a evitar a segregação excessiva da mistura e a rotura total da emulsão, que deverá ocorrer durante o processo de compactação.

6 – Espalhamento

As operações de descarga e espalhamento executar-se-ão com as precauções necessárias para evitar segregações e eventuais contaminações do agregado tratado.

Se antes da aplicação da mistura o teor em líquidos for superior ao determinado no estudo, esta deverá ser arejada, prolongando-se, para tal, a operação de espalhamento, até se alcançar o referido teor. Os trabalhos de compactação só serão permitidos após a obtenção do teor adequado.



O espalhamento do material será executado mecanicamente. Após compactação deverá obter-se a geometria fixada no projecto de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos.

No caso de se utilizar motoniveladora no espalhamento do agregado tratado, aquela deverá ser provida de placas laterais para contenção do material e, ainda, trabalhar com a lâmina cheia e quase perpendicular ao eixo da via, tendo em vista minimizar a segregação.

7 - Compactação

Na compactação do agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão betuminosa poderão ser utilizados cilindros de pneus, vibradores ou mistos, devendo conseguir-se um grau de compactação igual ou superior ao de referência.

Os meios de compactação, conforme definidos no trecho experimental, deverão ser suficientes para que se consiga expulsar a maior quantidade possível de água e obter um grau de compactação uniforme em toda a espessura da camada. Se a consecução destes objectivos não for possível, o espalhamento e compactação deverão executar-se por sub-camadas, em conformidade com os critérios da Fiscalização, que poderá eventualmente optar, se verificar ser necessário, pelo reforço dos meios de compactação.

Deverá assegurar-se que no processo de espalhamento e compactação por sub-camadas, a camada subjacente seja devidamente compactada e que se conclua o processo de eliminação da água que constituía a fase contínua da emulsão, antes da colocação da camada seguinte.

Nos casos em que o agregado tratado seja utilizado para regularizar pavimentos muito deformados no sentido de eliminar eventuais consequências dos assentamentos diferenciais no processo de densificação, deverá proceder-se a uma regularização adicional, por motoniveladora, após a primeira passagem do equipamento de compactação.



O processo de compactação deve ser contínuo e complementado, quando necessário, com operações manuais de correcção de eventuais irregularidades ou com recurso a maços metálicos, no caso de zonas inacessíveis aos compactadores mecânicos.

Para obtenção de uma boa regularidade superficial deverão manter-se bem limpos todos os elementos de compactação e, se tal se revelar necessário, húmidos.

8 – Juntas de trabalho

É obrigatória a execução de juntas de trabalho transversais ou longitudinais, sempre que haja suspensão ou interrupção de trabalhos superiores a um dia, de forma a promover uma perfeita ligação das secções executadas.

As juntas de trabalho serão executadas para que o respectivo bordo se apresente vertical.

Antes do início da aplicação do agregado tratado, deverá ser aplicada, no bordo da junta, emulsão betuminosa com funções de rega colagem. A aplicação de emulsão deve ser extensiva a outras superfícies de contacto com a mistura tal como lancis, caixas de visita.

Quando a aplicação do agregado tratado for realizada por sub-camadas, as juntas de trabalho deverão ser desfasadas no mínimo de 5,0 m no caso de juntas transversais e 0,15 m nas longitudinais.

9 - Particularidades

A execução da camada sobrejacente só deverá ocorrer após estabilização do teor em água na mistura. Sempre que seja necessário a abertura ao tráfego de trechos em que não tenha sido executada a camada de desgaste, preconizada no projecto, deve proceder-se a um tratamento superficial, consistindo numa rega com um ligante betuminoso do tipo descrito em 14.03.0-4h à taxa de betume residual de 300 a 500 g/m², coberta de gravilha 2/4 com uma taxa de aplicação de 3 a 4 l/m².

15.03.3.1.3 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Quadro 15.03.3b - Critérios de aceitação/rejeição da unidade terminada da camada de base, ligação e regularização em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Compactação relativa	Média de resultados $\geq 98\%$	Mais de 90% de resultados individuais $> 98\%$	Não aplicável
		Mais de 10 % de resultados individuais $< 98\%$	Refazer a camada
Espessura da Camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais $< 90\%$ da espessura de projecto	Média $\geq 95\%$ espessura de projecto	Não aplicável
		$85\% \leq$ Média $< 95\%$ espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
		Média $< 85\%$ da espessura de projecto	Corrigir a camada
Cota da camada	A cota de projecto	Até -15 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre -16 mm e - 20 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a -21 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

No caso de ser utilizada como camada de regularização não se aplicam os critérios de aceitação relativos à espessura, dado tratar-se de uma camada de espessura variável.

1. Regularidade superficial

1.1 Controlo topográfico

Deverá ser cumprido o estipulado em 15.03.2.7 – 1.4.1.

1.2 Regularidade longitudinal e transversal



A verificação da regularidade da camada deve ser efectuada com régua de 3 m, (transversal e longitudinalmente) devendo os resultados estar em conformidade com as tolerâncias definidas no Quadro 15.03.3c.

Quadro 15.03.3c– Critérios de regularidade para camadas em agregado britado de granulometria extensa tratado com emulsão caso não se proceda à determinação do IRI				
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização		
		camada de base	Camada de ligação	Camada de regularização
Especificidades de utilização		Avaliação da regularidade por meio de régua de 3 metros com um espaçamento de 25 m		
Irregularidades máximas	mm	≤ 15	≤ 10	≤ 20

Critérios de aceitação/rejeição

Se os resultados da avaliação da regularidade superficial por cada lote ou fracção da camada terminada excederem os valores limites especificados deverá proceder-se do seguinte modo:

- As incorrecções verificadas deverão rectificadas com a execução das camadas subsequentes.

15.03.3.2- Misturas betuminosas abertas a frio

Refere-se à execução de camadas de base, ligação e regularização em mistura betuminosa aberta a frio, cujas características satisfazem o estipulado nos Quadros 14.03.3a, 14.03.3c, 14.03.3e e 14.03.3f deste Caderno de Encargos.

15.03.3.2.1- Preparação da superfície subjacente

As condições de preparação da superfície subjacente são as estipuladas em 15.3.3.1.1. Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente, podendo implicar a execução de uma camada de pré-regularização.



As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

15.03.3.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo da composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a transposição para central e a metodologia a adoptar no trecho experimental, assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula de trabalho, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

1.1 Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de emulsão a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.0-4h;

1.2 Agregados

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.3a;

A curva granulométrica de referência proposta deve cumprir os requisitos granulométricos definidos no Quadro 14.03.3c.

1.3 Mistura

Determinação da percentagem de betume de acordo com a fórmula da superfície específica definida no Quadro 14.03.3e;

A percentagem de emulsão deverá ser a máxima comportada pela mistura sem que se verifique escorrência (normalmente entre 7% e 9% em peso) com um mínimo absoluto calculado mediante aplicação da fórmula corrente da superfície específica, adoptando-se



um valor para o módulo de riqueza de 4,0 em betume residual. Não sendo possível exceder o limite inferior calculado deverá reformular-se o estudo de composição alterando eventualmente a emulsão e/ou agregados.

A mistura deve, relativamente à coesão, cumprir o especificado no Quadro 14.03.3f.

Deve ser feita a avaliação da envolvimento do agregado pelo ligante: os agregados deverão apresentar, pelo menos, 80% de recobrimento, não se verificando escorrência significativa do ligante.

2 - Transposição do estudo de composição para a central

As condições/disposições gerais são estipuladas em 15.3.3.1.2 - 2

3 - Execução de trechos experimentais

As condições/disposições gerais as estipuladas em 15.3.3.1.2 – 3.

A execução do trecho experimental é essencial para aferir o processo construtivo e avaliar a progressão da cura das misturas.

Atendendo a que não existe um procedimento de ensaio para a obtenção de um valor de referência da baridade, a execução do trecho experimental, para as misturas abertas a frio, é fundamental para a definição/controlo das condições de compactação e espalhamento.

4 - Fabrico da mistura

4.1 Centrais betuminosas

A mistura aberta a frio será realizada em central adequada, com pulverização da emulsão, por bicos difusores, sobre o agregado no misturador.

Quando no fabrico forem utilizadas centrais do tipo contínuo, estas devem ser dotadas de dispositivos que permitam dosificar independentemente os agregados e a emulsão.

A central para mistura do agregado com emulsão, deverá satisfazer ainda as seguintes condições:

- As tremonhas para dosagem dos agregados deverão ser dotadas de dispositivos individuais para ajustar o caudal de cada uma das fracções granulométricas utilizadas;
- O sistema de alimentação de agregados ao misturador deve estar sincronizado com os mecanismos de dosagem da emulsão;
- Deve possuir um sistema para regulação do tempo de mistura;
- O sistema de armazenamento e alimentação de ligante deverá possibilitar boas condições de circulação, caudais uniformes e uma dispersão sobre os agregados;
- Caso se incorporem aditivos na mistura, a central deverá possuir um sistema de dosagem adequado e independente.

Quando a opção for o armazenamento prévio da mistura, as pilhas de armazenamento devem ser executadas em locais com condições adequadas para o efeito (fundação e drenagem) e isoladas do terreno natural, quando particularmente em presença de solos finos.

4.2 Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 – Controlo de Qualidade.

As tolerâncias admitidas, em relação à fórmula de trabalho aprovada, são as especificadas no Quadro 15.03.3d.

Quadro 15.03.3d – Tolerância na produção em relação à fórmula da mistura aprovada		
Peneiros (mm)	Unidade	Amostra individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
Dimensão máxima	%	-2
4 ou de malha mais larga	%	± 5
2	%	± 4
0,063	%	± 1



Percentagem de ligante residual	%	$\pm 0,5$
---------------------------------	---	-----------

5 - Espalhamento

Em obras de pequena dimensão ou em áreas pouco acessíveis o espalhamento poderá ser manual, sem prejuízo da consecução da regularidade estipulada para a camada.

6 - Compactação

Na compactação serão utilizados cilindros de rasto liso com peso estático da ordem de 8 a 10 ton..

O processo de compactação pode ser descontínuo e só deve ser iniciado depois de se concluir a rotura da emulsão.

Para a obtenção de uma boa regularidade superficial deverão manter-se bem limpos todos os rolos de compactação e, se tal se revelar necessário, húmidos.

Concluído o processo de compactação com cilindros de rasto liso e antes da abertura ao tráfego quando necessário, deverá proceder-se ao espalhamento uniforme de uma gravilha 2/4 à taxa aproximada de 3 a 4 l/m², com vista a evitar a aderência aos pneus dos veículos. Deve evitar-se a deposição de gravilha em excesso, que poderá prejudicar ou mesmo inviabilizar o processo de cura das misturas. Após espalhamento do agregado de recobrimento, deve actuar um cilindro de pneus.

7 - Abertura ao tráfego e cura

Atendendo à vulnerabilidade da mistura relativamente à passagem do tráfego, nos primeiros dias após a execução da camada, deverá ser imposta a limitação de velocidade de circulação durante pelo menos uma semana. O limite a estabelecer depende da geometria do traçado e das características da própria camada não devendo, porém, ser superior a 50 km/h.

15.03.3.2.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Quadro 15.03.3e - Critérios de aceitação da unidade terminada da camada de base, ligação ou regularização em Mistura betuminosa aberta a frio

Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Espessura da Camada	Média igual à espessura de projecto podendo ter 5 % de resultados individuais < 90 % da espessura de projecto	Média $\geq$ 95 % espessura de projecto	Não aplicável
		$85 \% \leq$ Média < 95 % espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
		Média < 85 % da espessura de projecto	Corrigir a camada
Cota da camada	A cota de projecto	Até -15 mm relativamente à cota de projecto	Não aplicável
		Entre -16 mm e -20 mm (inclusive) relativamente à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Inferior a -21 mm ou superior à cota de projecto	Corrigir a camada

No caso de ser utilizada como camada de regularização não se aplicam os critérios de aceitação relativos à espessura, dado tratar-se de uma camada de espessura variável.

1. Regularidade superficial

Deve, quanto a este parâmetro, ser cumprido o estipulado em 15.03.3.1.3 – 1 e aplicados os respectivos critérios de aceitação/rejeição.

15.03.4 - Tratamentos superficiais

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto

15.03.4.1 - Em microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal

15.3.4.1.1- Preparação da superfície subjacente

A execução da camada em microaglomerado betuminoso a frio ou slurry seal só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com



os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente, o que poderá implicar a reparação prévia de áreas restritas, incluindo o preenchimento de deformações, correspondentes a zonas degradadas do pavimento.

A superfície a tratar deve apresentar-se isenta de material solto, sujidades, detritos e poeiras. A execução da camada deverá ser precedida da remoção de elementos finos eventualmente retidos na superfície com recurso a vassoura mecânica e jacto de ar comprimido.

15.3.4.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo da composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a transposição para central e a metodologia a adoptar no trecho experimental, assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula de trabalho, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

1.1 Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de emulsão a utilizar que deverão estar em conformidade com o especificado nos Quadros 14.03.0-4h ou 14.03.0-4i em função do preconizado em projecto.



1.2 Agregados

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.4a.

A curva granulométrica de referência proposta deve cumprir os requisitos granulométricos definidos no Quadro 14.03.4b.

1.3 Mistura

A percentagem de água de amassadura em relação ao agregado seco;

Caracterização da emulsão betuminosa a utilizar e a percentagem de ligante residual;

Dosagem de aditivos, quando aplicável;

O tempo de cura e o tempo necessário para permitir a abertura ao tráfego;

A taxa de aplicação de cada operação de espalhamento da mistura betuminosa, em quilogramas por metro quadrado (kg/m²);

Em síntese a mistura deverá cumprir o especificado no Quadro 14.03.4c – Requisitos/propriedades da mistura.

2 - Transposição do estudo laboratorial para a central móvel de fabrico da mistura betuminosa

As disposições gerais são especificadas em 15.3.3.1.2 - 2

3 - Execução de trechos experimentais

As disposições gerais são estipuladas em 15.3.3.1.2 - 3

Deverão ser particularmente analisados os seguintes aspectos:

- Comportamento do material no espalhamento;
- Homogeneidade da mistura, espessura e características superficiais;
- Aferição das taxas de aplicação do material;
- Avaliação das condições de rotura da emulsão;



- A percentagem da água de amassadura poderá ser ajustada durante a execução dos trabalhos.

Poder-se-á estudar, sujeito a aprovação pela Fiscalização, uma nova composição da mistura durante o decorrer da obra, caso a variação dos componentes da mistura e/ou as condições ambientais o justifiquem.

4- Fabrico da mistura betuminosa

O fabrico da mistura betuminosa deve ser realizado em central móvel contínua autopropulsora constituída por:

- Tremonha para agregados;
- Tremonha para filer comercial;
- Depósitos diferenciados para água, emulsão betuminosa e aditivo;
- Dispositivos adequados que assegurem uma correcta e sincronizada dosagem e transporte dos componentes, por separado, à misturadora;
- Misturadora, que permita um envolvimento perfeito do agregado e o seu envio para a grade de espalhamento.

A central móvel deverá ainda estar preferencialmente equipada com barra pulverizadora de água, para que sempre que a Fiscalização o entenda, se proceda à humedificação da superfície a revestir, de forma a facilitar o processo de espalhamento.

4.1 - Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 – Controlo de Qualidade.

As tolerâncias admitidas, em relação à fórmula de trabalho aprovada, são as especificadas no Quadro 15.03.4a.

Quadro 15.03.4a- Tolerância na produção em relação à fórmula da mistura aprovada		
Peneiros (mm)	Unidade	Amostra individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
Dimensão máxima	%	-2
4 ou de malha mais larga	%	± 5
2	%	± 4
1	%	± 4
0,500	%	± 4
0,250	%	± 4
0,125	%	± 3
0,063	%	± 2
Percentagem de ligante residual	%	± 0,3

5 – Armazenamento

As disposições gerais são estipuladas em 15.3.3.1.2 – 5

6 - Espalhamento

Não deverá proceder-se à aplicação da mistura a frio com risco de ocorrência de chuva ou a temperatura ambiente, à sombra, inferior a 5°C, condições que deverão implicar a suspensão dos trabalhos.

O espalhamento da mistura betuminosa realizar-se-á de forma contínua, em princípio, com uma grade metálica de forma rectangular e largura variável, dotada de parafusos niveladores que permitem regular a espessura da camada aplicada.

Esta grade deverá conter uns senfins incorporados para assegurar uma homogeneização perfeita da mistura em toda a largura de trabalho. Este conjunto será rebocado pela central móvel sobre a superfície a revestir, sendo o despejo da mistura na grade feita através de um colector de dupla saída situado no centro da mesma, à saída da misturadora, cujo desnível deverá ser regulado de forma a que não produza segregações.

Qualquer mistura betuminosa heterogénea, ou que apresente um envolvimento insuficiente dos agregados pela emulsão deverá ser liminarmente rejeitada.



A velocidade do conjunto deverá ser tal, que permita o espalhamento em toda a largura da taxa prevista no projecto e uma textura uniforme.

Quando preconizado em projecto a aplicação de camadas sucessivas, antes da execução de nova camada a anterior deverá ser submetida à acção do tráfego, durante pelo menos um dia seguido de limpeza e remoção do material solto.

A abertura ao tráfego só poderá efectuar-se após a rotura da emulsão, desde que a mistura apresente a coesão necessária para evitar qualquer deterioração da camada por efeito da acção do tráfego, devendo a circulação processar-se a uma velocidade reduzida não superior a 50 km/h.

7 - Juntas de trabalho

Sempre que o espalhamento da mistura betuminosa se realize por faixas longitudinais, deve ser realizada uma sobreposição de cerca de dez centímetros (10 cm) entre faixas contíguas.

Ao finalizar o espalhamento de cada faixa, dever-se-á executar uma junta transversal de trabalho, de forma que esta fique recta e perpendicular ao eixo da via.

Quando o espalhamento da mistura betuminosa se efectuar em duas camadas, dever-se-á evitar coincidir as sobreposições longitudinais e as juntas transversais de ambas as camadas.

15.3.4.2.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

As taxas de aplicação serão comprovadas pelo quociente entre o peso total dos materiais correspondentes a cada carga, medido por diferença de peso do equipamento de fabrico e espalhamento antes e depois de carregado e a superfície efectivamente revestida medida em obra.

A Fiscalização poderá solicitar a comprovação das taxas médias de aplicação da mistura por outros meios.

A superfície deverá apresentar uma macrotextura homogénea, uniforme e isenta de segregações.

O Quadro 15.03.4b especifica os requisitos/propriedades relativos às características de superfície da unidade terminada: macrotextura e coeficiente de atrito.

Quadro 15.03.4b: Tratamentos superficiais_ Requisitos/Propriedades da superfície									
Requisitos/ Propriedades	Referência normativa	Especificação	Unid.	Tipo de mistura					
				Microaglomerado betuminoso a frio			Slurry Seal		
				Simples	Duplo 1ª aplicação	Duplo 2ª aplicação	Simples	Duplo 1ª aplicação	Duplo 2ª aplicação
				rubrica 14.03.4.1.1.1	rubrica 14.04.4.1.1.2		rubrica 14.03.4.1.2.1	rubrica 14.03.4.1.2.2	
Profundidade da macrotextura	EN 13036-1	Método Volumétrico da Mancha de Areia	mm	≥ 0,7	–	≥ 0,9	≥ 0,7	–	≥ 0,7
Coeficiente de Atrito Pontual	EN 13036-4	Ensaio do Pêndulo Britânico- Pendulum Test Value (Deslizador grande com borracha CEN; Escala C)	PTV	≥ 60					

A avaliação da profundidade da textura deve ser efectuada através da determinação da mancha volumétrica de areia e o coeficiente de atrito será determinado com a realização do ensaio do pêndulo britânico (EN 13036-4), tendo em conta a frequência preconizada no capítulo 14.00.

Os resultados, assim obtidos, servirão apenas para aferição do processo construtivo e características da mistura durante a fase de construção.

Os valores supramencionados servirão de indicadores para a previsão dos resultados dos ensaios a obter no âmbito da Caracterização Final - 1ª fase. Esta avaliação posterior, será efectuada em contínuo, de acordo com os procedimentos (condições de ensaio) especificados no item 15.03.2.7-2 Verificação da camada por lote em toda a extensão da camada de desgaste após conclusão da obra - Caracterização Final do Pavimento - 1ª Fase, designadamente em 2.2 Macrotextura e 2.3 Coeficiente de atrito. Esta determinação será a única com função de aceitação/rejeição sendo os critérios estabelecidos no mesmo item.



No sentido de uma maior fiabilidade de resultados a determinação da macrotextura e coeficiente de atrito deverá ser efectuada no mínimo, respectivamente 15 e 60 dias após a execução.

A calendarização de outros prazos para a realização dos ensaios ficará ao critério da fiscalização, em função da especificidade da obra. Se entendido necessário, por questões de segurança, estes poderão ser realizados antes da abertura ao tráfego.

15.03.4.2 - Revestimentos superficiais betuminosos

Este item refere-se à execução de revestimentos superficiais betuminosos, cujas características satisfazem o estipulado nos Quadros 14.03.4a, 14.03.4c, 14.03.4d, 14.03.4e, 14.03.4f.

O tipo de revestimento a utilizar é função das características e do estado de conservação da superfície do pavimento ou da plataforma de apoio e do âmbito da intervenção/reabilitação a executar:

Revestimento superficial simples – Preconiza-se a sua utilização para tratamentos de reabilitação funcional dos pavimentos designadamente melhoria das condições de aderência (resistência ao deslizamento). Adequado a volumes de tráfego baixos, sem esforços tangenciais significativos. A plataforma de apoio deverá ser constituída por materiais betuminosos, ser regular, homogénea e não muito porosa.

Revestimento superficial simples com duas aplicações de agregado – Preconiza-se a sua utilização em superfícies com alguma heterogeneidade, sendo particularmente recomendável para situações de exsudação de ligante de difícil eliminação.

Revestimento superficial duplo - Preconiza-se a sua utilização para superfícies constituídas por materiais tratadas com ligantes betuminosos ou hidráulicos apresentando razoáveis condições de conservação.

15.03.4.2.1 - Revestimento superficial simples



As operações de execução do revestimento superficial simples, consistem na execução de uma rega com ligante seguida da aplicação de uma camada de agregado. As taxas de aplicação dos agregados e ligante são as especificadas no Quadro 14.03.4d.

15.3.4.2.1.1- Preparação da superfície subjacente

As disposições gerais são estipuladas em 15.3.4.1.1.

15.3.4.2.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo da composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, um estudo laboratorial de caracterização dos materiais com um prazo mínimo de 30 dias.

O estudo deverá integrar a metodologia a seguir no trecho experimental assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

1.1 Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de emulsão a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado nos quadros 14.03.0-4h ou 14.03.0-4i em função do preconizado em projecto.

1.2 Agregado

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no quadro 14.03.4a.

As dimensões das fracções granulométricas de referência são as especificadas no Quadro 14.03.4c.



1.3 Mistura

Taxas de aplicação do ligante betuminoso (respectivo valor de betume residual (kg/m^2)) e fracção de agregado (l/m^2) em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.4d.

2 – Trecho experimental

No trecho experimental deverá proceder-se à aferição das taxas de aplicação de agregados e de ligante, que serão função da especificidade da obra e das condições de utilização, designadamente:

- Importância da via/solicitação de tráfego estimada;
- Características e condições climáticas da região;
- Condições da superfície subjacente, designadamente no que se refere à sua regularidade, capacidade de suporte e permeabilidade.

Deverá igualmente proceder-se à avaliação da adequabilidade do equipamento e metodologia de execução.

A execução do trecho experimental será de acordo com as condições/disposições gerais estipuladas em 15.3.4.1.1 - 2

3 – Armazenamento

As condições/disposições gerais são estipuladas em 15.3.3.1.2 – 5.

O volume mínimo de armazenamento do(s) ligante(s) betuminoso(s) a utilizar deverá ser o correspondente a um dia de produção.

Deverão efectuar-se os correspondentes controlos de procedência e recepção de materiais, assim como os de execução do revestimento superficial.

4 - Espalhamento

4.1 - Equipamento



4.1.1 - Equipamento de espalhamento do ligante betuminoso

O espalhamento do ligante betuminoso efectuar-se-á utilizando uma cisterna de rega auto-propulsionável que deverá ser capaz de aplicar a dosagem de ligante prevista, à temperatura adequada e com uniformidade de espalhamento transversal e longitudinal.

A cisterna de rega deverá estar equipada, pelo menos, com os seguintes elementos:

- Barra de espalhamento com pulverizadores, sendo a largura mínima de quatro metros (4 m). Os pulverizadores deverão estar equidistantes entre si, devendo a separação entre eles estar compreendida entre oito e vinte centímetros (8-20 cm). Preferencialmente a abertura e fecho dos pulverizadores deverá ser automática e simultânea, permitindo também alterar a largura da rampa de espalhamento sem necessidade de paragem;
- A cisterna deverá dispor de dispositivos que permitam a recirculação do ligante betuminoso;
- A cisterna deverá estar isolada termicamente e dotada de um dispositivo de aquecimento do ligante, assim como de um termómetro de controlo da temperatura do mesmo, cuja sonda não poderá estar situada próximo do elemento de aquecimento;
- A bomba de impulsão do ligante deverá estar equipada com um filtro, uma válvula de segurança e um indicador de pressão;
- O camião deverá estar equipado com um velocímetro mecânico ou electrónico de precisão, directamente visível pelo condutor, que permita controlar a velocidade do camião com um intervalo de zero a quinhentos metros por minuto (0 - 500 m/min).

Preferencialmente todos os mecanismos deverão ser automáticos. São recomendáveis cisternas dotadas de um sistema automático de ajuste do caudal, de largura de aplicação e velocidade de circulação do camião.

Em condições de difícil acessibilidade a este equipamento ou para correcção de pequenas deficiências poder-se-á utilizar um equipamento ligeiro, dotado de lança de mão.



4.1.2 - Equipamento de espalhamento dos agregados

Dever-se-ão utilizar auto-gravilhadores mecânicos ou acoplados ao camião, que assegurem uma adequada e homogénea distribuição do agregado, transversal e longitudinalmente. Em locais particulares ou inacessíveis a este tipo de equipamento será permitido espalhar o agregado manualmente.

4.2 - Particularidades do processo espalhamento

4.2.1 - Aplicação do ligante betuminoso

Antes de começar a aplicação, dever-se-á verificar o correcto funcionamento de todos os pulverizadores da cisterna, a adequação do ângulo de inclinação e altura.

O espalhamento far-se-á com a dosagem prevista no projecto de maneira uniforme, não devendo variar longitudinalmente mais do que 15%, e na largura efectiva mais do que 10%, e evitando a duplicação da dosagem nas juntas transversais.

A área do trecho regado, deverá corresponder no máximo à superfície que o(s) gravilhador(es) seja capaz de cobrir com uma só carga.

Deverão proteger-se, os elementos construtivos ou acessórios que possam estar sujeitos à rega.

4.2.2 - Espalhamento do agregado

O espalhamento do agregado deverá ser realizado de maneira uniforme, de forma a obter uma superfície regular, sem falhas e sobreposições, nas dosagens preconizadas no projecto. Dever-se-á evitar o contacto das rodas do camião de espalhamento com o ligante não coberto.

Quando o revestimento se realizar por faixas, o agregado espalhar-se-á de forma a não cobrir uma faixa de aproximadamente vinte centímetros (20 cm), sendo esta recoberta na execução da faixa contígua permitindo a sobreposição ao aplicar o ligante na faixa contígua.



Quando a largura de espalhamento do ligante betuminoso for superior ao máximo do gravilhador, dever-se-ão utilizar-se dois gravilhadores em paralelo, com um desfasamento máximo de vinte metros (20 m) entre eles.

4.2.3 Condicionantes gerais do espalhamento

Imediatamente após o espalhamento do agregado, deve proceder-se a uma rápida inspecção, para detectar eventuais falhas ou possíveis excessos de agregado que deverá ser respectivamente repostado ou eliminado.

O revestimento superficial poderá realizar-se quando a temperatura ambiente for superior a 5°C e não exista o risco de ocorrência de precipitação, devendo ser imediatamente interrompido sempre que tal ocorra.

O espalhamento do agregado deve ter início logo após a aplicação do ligante betuminoso e ser executado de forma sincronizada evitando grandes distanciamentos.

5 - Compactação

5.1 - Equipamento

Na compactação do revestimento superficial, dever-se-ão utilizar preferencialmente compactadores de pneus, equipados com dispositivos de limpeza e inversores de sentido de marcha de acção suave.

Poder-se-ão utilizar compactadores de rasto liso, unicamente como compactadores auxiliares para a primeira operação de espalhamento de agregado e com prévia autorização da Fiscalização, devendo ser suficientemente ligeiros para garantir que não se produza o esmagamento do agregado. Deverão igualmente dispor de dispositivos de limpeza dos rolos.

Em lugares de difícil acessibilidade aos compactadores normais, poder-se-ão utilizar outros meios mecânicos aprovados pela Fiscalização, procurando-se atingir resultados similares.

O número de compactadores deverá ser o suficiente para efectuar o cilindramento de forma contínua, sem interrupções nem atrasos.



5.2 - Particularidades do processo de compactação

Imediatamente após o espalhamento da camada de agregado, dever-se-á proceder à compactação do revestimento. Far-se-á no sentido longitudinal, progredindo até ao centro e sobrepondo cada passagem com a anterior até obter uma superfície lisa e estável, devendo no entanto, cessar logo que se note algum esmagamento do agregado. Em princípio dever-se-á adoptar um mínimo de três (3) passagens do compactador.

A velocidade não deverá ser superior a seis a oito quilómetros por hora (6 - 8 km/h) nas primeiras passagens (2 a 3), podendo aumentar até quinze a vinte quilómetros por hora (15-20 km/h) nas restantes. No caso dos cilindros de rasto liso o peso não deverá ser superior a oito toneladas (8 ton.) e a velocidade não deverá ser superior a quatro quilómetros por hora (4 km/h).

A compactação deverá terminar antes de decorridos trinta minutos após o espalhamento do agregado.

6 - Juntas de trabalho

Na execução das juntas de ligação do espalhamento, não deverão verificar-se faltas ou sobreposição de materiais que alterem a dosagem prevista.

Para tal nas juntas transversais de trabalho, colocar-se-ão tiras de papel ou outro material por baixo dos pulverizadores nas zonas onde se inicie ou interrompa o revestimento.

Sempre que o revestimento se realize por faixas, procurar-se-á uma sobreposição do ligante na união das duas faixas contíguas conforme descrito em 4.2.2.

7 - Eliminação do agregado solto e abertura ao tráfego

A abertura ao tráfego só será permitida vinte e quatro horas (24h) após conclusão dos trabalhos de compactação. Não sendo possível a interdição de tráfego, dever-se-á limitar a velocidade de circulação a quarenta quilómetros por hora (40 km/h), devidamente sinalizado com perigo de projecção de gravilhas.

Após o referido prazo, que poderá ser alargado caso a Fiscalização entenda como necessário para um melhor encastramento das gravilhas e para que o ligante adquira a coesão necessária de forma a permitir a circulação normal, deverá eliminar-se com vassoura mecânica o agregado em excesso na superfície para evitar a sua projecção. As



vassouras devem ser munidas de um sistema de aspiração quando a realização dos trabalhos se desenvolver em zonas urbanas

Terminada esta operação abrir-se-á o trecho à circulação normal ainda que mantendo a sinalização de perigo por projecção de gravilhas.

Após quinze (15) dias da abertura à circulação normal, e salvo indicação em contrário da Fiscalização, deverá efectuar-se uma limpeza definitiva com vassoura mecânica e retirar-se-á a sinalização da obra.

Nota: Dever-se-á evitar que a abertura ao tráfego de alguns trechos, implique a paragem dos veículos sobre o revestimento executado nesse mesmo dia.

Não deverá ser permitida a abertura ao tráfego da primeira camada de revestimento, o que impõe a necessidade de se realizar diariamente as duas fases daquele tratamento, exceptuando-se apenas a faixa com cerca de um metro (1m), correspondente ao desfasamento da junta transversal.

15.03.4.2.2 - Revestimentos superficiais simples de duas aplicações de agregado

O revestimento superficial simples com duas camadas de agregado, consiste na aplicação de uma primeira camada de agregado seguida de rega com o ligante, sobre o qual é aplicada uma segunda camada de agregado. As taxas de aplicação dos agregados e ligante são as especificadas no Quadro 14.03.4e. A execução do revestimento superficial simples com duas aplicações de agregado, deve estar de acordo com o disposto no item 15.03.4.2.1, para o revestimento superficial simples, com os seguintes ajustamentos:

Após o espalhamento da primeira camada de agregado, deverá proceder-se ao seu cilindramento. O número de passagens do compactador em cada ponto deve em principio restringir-se a três.

15.03.4.2.3 - Revestimentos superficiais duplos

O revestimento superficial duplo consiste na execução de duas aplicações sucessivas de ligante e agregado. As taxas de aplicação dos agregados e ligante são as especificadas no Quadro 14.03.4f. A execução do revestimento superficial duplo, deve estar de acordo com o disposto no item 15.03.4.2.1, para o revestimento superficial simples, com os seguintes ajustamentos:



As operações de espalhamento das duas camadas de agregado, serão efectuadas de forma idêntica nas taxas especificadas.

A segunda operação de espalhamento do ligante betuminoso, será executada à temperatura e taxa prevista, da mesma forma que a primeira, imediatamente após o espalhamento e cilindramento da primeira camada de agregado.

O cilindramento da primeira camada de agregado, deve efectuar-se imediatamente após o seu espalhamento. O número de passagens do compactador em cada ponto deve em princípio restringir-se a três.

Num revestimento superficial duplo, as juntas de trabalho transversais relativas a cada fase não devem ser coincidentes.

Nas juntas longitudinais em que se verifica a sobreposição, não deverão coincidir a primeira com a segunda operação de espalhamento.

15.3.4.2.3 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Para os revestimentos superficiais não são definidos critérios de aceitação/rejeição para as unidades terminadas, em termos de macrotextura e coeficiente de atrito, atendendo a que são soluções na generalidade preconizadas para vias com solicitações de tráfego reduzidas e baixas velocidades. A aceitação das unidades terminadas ficará no entanto dependente dos resultados do controlo de qualidade realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos no Capítulo 14.00.

As taxas de ligante betuminoso e agregado serão comprovadas através de pesagem de bandejas ou chapas metálicas, colocadas sobre a superfície do pavimento, durante o espalhamento do agregado ou do ligante, em pelo menos cinco pontos distintos por lote, sempre que a Fiscalização entenda necessário. A Fiscalização poderá exigir a comprovação das taxas aplicadas por outros meios.

Os revestimentos superficiais devem apresentar aspecto e textura uniformes e estar isentos de defeitos localizados tais como exsudações de ligante, desprendimento de agregado ou desagregação do material.



15.03.5 - Camadas de misturas tratadas com ligantes hidráulicos

Este item contempla os métodos construtivos para a execução de camadas em solos tratados com ligantes hidráulicos com características de sub-base e camadas de agregados britados de granulometria extensa tratados com ligantes hidráulicos com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas, cujas características estão definidas em 14.03.5.

15.03.5.1 - Camadas de solos tratados

Este item abrange a execução de camadas com características de sub-base em solo tratado com ligantes hidráulicos (solo-cimento e solo-cal fabricados em central e “in situ”) As disposições gerais discriminadas de seguida relativas ao fabrico, transporte e espalhamento dizem respeito ao fabrico em central. No caso de misturas tratadas “in situ” as disposições construtivas estão especificadas em 15.01.2.

15.03.5.1.1 - Preparação da superfície subjacente

A camada sobre a qual será espalhada a mistura deve ter sido previamente aprovada pela fiscalização de acordo com os critérios especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Será previamente humidificada, não sendo todavia permitido o aparecimento de água livre.

15.03.5.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1- Estudo de composição ou estudo laboratorial

A execução da mistura não deverá ser iniciada antes de ter sido estudada a correspondente composição, a qual terá de ser apresentada com 60 dias de antecedência em relação à data de execução do trecho experimental, para fins de aprovação da Fiscalização.



Juntamente com a apresentação do estudo deve ser entregue toda documentação relativa aos materiais (fichas de produto, marcação CE, etc.) e relativa aos equipamentos a utilizar no fabrico da mistura.

O estudo indicará:

- As características e proveniência do solo;
- As características do ligante;
- A percentagem de ligante;
- O teor de água do solo no momento da mistura e da mistura no momento da compactação;
- O valor mínimo da densidade a obter;
- A percentagem de eventuais adições e aditivos;
- O valor de CBR imediato;
- Resistência à compressão.

No decorrer dos trabalhos, a Fiscalização poderá corrigir a composição de trabalho, com o objectivo de melhorar a qualidade do tratamento. Deverá ser justificada devidamente, mediante um novo estudo e ensaios oportunos.

A aceitação do estudo exigirá a aprovação do local de proveniência do solo (de escavação na linha ou de empréstimo) e a confirmação da existência dos volumes disponíveis pela Fiscalização.

2 - Transposição do estudo laboratorial para a central de produção

Após a aprovação do estudo este será transposto para a central com vista ao início do fabrico do solo tratado com ligante hidráulico.

A aplicação em obra da mistura tratada com ligantes hidráulicos 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, cabendo ao adjudicatário a apresentação dos ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem conhecimento da Fiscalização.



3 - Execução de trechos experimentais

Após ter sido adoptada a composição para a mistura, proceder-se-á à realização de um trecho experimental, localizado de acordo com a Fiscalização e que terá um comprimento mínimo de 150 m, no qual será aprovado o equipamento de compactação e se determinará o plano de trabalho.

Serão retiradas amostras de solo tratado, que serão ensaiadas para se determinar se estarão de acordo com as condições especificadas quanto ao grau de desagregação do solo, humidade, espessura da camada, densidade, percentagem de ligante e demais requisitos exigidos.

Se os resultados não forem satisfatórios deverão iniciar-se imediatamente as necessárias correcções e, se for necessário, modificar-se-á a composição de trabalho, repetindo-se as secções de ensaio uma vez efectuadas as correcções.

4 - Fabrico

O fabrico da mistura será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, em regularidade e qualidade. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização juntamente com o estudo de composição.

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.

Só será permitido o início do fabrico após confirmação, pela Fiscalização, dos volumes e características das zonas de empréstimo.

O solo a ser estabilizado deverá ser desagregado previamente, até se conseguir uma eficácia mínima de 100%, referida ao peneiro de 25 mm (1") ASTM e de 80%, referida ao peneiro nº 4 (4,75 mm) ASTM. Por eficácia de desagregação entende-se a relação entre retido e o passado no peneiro a que se refere antes e depois da desagregação.

A humidade do solo desagregado, imediatamente antes da sua mistura com o ligante, deverá ser tal, que permita uma mistura uniforme e íntima de ambos com o equipamento



utilizado, e não deverá estar abaixo da fixada na composição de trabalho; se necessário, poder-se-á humedecer previamente o solo, para facilitar a dita mistura.

Não se poderá distribuir o ligante quando houver concentrações de humidade.

Os solos coesivos secos deverão ser humedecidos no dia anterior à execução da mistura, para que todos os grumos fiquem interiormente molhados.

O fabrico da mistura será feito em central apropriada, de tal modo que permita a obtenção da composição pré-fixada no estudo laboratorial. Esta central deverá ser provida de tremonhas doseadoras, que permitam dosear, em separado, o solo desagregado com a humidade adequada, o ligante e a água.

Uma vez misturados o ligante e a água, de modo que a mistura seja homogénea e sem grumos, deverá ser adicionada a água necessária para se atingir a humidade fixada na composição pré-fixada no estudo laboratorial. O adjudicatário deverá ter em conta a precipitação e a evaporação da água que poderá ocorrer durante a execução dos trabalhos.

A mistura deverá continuar até se obter material homogéneo.

A central de fabrico deve ser capaz de fornecer um rápido abastecimento, para que a progressão dos trabalhos seja ininterrupta, com a consequente minimização das juntas de construção.

Os aditivos serão dissolvidos na água de amassadura.

A duração do tempo de mistura, dependente do tipo de misturadora, será fixada pela Fiscalização, mediante ensaio prévio.

Admitir-se-á uma tolerância na dosagem do ligante, em relação à fixada na composição de trabalho, de $\pm 0,3\%$ do peso seco do solo.

Os tratamentos com ligante hidráulico só deverão em princípio ser efectuadas quando a temperatura ambiente, à sombra, for superior a 5 °C e não exista receio de geadas. No entanto, se a temperatura ambiente tender a aumentar, poderá fixar-se aquela temperatura limite em 2°C.



5 - Transporte

O processo de transporte deve ser tal que minimize a exposição às condições atmosféricas, devendo aquele ter a menor duração possível.

O tempo decorrido desde o início da mistura até ao início da compactação não deverá ser superior a 1 hora, caso não se utilize retardador de presa. Caso a temperatura ambiente seja superior a 30 °C, este período de tempo é reduzido para metade.

6 - Espalhamento

A camada em solo tratado só poderá ser executada enquanto a temperatura ambiente, à sombra, for superior a 5 °C e não se preveja formação de gelo.

O espalhamento e a regularização da camada serão simultâneos e de tal forma que a sua espessura, depois da compactação, seja a prevista no projecto.

Caso haja risco de ocorrência de chuvadas durante o período dos trabalhos, estes deverão ser imediatamente suspensos e deverá ser aplicado o tratamento de cura preconizado.

7 - Compactação

No início da compactação, a humidade do solo tratado não deverá diferir da fixada na composição de trabalho em mais de 2% do peso da mistura. Se, apesar da humidade estar de acordo com o especificado, durante as operações ocorrerem fenómenos de instabilidade, deverá reduzir-se a humidade e/ou promover o arejamento, até que deixem de produzir-se tais fenómenos.

No caso de ser necessário juntar água, esta operação deverá ser efectuada de forma a que a humidificação dos materiais seja uniforme.

No momento de se iniciar a compactação, a mistura deverá estar solta em toda a sua espessura.

O sistema de compactação deverá ser constituído, pelo menos, por um cilindro vibrador com peso não inferior a 9 t e por um cilindro de pneus cuja carga por roda seja superior a 2 t e com uma pressão de enchimento à volta de 5 kg/cm².

O número de passagens do cilindro vibrador será em princípio de 4, só sendo aumentado se a experiência demonstrar que não tem efeitos contraproducentes. Para



alguns tipos de solos, nomeadamente os de litologia granítica, deverá evitar-se que a primeira passagem do cilindro seja estática (como é habitual), tendo em vista evitar que uma precoce densificação das partículas mais superficiais determine o surgimento de fissuração generalizada, não eliminável pelas posteriores passagens do cilindro de pneus.

O número de passagens do cilindro de pneus será determinado de tal forma que a baridade seca, referida ao ensaio Proctor Modificado, seja superior a 97%.

Durante toda a operação de compactação, deverá ser mantido um processo manual de regularização e acabamento de tal forma que a superfície fique lisa, uniforme, isenta de fendas e ondulações, de modo a obter-se a rasante e as secções definidas no projecto, com as tolerâncias estabelecidas neste Caderno de Encargos.

Não poderá ser superior a 3 horas o tempo decorrido entre a mistura do cimento com o solo e o fim da compactação.

A espessura mínima da camada deverá ser de 0,20 m, após boa compactação. No caso de se obterem cotas inferiores às fixadas não será permitida a construção de camadas delgadas a fim de se obter a geometria superficial projectada. Para espessuras inferiores às previstas a Fiscalização poderá determinar a demolição da camada e sua posterior reconstrução sempre que não sejam verificados os critérios de aceitação definidos.

Uma vez finalizada a compactação da camada, não será permitido o seu acréscimo. No entanto e sempre dentro do prazo máximo de execução estabelecido, poderá haver corte com a motoniveladora até se conseguir a rasante e as secções definidas no projecto, com as tolerâncias estabelecidas no Caderno de Encargos. A seguir deverá proceder-se à eliminação de todo o material solto por meio de varredores mecânicos, ou outros meios adequados, e será recompactada a área corrigida.

Concluídas as operações de compactação e acabamento, as quais deverão ser tão rapidamente executadas quanto possível, não será permitido qualquer tráfego de obra sobre a camada em solo tratado até que seja considerado terminado o processo de cura, exceptuando naturalmente o equipamento necessário à aplicação do tratamento para a referida cura.



8 - Cura da mistura e tratamento superficial

A mistura deverá ser mantida húmida, pelo menos durante um período de 7 dias após ter sido concluída. Para tal e antes de terem decorrido 24 h do final das operações de acabamento e enquanto a superfície está húmida, deverá ser aplicado um tratamento betuminoso de cura.

O elemento betuminoso será uma emulsão do tipo referido em 14.03.5 espalhada a uma taxa de betume residual da ordem de 1,0 kg/m², operação essa que deverá ser imediatamente complementada pelo espalhamento dum areão de partículas duras, ou de gravilha 6/10 mm (especificação idêntica à das gravilhas para revestimentos betuminosos superficiais), numa quantidade tal que recubra perfeitamente toda a superfície regada. Este tratamento, para além de constituir um processo de cura, é muito importante, na medida em que possibilitará boas condições de ligação à camada suprajacente, suposta betuminada (por incremento do atrito na interface), aspecto que se pode considerar estruturalmente relevante. Quando o solo tratado se integre numa estrutura de tipo "inverso", deixa de ser importante a consecução de uma perfeita aderência do material de recobrimento da rega betuminosa, o qual passa a ser necessário unicamente por razões de ordem prática.

A circulação dos veículos, mesmo ligeiros, será interdita pelo menos durante 7 dias, após a aplicação dos solos estabilizados com cimento e a aplicação do sequente tratamento de cura. Só será autorizada a circulação após confirmação dos resultados referentes ao ensaio de compressão diametral aos 7 dias, indicados no Quadro 15.03.5^a

9 - Execução de juntas

As juntas de trabalho devem ser cortadas verticalmente.

As juntas transversais devem ser executadas sempre que o processo construtivo seja interrompido por mais de 3 horas e as longitudinais, quando tal suceda por mais de 1 hora.

As juntas deverão ser limpas e humidificadas antes da ligação com o novo trecho e, se necessário, cortadas novamente.

15.03.5.1.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição

Os critérios de aceitação/rejeição para a camada de sub-base em solos tratados com ligantes hidráulicos são os constantes no Quadro 15.03.5a.

Quadro 15.03.5a – Critérios de aceitação/rejeição para solos tratados com ligantes hidráulicos			
Especificações		Critérios de aceitação/rejeição	Ação correctiva
Resistência à Compressão Diametral	Média resultados $\geq 0,2\text{MPa}$ aos 7 dias e $\geq 0,3\text{MPa}$ aos 28 dias ou valor de projecto	Mais de 90% de resultados individuais cumprem os requisitos	NA
		Mais de 10% de resultados não cumprem os requisitos	Demolir e refazer camada
Compactação relativa	Média resultados $\geq 97\%$	Mais de 90 % de resultados individuais $> 97\%$	NA
		Mais de 10 % de resultados individuais $< 97\%$	Demolir e refazer a camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média $\geq$ espessura de projecto	Até 5 % de resultados $< 90\%$ da espessura de projecto	NA
		Média $< 85\%$ da espessura de projecto	Demolir e refazer camada
		Média $\geq 85\%$ espessura de projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada $\leq$ a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm inferior à cota de projecto e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte
		Cota da camada é superior à cota de projecto.	Corrigir a camada ^(a)

(a) As zonas que não cumpram as tolerâncias indicadas ou que retenham água sobre a superfície, deverão ser corrigidas sendo permitido o corte, escarificação e recompactação se estiver dentro do prazo máximo fixado para a aplicação em obra. Se houver passado o dito prazo, deverá ser reconstruída totalmente a zona afectada, de acordo com as indicações da Fiscalização.

15.03.5.2 – Camadas de agregados britados de granulometria extensa tratados com ligantes hidráulicos



Este item abrange a execução de camadas com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em agregado britado de granulometria extensa tratado com ligantes hidráulicos.

15.03.5.2.1- Preparação da superfície subjacente

A camada sobre a qual será espalhada a mistura deve ter sido previamente aprovada pela fiscalização de acordo com os critérios especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas e deve estar livre de materiais soltos.

Será previamente humidificada, não sendo todavia permitido o aparecimento de água livre.

15.03.5.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo de composição ou estudo laboratorial

A execução da mistura não deverá ser iniciada antes de ter sido estudada a correspondente composição, a qual terá de ser apresentada com 60 dias de antecedência em relação à data de execução do trecho experimental, para fins de aprovação da Fiscalização.

Juntamente com a apresentação do estudo deve ser entregue toda a documentação relativa aos materiais (fichas de produto, marcação CE, etc.) e relativa aos equipamentos a utilizar no fabrico da mistura.

O estudo indicará:

- As características e proveniência dos agregados;
- A curva granulométrica de referência;
- As características do ligante;
- A percentagem de ligante;
- O teor em água óptimo;
- A baridade seca de referência;



- A percentagem de eventuais adições e aditivos;
- Resistência à compressão.

A mistura de agregados, não incluindo o ligante, deverá ter uma granulometria que se situe dentro do fuso indicado em 14.03.5 e apresentar um andamento regular dentro deste. A curva granulométrica estabelecida servirá de referência às misturas a fabricar durante a realização dos trabalhos.

Refira-se que a escolha de um material com curva granulométrica próxima do limite inferior do fuso é preferível do ponto de vista do comportamento mecânico da mistura. No entanto um material da zona inferior do fuso é de mais difícil compactação. A escolha depende, pois dos materiais disponíveis e do equipamento a utilizar na compactação em obra.

O teor em água óptimo para aplicação do material em obra será o teor óptimo (W_{opt}) obtido em ensaio de compactação Proctor, de acordo com a EN 13286-2.

A amostra utilizada para a realização do ensaio deve ter uma granulometria que não exceda os valores declarados pelo fornecedor em $\pm 5 \%$, considerando cada um dos peneiros. O conteúdo de finos da amostra utilizada no ensaio deve ser determinado.

Deve ser considerada uma correcção ao valor da baridade seca, tendo em conta as partículas retidas no peneiro de 31,5 mm, de acordo com as indicações dadas na EN 13286-2, Anexo C.

O relatório de ensaio elaborado de acordo com a EN 13286-2, incluindo a informação opcional, deve ser anexado ao estudo de caracterização laboratorial a apresentar.

A adição de retardador de presa poderá ser adoptada caso seja necessário aumentar o período de trabalhabilidade. Caso não seja utilizado retardador de presa, não deverá ser superior a duas horas o tempo decorrido desde o fabrico até ao final da compactação da mistura. Caso a temperatura ambiente seja superior a 30°C este período de trabalhabilidade é reduzido para metade.

O período de trabalhabilidade será o espaço de tempo decorrido entre a amassadura e a compactação da mistura que origina uma perda de 10% da resistência relativamente à situação da compactação imediatamente após a amassadura e em princípio não deve exceder as 3 horas.



A dosagem de retardador de presa deverá ser estabelecida tendo em atenção o período de trabalhabilidade necessário. A sua utilização só poderá ser feita após apresentação à Fiscalização dos efeitos por ele produzidos, nomeadamente na trabalhabilidade, na consistência e na resistência da mistura.

2 - Transposição do estudo laboratorial para a central de produção

Após a aprovação do estudo este será transposto para a central com vista ao início do fabrico do material granular britado tratado com ligante hidráulico.

A aplicação em obra da mistura tratada com ligantes hidráulicos 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, cabendo ao adjudicatário a apresentação dos ensaios comprovativos da precisão como a transposição foi realizada.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem conhecimento da Fiscalização.

Deverão ser realizados ensaios prévios em obra, 60 dias antes da aplicação do material em obra. Estes ensaios têm por objectivo comprovar que com o equipamento de fabrico se obtém uma mistura com as características exigidas.

Para a composição, determinada a partir do estudo laboratorial, serão executadas 6 amassaduras diferentes. De cada uma serão moldados e conservados 9 provetes (total de 54 provetes) de acordo com a Norma Europeia EN 13286-50.

De cada amassadura são ensaiados três provetes aos 7 dias, outros três aos 14 dias, e os restantes três aos 28 dias, à compressão acordo com a Norma Europeia EN 13286-41. A composição é aceite se o valor médio da resistência à compressão aos 28 dias for superior ou igual ao valor previsto no projecto.

Caso as resistências aos 7 e 14 dias sejam iguais ou superiores às obtidas no estudo laboratorial, poderá a Fiscalização decidir proceder à realização de um trecho experimental tendo a mistura a composição ensaiada. Tal não obsta, caso a resistência aos 28 dias não cumpra o definido, que esta seja rejeitada e que se proceda a ajustes na composição e/ou fabrico, com a consequente moldagem de novos provetes. Este ajuste poderá ser iniciado caso as resistências aos 7 e 14 dias não sejam as exigidas.

3 - Execução de trechos experimentais

Após ter sido adoptada uma composição para a mistura por meio dos ensaios prévios em obra, atrás descritos, proceder-se-á à realização de um trecho experimental com o mesmo tipo de plataforma de apoio, de equipamento, de ritmo de trabalhos e de métodos construtivos que se irão utilizar durante a execução da obra. O trecho experimental deve ser executado pelo menos 30 dias antes do início da aplicação.

O trecho experimental terá uma extensão mínima de 150 m e a sua localização deverá ser submetida à aprovação da Fiscalização.

Durante a realização do trecho experimental será verificado:

- Se os meios de transporte e colocação em obra permitem uma boa homogeneidade da camada;
- Se os meios de compactação permitem obter uma adequada compacidade da mistura;
- Se a espessura da camada e a sua regularidade superficial estão dentro dos limites especificados;
- Se o processo de protecção superficial da camada é o adequado;
- Se as juntas construtivas são realizadas correctamente.

Serão realizados os seguintes ensaios com a frequência mínima indicada:

- Medição da regularidade superficial com régua de 3 metros ao longo de um ou vários alinhamentos paralelos ao eixo longitudinal do trecho executado. A distância mínima entre ensaios consecutivos não será superior a 25 m;
- Medição da baridade húmida e do teor em água de colocação, após compactação da mistura, por aparelho nuclear e/ou por garrafa de areia. Os ensaios com garrafa de areia deverão ser executados em locais onde tenha sido realizado um ensaio com aparelho nuclear. O aparelho nuclear será o utilizado posteriormente no controlo dos trabalhos e as medições da baridade húmida deverão ser realizadas por transmissão directa desde a máxima profundidade permitida pelo equipamento e pela espessura da camada;



- Medição da espessura da camada pela recolha de amostras por carotagem. Em cada lote deverão ser recolhidas, pelo menos, 5 amostras, nos locais onde foi medida a baridade por aparelho nuclear e onde foi executado um ensaio com garrafa de areia. Para além da medição da espessura, deve ser medida a baridade seca e a resistência à compressão, das amostras recolhidas do pavimento, para complementar as medições antes efectuadas;
- Medição da resistência à compressão de provetes moldados em laboratório de acordo com a EN 13286-50. Serão moldados, para cada secção, pelo menos 9 provetes, dos quais três serão ensaiados aos 7 dias, três aos 14 dias e os demais aos 28 dias, de acordo com a EN 13286-41.

Os resultados obtidos no trecho experimental serão apresentados à Fiscalização para aprovação, podendo esta mandar repetir a realização do trecho experimental e introduzir correcções à composição da mistura e/ou aos processos construtivos se os resultados não forem os especificados.

4 - Fabrico

O fabrico da mistura será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, em regularidade e qualidade. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização juntamente com o estudo de composição.

Antes do início do processo de fabrico de todas as misturas com ligantes hidráulicos é obrigatório o armazenamento em estaleiro do agregado necessário à produção de 15 dias de trabalho.

O agregado deverá ser arrumado em estaleiro, espalhado 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.

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



A aplicação da mistura em obra só poderá ser feita quando a temperatura ambiente, à sombra, for superior a 5 °C, e não se preveja a formação de gelo. Chama-se, ainda, a atenção para as limitações do período de trabalhabilidade quando a temperatura ambiente, à sombra, é superior a 30 °C.

Caso haja risco de ocorrência de chuvadas durante o período de realização dos trabalhos, estes deverão ser imediatamente suspensos, e deverá ser aplicada a rega de cura.

4.1 - Tolerâncias de fabrico

As tolerâncias granulométricas admitidas em relação à fórmula de trabalho aprovada são as mesmas que para o material granular com características de base identificadas no Quadro 15.03.5b.

Quadro 15.03.5b- Tolerâncias para a granulometria dos lotes individuais para a mistura 0/31,5			
Peneiros		Unidade	Amostras individuais Tolerância sobre a fórmula da mistura
40	1,4 D	%	-2
31,5	D	%	±3
16	A	%	± 8
8	B	%	± 8
4	C	%	± 8
2	E	%	±7
1	F	%	± 5
0,5	G	%	± 5
0,063		%	± 1
Percentagem em cimento		%	± 0,3
D - Abertura do peneiro superior que pode reter material, em milímetros			
A, B, C, E, F G - Peneiros para a granulometria, de acordo com EN 13285, secção 4.4.1			

5 - Transporte



Os processos de enchimento dos camiões de transporte devem ser tais que minimizem a segregação e a exposição às condições atmosféricas, devendo o transporte ter a menor duração possível.

O tempo decorrido desde o início da mistura até ao início da compactação não deverá ser superior a 1 hora, caso não se utilize retardador de presa. Caso a temperatura ambiente seja superior a 30°C, este período de tempo é reduzido para metade.

6 - Espalhamento

A mistura será espalhada numa largura mínima de 4,5 m por meio de máquina pavimentadora (não é permitido espalhamento com motoniveladora). Admite-se, no entanto, na regularização no enchimento de bermas com largura inferior à da máquina pavimentadora, a utilização de motoniveladora. Caso a largura de espalhamento seja inferior à largura a pavimentar, e o período decorrido entre o espalhamento de faixas adjacentes seja superior a 2 horas, deve ser realizada uma junta longitudinal de acordo com o que adiante se indica.

O equipamento e técnica utilizados no espalhamento devem assegurar a não segregação dos materiais, não sendo permitidas bolsadas de material fino ou grosso, bem como a uniformidade e precisão relativamente à espessura da camada. É extremamente importante a garantia da espessura final mínima prevista no projecto, uma vez que pequenas variações de espessura poderão motivar a ruína precoce do pavimento a curto prazo.

7 - Compactação

A compactação deve seguir imediatamente o espalhamento da mistura. Não poderá ser superior a 3 horas o tempo decorrido entre o fabrico da mistura na central e o fim da compactação, caso não se utilizem aditivos. Se a temperatura ambiente for superior a 30 °C, este período de trabalhabilidade é encurtado para metade.

O equipamento de compactação deve incluir, pelo menos, um cilindro vibrador e um cilindro de pneus. O seu número deve, no entanto, ser estabelecido em função do rendimento esperado.

O número de passagens do cilindro de pneus será determinado de tal forma que a baridade seca, referida ao ensaio Proctor Modificado, seja superior a 97% para a sub-



base e 98% para a base e regularização no enchimento de bermas. Dada a importância da compactação no comportamento mecânico da mistura a longo prazo, a Fiscalização reserva-se o direito de aprovar, ou não, o equipamento proposto pelo Adjudicatário.

A título informativo refere-se que o cilindro vibrador deverá ter uma carga estática por unidade de geratriz vibrante, superior a 30 kg/cm e o cilindro de pneus uma carga por roda superior a 3 tf (com pressão de enchimento dos pneus de cerca de 5 kgf/cm²).

Não será permitido o aumento da espessura da camada após o final da compactação.

8 - Juntas de trabalho

As juntas de trabalho transversais ocorrerão sempre que o processo construtivo se interromper para além do período de trabalhabilidade e no final de cada período de trabalho. As juntas de trabalho longitudinais, entre faixas adjacentes, são necessárias sempre que a largura de espalhamento for inferior à largura a pavimentar e o período decorrido entre o espalhamento de faixas adjacentes for superior ao período de trabalhabilidade.

A técnica de tratamento a dar às juntas deve ser estabelecida aquando da realização do trecho experimental. As juntas transversais devem ser cortadas verticalmente para remoção do material não adequadamente compactado. Sempre que não existir uma cofragem para contenção lateral durante a compactação, as juntas longitudinais serão formadas através da remoção da zona lateral não compactada, criando uma face vertical. Quer no caso das juntas longitudinais, quer no caso das transversais, as faces cortadas expostas às acções ambientais, devem ser protegidas contra a perda de água necessária à cura do material. Aquando da ligação do novo trecho, devem ser bem limpas de todo o material solto e humedificadas e, se necessário, cortadas novamente.

9 - Cura da mistura e tratamento superficial

Na superfície da camada deve ser aplicado um tratamento betuminoso de cura. A superfície deve ser mantida húmida até ao momento da aplicação deste tratamento, que deve ser feito tão cedo quanto possível, logo após a compactação e num prazo não superior a 4 horas.

Para o tratamento betuminoso de cura será aplicada uma emulsão do tipo referido em 14.03.5 a uma taxa de betume residual de cerca de 500 g/m². Caso se preveja a circulação de tráfego de obra directamente sobre a camada, deve ainda ser espalhada uma gravilha 4/6 à taxa de 7 a 8 litros/m². O tratamento de cura deve ser mantido e, se necessário, aplicado novamente até à execução da camada seguinte.

A circulação de veículos de obra sobre a camada deve ser restringida e será interdita durante 7 dias após construção. Caso, posteriormente, a camada seja frequentemente circulada pelo tráfego de obra, cuja carga seja compatível com a sua capacidade estrutural, a Fiscalização poderá mandar executar um revestimento superficial de protecção.

Antes da aplicação da camada sobrejacente, dever-se-á remover o tratamento de cura que se apresenta desligado da camada, usando-se para o efeito vassouras mecânicas.

15.03.5.2.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas com características de sub-base

Os critérios de aceitação/rejeição para a camada de sub-base em agregado britado de granulometria extensa tratado com ligantes hidráulicos são os constantes no Quadro 15.03.5c.

Quadro 15.03.5c – Critérios de aceitação/rejeição para agregados britados de granulometria extensa tratados com ligantes hidráulicos com características de sub-base			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão	Média resultados ≥ 1 MPa aos 28 dias ou valor de projecto	Média ≥ 1 MPa aos 28 dias ou valor de projecto	N.A.
		Média < que o requerido	Demolir e refazer camada
Compactação relativa	Média resultados $\geq 97\%$	Média $\geq 97\%$ e 95% de resultados individuais $\geq 97\%$	N.A.
		Média $> 97\%$ e mais de 5% de resultados individuais $< 97\%$	Demolir e refazer a camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média $\geq$ Espessura de Projecto	Média $\geq$ Espessura Projecto com 5% de resultados $< 90\%$ Espessura Projecto	N.A.
		Média $< 85\%$ Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média $\geq 85\%$ Espessura Projecto e não existe retenção	Compensar na camada

		de água	seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada $\leq$ a 15 mm relativamente à cota de projecto	N.A.
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água. Inferior à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada

15.03.5.2.4 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas com características de base

Os critérios de aceitação/rejeição para as camadas de base e regularização em enchimento de bermas em agregado britado de granulometria extensa tratado com ligantes hidráulicos são os constantes no Quadro 15.03.5.5d.

Quadro 15.03.5d – Critérios de aceitação/rejeição para agregados britados de granulometria extensa tratados com ligantes hidráulicos com características de base			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Ação correctiva
Resistência à compressão	Média resultados $\geq$ 1 MPa aos 28 dias ou valor de projecto	Média $\geq$ 1 MPa aos 28 dias ou valor de projecto	N.A.
		Média < que o requerido	Demolir e refazer camada
Compactação relativa	Média resultados > 98 %	Média >98% e 95% de resultados individuais >97%	N.A.
		Média >98% e mais de 5% de resultados individuais <98%	Demolir e refazer a camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média $\geq$ Espessura de Projecto	Média $\geq$ Espessura Projecto com 5% de resultados <90% Espessura Projecto	N.A.
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média $\geq$ 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada $\leq$ a 15 mm relativamente à cota de projecto	N.A.
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte

		Inferior à cota de projecto	
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada

15.03.6 - Camadas de betão hidráulico

Este item abrange os métodos construtivos para a execução de camadas com características de desgaste em betão e a execução de camadas com características de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em betão pobre, cujas características estão definidas em 14.03.6.

Para além do especificado de seguida para o fabrico do betão hidráulico, devem ser respeitados os requisitos da Norma Europeia NP EN 206-1 Betão – Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade.

15.03.6.1 - Camadas de betão e de betão pobre

No fabrico e colocação da camada de betão pobre são de respeitar as prescrições feitas seguidamente, com excepção da serragem de juntas e do acabamento superficial.

15.03.6.1.1 - Preparação da superfície subjacente

A camada de betão não deverá ser executada sem que tenha sido previamente aprovada pela fiscalização a camada subjacente de acordo com os critérios especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

A camada subjacente deve estar livre de materiais soltos e deve ser previamente humidificada, não sendo todavia permitido o aparecimento de água livre.

Antes da colocação em obra do betão hidráulico da camada de desgaste, todas as fissuras existentes no betão pobre serão recobertas com folhas de plástico, aprovadas pela Fiscalização, de 0,5 mm de espessura, e com a largura suficiente de modo a ultrapassá-las pelo menos 0,5 m para cada lado, sendo ainda pregadas lateralmente, sobre as quais será espalhado areão.

Em qualquer caso, será proibida toda a circulação sobre a superfície preparada.



15.03.6.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo de composição ou estudo laboratorial

A produção do betão não deverá ser iniciada antes de ter sido estudada a correspondente composição em laboratório, a qual terá de ser apresentada com 60 dias de antecedência em relação à data de execução do trecho experimental, para fins de aprovação da Fiscalização.

Juntamente com a apresentação do estudo deve ser entregue toda documentação relativa aos materiais (fichas de produto, ensaios, marcação CE, etc.) e relativa aos equipamentos a utilizar no fabrico do betão.

O adjudicatário deverá entregar à Fiscalização amostras dos mesmos agregados utilizados no estudo para poderem ser comprovadas as suas características.

O estudo, de acordo com o definido em projecto, indicará:

- As características e proveniência dos materiais;
- A curva granulométrica de referência dos agregados;
- As características do ligante;
- A percentagem de ligante;
- A percentagem e características de eventuais adições e aditivos;
- Resistência à compressão;
- Resistência à flexão (apenas para betão para camada de desgaste);
- Consistência do betão;
- Outros ensaios, quando definidos em projecto.

Para cada composição de betão ensaiada deverá controlar-se a resistência à compressão e à flexão aos 7 e 28 dias e a sua consistência.

Os ensaios de resistência realizados pelos dois métodos indicados serão efectuados sobre provetes procedentes de 2 amassaduras diferentes de betão, mantendo a mesma



composição, mesmo agregado e mesmo lote de cimento, moldando-se séries de 12 provetes por amassadura. No caso do betão pobre, os ensaios de resistência, serão apenas ensaios à compressão.

De cada série são ensaiadas à rotura por compressão e por flexão, 3 provetes aos 7 e os restantes 3 aos 28 dias, obtendo-se os valores médios dos 2 grupos de resultados. Os restantes provetes serão sujeitos ao ensaio de compressão diametral aos 7 e 28 dias.

Os valores médios assim calculados deverão ser superiores às resistências especificadas com margem suficiente para que seja razoável esperar que com a dispersão própria da execução em obra, a resistência característica real em obra ultrapasse também a especificada.

Para cada série de provetes deverá ainda controlar-se a consistência do betão.

2 - Transposição do estudo laboratorial para a central de produção

Após a aprovação do estudo este será transposto para a central com vista ao início do fabrico do betão hidráulico.

A aplicação em obra do betão hidráulico 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 adjudicatário deverá realizar ensaios prévios em obra, pelo menos 60 dias antes da primeira aplicação do betão em obra, que têm por objectivo comprovar que os meios disponíveis permitem a obtenção de um betão com as características exigidas e que a transposição para a central foi a adequada.

Para cada composição de possível aplicação em obra, determinada a partir do estudo da composição, serão executadas 6 amassaduras diferentes. De cada uma serão moldados e conservados em obra 2 provetes para ensaiar à compressão e 2 provetes para ensaiar à flexão, todos aos 7 dias. Para cada amassadura serão controlados ainda a consistência e o teor em ar incorporado, caso se utilize introdutor de ar.

Se o valor médio da resistência à compressão e à flexão, aos 7 dias, for superior ou igual a 70% da resistência característica especificada aos 28 dias e compatíveis com a curva de endurecimento do estudo de composição, e se os resultados correspondentes às

determinações da consistência e teor em ar incorporado estiverem dentro dos limites especificados, poder-se-á proceder à realização de um trecho experimental com o betão correspondente a essa composição. Caso contrário será necessário fornecer os devidos ajustes na composição, e serão realizados os ensaios característicos até se conseguir um betão que cumpra o exigido.

Uma vez aprovada determinada transposição para a central a mesma não poderá, em circunstância alguma, ser alterada sem conhecimento da Fiscalização.

3 - Execução de trechos experimentais

Após ter sido adoptada uma composição proceder-se-á à realização de um trecho experimental com o mesmo tipo de plataforma de apoio, de equipamento, de ritmo de trabalhos e de métodos construtivos que se irão utilizar durante a execução da obra. O trecho experimental deve ser executado pelo menos 30 dias antes do início da aplicação do betão.

O trecho experimental terá uma extensão mínima de 150 m e a sua localização deverá ser submetida à aprovação da Fiscalização.

Durante a realização do trecho experimental deve ser verificado:

- Se as características do betão correspondem ao estudo de composição;
- Se os meios de transporte e colocação em obra permitem uma boa homogeneidade da camada;
- Se os meios de vibração fornecem uma compactação adequada ao betão em toda a espessura da laje;
- Se a espessura da camada e a sua regularidade e rugosidade superficiais estão dentro dos limites especificados;
- Se o processo de cura e protecção do betão fresco são os adequados;
- Se as juntas construtivas são realizadas correctamente.

Para a verificação das características do betão devem ser realizados ensaios de resistência à compressão e flexão, consistência e outros, quando previstos.

Para a verificação das características de regularidade da camada deverá ser utilizada uma régua de 3 metros ao longo de um ou vários alinhamentos paralelos ao eixo



longitudinal do trecho executado. A distância mínima entre ensaios consecutivos não será superior a 25 m.

Para a verificação da espessura da camada e avaliação da resistência à compressão do betão devem ser recolhidos pelo menos 5 tarolos.

Os resultados obtidos no trecho experimental serão apresentados à Fiscalização para aprovação, podendo esta mandar repetir a realização do trecho experimental e introduzir correcções à composição da mistura e/ou aos processos construtivos se os resultados não forem os especificados.

4 – Fabrico

O fabrico do betão será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra, em regularidade e qualidade. O plano de instalação da central, incluindo o equipamento, deverá ser submetido à apreciação da Fiscalização juntamente com o estudo de composição.

O armazenamento de todos os materiais deve cumprir o exigido nas normas aplicáveis, considerando sempre a necessidade de evitar a sua segregação e contaminação por elementos prejudiciais.

Antes do início do processo de fabrico do betão hidráulico é obrigatório o armazenamento, separadamente, em estaleiro dos agregados necessários à produção de 15 dias de trabalho.

As camas dos stocks devem ser previamente aprovadas pela Fiscalização. Estas devem ter uma pendente de forma a evitar acumulação de água, bem como devem ser tomadas as medidas necessárias para impedir a contaminação dos agregados em contacto com o solo.

No estaleiro deverão ser instalados silos que garantam o armazenamento mínimo de 360 t de cimento.

As adições, quando previstas, serão convenientemente protegidas da humidade e de possível contaminação, sendo observadas as mesmas precauções que no caso do cimento.



Os aditivos misturados sob forma líquida serão armazenados em recipientes estanques protegidos.

A água de amassadura a utilizar deve ser proveniente da rede de abastecimento pública ou de reservatório apropriado que garanta a preservação das suas características.

A central de betão será automática permitindo um controlo ponderal da composição em cada amassadura e garantindo com a precisão adequada:

- A medição e registo da potência do veio da misturadora durante a amassadura (controlo do “slump”);
- A medição, registo do teor em água nas areias e conversão automática da água de amassadura;
- O registo das quantidades de materiais de cada amassadura.

5 - Transporte

O processo de enchimento dos camiões de transporte deve ser tal que minimize a segregação e a exposição às condições atmosféricas.

O transporte deve ter a menor duração possível de modo a evitar a desagregação, segregação, perda de água ou intrusão de elementos estranhos na massa.

As superfícies do equipamento de transporte que contactam com o betão não devem ser absorventes e antes do início da utilização, devem ser humedecidos com água, ou, de preferência pintadas com calda de cimento. Após a utilização estas superfícies devem ser convenientemente lavadas com água.

Em todas as operações de manuseamento do betão, incluindo a descarga, não devem ser-lhe impostas alturas de queda livre superiores a 1,5 m.

A descarga do betão deve estar terminada antes de ter decorrido 1 hora após o seu fabrico. No entanto e sob condições atmosféricas que causem um rápido endurecimento do betão ou quando a temperatura deste não for inferior a 30°C, o tempo de transporte não deverá exceder 45 minutos.

As durações de transporte indicadas poderão ser aumentadas desde que se utilizem retardadores de presa devidamente aprovados pela Fiscalização.

Antes da nova carga de betão os camiões deverão ser devidamente lavados com água.



6 - Espalhamento

6.1 - Equipamento

O equipamento para execução das camadas de betão (laje do pavimento e base em betão pobre) com recurso a cofragens deslizantes será:

- Pavimentadora de cofragens deslizantes com a finalidade de espalhar, compactar e nivelar uniformemente o betão. Deverá ainda, no caso da laje superior do pavimento, fornecer a este a rugosidade adequada.

A execução das camadas será executada com uma pavimentadora de cofragens deslizantes (“slipform”) que permita o seu espalhamento e compactação numa largura de 9,0 m. O controlo das espessuras das camadas será feito por um processo electrónico. O número de vibradores de agulha de alta frequência deve ser estudado de forma a garantir uma boa vibração interna do betão.

A pavimentadora deverá estar equipada de dispositivos que permitam:

- Aplicar o produto filmogénico de cura em ambas as camadas;
- Conferir um bom acabamento à superfície do betão e efectuar a estriagem transversal.

A fim de permitir a introdução automática dos varões de transmissão de cargas (passadores) e das barras de união, deverá ser acoplado à pavimentadora um dispositivo que permita efectuar tal operação, sem ser necessário interromper a pavimentação. A introdução dos varões deverá ser feita com vibração.

A pavimentadora deve estar equipada com um sistema de guiamento adequado devendo os mecanismos de correcção actuar no caso de os desvios da pavimentadora relativamente àquele sistema serem superiores a 3 mm em perfil ou 10 mm em planta.

A pavimentadora deve estar dotada de cofragens móveis de dimensões, forma e resistência suficientes para suportar lateralmente o betão durante o tempo necessário para a execução do pavimento com a secção transversal requerida.



A pavimentadora deve compactar adequadamente o betão por vibração interna a toda a largura do pavimento, por meio de vibradores transversais ou por meio de uma série de unidades de vibração longitudinais. Neste último caso a separação entre unidades de vibração deve estar compreendida entre 70 e 75 cm, medidos de centro a centro. A distância entre o centro da unidade da vibração extrema e a face interna da cofragem correspondente não deve ser superior a 15 cm.

A frequência de vibração de cada unidade vibradora não deve ser inferior a 5.000 ciclos/minuto e a intensidade a suficiente para ser visível à superfície do betão a toda a largura e a uma distância do plano de vibração de 30 cm.

A largura da viga niveladora deve ser a suficiente para que não sejam notadas vibrações à superfície atrás do bordo posterior da viga.

- Serras com as características adequadas, em número suficiente para o ritmo da obra. O tipo de disco deverá ser aprovado pela Fiscalização.
- Um distribuidor de produtos filmogénicos de cura (se se utilizar este método) de modo a assegurar uma distribuição homogénea e sem perdas por acção do vento.

A central de betão e o equipamento de transporte devem ser capazes de fornecer a quantidade de betão necessária de modo a que a pavimentadora não tenha que interromper o trabalho durante todo o dia.

As cofragens poderão constituir por si mesmas a base de guiamento das máquinas de execução do pavimento ou caso contrário estarão equipadas com um carril para atender a essa função. De qualquer modo terão de ser suficientemente rígidas e isentas de empenos, deformações, entalhes ou outros defeitos não podendo, em nenhuma situação, utilizar-se cofragens defeituosas. A base de cofragem terá no mínimo uma largura de 20 cm.

Tanto cada elemento isolado como o conjunto dos mesmos terão de apresentar a mesma regularidade ao guiamento que a que é exigida ao pavimento acabado, estando perfeitamente apoiada na superfície inferior.



Em curva, as cofragens serão ajustadas de acordo com as poligonais mais convenientes, podendo empregar-se elementos de cofragem rectos rígidos com um comprimento máximo de 1,5 metros para raios de curvatura inferior a 30 m.

As cofragens serão fixas à camada inferior por meio de cavilhas de modo a impedir que possam mover-se quer lateral quer verticalmente, devendo dispor sempre cavilhas nas extremidades das cofragens. A distância máxima entre cavilhas será de 1 metro.

Uma vez colocadas as cofragens e depois da passagem do equipamento em vazio, com os vibradores em funcionamento, serão verificadas as variações do nivelamento da superfície de guiamento relativamente à rasante teórica, as quais não poderão ultrapassar 3 mm. Os desvios em planta não poderão ultrapassar 1 cm. Dispor da cofragem suficiente para que supondo um prazo mínimo de descofragem do betão de 16 horas se tenha em qualquer altura colocada à frente da máquina um comprimento de cofragens superior ao correspondente a 3 horas de betonagem.

A face inferior da cofragem terá de apresentar-se sempre limpa sem resíduos de betão aderente. Antes de se proceder à colocação em obra do betão, a face inferior será recoberta com um produto anti-aderente cuja composição e taxa de aplicação serão aprovados pela Fiscalização.

Quando o sistema de guiamento for por fio o espaçamento entre as estacas que o sustentam será inferior a 12 m. Os apoios do fio nas estacas terão a cota teórica e a flecha do fio entre duas estacas será inferior a 2 mm.

Quando se betonar uma faixa adjacente a outra já existente serão observadas as mesmas precauções que no caso de se utilizarem cofragens fixas.

Quando a execução do pavimento se realizar entre cofragens fixas nas aproximações às obras de arte, a descofragem não será efectuada antes de decorridas 16 horas a partir da colocação em obra do betão. Em qualquer caso, a Fiscalização poderá modificar este prazo em função da resistência alcançada pelo betão.

As cofragens serão retiradas com preocupações tais que não traga danos aos bordos nem deformações ou deteriorações das cofragens.

Nas zonas de transição do tipo de pavimento os bordos e os cantos das lages serão convenientemente protegidos.



6.2 – Particularidades do espalhamento

O espalhamento e colocação em obra de betão serão efectuados entre cofragens.

Entre a fabricação do betão e a sua colocação em obra, compactação e início da cura não poderá decorrer mais de 1,5 hora. Este prazo se a Fiscalização assim o entender poderá ser aumentado até um máximo de 2 horas no caso de se tomarem as medidas devidas para retardar a presa ou quando existirem condições favoráveis de humidade e temperatura.

Em condições nenhuma se poderá colocar em obra betão que acuse princípio de presa, segregação ou dessecação.

A descarga e o espalhamento do betão serão realizados de tal forma que não seja alterado o posicionamento dos elementos construtivos já colocados. As superfícies onde se apoiam as máquinas quer sejam a face superior das cofragens ou o pavimento adjacente e a superfície de contacto das rodas serão mantidos perfeitamente limpos por meio de dispositivos adequados acoplados às máquinas.

Durante a compactação ter-se-á o cuidado de que na parte anterior da pavimentadora imediatamente antes da primeira viga vibradora exista sempre a toda a largura da pavimentação um excesso de betão em forma de cordão com vários centímetros de altura. Do mesmo modo e á frente da última viga da última máquina regularizadora será mantido um cordão de betão fresco com a menor altura possível.

Os elementos vibrantes das máquinas não poderão estar apoiados sobre o pavimento acabado ou sobre as cofragens laterais e no caso da pavimentadora de cofragens deslizantes terão de deixar de funcionar assim que esta pare.

Se se interromper o espalhamento por mais de 1/2 hora o betão será recoberto com serapilheiras húmidas. Se a interrupção for superior ao máximo admitido entre a fabricação e a colocação em obra dispor-se-á uma junta construtiva transversal.

A betonagem será executada por faixas de largura constante, separadas por juntas longitudinais de construção. Quando o pavimento for constituído por 2 ou mais vias no mesmo sentido de circulação, serão betonadas pelo menos 2 vias simultaneamente.

Os trabalhos de betonagem serão devidamente sinalizados de modo a proteger o pavimento.



Nos casos pontuais em que seja necessária uma compactação manual esta será efectuada por meio de placas vibradoras.

Quando a produção de betão for superior a 30 m³/hora e a compactação for manual, utilizar-se-ão pelo menos 2 placas vibradoras. Manter-se-á sempre um excesso de betão à frente da placa e continuar-se-á a compactar até que se tenha conseguido a secção transversal do projecto e o betão flua ligeiramente à superfície.

6.3 – Acabamento da betonagem

A menos que se instale uma iluminação suficiente, aprovada pela Fiscalização, a betonagem será determinada de modo a que todas as operações de acabamento se possam concluir com luz natural.

Será proibida a rega com água ou o espalhamento de argamassa sobre a superfície do betão para facilitar o acabamento. Quando for necessário acrescentar material para corrigir algum ponto baixo será empregue betão ainda não espalhado.

No caso de aparecerem fissuras na superfície do betão recente, antes da presa, será aplicada água com um pulverizador de forma a produzir uma neblina e não um rego, até que as operações de acabamento se concluam.

O equipamento de pavimentação disporá dos elementos necessários de acabamento para conseguir as tolerâncias exigidas. A superfície do pavimento não deverá ser retocada, salvo sejam detectadas zonas irregulares isoladas com uma régua de 5 metros, neste caso será utilizado uma regularização manual.

Terminadas as operações de regularização anteriormente descritas, e sobre o betão fresco, os bordos das lajes serão cuidadosamente arredondados com auxílio de uma trolha especial de 12 mm de raio.

Quando forem utilizadas cofragens deslizantes, qualquer irregularidade do bordo da laje com mais de 6 mm, descontado o arredondamento daquele, será corrigida antes da presa do betão.

As juntas transversais de construção e as juntas de dilatação serão arredondadas de modo idêntico aos bordos longitudinais, embora com um raio de 10 mm.

7 - Protecção do betão fresco e cura

Durante a primeira fase do endurecimento, o betão fresco deverá ser protegido contra a chuva, dessecação rápida, especialmente em condições de baixa humidade relativa do ar, forte insolação e/ou vento e ainda contra as rápidas baixas de temperatura e a congelação.

Em obras a executar em zonas de clima chuvoso, poderá ser exigida a instalação de um toldo sobre as máquinas de colocação em obra com a finalidade de proteger o betão até que este adquira a resistência suficiente para que o seu acabamento não seja afectado pela chuva. De qualquer modo, em auto-estradas ou estradas para tráfego pesado, poderá ser exigida a colocação de toldos móveis e contínuos, baixos e de cor clara que cubram uma extensão de pavimento pelo menos igual à que será acabada em 20 minutos de trabalho, sempre que a produção horária de betão não seja superior a 150 m³. Caso as lajes sofram uma lavagem por efeito da chuva, deverão estas posteriormente ser submetidas a uma ranhuragem que proporcione ao pavimento as características de textura superficial exigidas por este Caderno de Encargos.

Logo que o betão tenha adquirido a resistência suficiente para que o acabamento superficial não seja afectado, será submetido ao processo de cura preconizado. O referido processo prolongar-se-á durante o prazo fixado pela Fiscalização consoante o tipo de cimento utilizado e as condições climáticas não devendo em princípio ser inferior a sete dias.

O processo de cura deverá interessar todas as superfícies expostas do pavimento, incluindo os bordos livres.

Durante um período em geral nunca inferior a 3 dias desde a colocação do betão em obra, não poderá haver qualquer circulação sobre ele com excepção da necessária às operações de serragem das juntas e da verificação da regularidade superficial.

Quando na cura se utilizarem produtos filmogénicos estes devem ser aplicados imediatamente após as operações de acabamento e assim que tenha desaparecido completamente a água superficial livre.



Contudo, em condições climatéricas adversas, com baixa humidade relativa, altas temperaturas, ventos fortes ou chuva, a aplicação do produto deverá ser antecipada.

O produto da cura deverá ser aplicado de maneira uniforme. Caso se preveja que, durante a sua construção, o pavimento venha ser sujeito a condições atmosféricas muito variáveis poderá ser exigido pela Fiscalização uma dosagem apropriada a cada caso.

Caso as condições atmosféricas favoreçam a dessecação do betão, a Fiscalização poderá exigir um reforço da acção do produto de cura por meio de uma pulverização com água ou ainda por aplicação duma camada de areia, folhas de plástico ou quaisquer outros materiais que proporcionem um adequado isolamento. Estas medidas prolongar-se-ão pelo período que a Fiscalização entender necessário.

O produto de cura será aplicado em toda a superfície do pavimento por meios mecânicos os quais deverão assegurar uma fina e perfeita pulverização do produto de forma contínua e uniforme. O pulverizador deverá possuir um dispositivo que proporcione uma perfeita protecção do produto pulverizado contra a acção do vento. O produto de cura enquanto no depósito, deverá ser continuamente agitado, durante a sua aplicação sobre o pavimento por dispositivo adequado. Deverá ainda dispor de um manómetro para controlo da pressão da aplicação do produto, dum medidor de rendimento e dos dispositivos necessários à sua modificação sempre que conveniente.

Os pulverizadores manuais só poderão ser utilizados em obras pequenas, zonas irregulares ou de difícil acesso aos meios mecânicos, mas somente após autorização por parte da Fiscalização.

O produto de cura será novamente aplicado sobre as juntas imediatamente após a sua serragem, caso seja este o processo utilizado. Igualmente se reaplicará o produto, durante o período estabelecido para a cura, nas zonas em que por qualquer circunstância tenha havido dano na película formada, com excepção das proximidades das juntas quando estas tenham já sido seladas com produtos betuminosos.

Durante o período de cura do betão e independentemente das precauções a adoptar no seu fabrico e colocação em obra, deverá proteger-se o pavimento contra a acção duma diminuição da temperatura ou do gelo.



Especialmente, quando se preveja um acentuado arrefecimento nocturno com uma amplitude térmica diária de mais de 25 °C será o pavimento obrigatoriamente protegido com materiais isolantes até à manhã do dia imediato à sua colocação em obra.

8 - Juntas de trabalho

Nas juntas longitudinais resultantes da betonagem duma faixa contra outra já construída, ao betonar-se a nova faixa, aplicar-se-á na superfície de contacto um produto que evite a aderência do betão novo ao antigo.

Deverá prestar-se a maior atenção e cuidado de modo a que o betão colocado ao longo da junta seja homogéneo e fique perfeitamente compactado, especialmente tratando-se de junta do tipo macho-fêmea. A descofragem destas zonas delicadas deverá ser efectuada com o maior cuidado possível. Observando-se quaisquer imperfeições na ranhura estas deverão ser corrigidas antes da aplicação do produto anti-aderente.

Para as juntas transversais é fundamental que a serragem se efectue logo a seguir à presa, e antes do aparecimento de fendas de retracção, devendo executar-se logo que possível, sem que haja arrastamento de elementos grosseiros; normalmente o prazo que medeia entre o final da construção das lajes e a serragem das juntas situa-se entre 4 e 8 horas, dependendo das condições climatéricas, tipo de agregado e outros factores que afectam o endurecimento e retracção do betão. Com a execução do trecho experimental, a fixação da altura de início da serragem será um dos aspectos a ter em conta.

Para as juntas longitudinais, a serragem nunca deverá ser executada após 48 horas do final da betonagem.

As juntas de betonagem transversais terão lugar no final de cada dia de trabalho ou sempre que haja interrupção na betonagem e que seja de temer um início de presa na frente dos trabalhos. De qualquer modo uma paragem de 30 minutos em tempo seco e quente será causa suficiente para o estabelecimento de uma junta de betonagem.

Sempre que possível deverá coincidir estas juntas com as de retracção (ou de dilatação), modificando, se necessário, a sua posição de acordo com a Fiscalização.



Não sendo assim deverão dispor-se a mais de metro e meio de distância da junta mais próxima e serão executados de acordo com o projecto.

9 - Condições de traficabilidade da camada

O pavimento poderá ser aberto à passagem de pessoas e equipamento para as operações de serragem e comprovação da regularização superficial a partir do momento em que não haja possibilidade de se produzirem marcas superficiais e desde que tenha secado o produto da cura.

O equipamento para a execução dos trabalhos finais do pavimento não poderá circular sobre o pavimento antes que tenha decorrido um mínimo de 3 dias do início da cura.

O tráfego da obra não poderá circular sobre o pavimento antes que tenham decorrido 7 dias ou que o betão tenha alcançado uma resistência à flexão de 80% da especificada para os 28 dias. Todas as juntas deverão já ter sido impermeabilizadas ou pelo menos obturadas provisoriamente.

A abertura ao tráfego geral não poderá realizar-se antes de 14 dias a partir da finalização da betonagem.

15.03.6.1.3 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em betão pobre

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - CONTROLO DE QUALIDADE.

Os critérios de aceitação/rejeição para as camadas de sub-base, base e regularização no enchimento de bermas em betão pobre são os constantes no Quadro 15.03.6a.

Quadro 15.03.6a – Critérios de aceitação/rejeição para o betão pobre			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão	Média resultados $\geq$ C16/20 ou valor	Média $\geq$ C16/20 ou valor de projecto	NA

	de projecto	Média < que o requerido	Demolir e refazer camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média ≥ Espessura de Projecto	Média ≥ Espessura Projecto com 5% de resultados <90% Espessura Projecto	NA
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média ≥ 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada ≤ a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água. Inferior à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada
NA – Não Aplicável			

15.03.6.1.4 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de base em betão

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - CONTROLO DE QUALIDADE.

Os critérios de aceitação/rejeição para as camadas base em betão são os constantes no Quadro 15.03.6b.

Quadro 15.03.6b – Critérios de aceitação/rejeição para o betão hidráulico com características de base			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão e à flexão	Média resultados ≥ valor de projecto	Média ≥ valor de projecto	NA
		Média < que o requerido	Demolir e refazer camada
Espessura da Camada (verificada ou determinada topograficamente)	Média ≥ Espessura de Projecto	Média ≥ Espessura Projecto com 5% de resultados <90% Espessura Projecto	NA
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média ≥ 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte

Continuação do Quadro 15.03.6b – Critérios de aceitação/rejeição para o betão hidráulico com características de base			
Especificações		Critério de	Acção correctiva

		aceitação/tolerância	
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada ≤ a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água. Inferior à cota de projecto	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada
NA – Não Aplicável			

15.03.6.1.5 – Especificações e critérios de aceitação/rejeição para camadas de desgaste em betão hidráulico

O Adjudicatário por imposição contratual está obrigado a cumprir os requisitos de qualidade definidos pelos critérios de aceitação. O Dono de Obra terá sempre e em qualquer circunstância a prerrogativa de rejeitar a camada sempre que esta se apresente não conforme, pese embora sejam apresentados critérios de rejeição que, para determinadas condições, passam pela penalização monetária, ao invés da rejeição.

Todos os ensaios definidos no presente item constituem encargo do Adjudicatário à semelhança dos ensaios especificados em 14.00 - CONTROLO DE QUALIDADE.

A verificação da conformidade da unidade terminada será efectuada por lotes, segundo a definição apresentada no início do presente capítulo.

Em cada lote serão extraídos tarolos em pontos aleatoriamente seleccionados, em número não inferior a cinco (5).

Haverá uma segunda fase de verificação de conformidade após a conclusão dos trabalhos e antes da recepção provisória da obra. Só no final desta fase se poderá proceder à aceitação/rejeição da camada de desgaste. Os ensaios a efectuar nesta fase serão:

- Determinação do Índice de Irregularidade Internacional (IRI) em toda a extensão da obra;
- Medição da macrotextura superficial antes da entrada em serviço da camada;
- Determinação da resistência ao deslizamento.



Nos itens seguintes serão apresentados os parâmetros e respectivos valores que deverão ser verificados e cumpridos para a aceitação de um lote de uma determinada camada constituída por betão hidráulico. No caso dos parâmetros IRI, rugosidade e resistência à derrapagem da camada de desgaste a sua avaliação realizar-se-á apenas após a conclusão da camada de desgaste em toda a extensão da obra, no âmbito da Caracterização Final do Pavimento.

1 – Verificação da conformidade por lote no decorrer da obra

1.1 – Características Gerais do Betão Hidráulico

Os valores obtidos para a granulometria dos agregados e percentagem em cimento devem obedecer às tolerâncias definidas no ponto 14.03.6.

1.2 - Espessura das camadas

A espessura das lajes e a homogeneidade do betão será avaliada mediante a extracção de tarolos cilíndricos de 0,10 m de diâmetro, cuja localização será definida de modo aleatório. O número mínimo de tarolos por lote será dois, que no entanto passará a cinco se a espessura dos dois primeiros for inferior à especificada em projecto ou o seu aspecto indiciar uma compactação mal efectuada. As cavidades resultantes da extracção dos tarolos serão preenchidas com betão de qualidade idêntica ao aplicado aquando da execução da camada de desgaste que deverá ser devidamente nivelado e compactado.

Requisitos de conformidade

A espessura média deverá cumprir os valores preconizados em projecto e não mais de dois tarolos por lote poderão apresentar valores inferiores/superiores aos preconizados.

Critérios de aceitação/rejeição

Se a espessura média de um lote ou fracção de lote for inferior a 90 % do valor de projecto, o lote ou fracção será rejeitado cabendo ao Adjudicatário, por sua conta, retirar a camada por fresagem e executar uma nova camada;



Se a espessura média for superior a 90 % do valor especificado em projecto e não existam problemas de acumulação de água, a camada será aceite com uma penalização económica que resultará da aplicação da expressão [1]:

$$\text{valor da penalização} = P_{unit} - \left(P_{unit} \times \frac{e_{real}}{e_{proj}} \right) + (P_{unit} \times 0,20) \quad [1]$$

em que:

P_{unit} $\equiv$ preço unitário da camada;

e_{real} $\equiv$ espessura medida em obra;

e_{proj} $\equiv$ espessura preconizada em projecto;

1.3 – Armaduras

O posicionamento das armaduras deverá ser avaliado por tarolos cilíndricos de 10 m de diâmetro (deverão ser utilizadas os mesmos tarolos que serviram para medição da espessura).

Requisitos de conformidade

As armaduras deverão cumprir as especificações indicadas no projecto.

Critérios de aceitação/rejeição

Em caso de não conformidade com os requisitos e tolerâncias exigidos a secção correspondente ao tarolo não conforme será rejeitada.

1.4. – Integridade

No caso da presente propriedade a unidade de aceitação ou rejeição será a laje individual definida pelas juntas, quer sejam estruturais, como no caso dos pavimentos em betão hidráulico com juntas, ou de trabalho no caso do betão armado contínuo.

Requisitos de conformidade

As lajes não apresentarão fissuras. Um conjunto de gretas de pequeno comprimento não interessando mais que a superfície das lajes não será considerado como fissura.



Critérios de aceitação/rejeição

- Os bordos das lajes e os lábios das juntas que se apresentem danificados serão reparados com resina *epoxi*, segundo as indicações da Fiscalização;
- As lajes não deverão apresentar fissuras. A Fiscalização poderá aceitar pequenas fissuras de retracção plástica de pequena extensão e que duvida alguma apenas afectem de modo limitado a superfície das lajes, podendo exigir a sua selagem;
- Se a laje apresenta uma única fissura não ramificada, sensivelmente paralela a uma junta, a Fiscalização poderá aceitar a laje desde que se cumpram as disposições seguintes:
 - Se a junta mais próxima da fissura estiver fechada serão instalados na fissura passadores, ou barras de união, com disposição similar à existente na junta e proceder-se-á a fissura será selada;
 - Se a junta mais próxima da fissura estiver aberta, proceder-se-á à selagem da fissura com uma resina epoxi aprovada pela Fiscalização, tão cedo quanto possível, para que as suas faces se mantenham unidas e seja restabelecida a continuidade da laje.
- Em lajes com outros tipos de fissuras, como as de esquina, a Fiscalização poderá aceitá-las ou ordenar a demolição parcial da zona afectada com posterior reconstrução. No primeiro caso, a fissura será selada tão cedo quanto possível com uma resina “epoxi”, aprovada pela Fiscalização, para mater unidas as suas faces e restabelecer a continuidade da laje. Nenhum dos elementos da laje após reconstrução poderá ter uma das suas dimensões inferiores a 0,30 metros. A reposição será fixada ao resto da laje por meio de grampos.

Nota: A recepção definitiva de uma laje fissurada e não demolida não deverá ser efectuada, a não ser que no final do período de garantia as fissuras não se tenham agravado nem tenham ocorrido danos nas lajes vizinhas. Em caso contrário, a Fiscalização poderá ordenar a total demolição e posterior reconstrução das lajes fissuradas.



1.5 – Regularidade superficial

Em todos os perfis será verificado se a superfície executada apresenta um aspecto uniforme, assim como, a ausência de defeitos superficiais importantes, tais como, segregações, falta de textura superficial, etc..

A regularidade deverá ser avaliada no prazo de 14 horas, contado a partir do final da execução de cada lote.

1.5.1 – Controlo topográfico

Será efectuado o controlo topográfico face aos perfis transversais e longitudinal de projecto, de cada uma das camadas efectuadas, de modo a controlar as cotas e a largura da camada executada.

No eixo e nos bordos dos perfis transversais serão dispostas marcas de referência niveladas ao milímetro em relação ao projecto, cujo afastamento não deve exceder metade da distância entre os perfis de projecto.

Critérios de aceitação/rejeição

- Os desvios em planta relativamente ao perfil longitudinal de projecto não deverão ser superiores a 0,03 m e a superfície acabada deve apresentar as inclinações indicadas no projecto;
- A rasante executada não deverá ficar abaixo da rasante teórica definida em projecto em mais de 10 mm nem acima em qualquer ponto;
- Em todos os perfis se verificará a largura do pavimento que em nenhum ponto poderá ser inferior à largura teórica definida nos perfis transversais tipo estabelecidos em projecto.

1.5.2 – Regularidade longitudinal

A regularidade da camada deverá ser avaliada em pontos distanciados de 25 m por meio da utilização de uma régua fixa (caso da regularidade transversal) ou móvel (para a regularidade longitudinal) com 3 metros de comprimento.

Requisitos de conformidade

Os valores medidos por lote deverão cumprir os critérios de regularidade definidos no Quadro 15.03.6c.

Quadro 15.03.6c – Critérios de regularidade para a camada de desgaste em betão hidráulico quando não se proceda à determinação do IRI

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
		Camada de desgaste em betão hidráulico
Especificidades de utilização		Avaliação da regularidade por meio de régua de 3 metros com um espaçamento de 25 m
Irregularidades máximas	mm	≤ 4

Critérios de aceitação/rejeição

- Ficará à responsabilidade do Adjudicatário apresentar uma solução, para aprovação da Fiscalização, para a rectificação da não conformidade.

Caso o Adjudicatário assim o entenda poderá proceder à avaliação da irregularidade longitudinal da camada executada em contínuo devendo para isso cumprir o disposto em 1.2.1.

1.6 – Macrotextura

A superfície da camada deverá apresentar uma textura uniforme e isenta de segregações.

No dia seguinte à execução da camada em betão hidráulico, em locais aleatoriamente escolhidos, serão realizados ensaios de altura de areia (MTD) pelo método da mancha volumétrica (anexo A da ISO 10844:1994), com um espaçamento de 100 metros, ao longo da rodeira externa de cada lote.

Requisitos de conformidade

Os resultados obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.6f.

Quadro 15.03.6f – Valores mínimos de macrotextura superficial a obter em fase de obra com o método volumétrico da mancha em camadas de desgaste em betão hidráulico

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
		Camada de desgaste em betão hidráulico

Especificidades de utilização		Determinação da profundidade de textura pelo método volumétrico da mancha (MTD)
MTD - profundidade média de textura	mm	0,6 – 0,9

Os valores obtidos terão como única função a previsão da macrotextura que a camada de desgaste irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento – 1ª Fase, única determinação com função de aceitação/rejeição da camada.

1.7 - Coeficiente de atrito

No decorrer da execução da camada o coeficiente de atrito poderá ser avaliado por meio da realização de ensaios a efectuar com o pêndulo britânico (EN 13036-4). Estes ensaios serão realizados de 100 em 100 m, com um deslizador grande munido com borracha CEN e utilizando a Escala C. Os valores assim obtidos terão como única função a previsão do coeficiente de atrito pontual que a camada irá apresentar aquando da Caracterização Final do Pavimento – 1ª Fase, única determinação com função de aceitação/rejeição.

Requisitos de conformidade

Nestas condições os resultados obtidos deverão satisfazer os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.6g.

Quadro 15.03.6g – Valores de coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value) para camadas de desgaste em betão hidráulico		
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
Especificidades de utilização		Ensaio com o pêndulo britânico; Deslizador grande com borracha CEN; Escala C
Coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)	PTV	≥ 60



1.8 – Resistência

Requisitos de conformidade

A resistência característica à compressão e flexão a 28 dias quer seja em termos individuais, quer seja em termos de valores médios da camada deverá cumprir o especificado em projecto.

Critérios de aceitação/rejeição

A resistência média de um lote não deverá ser inferior ao valor mínimo exigido para a resistência característica. Não mais de um valor individual por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 25 % ao valor mínimo exigido para a resistência característica.

Se o valor médio de resistência por lote ou fracção for inferior valor mínimo exigido para a resistência característica deverá proceder-se da seguinte forma:

- Se for igual ou superior a 95 % do valor mínimo exigido de resistência característica será aplicada uma penalização ao preço unitário do lote, em valor igual ao dobro da perda de resistência, ambas expressas em proporção;
- Se a resistência média for inferior a 95 % do valor exigido de resistência característica deverão ser extraídos 6 tarolos aos 54 dias de cura, em locais aleatoriamente escolhidos de modo a permitirem uma amostragem completa do lote não conforme, que deverão ser ensaiados à tracção indirecta aos 56 dias de cura, depois de terem sido conservados de acordo com o disposto na NP EN 206-1. Os resultados obtidos serão comparados com os resultados alcançados no trecho experimental, ou com os resultados obtidos numa lote cujas características sejam semelhantes ao lote em análise e proceder-se-á da seguinte forma:
 - Se os valores obtidos não forem inferiores ao valor de comparação, o lote será aceite;
 - Se forem inferiores ao valor de comparação o lote será removido, levado a vazadouro e reconstruído por conta do Adjudicatário.



1.2 – Por lote em toda a extensão da camada em betão hidráulico após a conclusão da obra – Caracterização Final do Pavimento – 1ª Fase

Para efeitos de Caracterização Final do Pavimento – 1ª Fase um lote corresponde a 500 m de extensão em cada uma das vias existentes.

No que se refere aos ensaios efectuados em contínuo considerar-se-á como valor individual o valor correspondente à média num trecho de 100 metros.

A Caracterização Final do Pavimento – 1ª Fase será realizada em toda a extensão da obra após conclusão de todos os trabalhos no pavimento e antes da abertura ao tráfego. O respectivo relatório deverá ser entregue antes da recepção provisória da obra e dele deverá constar a identificação dos locais de ensaio, a descrição do equipamento utilizado na realização dos ensaios, a indicação da metodologia adoptada e os valores registados, relativamente aos seguintes parâmetros a avaliar:

- Determinação do Índice de Irregularidade Internacional - IRI;
- Macrotextura superficial;
- Coeficiente de atrito.

Para todas as medições em contínuo deverão ser elaborados gráficos que ilustrem a variação do parâmetro em causa ao longo de toda a extensão ensaiada, para além dos cálculos necessários à avaliação por lote.

1.2.1 – Índice de Irregularidade internacional (IRI)

A avaliação da irregularidade longitudinal da camada executada deverá ser efectuada em contínuo recorrendo a equipamentos munidos de sensores tipo *laser* (geralmente do tipo multi-função) que permitam o levantamento do perfil longitudinal da superfície e a obtenção do IRI (Índice de Irregularidade Internacional), ou a equipamentos tipo APL (Analyseur du Profil en Long). A medição do IRI deverá ser efectuada ao longo da rodovia externa ou, preferencialmente ao longo das duas rodovias de cada um dos lotes ensaiados.



Os valores de IRI são calculados por troços de 100 m e o valor médio obtido nas duas rodeiras por cada troço de 100 m será o representativo desse troço.

Do relatório final deverá constar a representação do perfil longitudinal da superfície, bem como os valores individuais de IRI (médias por trechos de 100 m) ao longo dos alinhamentos ensaiados.

Nota: Não se deverá confundir troço (100 metros) com lote (definido em 11.1). Por exemplo em cada lote de 500 metros de extensão existirão 5 ou 10 valores de IRI (consoante o ensaio seja efectuado ao longo de uma ou de duas rodeiras) correspondentes à média por troços de 100 metros.

Não deverão ser utilizados equipamentos que efectuem a medição do IRI 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 correcção das mesmas quando se justifique.

Requisitos de conformidade

Na regularidade longitudinal devem ser respeitados os valores admissíveis para o IRI (Índice de Irregularidade Internacional) definidos no Quadro 15.03.6d.

Quadro 15.03.6d: Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros em pavimentos rígidos					
Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão da obra		
			50%	75%	90%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 2,0	≤ 2,5	≤ 3,0

Aos valores apresentados no Quadro 15.03.6d poderá ser aplicada a classificação do Quadro 15.03.6e.

Quadro 15.03.6e - Classificação dos valores de IRI	
Classificação	Descrição
Bom	cumprir os parâmetros exigidos
Razoável	não cumprir 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 cumprir os parâmetros exigidos nas classificações anteriores

CrITÉRIOS de aceitação/rejeição

Se os resultados da avaliação da irregularidade superficial por cada lote da camada terminada excederem os valores limites especificados deverá proceder-se do seguinte modo:

- Se os resultados da regularidade superficial da camada acabada excederem os limites estabelecidos em menos de 10 %, esta poderá ser aceite mediante a aplicação de uma penalização de 20 % do preço unitário da camada, proporcional à percentagem não conforme da extensão do lote;
- Se os resultados da irregularidade superficial da camada acabada excederem os limites estabelecidos em mais de 10 % da extensão do lote controlado, a camada não conforme será removida, o material levado a vazadouro e executada por conta do Adjudicatário uma nova camada.

Os valores obtidos deverão enquadrar-se nos valores mínimos especificados no Quadro 15.03.6d.

1.2.2 - Macrotextura

Deverá ser efectuada uma campanha para medição em contínuo da profundidade de textura da camada de desgaste, recorrendo a equipamentos tipo laser, quer se trate de equipamentos de operação manual ou de equipamentos multifunções, acoplados a um veículo. Esta avaliação será efectuada ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

A macrotextura superficial deverá ser avaliada pela determinação da profundidade média do perfil – MPD (NP ISO 13473-1:2007).

Requisitos de conformidade

Os resultados obtidos deverão, por lotes, cumprir as exigências especificadas no Quadro 15.03.6h.

Quadro 15.03.6h – Valores mínimos de profundidade média de textura superficial a obter por lote em camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção provisória		
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
		Camada de desgaste em betão hidráulico
Especificidades de utilização		Valores de MPD por trechos de 100 metros
MPD - profundidade média do perfil	mm	0,50 – 0,87

Crítérios de aceitação/rejeição

A profundidade média do perfil deverá estar compreendida entre os limites especificados e nenhum dos resultados individuais (média por troços de 100 metros) poderá ser inferior a 0,30 mm.

Se o valor médio por lote foi inferior ao valor mínimo estabelecido no Quadro 15.03.6h deverá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for superior a 95 % do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 20 % do preço unitário da camada;
- Se o valor médio for inferior ou igual a 95 % do valor mínimo preconizado, a rugosidade do lote deverá ser reposta, por um método adequado proposto pelo Adjudicatário e aceite pela Fiscalização. Estes trabalhos serão efectuados por conta do Adjudicatário.

1.2.3 - Coeficiente de atrito

A medição do coeficiente de atrito deverá ser efectuada em contínuo, com piso molhado, ao longo da rodeira externa de cada uma das vias construídas.

Esta medição deverá ser efectuada a uma velocidade de 50 km/h recorrendo a equipamentos tipo *SCRIM* ou tipo *GRIP TESTER* que deverão ser munidos de sistema de rega automática, de forma a garantir uma película de água com 0,5 mm de espessura sobre a superfície ensaiada.



Admite-se a utilização de equipamentos distintos dos anteriormente referidos desde que o adjudicatário apresente correlações comprovadas entre os resultados obtidos com o equipamento utilizado e os equipamentos SCRIM ou GRIP TESTER. Nestas circunstâncias as condições de ensaio poderão ser também ajustadas ao respectivo equipamento desde que devidamente justificadas e fundamentadas.

Em alternativa e somente em casos particulares devidamente definidos e aceites pela Fiscalização a resistência à derrapagem poderá ser avaliada através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico segundo as condições apresentadas em 1.1.7.

Requisitos de conformidade

Os valores obtidos deverão cumprir o especificado no Quadro 15.03.6i.

Quadro 15.03.6i – Valores para o coeficiente de atrito em contínuo para camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção provisória			
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Equipamento tipo SCRIM (BS 7941-1)	Equipamento tipo GRIP TESTER (BS 7941 – 2)
Especificidades de utilização		Valor médio por lote. Medição em contínuo a 50 km/h e com uma película de água com 0,5 mm de espessura	
Coeficiente de atrito à velocidade de 50 km/h	–	≥ 0,50	≥ 0,60

CrITÉRIOS de aceitação/rejeição

O valor médio por lote não poderá ser inferior ao valor mínimo especificado no Quadro 15.03.6i. Não mais de um valor individual (média por trechos de 100 metros) por lote poderá apresentar um resultado inferior em mais de 5 unidades ao valor mínimo estabelecido.

Se o valor médio por lote foi inferior ao valor mínimo estabelecido no Quadro 15.03.6i deverá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for superior a 95 % do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 20 % do preço unitário da camada;



- Se o valor médio for inferior ou igual a 95 % do valor mínimo preconizado a camada no lote não conforme deverá ser demolida e reconstruída.

3 – Por lote em toda a extensão da camada em betão hidráulico antes da recepção definitiva da obra – Caracterização Final do Pavimento – 2ª Fase

A Caracterização Final do Pavimento – 2ª Fase será realizada em toda a extensão da obra até seis meses antes de terminar o prazo de garantia e o respectivo relatório deverá ser entregue com dois meses de antecedência relativamente à data marcada para a recepção definitiva da obra. O relatório em questão será idêntico ao relatório elaborado para a Caracterização Inicial do Pavimento – 1ª Fase, pelo que em tudo o que for aplicável deverá cumprir-se o disposto em 1.2.

No decorrer do período de garantia da obra são múltiplos os factores que poderão contribuir para a degradação do pavimento. Por este motivo, a obrigatoriedade do cumprimento dos critérios de aceitação/rejeição em seguida apresentados só se aplica se as causas para a sua existência forem imputáveis ao Adjudicatário.

A evolução das características superficiais dependerá, em grande parte, do volume de tráfego que solicitará o pavimento ao longo do período do prazo de garantia. Por esta razão aquando da recepção definitiva da obra deverá proceder-se à estimativa do tráfego que terá solicitado a obra desde a sua entrada em serviço até à data da recepção definitiva.

À semelhança da Caracterização Final do Pavimento – 1ª Fase um lote corresponde à extensão de 500 metros. Para os ensaios de medição em contínuo serão determinados os valores médios por trechos de 100 metros, que funcionarão como valores individuais.

3.1 - Irregularidade

Será determinado o Índice de Irregularidade Internacional (IRI) segundo as especificações apresentadas em 1.1.6.2.

Do relatório final deverá constar a representação do perfil longitudinal da superfície, bem como os valores individuais de IRI (médias por trechos de 100 m) ao longo dos alinhamentos ensaiados.

Os valores obtidos deverão enquadrar-se nos valores mínimos especificados no Quadro 15.03.6j.

Quadro 15.03.6j: Valores admissíveis de IRI (m/km), calculados por troços de 100 metros em pavimentos rígidos aquando da recepção definitiva					
Requisito/Propriedade		Unidade	Utilização		
Especificidades de utilização			Percentagem da extensão da obra		
			50%	75%	90%
Valores admissíveis de IRI	Camada de desgaste	m/km	≤ 3,5	≤ 4,0	≤ 4,5

Critérios de aceitação/rejeição

- Se os resultados do IRI excederem os limites estabelecidos em mais de 20 % da extensão total da obra será aplicada uma penalização no valor correspondente 5 % do preço unitário da camada. Esta penalização será a preços do contrato, acrescidos da respectiva revisão de preços. O Adjudicatário deverá ser notificado sobre o valor da penalização e caso não proceda ao respectivo pagamento será accionada a garantia bancária no valor correspondente.

3.2 - Macrotextura

Em tudo o que for aplicável deverá cumprir-se o disposto em 1.1.6.3 e 1.2.2.

No que se refere aos valores de profundidade média de perfil deverão ser cumpridos os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.6k.

Quadro 15.03.6k – Valores mínimos de profundidade média de textura superficial a obter por lote em camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção definitiva		
Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
		Camada de desgaste em betão hidráulico



Especificidades de utilização		Valores de MPD por trechos de 100 metros
MPD - profundidade média do perfil	mm	0,25 – 0,63

Critérios de aceitação/rejeição

A profundidade média do perfil deverá estar compreendida entre os limites especificados e nenhum dos resultados individuais (média por troços de 100 metros) poderá ser inferior a 0,15 mm.

Se o valor médio por lote for inferior ao valor especificado no Quadro 15.03.6k deverá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for inferior ou igual a 90 % do valor preconizado a rugosidade do lote deverá ser reposta, por um método adequado proposto pelo Adjudicatário e aceite pela Dono de Obra. Estes trabalhos serão efectuados por conta do Adjudicatário;
- Se o valor médio for superior a 90 % do valor preconizado será aplicada uma penalização económica correspondente a 10 % do valor da camada no lote não conforme a preços do contrato, acrescidos da respectiva revisão de preços. O Adjudicatário deverá ser notificado sobre o valor da penalização e caso não proceda ao respectivo pagamento será accionada a garantia bancária no valor correspondente.

3.3 - Coeficiente de atrito

Em tudo o que for aplicável deverá cumprir-se o disposto em 1.1.7 e 1.2.3.

A medição do coeficiente de atrito deverá ser efectuada, preferencialmente, para a condição mais desfavorável, isto é, entre Maio e Setembro, dado que será neste período que a película de sujidade e contaminação que se acumula à superfície do pavimento será mais espessa, implicando uma diminuição na microtextura dos agregados e na macrotextura da superfície.

No que se refere aos valores de coeficiente de atrito deverão ser cumpridos os valores mínimos indicados no Quadro 15.03.6l.

Quadro 15.03.6l – Valores para o coeficiente de atrito em contínuo para camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção definitiva

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização	
		Equipamento tipo SCRIM (BS 7941-1:2006)	Equipamento tipo GRIP TESTER (BS 7941 – 2: 2000)
Especificidades de utilização		Valor médio por lote. Medição em contínuo a 50 km/h e com uma película de água com 0,5 mm de espessura	
Coeficiente de atrito à velocidade de 50 km/h	–	≥ 0,40	≥ 0,45

Em alternativa e somente em casos particulares devidamente definidos e aceites pela Fiscalização a resistência à derrapagem poderá ser avaliada através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico. Estes ensaios serão realizados de acordo com as disposições apresentadas em 1.2.3. Nestas condições a camada deverá apresentar um coeficiente de atrito pontual que cumpra o especificado no Quadro 15.03.6m.

Quadro 15.03.6m – Valores de coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value) para camadas de desgaste em betão hidráulico aquando da recepção definitiva

Requisitos/Propriedades	Unidade	Utilização
Especificidades de utilização		Ensaio com o pêndulo britânico; Deslizador grande com borracha CEN; Escala C
Coeficiente de atrito pontual (Pendulum Test Value)	PTV	≥ 50

Critérios de aceitação/rejeição

O valor médio por lote não poderá ser inferior ao valor mínimo especificado no Quadro 15.03.6m. Não mais de um valor individual (média por trechos de 100 metros) por lote poderá apresentar um resultado inferiores aos especificados nos Quadros 15.03.6l e 15.03.6m.

Se o valor médio por lote foi inferior aos valores mínimos estabelecidos deverá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for inferior ou igual a 90 % do valor preconizado o coeficiente de atrito do lote deverá ser repostado, por um método adequado proposto pelo



Adjudicatário e aceite pelo Dono de Obra. Estes trabalhos serão efectuados por conta do Adjudicatário;

- Se o valor médio for superior a 90 % do valor mínimo preconizado será aplicada uma penalização no valor correspondente a 10 % do preço unitário da camada. Esta penalização será a preços do contrato, acrescidos da respectiva revisão de preços. O Adjudicatário deverá ser notificado sobre o valor da penalização e caso não proceda ao respectivo pagamento será accionada a garantia bancária no valor correspondente.

3.4 – Fendilhação

Deverá ser efectuada a avaliação em contínuo do estado de degradação superficial do pavimento não devendo a área fendilhada ser superior a 10 % da área total de cada lote.

Critérios de aceitação/rejeição

Se a área fendilhada por lote for superior ao valor máximo estabelecido deverá proceder-se da seguinte forma:

- Se o valor médio for inferior a 90 % do valor máximo preconizado será aplicada uma penalização no valor correspondente a 10 % do preço unitário da camada. Esta penalização será a preços do contrato, acrescidos da respectiva revisão de preços. O Adjudicatário deverá ser notificado sobre o valor da penalização e caso não proceda ao respectivo pagamento será accionada a garantia bancária no valor correspondente;
- Se o valor médio for superior ou igual a 90 % do valor máximo preconizado a camada será removida, o material levado a vazadouro e executada uma nova camada no lote não conforme, por conta do Adjudicatário.

15.03.7 – Trabalhos específicos dos pavimentos rígidos

15.03.7.1 – Acabamento da superfície

O acabamento de superfície dos pavimentos rígidos pode ser executado usando as seguintes metodologias:

- Ranhuragem;



- Escovagem;
- Denudagem química;
- Incrustação de gravilhas.

A textura superficial do pavimento deve ser obtida antes da presa do betão, excepto por denudagem química.

A textura superficial por ranhuragem será transversal e homogénea, obtida por meio de um pente de dentes de plástico, aço ou outro material ou com uma placa com as saliências correspondentes às ranhuras que se pretenderem. O dispositivo será aprovado pela Fiscalização. As ranhuras serão paralelas entre si e terão uma largura e profundidade compreendidas entre 5 e 7 mm. A distância entre eixos será variável e compreendida entre 10 e 30 mm.

A textura superficial por estriado (escovagem) será obtida por aplicação manual ou mecânica de uma escova de cerdas em plástico, arame ou outro material aprovado pela Fiscalização.

Para além destes processos, o acabamento superficial do pavimento em betão poderá ser assegurado por denudagem química ou por incrustação de gravilhas.

No dia seguinte ao da betonagem será determinada a profundidade de textura pelo método da altura de areia em pelo menos 10 ensaios devendo obter-se uma profundidade média de 1 mm e uma profundidade mínima em qualquer ensaio de 0,60 mm.

15.03.7.2 – Varões de aço em juntas

A aplicação dos varões de transmissão de cargas (passadores) e dos varões de ligação deve ser realizada preferencialmente de forma automática, devendo para isso ser acoplado à pavimentadora um dispositivo que permita efectuar tal operação, sem ser necessário interromper a pavimentação.

A introdução dos varões deverá ser feita com vibração.



15.03.7.3 – Execução de juntas

As juntas (transversais e longitudinais) podem ser executadas por serragem ou por outras técnicas definidas em projecto. Poderão também ser implementadas outras técnicas de execução, propostas e devidamente fundamentadas pelo adjudicatário, desde que aprovadas pela Fiscalização.

A execução das juntas transversais por serragem deve ser realizada antes de decorridas 24 horas após a colocação em obra do betão, previamente ao aparecimento de fendas de retracção e de modo a garantir bordos limpos e estáveis.

As juntas longitudinais por serragem deverão ser executadas entre as 24 e as 72 horas após a finalização do pavimento desde que seja garantida a não circulação de tráfego de obra. Sempre que se prevejam amplitudes térmicas superiores a 15º C, entre o dia e a noite, estas juntas deverão ser executadas em simultâneo com as transversais.

A serragem das juntas poderá ser realizada numa primeira fase até à profundidade definida no projecto, sendo o alargamento necessário para a colocação do produto de selagem efectuado numa segunda fase, desde que aprovado pela Fiscalização.

Sempre que ocorram danos nos bordos das juntas, estes deverão ser reparados com resina epoxi.

15.03.7.4 – Selagem de juntas

Na selagem de juntas poderão ser aplicados os seguintes produtos:

- Selantes aplicados a quente;
- Selantes aplicados a frio;
- Perfis de selagem pré-moldados.

Após a cura do betão e previamente à aplicação dos produtos de selagem, as juntas serão limpas de forma cuidadosa e eficaz com recurso a rebarbadora ou outro equipamento que não danifique os seus bordos. O acabamento da limpeza deverá ser realizado com jacto de ar-comprimido.



Posteriormente à operação de limpeza será aplicado o produto selante definido em projecto, tendo o cuidado de obter um acabamento limpo e sem excesso de material sobran­te.

15.03.7.5 – Separação entre a laje da camada de desgaste e a base

A separação entre a laje da camada de desgaste em betão e a base em betão pobre pode ser obtida pela aplicação de diversas técnicas:

- Folha de polietileno;
- Emulsão sobre cinzas ou areias;
- Revestimento superficial simples;
- Outras técnicas.

No caso da aplicação de folha de polietileno deverá ser garantida uma sobreposição mínima de 15 cm. A sobreposição entre folhas deverá ter em conta a inclinação transversal e longitudinal da camada subjacente, de modo a garantir a impermeabilização da camada.

Não será permitida a circulação sobre a superfície tratada excepto pelo pessoal e equipamento necessários à aplicação do betão.

Em épocas quentes e secas poderá ser necessária a humedificação da base tratada, evitando desse modo a desidratação do betão a aplicar.

15.03.7.6 – Aplicação de produto filmogénico de cura

A aplicação de produtos filmogénicos de cura deve ser realizada após o acabamento superficial do betão e desde que este não apresente água livre.

Na aplicação dos produtos filmogénicos de cura devem ser utilizados meios mecânicos que assegurem uma distribuição contínua e uniforme em toda a largura da plataforma e bordos laterais.

Em zonas inacessíveis aos equipamentos acima referidos poderão ser utilizados pulverizadores manuais, desde que aprovados pela Fiscalização.



Será obrigatoriamente executada uma nova aplicação sempre que se verifique a deterioração da película protectora ou após a execução de juntas.

Em condições climatéricas desfavoráveis (altas temperaturas, baixa humidade relativa, vento forte ou chuva) a Fiscalização poderá determinar o aumento da dosagem e a aplicação antecipada dos produtos de cura.

15.03.7.7 – Betão poroso na interface entre a laje e a berma

O betão poroso a aplicar na interface entre a laje e a berma funcionará como elemento integrante do sistema de drenagem interna e será executado com as dimensões definidas em projecto.

A aplicação do betão deve ser feita em contínuo por equipamento que possa regular a altura do material a um nível tal que permitirá, após compactação, obter a altura pretendida.

Na aplicação do betão em obra deverá ter-se em conta as dificuldades de compactação, geralmente realizada por meio de régua vibrantes, por forma a conferir uma porosidade mínima de 22%. Esta poderá ser avaliada vertendo rapidamente 10 litros de água sobre um cilindro de betão poroso com 20 cm de diâmetro e espessura igual à da camada executada. A velocidade de percolação deverá ser da ordem dos 0,6 cm/s.

15.03.7.8 – Betão poroso na interface entre a laje e a berma, incluindo dreno

Idêntico ao descrito em 15.03.7.7, incluindo a execução de dreno longitudinal em PVC e as respectivas saídas laterais.

15.03.7.9 – Camada drenante em berma com 0,10 m de espessura

Execução de camada drenante na berma que integra o sistema de drenagem interna da junta longitudinal existente entre a laje da camada de desgaste e a berma.

Esta camada pode ser construída em betão poroso ou em material granular de granulometria extensa com redução de 50% na fracção 0/6.

15.03.7.10 – Impermeabilização da fundação da berma



Execução da impermeabilização da fundação da berma de modo a impedir o acesso de água proveniente de infiltrações a partir das juntas longitudinais entre a camada de desgaste e a berma.

A impermeabilização pode ser obtida por aplicação de geotêxtil impregnado com emulsão ou por outras técnicas definidas em projecto. Poderão ainda ser implementadas outras técnicas de execução, propostas e devidamente fundamentadas pelo adjudicatário, desde que aprovadas pela Fiscalização.

Execução de viga de betão armado, de acordo com o definido em projecto, encastradas no terreno. São usualmente executadas na aproximação das obras de arte e destinam-se a impedir movimentos do pavimento rígido.

15.03.8 – Regas betuminosas de impregnação, colagem ou cura

15.03.8.1 – Rega de Impregnação Betuminosa

Entende-se por rega de impregnação a aplicação de uma emulsão betuminosa sobre uma base granular de granulometria extensa sobre a qual será executada uma camada de mistura betuminosa. Será dispensada a sua aplicação caso o projecto explicitamente a dispense.

O equipamento a utilizar no espalhamento deve cumprir os requisitos legais para o transporte destes produtos e os requisitos de segurança e saúde necessários. Deve estar munido de um dispositivo de rega automático ou semi-automático que garanta uma distribuição uniforme do ligante à temperatura especificada. Nos casos de difícil acesso ou em situações muito específicas poder-se-á recorrer à distribuição do ligante com equipamento manual.

1.1 – Reparação da camada para posterior impregnação/limpeza

Após a aprovação do trecho e previamente à aplicação da rega de impregnação, dever-se-á iniciar o processo de limpeza da camada granular. A superfície a impregnar deve apresentar-se livre de material solto, sujidades, detritos e poeiras que devem ser retirados do pavimento. A limpeza será basicamente efectuada por acção de escovas mecânicas e/ou jacto de ar comprimido que deverá deixar a descoberto as partículas com maiores dimensões, sem no entanto provocar a desagregação da camada. Deve



obter-se o aspecto de um mosaico formado pelo topo das britas e gravilhas, devidamente travadas pelos materiais mais finos. Nos locais de difícil acesso a estes equipamentos a limpeza da camada deve ser feita com vassouras manuais.

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 em conformidade com os requisitos acima apresentados.

1.2 – Execução da rega de impregnação

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 projecto e em conformidade com as especificações do Quadro 14.03.0-4h. O valor da taxa de espalhamento deverá ser ajustado experimentalmente sendo normalmente o correspondente ao que a camada pode absorver ao fim de 24 horas mas nunca inferior a 1,0 Kg/m² de betume residual;
- No momento de aplicação do aglutinante, a temperatura ambiente e do pavimento devem ser superiores a 5 °C;
- Não deve ser iniciado o processo de espalhamento se houver probabilidade de ocorrência de chuva;
- A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra distribuidora semi-automática ou automática;
- 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;
- O tempo que decorrerá entre a impregnação e a aplicação da camada betuminosa seguinte será fixado pela Fiscalização, em face das condições climatéricas.

1.3 – Critérios de aceitação

A tolerância da taxa de aplicação da emulsão betuminosa para impregnação será de 15% em relação ao valor especificado, sendo esta verificada em relação à média de num conjunto de cinco ensaios (tabuleiro metálico ou folha de papel), apenas um ensaio poderá ultrapassar essa tolerância. Esta verificação será efectuada por lotes e sempre que a Fiscalização assim o entenda.

15.03.8.2 – Regas de colagem

Entende-se por rega de colagem a aplicação de uma emulsão betuminosa sobre: camadas tratadas com ligantes betuminosos, camadas em misturas betuminosas ou camadas/superfícies de betão sobre a qual será aplicada uma mistura betuminosa. Estas regas poderão ser realizadas com emulsões ou emulsões modificadas, devendo cumprir os requisitos especificados nos Quadros 14.03.0-4h e 14.03.0-4i. Quando no fabrico da camada sobrejacente for utilizado um betume modificado, a rega de colagem deve com emulsão modificada.

1.1 - Preparação da camada

O adjudicatário só poderá dar início aos trabalhos de limpeza da camada sobre a qual será aplicada a rega de colagem, quando esta tiver sido aprovada pela Fiscalização tendo em conta os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camada. Deve ser dada particular atenção à limpeza dos topos das juntas de trabalho. Para a remoção dos detritos, material solto e sujidade da camada deverão ser utilizados os meios mais adequados tendo em conta o estado de limpeza da mesma, nomeadamente jacto de água, vassoura mecânica ou jacto de ar. Nas situações de difícil acesso aos referidos equipamentos deverá recorrer-se a vassouras manuais. O jacto de ar será contudo sempre considerado como processo de acabamento da limpeza



da camada para a remoção dos materiais mais finos e pó. Os materiais resultantes do processo de limpeza deverão ser removidos do local de forma a não constituírem nova ameaça de contaminação.

1.2 - Execução da rega de colagem

Na execução da rega de colagem deve ser observado o seguinte:

- A superfície deve estar seca para que o processo de cura seja mais rápido;
- O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projecto e cumprir os requisitos especificados nos Quadros 14.03.0-4h e 14.03.0-4i. O valor da taxa de espalhamento de betume residual deverá ser de 0,5Kg/m²;
- No momento de aplicação do aglutinante, as temperaturas ambiente e do pavimento devem ser superiores a 5 °C;
- Não deve ser iniciado o processo de espalhamento se houver probabilidade de ocorrência de chuva;
- A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra distribuidora semi-automática ou automática, no caso dos topos das juntas de trabalho ou outras superfícies verticais que ficarão em contacto com a mistura betuminosa, a aplicação poderá ser manual com recurso a cana;
- Quando tenha decorrido muito tempo ou tenha chovido após a aplicação, a fiscalização poderá exigir a execução de uma nova rega;
- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva, mais do que 15%;
- Será interdita a circulação dos veículos sobre a rega, podendo a mesma ser excepcionalmente autorizada pela fiscalização, desde que seja devidamente fundamentada e tomadas as devidas precauções para que a rega não seja contaminada.

1.3 – Critérios de aceitação



A tolerância na taxa de emulsão betuminosa para colagem será de 15% em relação ao valor especificado, sendo esta verificada em relação à média de num conjunto de cinco ensaios (tabuleiro metálico ou folha de papel), apenas um ensaio poderá ultrapassar essa tolerância. Esta verificação será efectuada por lotes e sempre que a Fiscalização assim o entenda.

15.03.8.3 – Regas de Cura

Entende-se por rega de cura a aplicação de uma película contínua e uniforme de emulsão betuminosa para garantir a impermeabilização de camadas tratadas com ligantes hidráulicos.

1.1 - Preparação da camada

A rega de cura só poderá ser aplicada após a aprovação por parte da fiscalização da camada tratada com ligantes hidráulicos, devendo estar em conformidade com os critérios definidos para esta camada, caso contrário deve ser corrigida.

A camada sobre a qual será aplicada a rega de cura, após aprovação, deverá ser limpa com recurso a vassoura mecânica ou jacto de ar por forma a remover o material solto ou pó. A camada deve também ser mantida húmida até à aplicação da rega. A aplicação da rega de cura não deve exceder as 12 horas após conclusão da camada.

1.2 – Execução da rega de cura

Na execução da rega de cura deve ser observado o seguinte:

- O aglutinante e a taxa de aplicação a utilizar deverão ser os indicados no projecto e com as características definidas no Quadro 14.03.0-4h. O valor da taxa de espalhamento de betume residual deverá ser de 0,5 Kg/m²;
- A aplicação da emulsão deverá ser feita por um camião cisterna com barra distribuidora semi-automática ou automática;
- Quando tenha chovido após a aplicação, a fiscalização poderá exigir a execução de uma nova rega;

- A distribuição do aglutinante não pode variar na largura efectiva, mais do que 15%;
- Será interdita a circulação dos veículos sobre a rega, por um período nunca inferior a 7 dias. No entanto, caso se preveja que posteriormente venha a ocorrer a circulação de tráfego de obra deverá ser espalhada imediatamente após a aplicação da rega, uma gravilha 4/6 à taxa de 7 a 8 litros/m².

1.3 - Critérios de aceitação

A tolerância na taxa de emulsão betuminosa para impregnação será de 15% em relação ao valor especificado, sendo esta verificada em relação à média de num conjunto de cinco ensaios (tabuleiro metálico ou folha de papel), apenas um ensaio poderá ultrapassar essa tolerância. Esta verificação será efectuada por lotes e sempre que a Fiscalização assim o entenda.

15.03.9 - Trabalhos especiais de pavimentação

15.03.9.1 - Fresagem de camadas de pavimentos existentes remoção e transporte a vazadouro dos produtos escavados ou reutilização, conforme definido em projecto

Este item refere-se à execução de fresagens de misturas betuminosas, nos locais e espessuras definidas no projecto. A execução de trabalhos de fresagens está na generalidade associada a tratamentos de patologias do pavimento, para reabilitação das condições de superfície (aderência e regularidade) e/ou estruturais ou ainda para promover a ligação entre trechos, designadamente:

- zonas de fissuração generalizada;
- zonas de rodeiras acentuadas;
- correcções das irregularidades transversais/longitudinais;
- ligação ao pavimento existente no início e fim da intervenção;
- zonas de ligação da secção corrente aos ramos de Nós ou outras intersecções.



Estes trabalhos incluem a realização de eventuais desvios de tráfego e transporte dos produtos sobrantes a depósito ou a sua reutilização, conforme definido em projecto, considerando-se incluídos todos os custos inerentes a este processo. Quando aplicável, o tratamento ambiental e paisagístico das zonas de depósito, de acordo com a legislação vigente, serão também da inteira responsabilidade do adjudicatário.

Este item refere-se também à execução de microfresagens (espessuras inferiores a 0,05 m) de misturas betuminosas, nos locais e espessuras definidas no projecto, para a reabilitação das condições de superfície designadamente aderência e regularidade ou para a remoção de pinturas ou marcas rodoviárias. São a seguir enunciadas as particularidades do processo de execução, equipamentos e critérios de aceitação da unidade terminada.

15.3.9.1.1 - Disposições gerais para a execução

A zona de trabalhos deverá ser devidamente delimitada/marcada no pavimento devendo considerar-se um acréscimo à zona degradada a definir pela Fiscalização.

A execução dos trabalhos deverá desenvolver-se com precaução de forma a não danificar a camada subjacente.

1 - Equipamento

1.1 - Fresagens

Os equipamentos de fresagem deverão possibilitar a remoção das misturas betuminosas por faixas, com a largura adequada ao tipo de intervenção. No caso de fresagens em toda a largura da plataforma a largura mínima deverá ser de 2,0m.

Deverão ser dotados de um sistema electrónico de nivelamento automático, munido de apalpadores assentes sobre vigas ou réguas de nivelamento com um comprimento igual ou superior a 15 m.

A utilização de outros sistemas de nivelamento que conduzam a um bom desempenho da superfície, após fresagem, deverá ser objecto de aprovação prévia pela Fiscalização.



À medida que forem fresadas, as misturas devem ser carregadas directamente para um camião para transporte a vazadouro ou reutilização, de acordo com o definido em projecto ou posteriormente, mediante a aprovação da Fiscalização, cumprindo a regulamentação ambiental vigente.

1.2 - Microfresagens

Os trabalhos de microfresagem serão executados por equipamentos com cilindros fresadores com dentes de corte de espaçamento inferior aos dos cilindros normais. O equipamento deverá cumprir os seguintes requisitos:

- Efectuar a microfresagem da superfície na direcção longitudinal paralela ao eixo, sem partir ou causar outro tipo de danos nas juntas ou outras singularidades existentes;
- Efectuar as correcções do perfil do pavimento com a inclinação transversal adequada para assegurar a drenagem da água;
- Equipado de dispositivo para remover todos os resíduos da microfresagem. Os resíduos deverão ser transportados para locais adequados ou reutilizados, conforme definido em projecto ou definido posteriormente mediante a aprovação da Fiscalização, cumprindo a regulamentação ambiental vigente.

2 - Limpeza

Deverão ser colocados em obra os meios mecânicos de limpeza, necessários para assegurar a remoção dos produtos de fresagem que não forem carregados para o camião.

A área de fresagem após execução dos trabalhos deverá estar convenientemente limpa de acordo com os critérios definidos neste Caderno de Encargos para a preparação da superfície subjacente estipulados em 15.03.3.1.1

15.3.9.1.2 - Critérios de aceitação para unidades terminadas

15.3.9.1.2.1 - Fresagens



A superfície subjacente deverá cumprir os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para as diferentes camadas.

A regularidade da superfície após fresagem, será medida com a régua de 3 m. Não são aceites desvios superiores a 0.01m, com a régua colocada em qualquer direcção.

15.3.9.1.2.2 - Microfresagens

Durante a execução dos trabalhos, a Fiscalização fará a avaliação/controle da superfície, no sentido de definir eventuais medidas correctivas a tomar.

A superfície final após execução da microfresagem deverá apresentar uma textura adequada. Os bordos das juntas ou fissuras devem ficar nivelados após a execução da microfresagem.

Quando entendido necessário pela fiscalização e em função da especificidade da intervenção de poderão ser efectuadas medições do IRI nas situações de reabilitação das condições de superfície, para aferição do valor obtido, de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos.

Nota: Se a gestão dos produtos fresados for omissa em projecto, deverá o adjudicatário apresentar uma proposta, a validar pela Fiscalização, com a definição do procedimento a adoptar que deverá privilegiar a reciclagem/valorização dos materiais.

A Fiscalização poderá entender ser necessária a realização de ensaios de caracterização das misturas betuminosas fresadas/betume para identificação de substâncias perigosas

15.03.9.2 - Saneamentos em pavimentos existentes, incluindo escavação, remoção e transporte a vazadouro dos produtos escavados, eventual indemnização por depósito, e o preenchimento de acordo com o definido no projecto

Estes trabalhos serão executados em zonas de pavimento contaminadas por materiais inadequados, na generalidade argilosos e siltosos, que inviabilizam as necessárias condições de suporte e drenagem da fundação. Os trabalhos consistem no saneamento



e reconstrução dos volumes saneados de acordo com a localização e espessura definidas no projecto.

1 - Metodologia

Definição e delimitação da zona objecto de intervenção, marcando de forma geométrica a zona a reparar, excedendo em aproximadamente 0,20 m a superfície degradada.

Corte/serragem do pavimento com ferramentas adequadas, de preferência com disco de corte ou ferramenta hidráulica, escavação e remoção de todo o material com equipamento mecânico adequado, na profundidade definida em projecto, que poderá ser alterada pela Fiscalização, se a avaliação das condições in situ o exigirem.

2 - Transporte

O transporte dos materiais, em função das suas características deve cumprir a legislação aplicável.

3 - Reconstrução do pavimento

A reconstrução da estrutura do pavimento, deverá ser feita de acordo com o definido no projecto, cumprindo os requisitos/propriedades exigíveis neste Caderno de Encargos para a execução das camadas preconizadas.

Devem ser devidamente asseguradas as condições de drenagem e se necessário a implementação de soluções que permitam a não contaminação dos solos.

O preenchimento dos volumes saneados só será permitido após a validação das condições de fundação pela Fiscalização.

15.03.9.3 – Escarificação e recompactação de pavimentos existentes, de acordo com a espessura definida no projecto

O processo de escarificação consiste na desagregação do pavimento existente, na espessura definida em projecto e posterior compactação para homogeneização da plataforma de apoio conferindo-lhe características de acordo com os critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

A escarificação poderá ainda ser efectuada para promover a ligação entre camadas.



Os trabalhos de compactação devem cumprir o estipulado no Capítulo 15.01 Terraplenagens.

A espessura dos trabalhos de escarificação deve ser definida em projecto e situar-se num intervalo entre 15 a 30 cm, salvo diferente indicação da fiscalização, em função das condições in situ.

15.03.9.4 - Enchimento em agregado britado de granulometria extensa com características de base, para regularização e/ou reperfilamento de pavimentos existentes

As exigências de conformidade dos materiais são estipuladas nos Quadros 14.03.1b e 14.03.1c.

As disposições construtivas para a execução destes trabalhos e requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos são estipulados em 15.03.1.2.

Consideram-se incluídos nesta rubrica os trabalhos necessários, de acordo com a definição de projecto, de preparação da superfície subjacente, que deverá cumprir os critérios especificados neste Caderno de Encargos.

15.03.9.5 - Selagem e/ou elemento retardador da propagação de fissuras em pavimentos degradados

15.03.9.5.1 - Com misturas betuminosas

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos para a execução das misturas betuminosas são estipulados em 15.03.2, de acordo com a definição de projecto.

15.03.9.5.2 - Com slurry seal



As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos para a execução da camada são estipulados em 15.03.4.1.

15.03.9.5.3 - Com microaglomerado a frio

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação são estipulados em 15.03.4.1.

15.03.9.5.4 – Com revestimentos superficiais

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação são estipulados em 15.03.4.2.

15.03.9.5.5 - Geotêxtil impregnado

Este item refere-se à aplicação de geotêxtil com funções de interface/membrana retardadora do processo de propagação de fissuras, cujas características satisfazem o estipulado em 14.03.9.5.5.

15.3.9.5.5.1 - Preparação da superfície subjacente

A aplicação do geotêxtil só deverá ser iniciada após a avaliação das condições da superfície subjacente pela Fiscalização tendo em conta a metodologia de trabalhos estabelecida em projecto.

A superfície a tratar deverá apresentar-se isenta de sujidade, detritos e poeiras.

A avaliação das condições superficiais, desempenho e estado da superfície a tratar, poderá implicar a execução de trabalhos preparatórios de reparação, incluindo o preenchimento de deformações/correção de irregularidades e selagem de fissuras de abertura superior a 1,5 mm, a execução de camada em mistura betuminosa de pré-regularização ou trabalhos de fresagem pontuais. Em superfícies com fissuração do tipo



“pele de crocodilo”, com fissuras de abertura superior a 5 mm, deverá proceder-se a trabalhos de fresagem, associados se necessário a uma pré-regularização. Estes procedimentos deverão ser definidos em projecto podendo em fase de obra ser ajustados em função da evolução das patologias verificadas.

15.3.9.5.5.2 – Disposições gerais para a colocação do geotêxtil

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

1 - Geotêxtil, como base para interface retardadora da propagação de fissuras

Deverão ser, tal como referido em 15.3.9.5.4.1 corrigidas todas as depressões significativas e demais irregularidades, para que o pavimento a tratar apresente uma superfície desempenada para assentamento do geotêxtil.

Sobre a superfície assim preparada, aplicar-se-á uma rega com emulsão modificada conforme especificado no Quadro 14.03.0-4i, com uma taxa mínima de betume residual de 1,2 kg/m², aferida em trecho experimental a realizar.

Será então aplicado o geotêxtil, devendo garantir-se que:

- As peças serão aplicadas sem sobreposição (quando estritamente necessário a sobreposição será de 0,20m com aplicação emulsão entre as duas camadas de geotêxtil sobrepostas) não podendo apresentar vincos ou pregas;
- Nas curvas, deverá proceder-se ao corte prévio do geotêxtil em secções de geometria conveniente, que serão justapostas sobre a rega;
- A eliminação de potenciais pregas e ajustamento do geotêxtil, deverão ficar concluídas antes da rotura da emulsão utilizada, devendo o Adjudicatário tomar todas as medidas para que o geotêxtil já aplicado não se desloque com o vento ou mediante outras acções acidentais, podendo recorrer, designadamente, a uma pregagem com pregos metálicos dotados de cabeça "chata" e dimensões adequadas.



2 - Ligante

O ligante a utilizar deverá estar de acordo com o especificado no Quadro 14.03.0-4i.

15.3.9.5.5.3 – Especificações para as unidades terminadas

O geotêxtil deve apresentar-se homogeneamente impregnado de ligante e colado ao pavimento na sua totalidade.

Será interditada a circulação sobre o geotêxtil, devendo proceder-se a um ligeiro ensaibramento com mistura betuminosa, na zona de circulação dos camiões abastecedores da respectiva pavimentadora.

Concluída a aplicação do geotêxtil, deverá proceder-se de imediato ao espalhamento e compactação da mistura betuminosa de recobrimento.

A Fiscalização deverá, em obra, tomar as providências necessárias para que a camada de recobrimento do geotêxtil não venha a ser danificada devido à exposição por um tempo excessivamente prolongado ao tráfego, promovendo junto do Adjudicatário acções de planeamento tendentes a minimizar o desfasamento entre aquela situação e a conclusão da estrutura de reforço projectada.

15.03.9.5.6 - Argamassa com betumes modificados

As exigências de conformidade dos materiais, a metodologia de execução dos trabalhos e os requisitos exigidos para o cumprimento dos critérios de aceitação definidos neste Caderno de Encargos para a execução da camada são estipulados em 15.03.2.

15.3.9.5.7 - Membrana de betume modificado com borracha

Este item refere-se à execução de membrana em betume modificado com borracha para retardamento da propagação de fissuras, cujas características satisfazem o estipulado em 14.03.9.5.7 deste Caderno de Encargos.

15.3.9.5.7.1 – Preparação da superfície subjacente

A execução da membrana em betume modificado com borracha só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente. Podendo o cumprimento dos critérios de aceitação, quanto a regularidade, implicar a execução de camada de regularização prévia ou a execução de outros trabalhos preparatórios.

Antes da aplicação do ligante, deve ser efectuada uma pré-marcação com tinta, devendo as marcas estar distanciadas de 15 m nas rectas e 5 m nas curvas.

15.3.9.5.7.2 - Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes da mistura, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

1 - Estudo de composição

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula de trabalho, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

1.1 - Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do ligante a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.0-4e.

1.2 - Agregado



Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.2m

A curva granulométrica de referência proposta deve cumprir os requisitos granulométricos definidos no Quadro 14.03.9a.

1.3 - Mistura

As taxas de aplicação de referência do ligante são as indicadas no Quadro 14.03.9b.

2 - Trecho experimental

Deverá ser executado um trecho experimental nas condições definidas em 15.03.3-3 com a caracterização do ligante e agregado, aferição das taxas de aplicação, verificação da homogeneidade, regularidade e avaliação da textura da mistura de acordo com o especificado neste Caderno de Encargos.

3 - Fabrico

Para o fabrico de betume modificado com borracha, o betume base, previamente aquecido a uma temperatura aproximada de 190°C, é introduzido num misturador. Seguidamente proceder-se-á à admissão, em contínuo, da borracha reciclada de pneus moída, de acordo com a percentagem estabelecida no estudo de formulação. No misturador inicia-se a reacção do betume com a borracha, que terá continuidade na cisterna de armazenamento do betume modificado, para onde será transferido. Para concluir o processo de modificação do betume pela borracha, a mistura de betume e de borracha permanece na referida cisterna durante um período mínimo de 30 min, a uma temperatura de 185 °C, em permanente agitação e com controlo da temperatura.

No caso específico da aplicação em revestimentos superficiais, depois do fabrico e do tempo necessário à reacção do betume com a borracha, poderá ser adicionado um solvente hidrocarbonado (3 a 5% do ligante) para diminuir a viscosidade inicial do ligante. Este diluente evapora-se ao fim de algum tempo (habitualmente 1 hora) e permite uma maior adesividade do ligante aos agregados durante o período de compactação.

4 – Armazenamento

As condições/disposições gerais são estipuladas em 15.03.3.1



Os agregados contaminados com sujidade (pó) e que apresentem uma percentagem passada no peneiro 0,500 mm maior do que a permitida não deverão ser utilizados no revestimento superficial.

5 - Equipamento

5.1 - Distribuidor de ligante

O equipamento a utilizar no espalhamento deve cumprir os requisitos legais para o transporte destes produtos e os requisitos de segurança e saúde necessários. Deve estar munido de um dispositivo de rega automático ou semi-automático que garanta uma distribuição uniforme do ligante à temperatura e taxas especificadas. Este equipamento deverá estar munido de controlo remoto da bomba de circulação do betume. A velocidade da bomba de circulação do ligante deverá ter rendimentos da ordem dos 300 litros/minuto.

5.2 - Distribuidor de agregados

O distribuidor de agregados (gravilhadora) deverá ser capaz de fazer uma aplicação uniforme com larguras de trabalho de 2,5 a 4 m e ter mecanismos que o permitam ajustar a variações na taxa de aplicação. Preferencialmente deverão ser utilizadas gravilhadoras auto-propulsoras com controlo computadorizado da taxa de espalhamento em função da velocidade de circulação.

5.3 - Vassouras

As vassouras a utilizar deverão ser preferencialmente rotativas com aspiração e dispositivo de armazenamento para agregados. A potência das vassouras deverá ser regulada de forma a evitar o desprendimento dos agregados parcialmente colados ao ligante.

6 - Espalhamento

Antes do início dos trabalhos deverão ser confirmados as taxas de aplicação previstas para o ligante e agregados.

Deverá igualmente ser confirmado, que todo o equipamento está disponível e em condições para a sua imediata utilização.



O ligante deverá ser aplicado a temperaturas superiores a 175 °C. Imediatamente após a sua aplicação deverá ser coberto com os agregados.

No caso de revestimentos superficiais simples o uso de uma gravilhadora autopropulsionada é obrigatório. As gravilhadoras deverão iniciar o espalhamento tão próximo quanto possível do equipamento que espalha o ligante, para que o filme de ligante seja coberto pelos agregados evitando a passagem dos pneus da gravilhadora ou dos tractores sobre este. Os agregados deverão ser espalhados antes de decorridos 15 minutos após a aplicação do ligante. A quantidade total de ligante a ser espalhada deverá corresponder à quantidade de agregados disponível na gravilhadora e nos camiões existentes no local de trabalho. O número de camiões de transporte de agregados deverá ser suficiente para permitir uma aplicação contínua do revestimento. A taxa de aplicação dos agregados e do ligante não deverá variar mais de 10% da taxa especificada, definida em projecto.

Salvo indicações em contrário do projecto, a taxa de aplicação do ligante, betume de alta percentagem de borracha, deverá ser aproximadamente de $2.6 \pm 0,2$ litros por metro quadrado. A taxa de aplicação do ligante, betumes de média percentagem de borracha, deverá ser aproximadamente de $(1,8 - 2,6) \pm 0,2$ litros por metro quadrado.

6.1 - Condições de execução

A taxa de aplicação dos agregados deverá ser de 12 kg/m². Estes valores poderão ser ajustados em obra face às condições da superfície a tratar.

As condições de temperatura mínimas, da estrada e ambiental, deverão ser respectivamente de 15 e 12°C.

Estas condições devem ser verificadas no início dos trabalhos. A temperatura mínima durante a noite não deverá ser inferior a 8°C. Se existirem previsões de que tal venha a acontecer deverá ser suspensa a aplicação do ligante.

Quando existirem ventos fortes, que possam interferir com a execução do trabalho, este deve ser imediatamente suspenso.

7 - Compactação

7.1 - Equipamentos

Deverão ser utilizados cilindros de pneus de acordo com os seguintes requisitos:



- Os cilindros de pneus deverão ser auto-propulsionados, com peso não inferior a 15 ton.
- Os cilindros deverão estar equipados com dispositivos mecânicos adequados para manter limpos os pneus durante a operação.
- O espaçamento dos pneus deverá ser tal que uma passagem do cilindro permita uma compactação idêntica na largura do cilindro. A pressão dos pneus deverá não ser inferior 700 KPa por pneu.

7.2 - Particularidades do processo de construção

7.2.1 - Compactação inicial

Deverá existir um número mínimo de cilindros que permita abranger a largura de espalhamento na primeira passagem.

A compactação inicial deverá iniciar-se imediatamente atrás da gravilhadora mantendo uma distância inferior a 10 metros deste equipamento na primeira passagem.

As áreas que apresentem deficiência na quantidade de agregados devem ser corrigidas manualmente de forma a existir uma perfeita homogeneidade em termos transversais e longitudinais.

7.2.2 - Compactação final

A compactação final deverá ser executada com o recurso a cilindros pneumáticos com 15 a 20 ton com um mínimo de quatro passagens.

A superfície final deve apresentar uma aparência uniforme sem marcas de cilindro. Todos os agregados contaminados com óleo, fuel ou gorduras deverão ser removidos/rejeitados.

Todos os agregados que não estejam fixos ao ligante deverão ser removidos através de uma vassoura rotativa.

8 - Juntas

Para evitar a sobreposição de ligante, deverá ser colocada uma folha de papel grosso (ou equivalente) sobre a superfície já revestida num comprimento tal que permita a aplicação da taxa requerida de ligante na superfície adjacente a revestir.



Preferencialmente, as juntas longitudinais deverão ser seladas com aplicação do revestimento superficial na via adjacente. Deverá existir uma sobreposição de ligante de aproximadamente 10 cm na zona da junta longitudinal.

9 - Protecção de lancis, guardas de segurança e outros elementos

Os lancis, as guardas de segurança, as caixas dos colectores e outras estruturas adjacentes à zona de aplicação do revestimento deverão ser devidamente protegidas durante a operação.

10 - Controlo de acessos

Qualquer estrada ou caminho de acesso não pavimentado deverá estar devidamente humidificado durante as operações decorrentes da execução do revestimento para evitar que qualquer sujidade se deposite sobre a superfície a revestir.

11 - Abertura ao tráfego

Após a execução do revestimento deverão ser retirados os agregados em excesso através de uma vassoura mecânica ligeira ou por aspiração.

15.03.9.5.8 – Produtos de selagem a quente de fissuras

Este item refere-se à execução de selagem a quente de fissuras. As características dos produtos selantes devem cumprir o estipulado em 14.03.9.5.8 deste Caderno de Encargos.

1 - Disposições gerais para a metodologia dos trabalhos

1.1 - Limpeza

Imediatamente antes do início dos trabalhos dever-se-á proceder à limpeza e aquecimento da superfície interna da fissura e bordos adjacentes, permitindo uma maior adesão do produto selante.

As fissuras a selar deverão estar perfeitamente secas e isentas de pó, óleos ou qualquer outra matéria estranha.



Para limpeza das juntas deverá ser utilizado equipamento adequado (lança térmica) capaz de projectar ar comprimido a uma pressão mínima de 6 kg/m² e aquecer a superfície de aplicação a uma temperatura entre 100 a 130º C.

1.2 - Aplicação

A aplicação do material selante deverá ser feita com equipamento mecânico adequado a este tipo de trabalho.

O produto não deverá ser aquecido de forma directa devendo o seu aquecimento ser feito com recurso ao processo de “banho-maria”. O aquecimento do produto selante deverá assim ser feito em caldeira especial, com banho de óleo, dotada de sistema de agitação, até uma temperatura de 180º, não devendo exceder os 210º.

A execução dos trabalhos de selagem não deverá ocorrer com temperatura ambiente inferior a 10 ºC ou tempo chuvoso e o pavimento em questão não deverá estar húmido.

1.3 - Abertura ao tráfego

A abertura ao tráfego só deverá ocorrer 1 a 2 horas após a aplicação do produto e será função da temperatura ambiente.

No sentido de evitar a aderência do produto às rodas dos veículos, em caso de necessidade de abertura imediata ao tráfego, deverá espalhar-se sobre a faixa intervencionada areia ou agregado fino, cuja aplicação deverá ser feita com o material selante ainda quente.

15.03.9.5 - Reposição de pavimentos com as características dos existentes, designadamente em zonas de abertura de valas para instalação de redes de serviços públicos ou outros

Antes do início dos trabalhos o Adjudicatário deverá apresentar à Fiscalização, com antecedência mínima de 30 dias, uma proposta com a metodologia de execução dos trabalhos e equipamentos a utilizar. Os requisitos para a execução das camadas a executar são os definidos neste Caderno de Encargos nas respectivas rubricas.



15.03.9.7 - Pavimentação de passeios, separadores ou ilhas direccionais, incluindo fundação

15.03.9.7.1 - Em betonilha

A estrutura da fundação deverá ser definida em projecto atendendo às condições e capacidade de suporte existentes. Se no projecto for omissa, a fundação deverá no mínimo ter a seguinte constituição:

Camada de agregado britado 20/40 com 0,10m de espessura ou camada em agregado britado de granulometria extensa (ABGE) com 0,15m, após compactação, sobre a qual será executada uma camada de 0,10m de espessura de betão C16/20, com juntas de dilatação de 1cm afastadas de 3m preenchidas com produto adequado.

Em zonas traficáveis deverá ser executado o reforço da fundação com uma rede electrossoldada do tipo CQ30 e um acréscimo de 0,05m na espessura de betão.

A camada de desgaste deverá ser definida em projecto atendendo à especificidade da obra. Em caso de omissão deverá ser constituída por betonilha de argamassa de cimento ao traço 1:2 (volume) com uma dosagem de 600 kg/m³, com 0,02m de espessura.

15.03.9.7.2 - Em lajetas ou blocos de betão

A estrutura da fundação deverá ser definida em projecto atendendo às condições e capacidade de suporte existentes. Se o projecto for omissa a fundação deverá ter, no mínimo, a seguinte constituição:

- Camada em ABGE com 0,20m de espessura após compactação, seguida de camada de areia com 0,05m de espessura regularizada/nivelada com régua sobre a qual serão assentes os elementos de betão.
- O trabalho será concluído com a passagem de placa vibratória seguida do espalhamento de uma areia fina, varrida de modo a preencher as juntas entre blocos.



- Em zonas traficáveis, particularmente em pavimentos de lajetas, a camada de areia deverá ser substituída por Betão C16/20 com 0,10m de espessura.

15.03.9.7.3 - Em calçada

As condições de fundação e assentamento serão função da tipologia, dimensão do material, e condições de suporte, devendo ser definidas em projecto. Em caso de omissão deverão ser respeitadas as seguintes condições:

- Cubos ou paralelepípedos com 0,10m de aresta – As condições de fundação e assentamento são as descritas em 14.03.9.7.2.
- Cubos de 0,05m de aresta – A fundação será constituída por 0,10m de agregado 20/40 ou 0,15m de agregado britado de granulometria extensa (ABGE) sobre a qual será aplicada uma camada de betão C16/20 com 0,10m de espessura. Em zonas traficáveis a camada de betão será reforçado com rede electrossoldada e a espessura acrescida de 0,05m. Estes materiais serão assentes em leito constituído por traço seco de areia e cimento, ao traço 3:1 (volume) com espessura de 0,03m.
- As juntas serão refechadas com traço seco de areia fina e cimento, 1:2 (volume).

15.03.9.8 - Remoção de pavimentos existentes, incluindo fundação e lancis, carga, transporte e colocação em vazadouro dos produtos sobrantes e eventual indemnização por depósito

Antes do início dos trabalhos o Adjudicatário deverá apresentar à Fiscalização, com antecedência mínima de 30 dias, uma proposta com a metodologia de execução dos trabalhos e equipamentos a utilizar que serão função da especificidade da obra, da tipologia dos materiais, localização e extensão dos trabalhos.

O adjudicatário deverá tomar as necessárias medidas no sentido de acautelar/preservar eventuais infraestruturas existentes (cabos, canalização subterrânea...) cuja localização tenha decorrido do processo de identificação e levantamento de Serviços Afectados junto das entidades responsáveis aquando da elaboração do projecto. Em caso de



omissão de projecto o adjudicatário deverá proceder ao referido levantamento antes da execução dos trabalhos.

Estes trabalhos incluem, a carga e transporte a vazadouro ou preferencialmente a reutilização dos produtos sobrantes, de acordo com a legislação vigente.

15.03.9.9 - Enchimento e regularização de bermas em solos (seleccionados)

A metodologia de execução dos trabalhos será a descrita para execução das camadas em solos seleccionados estipulada em 15.03.1.

15.03.10 - Misturas recicladas

15.03.10.1 – Mistura reciclada “in situ” a frio, na espessura definida em projecto:

15.03.10.1.1 – Mistura reciclada “in situ” com cimento

15.03.10.1.1.1- Preparação da superfície do pavimento a reciclar

Previamente à execução dos trabalhos de reciclagem do pavimento deve-se proceder à limpeza e remoção de todos os materiais estranhos da plataforma de trabalho, independentemente da zona a tratar. Devem se proceder aos tratamentos prévios ou substituição de material em zonas localizadas, definidas em projecto ou indicadas pela fiscalização. No caso de necessidade de substituição de material poderão ser utilizados materiais fresados de outra proveniência desde que aprovados pela fiscalização. Sempre que prevista a correcção da granulometria do material fresado ou sempre que haja necessidade correcção altimétrica da plataforma, o espalhamento do agregado sobre a plataforma de ser executado previamente.

Sempre que estejam presentes na faixa a tratar tampas de caixas de visita, bocas de incêndio ou qualquer outro tipo de obstáculo similar, que impeça a realização do processo de reciclagem e tratamento em continuo devem ser previamente removidas.

Em seu lugar e a uma cota inferior à profundidade de fresagem deve ser colocada uma chapa de aço com características e dimensões adequadas, sobre a qual será depositado material, que poderá ser material fresado ou agregado de granulometria extensa previamente aprovado pela fiscalização. Esta chapa será posteriormente removida após



o tratamento e compactação do material, colocadas as tampas à cota prevista e concluídos os trabalhos com material tratado com cimento devidamente compactado.

15.03.10.1.1.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, espalhamento e compactação

Para a realização do estudo de formulação, o adjudicatário deve efectuar uma inspecção da superfície a reciclar para confirmação dos pressupostos de projecto, identificando os diferentes tipos de trechos homogéneos, com diferentes patologias e tipos de intervenção. Em cada trecho homogéneo a tratar devem ser recolhidas pelo menos duas amostras de material fresado, na espessura prevista em projecto, recorrendo para tal ao equipamento que irá ser utilizado ou similar. Sobre estas amostras deverá ser determinado:

- Análise granulométrica
- Limites de Consistência
- Teor de sulfatos
- Teor de matéria orgânica
- Proctor modificado
- Presença de substâncias inibidoras de presa do cimento como seja a presença de sulfuretos (pirites) e cloretos (sal gema).

Estes ensaios servirão para aferir os pressupostos de projecto e a homogeneidade dos trechos. Consideram-se trechos homogéneos, quando:

Granulometria - a dimensão máxima das amostras é a mesma e a variação da percentagem de material passada no peneiro 4 é de $\pm 4\%$.

Baridade seca máxima (ensaio Proctor) – a dispersão admissível é de $\pm 3\%$.

Confirmando-se as características dos materiais e a homogeneidade do trecho deverão ser adoptados como valores de referência, o valor médio dos resultados obtidos para cada tipo de ensaio.



1- Estudo de composição

O estudo de composição deve ser submetido à aprovação da fiscalização com uma antecedência de cerca de 30 dias ao do início dos trabalhos.

O teor mínimo em ligante será o que satisfaz os critérios de resistência especificados neste caderno de encargos ou preconizadas em projecto. Deverão ser testadas pelo menos três composições distintas e moldados pelo menos 6 provetes por composição.

O estudo deverá integrar a metodologia a adoptar na execução na execução do trecho experimental ou trechos, dependendo das características de cada trecho homogéneo, assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação conforme especificado 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar para a definição da fórmula de trabalho deverá conter ainda a seguinte informação sobre os constituintes e mistura.

1.1 Cimento

Deverá ser apresentada a ficha técnica de produto e declaração de conformidade.

1.2 Agregado

Quando prevista a incorporação de agregado devem ser apresentados os ensaios de caracterização, ficha técnica e declaração de conformidade.

1.3 Aditivos

Fichas técnicas dos aditivos e declaração de conformidade.

1.4 Mistura

Para além da curva granulométrica, limites de consistência e equivalente de areia do material reciclado deverá ser apresentada a curva granulométrica da mistura e as percentagens de cada constituinte nomeadamente material reciclado, agregado adicionado, cimento, água e adições.

Em relação ao cimento, quando este for espalhado directamente sobre a camada deverá também ser referida a taxa de aplicação por m².

Deverão ainda ser apresentados os boletins dos seguintes ensaios:



- Ensaio proctor modificado (UNE 103 501) com a indicação do teor de humidade óptimo e baridade seca máxima.
- Resistência à compressão simples aos 7 e 28 dias dos provetes moldados com um grau de compactação de 97% em relação ao ensaio Proctor e com a percentagem de ligante proposta.
- Determinação do período de trabalhabilidade da mistura com a indicação da temperatura a que foi realizado o ensaio, devendo esta ser idêntica às das condições de realização do trabalho.

Deverá também ser indicado o valor mínimo da baridade seca a obter em obra.

2 - Execução de trechos experimentais

Para cada trecho homogéneo, deverá ser realizado um trecho experimental, uma vez que terão procedimentos distintos.

A localização e extensão do trecho experimental deverá ser previamente acordada com a fiscalização, sendo contudo recomendada a adopção de uma extensão da ordem dos 100 m. Os procedimentos e equipamentos a adoptar serão os propostos no estudo. No início do trecho deverá ser ajustada a velocidade de andamento do equipamento de fresagem/reciclagem, de forma a obter uma mistura homogénea e com uma granulometria adequada. Durante a execução do trecho experimental será verificado:

- Se a operação da recicladora permite uma boa homogeneidade da camada na profundidade prevista.
- Se a granulometria da mistura e teor de humidade são os previstos ou se necessitam de ajuste.
- Se os meios de compactação propostos permitem a obtenção da compacidade desejada.
- Se a espessura e regularidade superficial estão dentro das tolerâncias admissíveis.
- Se o tempo decorrido entre a mistura e conclusão da compactação são compatíveis com o período de trabalhabilidade.
- Se o processo de execução de juntas construtivas é executado correctamente.



- Se o tratamento de cura e protecção superficial é adequado.

Deverão ainda ser verificadas as características da mistura e comprovada a precisão dos doseadores de água, cimento e aditivos ou da calda de cimento quando a mistura é feita previamente. Serão realizados provetes com a mistura tratada para posterior confirmação da resistência à compressão aos 7 e 28 dias. Posteriormente serão recolhidas amostras por carotagem no mínimo de 5, preferencialmente onde tenha sido realizado o ensaio com gamadensímetro, medidas as espessuras, determinadas as baridades e resistências à compressão que serão comparados com os resultados dos provetes moldados para 97% de compactação.

Antes do início da compactação da camada tratada terão que ser realizadas as juntas construtivas de pré-fissuração em fresco.

Durante a realização do trecho deverá ser registada a evolução da densidade da camada com o número de passagens dos equipamentos de compactação e ordem de intervenção dos mesmos. Deverá ser efectuada a aferição do gamadensímetro utilizado no controlo de compactação com a garrafa de areia.

Com base nos resultados obtidos, deverá ser elaborado um relatório do trecho experimental que reúna toda a informação e conclusões obtidas, que será submetido à apreciação da fiscalização. Se necessário serão propostos ajustes ou mesmo a realização de novo trecho experimental, caso contrário será estabelecida a fórmula de trabalho definitiva.

3- Produção

A recicladora a utilizar na reciclagem “in situ” com cimento deverá ter capacidade para tratar espessuras compatíveis com as preconizadas em projecto, numa única passagem e ser dotada de um tambor com as características adequadas ao tipo de trabalho previsto. Deverá também possuir dispositivos de guiamento que lhe permitam, mediante apoio topográfico, garantir uma regularidade e espessura de mínima de camada tratada, compatível com as exigências de projecto. À recicladora será acoplado um equipamento para armazenamento de água e cimento e para a mistura dos dois componentes. Este equipamento deverá possuir um dispositivo para dosear a quantidade correcta de água e cimento em função da espessura a reciclar.

A velocidade de andamento do equipamento de fresagem e de rotação do cilindro fresador devem ser constantes. As paragens de equipamento deverão ser evitadas. Mas quando inevitáveis, deverá proceder-se ao corte imediato da injeção da calda de cimento e da água de forma a evitar sobredosagens e encharcamentos.

Deverão ser verificadas periodicamente as características da mistura, não sendo admissíveis variações superiores às preconizadas, caso contrário deverá ser parado o processo e revisto, corrigindo-se as anomalias detectadas.

A adição do cimento na mistura deverá preferencialmente ser efectuada em forma de calda de cimento “via húmida”. Poderá também em situações particulares ou obras de pequenas dimensões e após aprovação da fiscalização ser utilizado a distribuição do cimento em pó “via seca”. A dispersão do ligante na mistura deverá ser homogénea em toda a largura e profundidade da camada, situação que será reconhecida pela uniformidade da cor. Caso se verifique a existência de grumos de cimento, materiais não envolvidos, diferenças de concentração de água e ligante na superfície da camada o processo deve ser parado e corrigidas as anomalias.

Sempre que a largura da camada a reciclar seja superior à da largura do equipamento de fresagem, a execução do tratamento será efectuada por faixas paralelas, com uma sobreposição da ordem dos 10 a 20cm, com o objectivo de eliminar possíveis zonas de segregação e tratamento deficiente. Quando por necessidades construtivas, a área de sobreposição tiver que ser maior, os injectores de calda e água localizados nesta zona de sobreposição devem ser fechados numa das passagens para evitar sobredosagens ou encharcamentos. Será contudo desejável o recurso a equipamentos de fresagem a trabalhar em paralelo o que facilita a execução dos outros trabalhos, nomeadamente a execução das juntas construtivas e compactação da camada. O processo de compactação não deve ser superior a duas horas devendo ser reduzido para metade em condições de temperatura ambiental superior a 30°C. Diariamente ou sempre que seja interrompido o trabalho, deverá ser verificado o correcto funcionamento dos dispersores da calda de cimento e da água bem como os respectivos caudalímetros. O consumo efectivo de cimento deve ser comparado com os dados fornecidos pelo equipamento.

3.1 Juntas transversais a fresco - Pré-fissuração

Logo após a execução da mistura e antes do início da compactação devem ser realizadas as juntas transversais de pré-fissuração. O espaçamento destas deverá ser definido em projecto, sendo habitualmente da ordem dos 2,5 a 4m. Esta variação estará dependente da espessura das camadas superiores e do teor de ligante utilizado. Os equipamentos e procedimentos a utilizar deverão ser os aprovados na fase do trecho experimental. Este equipamento deverá permitir a execução de um sulco recto com uma profundidade correspondente a 2/3 da espessura da camada e que ao mesmo tempo seja capaz de introduzir no dito sulco um produto adequado para evitar o fecho do mesmo durante o processo de compactação. O produto normalmente utilizado é uma emulsão betuminosa de cura rápida, podendo contudo, a juízo da fiscalização, ser utilizados outros como seja o caso de cinta plástica flexível, perfil ondulado de plástico rígido ou outro material adequado para o efeito. Logo após a execução das juntas a fresco de pré-fissuração, dar-se-á início à compactação da camada para evitar perdas de humidade e permitir a sua conclusão dentro do período de trabalhabilidade da mistura.

4- Controlo de qualidade e tolerâncias de produção

O controlo de qualidade será realizado por lotes, de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 - Controlo de Qualidade. As tolerâncias admissíveis para a mistura são as constantes no Quadro 15.03.10.1.1a.

Quadro 15.03.10.1.1a – Tolerâncias de fabrico da mistura		
Características		Valores
Granulometria	Dimensão máxima	0
	Peneiros de dimensão > 4mm	±6
	Peneiros de dimensão ≤ 4mm	±4
	Peneiro de dimensão 0,063mm	±1,5
Percentagem de ligante		±0,3
Variação do teor de humidade em relação ao óptimo		-1,5 a +0,5
Resistência mecânica		≥ resistência de projecto
Grau de compactação		≥ 97%

Nota: A resistência mecânica à compressão simples aos 7 dias dos provetes moldados com a mistura reciclada, não deverá ser inferior ao definido em projecto, sendo usualmente da ordem dos 2 a 4MPa (NLT- 305). Quando se verificar



que os resultados obtidos no controlo de obra são inferiores ao espectável, deverão ser recolhidos tarolos da camada para a realização de ensaios de confirmação de resistência, que serão comparados com outros da mesma idade, extraídos no trecho experimental, ou um trecho em que se tenha obtido resultados satisfatórios.

A densidade média do lote deve superior a 97% da baridade máxima obtida no ensaio Proctor modificado, verificada com equipamento do tipo gamadensímetro durante o processo de compactação e sobre tarolos recolhidos na camada em que para além da densidade também se avalia a espessura da camada. A quantidade de ensaios a realizar dependerá da dimensão do lote e da heterogeneidade dos resultados.

5 - Compactação

Os equipamentos de compactação a utilizar durante a execução dos trabalhos devem ser os que foram aprovados aquando da realização do trecho experimental. O conjunto deve ser composto no mínimo por um cilindro vibrador de rasto liso (15 ton) e um cilindro de pneus (35ton) com características necessárias que permitam atingir um grau de compactação superior a 97% da baridade do ensaio proctor em toda a espessura da camada sem produzir a rotura do material nem a formação de rodeiras. Os cilindros deverão dispor de sistema de auto-limpeza dos rolos e pneus e dotados de dispositivos que os permitam manter húmidos, se necessário.

A mistura não deverá permanecer mais de meia hora sem que se inicie a compactação nem deve terminar após o período de trabalhabilidade da mistura.

A compactação será realizada longitudinalmente de maneira continua até ser atingida a densidade prevista. Quando a execução do trabalho é efectuado por faixas, na zona de ligação entre camadas, a compactação deverá incidir também sobre a camada anterior numa largura de cerca de 20cm pelo menos. Quando a reciclagem está a ser executada por máquinas em paralelo a compactação das faixas será realizada de uma só vez com reforço de meios de compactação se necessário.

Após conclusão da compactação da camada não será permitido o acréscimo de material para correcção altimétrica. Será contudo permitido, desde que ainda dentro do período de trabalhabilidade da mistura, o rebaixamento por raspagem superficial da camada com recurso à lâmina de motoniveladora. Os materiais resultantes serão conduzidos a vazadouro, a camada será ligeiramente humedecida e finalizada com a passagem de um cilindro de rasto liso sem vibração.



6- Cura e protecção superficial

Concluída a compactação e realizados os ensaios de verificação e num período inferior a três horas deve ser aplicada uma rega de cura com emulsão betuminosa com as características definidas em 14.03.8.3. Durante este período, a superfície deve mantida húmida. Quando prevista a circulação de tráfego sobre a camada, logo após a aplicação da rega, deve ser aplicado um agregado de dimensões 0/6 à taxa de 7 a 8 litros/m². No entanto a abertura ao tráfego de obra deve ser restringida durante 7 dias após conclusão, devendo mesmo assim serem impostos condicionalismos ao tipo de tráfego e velocidade de circulação. Netas circunstâncias o tratamento preconizado deve ser mantido em perfeitas condições até à execução da camada superior em mistura betuminosa.

7- Juntas de trabalho

Quando o trabalho é executado por faixas será necessária a realização de juntas longitudinais sempre que o tempo que decorre entre a execução de duas faixas contíguas exceda o período de trabalhabilidade da mistura. Estas deverão ser em número reduzido e as mínimas necessárias tendo em conta os condicionalismos da obra e processo construtivo adoptado. A localização das juntas de trabalho longitudinais ou das juntas de ligação do material fresado ao pavimento existente, nunca deverão ser coincidentes com a zona de circulação dos rodados. Ou seja, quando inevitáveis deverão localizar-se em zonas menos solicitadas, limites de faixas de rodagem ou mesmo no centro.

As juntas de trabalho transversais serão executas sempre que a interrupção do trabalho seja superior ao período de trabalhabilidade da mistura. A extensão da camada anterior a fresar será no mínimo a equivalente à medida do diâmetro do cilindro fresador e profundidade igual à da espessura da camada.

8- Particularidades

Será interdita a realização deste processo de reciclagem sempre que as condições de ambientais sejam desfavoráveis, nomeadamente para temperaturas à sombra superiores a 35°C ou inferiores a 5°C. Sempre que haja ocorrência de precipitação deve ser imediatamente interrompido o processo.

Nos casos em que seja autorizado a distribuição do cimento “via seca” sobre a camada a tratar, esta deve ser interrompida sempre que a velocidade do vento seja excessiva.

15.03.10.1.1.3-Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Os critérios de aceitação/rejeição para a camada reciclada com cimento são os constantes no Quadro 15.03.10.1.1b.

Quadro 15.03.10.1.1b – Critérios de aceitação/rejeição para camada reciclada com cimento			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão (Provetes)	Média resultados ≥ valor de projecto	Média ≥ valor de projecto	NA
		Média < valor de projecto mas > 90%	Aceite com penalização = 2x o decréscimo de resistência em termos percentuais do custo da camada
		Média < 90% do valor de projecto e resultados de tarolos são superiores aos do trecho de referência	NA
Continuação do Quadro 15.03.10.1.1b – Critérios de aceitação/rejeição para camada reciclada com cimento			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Resistência à compressão (Provetes)	Média resultados ≥ valor de projecto	Média < 90% do valor de projecto e resultado de tarolos inferiores, mas> 90% do trecho de referência	Aceite com penalização = 2x o decréscimo de resistência em termos percentuais do custo da camada
		Média < 90% do valor de projecto e resultado de tarolos com valor médio entre os 90 e 70% em relação a trecho de referência	penalização = 2x o decréscimo de resistência em termos percentuais do custo da camada E reforço estrutural com camada superior
		Média < 90% do valor de projecto e resultado de tarolos com valor médio < 70% em relação a trecho de referência	Remoção da camada por fresagem
Densidade (tarolos)	Média resultados = baridade proctor	Média resultados ≥ 97% da baridade proctor	NA
		Média resultados ≥ 95% e <97%	Penalização de 10% sobre o

			custo da camada
		Média resultados < 95%	Remoção da camada por fresagem
Espessura (tarolos)	Média ≥ Espessura de Projecto	Média ≥ Espessura Projecto com máximo de dois carotes com resultados inferiores a 10% do previsto	NA
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média ≥ 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada ≤ a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada por fresagem
Regularidade (régua de 3m)	≤ 10mm	Média resultados ≤10mm em 95% das medições	NA
		Média resultados ≤10mm em 80% das medições	Penalização de cerca 5% do custo da camada
		Não verifica situações anteriores	Propor acção correctiva (camada de pré-regularização ou fresagem desde garantida a espessura)
NA – Não Aplicável			

15.03.10.1.2 – Mistura reciclada “in situ” com emulsão

15.03.10.1.2.1- Preparação da superfície do pavimento a reciclar

Na preparação da superfície do pavimento, a reciclar com emulsão, deverão ser adoptados os mesmos procedimentos definidos para a reciclagem com cimento.

15.03.10.1.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, espalhamento e compactação

Para a realização do estudo de formulação, o adjudicatário deve efectuar uma inspecção da superfície a reciclar para confirmação dos pressupostos de projecto identificando os diferentes tipos de trechos homogéneos, com diferentes patologias e tipos de intervenção, e os possíveis locais susceptíveis de remoção e substituição. Em

cada trecho homogéneo a tratar devem ser recolhidas pelo menos duas amostras de material fresado, na espessura prevista em projecto, recorrendo para tal ao equipamento que irá ser utilizado ou equipamento similar. Sobre estas amostras deverá ser efectuado um estudo prévio, determinando:

- Análise granulométrica do material fresado
- Percentagem de betume
- Ensaio de penetração e anel e bola do betume recuperado
- Identificação dos agregados recuperados
- Densidade in situ

Nota: Na secagem do material reciclado a temperatura máxima deve ser da ordem 30 a 35º C. A caracterização do betume recuperado irá permitir a selecção da emulsão a utilizar.

Estes ensaios servirão para aferir os pressupostos de projecto e a homogeneidade dos trechos. Consideram-se trechos homogéneos, quando se verificam os pressupostos definidos no Quadro 15.03.10.1.2a.

Quadro 15.03.10.1.2a – Tolerâncias de fabrico da mistura		
Características		Valores
Granulometria	Peneiros de dimensão > 2mm	±6
	Peneiros de dimensão ≤ 2mm	±3
	Peneiro de dimensão 0,063mm	±1,5
Percentagem de ligante		±0,5
Penetração de betume recuperado (0,1mm)		± 8
Densidade in situ (kg/m³)		± 0,1%

Confirmando-se também as características dos materiais e a homogeneidade do trecho deverá ser adoptado, como valores de referência, o valor médio dos resultados obtidos para cada tipo de ensaio.

1- Estudo de composição

O estudo de composição deve ser submetido à aprovação da fiscalização com uma antecedência de cerca de 30 dias em relação ao início previsível dos trabalhos. Deverão ser elaborados estudos independentes para cada trecho homogéneo.

O estudo deverá integrar a metodologia a adoptar na execução de cada trecho experimental, assim como a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação conforme especificado 15.03.2.2-10.

Por cada lote homogéneo, o respectivo estudo deve contemplar os ensaios de identificação que servirão para a definição da fórmula de trabalho, a espessura de fresagem, toda a documentação relativa aos constituintes da mistura comprovativa da sua conformidade, bem como a constituição da mistura e respectivas características.

1.1 Ligante

O ligante será uma emulsão de catiónica de cura lenta adequada ao tipo de ligante existente no agregado reciclado. Deverá ser apresentada a ficha técnica de produto e declaração de conformidade.

1.2 Agregado

Quando prevista a incorporação de agregado para correcção granulométrica da mistura devem ser apresentados os ensaios de caracterização, a ficha técnica e a declaração de conformidade.

1.3 Aditivos

Sempre que se preveja serem utilizados aditivos para controlar a rotura da emulsão ou para melhorar as propriedades da mistura, estes devem ser previamente aprovados pela fiscalização. Deverão também ser apresentadas as fichas técnicas e declarações de conformidade.

1.4 Material fresado

O material que se vai reciclar será constituído por material pétrio recoberto ou não com ligante envelhecido, resultante da fresagem de uma ou várias camadas da estrutura de um pavimento. Não deverão ser utilizados materiais resultantes de fresagens de

pavimentos contaminados, que contenham alcatrão ou que apresentem deformações plásticas.

A curva granulométrica do material fresado deverá enquadrar-se num dos fusos granulométricos preconizados no Capítulo 14.03.10.1.2.

1.5 Mistura

As características da mistura e percentagens de cada constituinte nomeadamente material reciclado, agregado adicionado, emulsão, água e adições devem ser declaradas. Deverá também ser indicada a humidade óptima de compactação da mistura e o valor mínimo de densidade a obter no trecho experimental. Estes dados deverão ser obtidos a partir da realização do ensaio Proctor modificado. No caso do teor de humidade óptimo para efeitos de compactação da mistura, poderá ser adoptado o valor do ensaio Proctor ao qual deverá ser deduzida a percentagem da componente aquosa da emulsão. Por sua vez a percentagem de emulsão (betume residual) a incorporar na mistura deverá ser determinada a partir da realização de ensaios de imersão-compressão (NLT 162) e valores de resistência conservada realizado sobre a mistura compactada segundo a Norma NLT 161. Estes provetes devem ser curados durante três dias a cinquenta graus (50º C). Para melhorar a resistência conservada poderão ser utilizados produtos como a cal ou o cimento numa percentagem de cerca de 1%.

Sempre que haja alteração das características da mistura, do material fresado, substituição de algum dos componentes ou alterações ambientais significativas deverá ser reformulado o estudo.

2 - Execução de trechos experimentais

Para cada trecho homogéneo deverá ser realizado um trecho experimental, uma vez que terão procedimentos diferenciados.

A localização e extensão do trecho experimental deverá ser previamente acordada com a fiscalização, sendo contudo recomendada a adopção de uma extensão da ordem dos 100 a 150m. Os procedimentos e equipamentos a adoptar serão os propostos no estudo. No início do trecho deverá ser ajustada a velocidade de andamento do equipamento de fresagem e da rotação do tambor fresador, de forma a obter uma granulometria da mistura adequada e homogénea. Será confirmada a profundidade de fresagem, a

granulometria da mistura e ajustada a dosagem de água. Deverão ser verificadas as características da mistura e comprovada a precisão dos doseadores de água, emulsão e aditivos. Com a mistura tratada serão realizados provetes para posterior confirmação da resistência em ensaios de imersão-compressão.

Durante a realização do trecho deverá ser registada a evolução da densidade da camada com o número de passagens dos equipamentos de compactação e ordem de intervenção dos mesmos. Posteriormente, após rotura da emulsão, serão retirados tarolos na camada para verificar espessuras, densidades e avaliar a evolução do processo de cura.

Com base nos resultados obtidos deverá ser elaborado um relatório do trecho experimental que reúna toda a informação e conclusões obtidas. Sempre que necessário serão propostos ajustes e será estabelecida a fórmula de trabalho definitiva, isto caso não seja necessário a realização de um novo trecho.

Aprovado o procedimento, os equipamentos e fórmula de trabalho poder-se-á dar início à produção.

3- Produção

A recicladora a utilizar na reciclagem “in situ” com emulsão deverá ter capacidade para tratar espessuras compatíveis com as preconizadas em projecto, numa única passagem e ser dotada de um tambor com as características adequadas ao tipo de trabalho previsto. Deverá também possuir dispositivos de guiamento que lhe permitam, mediante apoio topográfico, garantir uma regularidade e espessura de mínima de camada tratada, compatível com as exigências de projecto. À recicladora será acoplado um equipamento para armazenamento de água, emulsão e quando previsto cimento. Este equipamento deverá possuir dispositivos que permitam a correcta dosagem dos diferentes componentes.

A velocidade de andamento do equipamento de fresagem e do cilindro fresador devem ser constantes. As paragens de equipamento deverão ser evitadas, mas quando inevitáveis, deverá ser cortada de imediato a injeção da emulsão, da água e de eventuais aditivos ou correctivos de forma a evitar sobredosagens e encharcamentos.



Deverão ser verificadas periodicamente as características da mistura não sendo admissíveis variações superiores às preconizadas, caso contrário deverá ser parado o processo e revisto, corrigindo-se as anomalias detectadas.

A dispersão do ligante na mistura deverá ser homogénea em toda a largura e profundidade da camada, situação que será reconhecida pela uniformidade da cor. Caso se verifique a existência de materiais não envolvidos, diferenças de concentração de água e ligante na superfície da camada, segregação, contaminação ou irregularidades superficiais, o processo deve ser parado e corrigidas as anomalias.

Quando a largura da camada a reciclar for superior à da largura do equipamento de furação, a execução do tratamento será efectuada por faixas paralelas com uma sobreposição da ordem dos 15 a 30cm. Sendo contudo desejável o recurso a equipamentos de furação a trabalhar em paralelo sendo a compactação realizada em simultâneo ou sem grandes desfasamentos. Contudo, sempre que haja sobreposições deverão ser tomadas medidas que garantam a não existência de sobredosagens de emulsão, água ou outros componentes. Quando seja inevitável a execução de juntas longitudinais, a sua localização não deverá ser coincidente com a zona de circulação dos rodados.

Deverá também ser verificado diariamente ou sempre que seja interrompido o trabalho, o correcto funcionamento das bombas e dispersores da emulsão e água e respectivos caudalímetros.

O consumo efectivo de emulsão deve ser comparado com os dados fornecidos pelo equipamento.

A execução de camadas sobrejacentes à camada reciclada só deve ser efectuada após estabilização do teor de humidade e que deve ser da ordem dos 1%.

4- Controlo de qualidade e tolerâncias de produção

O controlo de qualidade será realizado por lote, de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00- Controlo de Qualidade. As tolerâncias admissíveis em relação à fórmula de trabalho são as constantes no Quadro 15.03.10.1.2b.

Quadro 15.03.10.1.2b – Tolerâncias em relação à formula de fabrico da mistura		
Características		Valores
Granulometria	Dimensão máxima	0%
	Peneiros de dimensão > 2mm	±6
	Peneiros de dimensão ≤ 2mm	±3
	Peneiro de dimensão 0,063mm	±1,5
Percentagem de ligante		±0,3
Variação do teor de humidade em relação ao óptimo		-1,5 a +0,5
Resistência à compressão simples, a seco		≥ resistência de projecto
Resistência à compressão simples, após imersão		≥ resistência de projecto
Resistência conservada		≥75%

Nota: A resistência mecânica, deve ser verificada através do ensaio de imersão-compressão de acordo com a NLT 162 sobre provetes moldados com a mistura reciclada de acordo com a NLT 161, que após serem desmoldados são curados durante três dias a 50º C. Quando preconizados em projecto outros valores de resistência estes devem ser respeitados.

Deverá ser avaliada a densidade da camada e teor de humidade após finalização do processo de compactação que deverá ser da mesma ordem de grandeza que a obtida no ensaio proctor modificado, com a utilização de material reciclado.

Após a cura da camada e antes de aplicação de uma camada sobrejacente serão realizados tarolos e verificada a espessura e densidade e se necessário a evolução da cura.

A regularidade da camada deve ser verificada em conformidade com régua de 3m não devendo ser detectadas irregularidades superiores a 8mm.

5- Compactação

Os equipamentos de compactação a utilizar durante a execução dos trabalhos devem ser os que foram aprovados aquando da realização do trecho experimental. O conjunto deve ser composto no mínimo por um cilindro vibrador de rasto liso (15 ton) e um cilindro de pneus (35ton) com características necessárias que permitam atingir a compacidade necessária em toda a espessura da camada sem produzir a rotura do material nem a

formação de rodeiras. Os cilindros deverão dispor de sistema de auto-limpeza dos rolos e pneus e dotados de dispositivos que os permitam manter húmidos, se necessário.

Após espalhamento da camada a duração da compactação e finalização da camada não deve ser superior a meia hora.

A compactação será realizada longitudinalmente de maneira continua até ser atingida a densidade prevista. Quando a execução do trabalho é efectuado por faixas, na zona de ligação entre camadas, a compactação deverá incidir também sobre a camada anterior numa largura de cerca de 20cm pelo menos. Quando a reciclagem está a ser executada por máquinas em paralelo a compactação das faixas será realizada de uma só vez com reforço de meios de compactação se necessário.

Após conclusão da compactação da camada não será permitido o acréscimo de material para correcção altimétrica da camada.

6- Juntas de trabalho

Quando o trabalho é executado por faixas será necessária a realização de juntas longitudinais sempre que o bordo da faixa anterior já não permita a sua compactação. Estas deverão ser em número reduzido e as mínimas necessárias tendo em conta os condicionalismos da obra e processo construtivo adoptado. A localização das juntas longitudinais de ligação do material fresado ao pavimento existente nunca deverão coincidir com a zona de circulação dos rodados, devendo localizarem-se preferencialmente fora da faixa de rodagem, se forem inevitáveis deverão localizar-se em zonas menos solicitadas como seja os limites da faixa de rodagem ou então no centro da faixa.

As juntas de trabalho transversais serão executas por fresagem da camada tratada, numa extensão mínima equivalente à medida do diâmetro do cilindro fresador e a uma profundidade igual à da espessura da camada.

7- Cura e protecção superficial

Quando por necessidade de desenvolvimento da obra haja necessidade de acelerar o processo de eliminação de água da mistura compactada a fiscalização poderá permitir a circulação de tráfego sobre a camada entre 15 a 30 dias em função das condições atmosféricas e da intensidade de tráfego, sendo aconselhável que este se distribua

uniformemente a toda a largura da camada. Em locais onde seja susceptíveis de haver desagregação da camada, pela acção do tráfego, será realizado uma camada de protecção que consistirá na aplicação de uma emulsão betuminosa de cura rápida seguida do espalhamento de um agregado de dimensões 0/6 à taxa de 7 a 8 litros/m², seguido de cilindramento com cilindro de pneus.

No entanto para a execução de uma nova camada em mistura betuminosa sobre a camada reciclada só será permitida após confirmação de que a humidade no meio da camada é constante e inferior a 1%, sendo a altura ideal para a recolha de tarolos, uma vez que já não terão tendência para desagregar, o que permitirá o seu transporte e manuseamento em condições de realizar os ensaios previstos.

8- Particularidades

Este processo de reciclagem não deve ser realizado com chuva nem para condições de temperatura atmosférica inferiores a 5º C.

15.03.10.1.2.3-Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Os critérios de aceitação/rejeição para a camada reciclada com emulsão são os constantes no Quadro 15.03.10.1.2c.

Quadro 15.03.10.1.2c – Critérios de aceitação/rejeição para camada reciclada com emulsão			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Densidade (tarolos)	Média resultados = baridade proctor	Média resultados = baridade proctor, com apenas 2 resultados inferiores ao previsto em cerca de 2%.	NA
		Média resultados ≥ 97%	Penalização de 10% sobre o custo da camada
		Média resultados < 97%	Remoção da camada por fresagem
Continuação do Quadro 15.03.10.1.2c – Critérios de aceitação/rejeição para camada reciclada com emulsão			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Espessura (tarolos)	Média ≥ Espessura	Média ≥ Espessura Projecto	NA

	de Projecto	com máximo de dois tarolos com resultados inferiores a 10% do previsto	
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média ≥ 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte com espessura equivalente
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada ≤ a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada por fresagem
Regularidade (régua de 3m)	≤ 10mm	Média resultados ≤10mm em 95% das medições	NA
		Média resultados ≤10mm em 80% das medições	Penalização de cerca 5% do custo da camada
		Não verifica situações anteriores	Propor acção correctiva (camada de pré-regularização ou fresagem desde garantida a espessura)
NA – Não Aplicável			

15.03.10.2 – Mistura reciclada a quente em central

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais constituintes das misturas, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

15.03.10.2.1 – Preparação da superfície subjacente

A execução das camadas em misturas betuminosas recicladas só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.



Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente.

As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.

15.03.10.2.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo de composição

1.1 Considerações gerais

As misturas betuminosas recuperadas (RA) devem ser armazenados separadamente consoante a sua proveniência.

Devem ser constituídos pilhas diferenciadas para materiais fresados procedentes de diferentes camadas e/ou diferentes origens (fornecimentos).

Quando os materiais resultarem de trabalhos de fresagem preconizados em projecto, devem estes trabalhos ser executados por camadas e trechos homogéneos de acordo com o definido em projecto.

O material deverá ser colocado em pilhas homogéneas depois de previamente tratado (através de processos de trituração, eliminação de contaminantes e homogeneização) e caracterizado.

A homogeneidade dos materiais deverá estar em conformidade com os critérios definidos no Quadro 14.03.10.2d.

A percentagem de material betuminoso recuperado a incorporar será função do tipo de material em presença, do tipo de camada, das características da central de fabrico, tal como indicado no Quadro 14.03.10.2e.

1.2 - Estudos de caracterização dos materiais a reciclar – trechos homogéneos

Quando o material recuperado for proveniente de trabalhos de fresagem, preconizados em projecto, devem estes trabalhos ser precedidos de uma análise de superfície para a identificação/reavaliação dos trechos homogéneos definidos em projecto. Os trabalhos de fresagem devem ser executados por camadas e trechos homogéneos.

- Deverão ser recolhidas amostras representativas de cada trecho homogéneo, por meio da execução de sondagens à rotação (tarolos) e poços nas bermas para comprovar a espessura e tipo de material das diferentes camadas. No mínimo deverão ser realizados dois tarolos e um poço na berma por km, ou por trecho homogéneo caso este tenha uma extensão inferior.
- Sobre os tarolos recolhidos em cada trecho homogéneo será determinada a densidade.
- Em cada trecho homogéneo deverão ser recolhidas amostras do material fresado, na profundidade preconizada em projecto para a operação de fresagem. A fresadora a utilizar deverá preferencialmente a mesma ou idêntica para que as características do material sejam semelhantes ao material fresado que irá ser produzido no decorrer da execução da obra.

Sobre as amostras de material fresado recolhidas em cada trecho homogéneo deverão ser efectuados os seguintes ensaios:

- a) Análise granulométrica do material desagregado (NP EN 933-1)
- b) Percentagem em ligante (EN12697-1)
- c) Penetração do ligante recuperado (EN1426) e ponto de amolecimento anel e bola (EN1427)
- d) Granulometria do agregado recuperado (EN12697-2)
- e) Solubilidade* (EN 12592)
- f) Percentagem de asfaltenos* (NLT-131)

* Ensaios a realizar quando solicitados

1.3 Estudo de formulação

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a metodologia a seguir na transposição para central e para o trecho experimental, assim como, a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula da mistura, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

1.3.1 Ligante

Ficha de produto e ensaios de caracterização do lote de betume a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.0-4a.

1.3.2 Agregados

Ficha de produto e ensaios de caracterização dos agregados a utilizar, que deverão estar em conformidade com o especificado no Capítulo 14.03.2 para o tipo de camada em questão.

1.3.3 Material betuminoso recuperado

Ensaio preconizados para a caracterização dos materiais a reciclar conforme especificado no item 1.2.

1.3.4 Mistura

As características/requisitos da mistura devem cumprir o especificado para as misturas a quente definidas no Capítulo 14.03.2, conforme tipo de camada(s) preconizada(s) em projecto.



2 - Transposição do estudo de composição para a central

A aplicação em obra da mistura betuminosa, será condicionada, à aprovação do estudo de composição e à ratificação da Fiscalização das condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico. O Adjudicatário deverá apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Aprovada a transposição, não poderão ser efectuadas quaisquer alterações sem conhecimento da Fiscalização.

3 - Execução de trechos experimentais

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 14.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

4 - Produção

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 14.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

4.1 Centrais betuminosas

As centrais de fabrico devem permitir a adição, durante o processo de mistura a quente, do material betuminoso a reciclar, sem deterioração dos materiais. As centrais de fabrico terão de cumprir o disposto na legislação vigente em matéria ambiental.

Nas centrais de fabrico contínuas com tambor secador-misturador, o sistema de dosificação deverá ser ponderal para o material betuminoso a reciclar. A central deverá dispor de um dispositivo que permita a incorporação do material betuminoso a reciclar atrás da chama, de modo a que não exista risco de contacto com ela.

As centrais de fabrico de tambor secador-misturador, em que o fluxo de agregados coincide com o da tiragem de fumo, não serão utilizadas caso as quantidades de material betuminoso a reciclar sejam superiores a vinte e cinco por cento (25%).

Entre as centrais de fabrico contínuas de tambor secador-misturador deverão ser utilizadas preferencialmente aquelas em que o fluxo de agregados vá contra a tiragem do fumo ou as que tenham duplo tambor, que evitem a exposição directa à chama do material betuminoso a reciclar.

As centrais de fabrico descontínuas deverão estar providas de um tambor secador independente para o material betuminoso a reciclar de forma a maximizar a incorporação

de material fresado nas novas misturas betuminosas. Independentemente da utilização ou não de um tambor secador paralelo, os gases produzidos no seu aquecimento deverão ser recolhidos e queimados durante o processo de fabrico da mistura, evitando-se em qualquer momento a sua emissão para a atmosfera. Estas centrais deverão estar igualmente providas de silos para armazenar a quente o material betuminoso a reciclar e um sistema de dosificação ponderal do material betuminoso a reciclar.

Neste último caso as percentagens a adicionar dependerão do teor em humidade das misturas betuminosas fresadas. O aquecimento dos agregados novos deve ser aumentado a uma temperatura que não exceda 250 °C.

As misturas betuminosas fresadas devem ser adicionadas aos agregados após passagem numa unidade de pesagem separada, o que permite a crivagem dos materiais novos sem a influência das misturas betuminosas fresadas e, por outro lado, a mistura dos agregados novos com as misturas betuminosas fresadas deve ser efectuada antes da adição do betume novo e durante o tempo necessário de modo a evitar o endurecimento deste.

4.2 Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 – Controlo de Qualidade para as misturas a quente, bem como as tolerâncias de fabrico admissíveis em relação à fórmula da mistura aprovada.

5 - Transporte

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

6 - Espalhamento

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

7 - Compactação

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

8 - Juntas de trabalho

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.



9 – Armazenamento dos materiais

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para os agregados, filer e betume. No que diz respeito ao material betuminoso a recuperar (RA) este deve ser armazenado separadamente consoante a sua proveniência.

Devem ser constituídos pilhas diferenciadas/distintas para materiais fresados procedentes de diferentes camadas e/ou diferentes origens/fornecimentos.

9.1 - Armazenamento do material betuminoso a reciclar em bruto

O material betuminoso a reciclar poderá utilizar-se na mesma obra ou armazenar-se para a sua posterior utilização noutra obra. Os materiais deverão estar cobertos e o tempo de armazenamento será reduzido ao mínimo possível para evitar que o teor em água do material betuminoso a reciclar aumente excessivamente. Quando se prevejam temperaturas superiores a trinta graus Celsius (30 °C), as pilhas não deverão superar os três metros (3 m) de altura, para evitar que o material betuminoso a reciclar se aglomere.

9.2 - Central de trituração

Quando o material betuminoso a reciclar apresentar problemas de homogeneidade ou uma dimensão excessiva proceder-se-á sua trituração e homogeneização.

Para a trituração serão utilizadas instalações de trituração que proporcionem um produto granular uniforme. No caso de existirem contaminantes do tipo metálico a central de trituração deverá estar dotada de um dispositivo para sua detecção e eliminação

Depois de previamente tratado o material deverá ser colocado em pilhas homogêneas

Cada pilha homogênea será identificada e caracterizada podendo utilizar-se no fabrico de mistura betuminosa reciclada a quente com uma mesma fórmula de trabalho.

As pilhas de material betuminoso a reciclar tratado serão consideradas como lotes isolados, evitando que se misturem e contaminem entre eles. O volume de cada uma destas pilhas será o suficiente para garantir, no mínimo, o trabalho de um dia ou a produção requerida se esta for menor, com o objectivo de não mudar a fórmula de trabalho e poder controlar e identificar adequadamente a mistura fabricada.



As pilhas deverão situar-se numa zona bem drenada e sobre uma superfície revestida. Se se dispuserem em terreno natural, não serão utilizados os quinze centímetros (15 cm) inferiores. Estes serão formados por camadas. Deverá vigiar-se a altura das pilhas para evitar que o material betuminoso se aglomere, especialmente com temperaturas altas, limitando-se aquela a três metros (3 m). As pilhas deverão estar cobertas e o tempo de armazenamento será reduzido ao mínimo possível para evitar que o teor em água aumente excessivamente.

15.03.10.2.3 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

15.03.10.3 – Mistura reciclada semi-quente em central

Dando cumprimento ao disposto no Decreto - Lei 4/2007, de 8 de Janeiro, devem ser entregues para todos os materiais a incorporar neste tipo de misturas, quando aplicável, as declarações de conformidade CE emitidas pelos fabricantes, os certificados de conformidade emitidos pelos organismos notificados e as fichas de produto.

15.03.10.3.1 – Preparação da superfície subjacente

A execução das camadas em misturas betuminosas recicladas só deverá ser iniciada após a verificação da conformidade da camada subjacente de acordo com os critérios de aceitação especificados neste Caderno de Encargos para os diferentes tipos de camadas.

Para obras de conservação/reabilitação os critérios especificados não são aplicáveis devendo as condições da superfície subjacente ser definidas em projecto em função da especificidade da obra e estado da superfície do pavimento existente.

As regas de impregnação e colagem deverão ser realizadas nas condições expressas neste Caderno de Encargos, no item 15.03.8.



15.03.10.3.2 – Disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte, espalhamento e compactação

1 - Estudo de composição

1.1 Considerações gerais

As misturas betuminosas recuperadas (RA) devem ser armazenados separadamente consoante a sua proveniência.

Devem ser constituídas pilhas diferenciadas para materiais fresados procedentes de diferentes camadas e/ou diferentes origens (fornecimentos).

Quando os materiais resultarem de trabalhos de fresagem preconizados em projecto, devem estes trabalhos ser executados por camadas e trechos homogêneos de acordo com o definido em projecto.

Em todo o caso, o material betuminoso a reciclar não poderá conter mais de vinte por cento (20%) de misturas betuminosas distintas, do tipo fechadas.

Em princípio, todos os materiais recuperados de misturas betuminosas são susceptíveis de ser reciclados, excepto os que tenham apresentado deformações plásticas.

As misturas betuminosas que contenham na sua composição original adições modificadoras da reologia do ligante betuminoso ou do comportamento mecânico da mistura betuminosa (p.ex:fibras) deverão ser submetidas a um estudo especial devido à possível emissão de contaminantes para a atmosfera durante o processo de fabrico da nova mistura.

O material deverá ser colocado em pilhas homogêneas horizontais, depois de previamente tratado (através de processos de trituração, eliminação de contaminantes e homogeneização) e caracterizado. Estes materiais deverão ser protegidos da chuva por forma a que a sua humidade não exceda os 5% evitando assim consumos de energia desnecessários, sobreaquecimentos do material ou mesmo condicionar a produção destas misturas. Dever-se-á também proteger o material betuminoso recuperado da exposição a temperaturas elevadas, de modo a evitar a colagem ou mesmo a compactação, bem como o envelhecimento e oxidação do betume provocada pela radiação solar.



A homogeneidade dos materiais deverá estar em conformidade com os critérios definidos no Quadro 14.03.10.2d.

1.2 - Estudos de caracterização dos materiais a reciclar – trechos homogéneos

Relativamente a este item deve ser seguidos os mesmos procedimentos já referidos para o material betuminoso a incorporar nas misturas betuminosas a quente.

1.3 Estudo de formulação

O adjudicatário deverá submeter previamente à aprovação da Fiscalização, com um prazo mínimo de 30 dias, o estudo de composição laboratorial da mistura.

O estudo deverá integrar a metodologia a seguir na transposição para central e para o trecho experimental, assim como, a inventariação dos equipamentos a utilizar e documentação referente à manutenção dos mesmos, de acordo com o especificado em 15.03.2.2-10.

O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, para a definição da fórmula da mistura, incluirá a seguinte informação sobre a caracterização laboratorial dos materiais e mistura e correspondentes boletins de ensaio:

1.3.1 Ligante

A emulsão betuminosa proposta para a execução da reciclagem semi-quente deverá ser acompanhada da respectiva Ficha Técnica do Produto relativa ao lote proposto para aplicação. Deverão ser executados os ensaios necessários à identificação das seguintes propriedades:

- a) Viscosidade SSF, 25 °C
- b) Carga das partículas
- c) Teor em água
- d) Teor em betume residual
- e) Fluidificante por destilação



- f) Sedimentación (a 7 días)
- g) Peneiração
- h) Penetração do resíduo de destilação a 25°C, 100g, 5s (0,1mm)

Deverá ser comprovada a compatibilidade da emulsão betuminosa com o material fresado mediante o ensaio segundo a norma NLT–196.

1.3.2 Agregados

Quando prevista a utilização de agregado, para correcção granulométrica do material betuminoso recuperado, deverá ser apresentada a ficha de produto e ensaios de caracterização, que deverão estar em conformidade com o especificado no Quadro 14.03.3a., tendo em conta o tipo de camada em que irá ser utilizado.

1.3.3 Material betuminoso recuperado

Ensaio preconizados para a caracterização dos materiais a reciclar conforme especificado no item 1.2., para cada pilha de material homogénea. A granulometria do material deverá respeitar o fuso granulométrico respectivo tendo em conta a espessura da camada a executar, tal como especificado no Quadro 14.03.10.1.2a.

1.3.4 Mistura betuminosa reciclada

1.3.4.1 Estudo da composição

O Adjudicatário obriga-se a apresentar, para aprovação da Fiscalização, o estudo de composição da mistura betuminosa reciclada semi-quente, em tudo o que for aplicável, de acordo com o especificado para as misturas betuminosas a quente, no que diz respeito a disposições gerais para o estudo, fabrico, transporte e aplicação.

O estudo de composição deverá fazer referência à formulação da mistura através da execução de ensaios de envolvimento (mínima dotação/máximo recobrimento) e de imersão-compressão a 6 toneladas como indicador para a execução do trecho experimental.



No entanto a composição final a adoptar em obra será a decorrente das conclusões retiradas do conjunto de informação resultante dos ensaios laboratoriais e da execução do trecho experimental.

A fórmula de trabalho proposta em estudo fixará a granulometria da mistura e as respectivas proporções dos diferentes constituintes. Deverá também referir as características da mistura e o valor mínimo da densidade a obter no trecho experimental.

Neste estudo deverão ainda ser incluídos os estudos prévios efectuados à emulsão e aos materiais fresados.

Deverá ser estudada e aprovada pela Fiscalização uma nova fórmula de trabalho, cada vez que se verifiquem alterações nas características do material a reciclar, ou em algum outro dos componentes da mistura.

1.3.4.2 Transposição do estudo de composição para a central

A aplicação em obra da mistura betuminosa, será condicionada, à aprovação do estudo de composição e à ratificação da Fiscalização das condições de transposição daquele estudo para a central de fabrico. O Adjudicatário deverá apresentar os ensaios comprovativos da precisão com que a transposição foi realizada.

Aprovada a transposição, não poderão ser efectuadas quaisquer alterações sem conhecimento da Fiscalização.

1.3.4.3 – Execução de trechos experimentais

Deverão ser definidas no máximo duas misturas distintas a serem testadas no trecho experimental, para melhor avaliação do comportamento da mistura.

Assim, para se definir a percentagem de ligante, o tipo e número de passagens dos cilindros compactadores e a temperatura de compactação (com indicação de valores máximos e mínimos), deve ser construído um trecho experimental de acordo com o estipulado no Capítulo 15.03.2, em tudo o que for aplicável.

Após a execução do trecho experimental e a verificação dos parâmetros atrás referidos



será elaborado o relatório final com as conclusões obtidas e a formulação da mistura betuminosa.

Contudo, poderá ser necessário reformular a composição da mistura betuminosa reciclada semi-quente devendo, nesse caso, ser apresentado um novo estudo de formulação, incluindo a execução de um novo trecho experimental, que terá de ser aprovado pela Fiscalização.

Só após a aprovação final do estudo de composição da mistura betuminosa reciclada semi-quente, por parte da Fiscalização, se poderá dar início ao fabrico da mistura betuminosa a colocar na obra.

1.4 Produção

Este tipo de misturas betuminosas poderá ser fabricado em centrais betuminosas descontínuas ou contínuas.

Durante o processo de fabrico da mistura betuminosa reciclada semi-quente, o material fresado deverá ser aquecido a uma temperatura de 85 e 100 °C no tambor-secador-misturador da central contínua, ou no tambor-secador da central descontínua. A emulsão deverá ser injectada a uma temperatura de 20 e 40 °C. A temperatura final da mistura deverá oscilar entre 80 e 95 °C. e em circunstância alguma pode exceder 100°C. A não satisfação deste pressuposto constitui motivo para rejeição do material. Se a mistura betuminosa for descarregada da misturadora para um silo de armazenamento, esse silo deve estar construído de modo a que seja minimizada a segregação da mistura betuminosa.

A mistura pode ser armazenada durante 24 horas sempre que o espalhamento e a compactação sejam efectuados à temperatura de 60 °C ou superior.

Para além dos procedimentos normais dessas centrais deve ter-se em atenção o seguinte:

- O material fresado e a emulsão são combinados proporcionalmente em função do volume, peso ou de uma combinação peso/volume.
- Quando o material fresado e o ligante betuminoso são proporcionados pelo

peso, todas as caixas, funis de carga, baldes ou tolvas empregues para a pesagem dos materiais, juntamente com placas de qualquer tipo usadas no processamento dos materiais, devem ser isoladas da vibração ou do movimento do resto da unidade, devido ao funcionamento de qualquer equipamento, de modo a não permitir que o erro de pesagem que ocorre quando toda a unidade de processamento está a funcionar ultrapasse os 2% em qualquer circunstância, nem 1,5% para qualquer “amassadura”.

- A introdução do ligante betuminoso será controlada por um sistema automático completamente integrado com os controlos do material fresado.
- O ligante betuminoso deve ser pesado num balde aquecido e isolado suspenso numa balança sem sistema de mola.

1.5 Controlo de qualidade e tolerâncias na produção

O controlo de qualidade será realizado de acordo com o tipo e frequência de ensaios definidos em 14.00 – Controlo de Qualidade para este tipo de camadas.

As tolerâncias admissíveis relativamente à fórmula de trabalho serão as indicadas no Quadro 15.03.10.3a, tendo sempre em conta que em nenhum caso os valores obtidos poderão ser superiores aos valores limite estabelecidos.

Quadro 15.03.10.3a- Tolerâncias máximas admissíveis relativamente à fórmula de trabalho			
Características		Unidades	Tolerâncias
Percentagem de material passado nos peneiros 1:	Dimensão máxima	%	0
	>2 mm		± 6
	≤ 2mm		± 3
	0,063mm		± 1,5
Ligante residual adicional			± 0,3
Porosidade			± 0,3

Se em qualquer ensaio a granulometria do material fresado não estiver dentro dos limites indicados, a produção da mistura betuminosa deve parar imediatamente e só deve recomeçar quando os ensaios de calibração (da balança dos inertes e do estado de conservação dos crivos instalados) mostrarem que a granulometria está dentro dos



limites atrás indicados. Do mesmo modo a produção da mistura betuminosa cessará de imediato e a central de fabrico será recalibrada, caso se verifique que a percentagem de ligante betuminoso na mistura teve uma variação superior a $\pm 0,3\%$ do que estava previamente indicado no estudo de formulação da mistura aprovado.

1.6 - Transporte

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

1.7 - Espalhamento

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

1.8 - Compactação

Para além do estipulado no Capítulo 15.03.2 em tudo o que for aplicável, devem ser verificados os seguintes pressupostos:

- A temperatura da mistura betuminosa durante a compactação deve estar de acordo com o definido no estudo de formulação;
- O valor da porosidade da camada em mistura betuminosa reciclada semi-quente deverá cumprir os requisitos do estudo de formulação;
- Os cilindros utilizados e respectivo número de passagens devem cumprir o estipulado no estudo de formulação.

Os cilindros compactadores devem ser humedecidos com água ou, se necessário com água e sabão para impedir a aderência da mistura betuminosa durante a fase de compactação.

O Adjudicatário deverá utilizar no mínimo um cilindro de rasto liso vibrador e um cilindro de pneus em função da largura de espalhamento de forma a cobrir a largura total da pavimentadora. No caso de serem utilizadas duas espalhadoras em paralelo o número mínimo de cilindros será de 4 unidades de forma a cobrirem a largura total de espalhamento.

Se a produção de mistura betuminosa exceder as 160 toneladas por hora, deve existir um compactador estático adicional.



Os compactadores devem ter um peso superior a 8 toneladas.

Os compactadores devem ter propulsão autónoma e devem ser operados com a roda de tracção em posição anterior.

O primeiro conjunto de compactadores deve ser mantido atrás da pavimentadora, a não mais de 30 m desta, devendo compactar a mistura na gama de temperaturas definida no estudo de formulação. O segundo conjunto de compactadores, utilizado para retirar possíveis “vincos”, deve seguir o mais perto possível do primeiro conjunto. Deverão ser efectuadas as passagens necessárias, de acordo com o definido no estudo de formulação antes da temperatura da mistura atingir o valor mínimo especificado naquele estudo.

Se a temperatura ambiente for inferior a 15 °C o adjudicatário deverá obrigatoriamente diminuir a distância acima indicada para 15 m e colocar no mínimo mais um cilindro com vibração.

De qualquer modo, se a temperatura ambiente for inferior ou igual a 10°C os trabalhos devem ser imediatamente suspensos.

1.9 - Juntas de trabalho

Deve cumprir-se o disposto no Capítulo 15.03.2 para as misturas betuminosas a quente.

1.10 - Armazenamento dos materiais

No que diz respeito ao material betuminoso a recuperar (RA) este deve ser armazenado separadamente consoante a sua proveniência.

Devem ser constituídos pilhas distintas para materiais fresados procedentes de diferentes camadas e/ou diferentes origens/fornecimentos.

1.10.1 - Armazenamento do material betuminoso a reciclar em bruto

O material betuminoso a reciclar poderá utilizar-se na mesma obra ou armazenar-se para a sua posterior utilização noutra obra. Os materiais deverão estar cobertos e o tempo de armazenamento será reduzido ao mínimo possível para evitar que o teor em água do material betuminoso a reciclar aumente excessivamente. Quando se prevejam



temperaturas superiores a trinta graus Celsius (30 °C), as pilhas não deverão superar os três metros (3 m) de altura, para evitar que o material betuminoso se aglomere.

1.10.2 - Central de trituração

Quando o material betuminoso a reciclar apresentar problemas de homogeneidade ou uma dimensão excessiva proceder-se-á sua trituração e homogeneização.

Para a trituração serão utilizadas instalações de trituração que proporcionem um produto granular uniforme. No caso de existirem contaminantes do tipo metálico a central de trituração deverá estar dotada de um dispositivo para sua detecção e eliminação

Depois de previamente tratado o material deverá ser colocado em pilhas homogêneas

Cada pilha homogênea será identificado e caracterizado podendo utilizar-se no fabrico de mistura betuminosa reciclada a quente com uma mesma fórmula de trabalho.

As pilhas de material betuminoso a reciclar tratado serão consideradas como lotes isolados, evitando que se misturem e contaminem entre eles. O volume de cada uma destas pilhas será o suficiente para garantir, no mínimo, o trabalho de um dia ou a produção requerida se esta for menor, com o objectivo de não mudar a fórmula de trabalho e poder controlar e identificar adequadamente a mistura fabricada.

As pilhas de material deverão situar-se numa zona bem drenada e sobre uma superfície revestida. Se se dispuserem em terreno natural, não serão utilizados os quinze centímetros (15 cm) inferiores. Estes serão formados por camadas. Deverá vigiar-se a altura das pilhas para evitar que o material betuminoso se aglomere, especialmente com temperaturas altas, limitando-se aquela a três metros (3 m). As pilhas deverão estar cobertas e o tempo de armazenamento será reduzido ao mínimo possível para evitar que o teor em água aumente excessivamente.

15.03.10.3.2 - Especificações e critérios de aceitação/rejeição para unidades terminadas

Os critérios de aceitação/rejeição das unidades terminadas pelo processo de reciclagem semi-quente devem cumprir o especificado no Quadro 15.03.10.3b.

Quadro 15.03.10.3b – Critérios de aceitação/rejeição para camada reciclada semi-quente			
Especificações		Critério de aceitação/tolerância	Acção correctiva
Densidade (tarolos)	Média resultados = baridade provetes	Média resultados ≥ baridade provetes, com apenas 2 resultados inferiores ao previsto em cerca de 2%.	NA
		Média resultados ≥ 97%	Penalização de 10% sobre o custo da camada
		Média resultados < 97%	Remoção da camada por fresagem
Espessura (tarolos)	Média ≥ Espessura de Projecto	Média ≥ Espessura Projecto com máximo de dois tarolos com resultados inferiores a 10% do previsto	NA
		Média <85% Espessura Projecto	Demolir e refazer camada
		Média ≥ 85% Espessura Projecto e não existe retenção de água	Compensar na camada seguinte com espessura equivalente
Cota da Camada	Igual à cota de projecto	Cota da camada ≤ a 15 mm relativamente à cota de projecto	NA
		Cota da camada está mais baixa do que 15mm e não existe retenção de água.	Compensar na camada seguinte
		Se superior à cota de projecto	Corrigir a camada por fresagem
Regularidade (régua de 3m)	≤ 10mm	Média resultados ≤10mm em 95% das medições	NA
		Média resultados ≤10mm em 80% das medições	Penalização de cerca 5% do custo da camada
		Não verifica situações anteriores	Propor acção correctiva (camada de pré-regularização ou fresagem desde garantida a espessura)
NA – Não Aplicável			