

CADERNO DE ENCARGOS

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

T-38/2021 | Requalificação do pavimento da rua das Sismarias (ligação da localidade de Sismaria à EN 109-9 Coimbra), na localidade de Sismaria – UF Monte Redondo e Carreira

ÍNDICE

1. Condições gerais das reposições de pavimentos betuminosos
2. Critério de medição dos trabalhos
3. Camadas com características de sub-base
 - 3.1. Características dos agregados granulares
 - 3.1.1 Condições gerais
 - 3.1.2. Fracções granulométricas
 - 3.1.3. Solos seleccionados
 - 3.1.4. Agregado aluvionar
 - 3.2. Métodos construtivos
 - 3.2.1. Estudo laboratorial
 - 3.2.2. Preparação da plataforma de apoio do pavimento
 - 3.2.3. Exploração em jazidas naturais
 - 3.2.4. Fabrico e armazenamento de materiais granulares britados
 - 3.2.5. Tolerâncias no fabrico
 - 3.2.6. Transporte e espalhamento
 - 3.2.7. Compactação e correcção do teor em água
 - 3.2.8. Regularidade da superfície acabada
 - 3.2.9. Espessura da camada
4. Pavimentos em betão de agregados com ligantes hidráulicos
 - 4.1. Características dos materiais
 - 4.1.1. Agregados
 - 4.1.2. Cimentos
 - 4.1.3. Água
 - 4.1.4. Adições para misturas com ligantes hidráulicos
 - 4.1.5. Adjuvantes
 - 4.2. Agregados britados para camadas de base
 - 4.2.1. Condições gerais
 - 4.2.2. Composição granulométrica dos agregados
 - 4.2.3. Características da mistura
 - 4.2.4. Gravelha de protecção superficial
 - 4.3. Métodos construtivos
 - 4.3.1. Estudo laboratorial de formulação da composição
 - 4.3.2. Ensaio prévios em obra
 - 4.3.3. Trecho experimental

- 4.3.4. Limitação por condições atmosféricas
- 4.3.5. Equipamento
- 4.3.6. Fabrico da mistura
- 4.3.7. Transporte
- 4.3.8. Espalhamento
- 4.3.9. Compactação
- 4.3.10. Juntas
- 4.3.11. Cura e protecção contra a circulação de veículos
- 5. Pavimentos tradicionais em semi-penetração betuminosa
- 5.1. Características dos agregados da camada de base
- 5.2. Características dos agregados da camada de recobrimento
- 5.3. Betumes
- 5.4. Gravilhas em revestimentos superficiais
- 6. Misturas betuminosas
- 6.1. Características dos agregados para misturas betuminosas
- 6.1.1. Condições gerais
- 6.1.2. Fracções granulométricas
- 6.1.3. Filer para misturas betuminosas
- 6.2. Características dos ligantes betuminosos
- 6.2.1. Betumes puros
- 6.2.2. Betumes fluidificados
- 6.2.3. Emulsões betuminosas clássicas para regas de impregnação
- 6.2.4. Emulsões betuminosas clássicas para regas de colagem
- 6.2.5. Emulsões betuminosas modificadas para regas de colagem
- 6.2.6. Emulsões betuminosas modificadas para microaglomerado a frio
- 6.2.7. Emulsões betuminosas modificadas em interfaces anti-fissuras
- 6.2.8. Aditivos especiais para misturas betuminosas
- 6.3. Disposições construtivas
- 6.3.1. Disposições para o estudo laboratorial da composição
- 6.3.2. Transposição do estudo para a central de fabrico
- 6.3.3. Execução de trechos experimentais
- 6.3.4. Preparação da superfície subjacente
- 6.3.5. Fabrico das misturas
- 6.3.6. Transporte para obra
- 6.3.7. Equipamento para a execução de camadas betuminosas a quente
- 6.3.8. Rega de colagem
- 6.3.9. Aplicação por espalhamento
- 6.3.10. Compactação
- 6.3.11. Juntas de trabalho
- 6.4. Controlo de qualidade após a aplicação
- 6.4.1. Espessura das camadas
- 6.4.2. Grau de compactação e porosidade
- 6.4.3. Regularidade
- 6.4.4. Rugosidade superficial
- 6.4.5. Resistência à derrapagem
- 6.4.6. Ensaio em ligantes e misturas betuminosas
- 6.4.7. Frequência de ensaios
- 7. Aplicação de pavimentos em misturas betuminosas a quente
- 7.1. Camada de base
- 7.2. Regas betuminosas de impregnação e colagem
- 7.2.1. Rega de impregnação, com emulsão betuminosa
- 7.2.2. Rega de colagem, com emulsão betuminosa
- 7.3. Camada de regularização, em macadame betuminoso
- 7.3.1. Fracções granulométricas dos agregados

- 7.3.2. Particularidades do processo construtivo
 - 7.4. Camada de regularização, em mistura betuminosa densa
 - 7.4.1. Fracções granulométricas dos agregados
 - 7.4.2. Filler para misturas betuminosas densas
 - 7.4.3. Mistura de agregados
 - 7.4.4. Particularidades do processo construtivo
 - 7.5 Camada de regularização em betão betuminoso
 - 7.5.1. Fracções granulométricas dos agregados
 - 7.5.2. Particularidades do processo construtivo
 - 7.6. Camada de desgaste, na faixa de rodagem
 - 7.6.1. Fracções granulométricas dos agregados
 - 7.6.2 Mistura de agregados
 - 7.6.3. Ligante
 - 7.6.4. Características da mistura betuminosa
 - 7.6.5. Particularidades do processo construtivo
 - 8. Tratamentos superficiais em microaglomerado frio ou “slurry-seal”
 - 8.1. Microaglomerado betuminoso a frio simples
 - 8.1.1. Emulsões betuminosas e aditivos especiais
 - 8.1.2. Composição granulométrica da mistura de agregados
 - 8.1.3. Características da mistura
 - 8.2. Microaglomerado betuminoso a frio duplo - primeira camada
 - 8.2.1. Emulsões betuminosas e aditivos especiais
 - 8.2.2. Composição granulométrica da mistura de agregados
 - 8.2.3. Características da mistura
 - 8.3. Microaglomerado betuminoso a frio duplo - segunda camada
 - 8.3.1. Emulsões betuminosas e aditivos especiais
 - 8.3.2. Composição granulométrica da mistura de agregados
 - 8.3.3. Características da mistura
 - 8.4. Métodos construtivos
 - 8.4.1. Estudo laboratorial da composição
 - 8.4.2. Execução de trechos experimentais
 - 8.4.3. Preparação da superfície existente
 - 8.4.4. Fabrico e espalhamento da mistura betuminosa
 - 8.4.5. Processo de aplicação do microaglomerado ou slurry seal
 - 8.4.6. Juntas de trabalho
 - 8.4.7. Limitações à execução
 - 8.4.8. Controlo de qualidade
 - 9. Equipamentos de sinalização e segurança
 - 9.1. Características dos materiais para execução de marcas rodoviárias
 - 9.1.1. Tintas para pré-marcação
 - 9.1.2. Material termoplástico branco
 - 9.1.3. Pérolas reflectoras
 - 9.2. Métodos construtivos para marcas de sinalização horizontal
 - 9.2.1. Pré-marcação
 - 9.2.2. Preparação da superfície
 - 9.2.3. Marcação
 - 9.2.4. Rejeição e eliminação das marcas
 - 9.2.5. Lotes, amostras e ensaios
 - 10. Sinalização de carácter temporário
 - 11. Director técnico da obra
 - 12. Prazo de execução
1. Reposição de pavimentos

1.1. Nas obras de construção de infra-estruturas que tenham implicado a abertura e fecho de valas, os pavimentos serão repostos nas condições em que se achavam quando foram levantados, sendo de conta do empreiteiro toda a mão-de-obra e materiais necessários à sua reposição.

1.2. Todos os caminhos e serventias não pavimentadas, onde tiver sido aberta vala para assentamento de condutas ou colectores, deverão ficar no final dos trabalhos nas mesmas condições em que se encontravam inicialmente.

1.3. As reposições dos pavimentos sobre os aterros compactados das valas será feita no prazo máximo de 12 dias após a sua conclusão, competindo ao empreiteiro a sua beneficiação ou reperfilagem, sempre que se verifiquem posteriormente assentamentos dos aterros.

1.4. A reposição de pavimentos nas Estradas será feita de acordo com as indicações expressas pela Fiscalização, devendo o empreiteiro executar todos os trabalhos imprevistos e eventualmente excedentários dos mapas de Quantidades de Trabalhos, mas neste caso suportando a entidade adjudicatária os respectivos encargos adicionais.

2. Critério de medição dos trabalhos

2.1. Para efeitos de medição dos trabalhos referentes ao levantamento e reposição de pavimentos, será considerada apenas a largura da vala medida no projecto, qualquer que seja a largura da vala realmente aberta, excepto para trabalhos em condições imprevistas e desde que devidamente autorizados pela fiscalização.

2.2. Quando a reposição de pavimentos betuminosos for efectuada por faixas sobre as valas, a medição da largura da faixa de repavimentação será feita acrescentando 0.20 m para cada lado à largura da vala prevista no projecto, excepto em ramais, onde o acréscimo será de 0.10 m para cada lado.

2.3. O empreiteiro obriga-se a reparar eventuais danos provocados na parte restante do pavimento, desde que provocados pelo uso de técnicas inadequadas durante a escavação.

2.4. Quando a repavimentação for efectuada em toda a largura das faixas de rodagem, na medição das camadas de base será apenas considerada a superfície efectivamente recoberta pela camada de desgaste.

2.5. Quando tal não tenha sido expresso nas Medições das Quantidades de Trabalhos, todos os trabalhos relacionados com a abertura de caixa para a repavimentação serão do encargo do empreiteiro.

3. Camadas com características de sub-base

3.1. Características dos agregados granulares

3.1.1. Condições gerais

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

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

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

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

3.1.1.5. Os agregados deverão ser obtidos a partir de formações homogéneas de pedreiras ou seixeiros.

3.1.1.6. A homogeneidade de características de cada fracção deve ser tal que garanta a homogeneidade da mistura de agregados recomposta em central.

3.1.2. Fracções granulométricas

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

Material	Fracções granulométricas (dimensões nominais em mm)
Material granular de granulometria extensa (contínua)	0/4, 4/20, 20/40 ou em alternativa 0/6, 6/20, 20/40

3.1.2.2. O conceito de dimensão nominal significa que se admite que até 10% do material fique retido no peneiro de maior dimensão e que até 10% do material passe no peneiro de menor dimensão. No entanto, a soma daquelas duas percentagens deverá ser inferior a 15%.

3.1.2.3. As dimensões nominais referidas para cada fracção, estão normalmente associadas a sistemas de classificação das instalações de britagem. Muitas vezes os crivos apresentam aberturas que não coincidem absolutamente com as malhas de peneiros ASTM, apresentando por exemplo uma abertura de 5mm em vez de 4,75mm para o peneiro n.º 4.

3.1.3. Solos seleccionados

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

Limite de liquidez máximo de 25%

Índice de plasticidade máximo de 6%

Equivalente de areia mínimo de 305

Valor de azul-de-metileno (dimensão inferior a 75 Wm) máximo de 1,5

CBR a 95 % de compactação relativa (Proctor Modificado) mínimo de 20%

Percentagem de material que passa no peneiro nº 200 ASTM máximo 15%

Dimensão máxima máximo de 75 mm

Expansibilidade (ensaio de CBR) máxima de 1,5%

3.1.4. Agregado aluvionar

3.1.4.1.1. No caso de ser utilizado material aluvionar, a sua granulometria, de tipo contínuo, respeitará o seguinte fuso granulométrico:

Abertura das malhas de peneiros ASTM	Percentagem acumulada do material que passa
72 mm (3")	100%
60 mm (2 1/2") 90%	90% - 100%
4,75 mm (nº 4)	35% - 58%
0,075 mm (nº 200)	0% - 13%

3.1.4.2. No caso de ser utilizado material aluvionar, a mistura de agregados deve apresentar uma percentagem de perda por desgaste na máquina de Los Angeles inferior a 35%, para a granulometria A. Admite-se uma tolerância de 10% em relação ao valor especificado.

3.1.4.3. No caso de ser utilizado material aluvionar, a mistura de agregados deve apresentar um limite de liquidez máximo de 25%.

3.1.4.4. No caso de ser utilizado material aluvionar, a mistura de agregados deve apresentar um índice de plasticidade máximo de 6%.

3.1.4.5. No caso de ser utilizado material aluvionar, a mistura de agregados deve apresentar uma percentagem de material retido no peneiro de 19 mm (3/4") inferior a 30%

3.1.4.6. No caso de ser utilizado material aluvionar, a mistura de agregados deve apresentar um valor mínimo do equivalente de areia de 45%.

3.1.4.7 Sendo o valor do equivalente de areia for inferior a 45%, o valor de azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 Wm) corrigido (VAc), deverá ser inferior a 30, calculado pela seguinte expressão:

$$VAc = VA \times (\%P200 : \%P100) \times 100$$

Sendo:

VAc - valor do azul-de-metileno corrigido

VA – valor do azul-de-metileno

%P200 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 200 ASTM

%P100 - Percentagem acumulada do material que passa no peneiro nº 100 ASTM

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

3.2. Métodos construtivos

3.2.1. Estudo laboratorial

3.2.1.1. Da realização prévia de um estudo laboratorial resultará a definição:

- das características do solo ou material granular
- da curva granulométrica de referência
- do teor em água ótimo
- da baridade seca de referência (no caso de solos)
- do índice de vazios de referência (no caso de materiais granulares)

3.2.1.2. O estudo laboratorial deve ser apresentado à Fiscalização para aprovação pelo menos 5 dias antes do início da aplicação em obra.

3.2.1.3. Será sempre obrigatório a realização de um trecho experimental para se traçar o gráfico da relação entre a variação do índice de vazios corrigidos ou grau de compactação e o número de passagens dos cilindros.

3.2.2. Preparação da plataforma de apoio do pavimento

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

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

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

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

3.2.3. Exploração em jazidas naturais

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

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

3.2.3.3. As zonas de exploração serão submetidas à aprovação da Fiscalização e modeladas no fim da sua utilização.

3.2.4. Fabrico e armazenamento de materiais granulares britados

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

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

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

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

3.2.4.5. O armazenamento deve processar-se construindo um depósito com camadas de espessura não superior a 1,0 m e formando degraus nos bordos das camadas, de modo a evitar a formação de taludes contínuos. O material deverá ser espalhado com tractor de rastros e ser depositado na frente da camada para se reduzir a sua segregação. O carregamento para transportes posterior, deve ser feito frontalmente e com balde. Nesta fase o material não deve ser empurrado com tractor.

3.2.4.6. Não é permitido o armazenamento em pilha.

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

3.2.5. Tolerâncias no fabrico

3.2.5.1. As tolerâncias admitidas em relação à fórmula de trabalho aprovada, cumprindo o especificado neste Caderno de Encargos, são as seguintes:

Peneiros ASTM	% de material que passa
peneiro ASTM de 0,075 mm (nº 200)	cerca de 2%
peneiro ASTM 0,180 mm (nº 80)	cerca de 3%
peneiro ASTM 2,00 mm (nº 10)	cerca de 4%
peneiro ASTM 4,75 mm (nº 4), ou de malha mais larga	cerca de 5%

3.2.6. Transporte e espalhamento

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

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

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

3.2.7. Compactação e correcção do teor em água

3.2.7.1. Se, antes de se iniciar a compactação, se verificar que os materiais utilizados não têm a humidade adequada, deve proceder-se à sua correcção. Nos casos em que o teor de água seja excessivo, deve escarificar-se a camada e ajustar esse teor em água por secagem ou outro meio.

3.2.7.2. Nos casos em que o teor de água seja inferior ao desejável, deve também escarificar-se a camada e ajustar esse teor, procedendo a uma distribuição uniforme de água, empregando carros tanques de pressão cujo jacto deverá, quanto possível, cobrir a largura total da área a tratar. Esta distribuição de água deve ser organizada de modo a ser efectuada de forma rápida e contínua.

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

3.2.7.4. Em solos seleccionados, a compactação relativa, referida ao ensaio Proctor Modificado, não deve ser inferior a 95%.

3.2.7.5. Em materiais granulares aluvionares e agregados britados de granulometria extensa devem ser atingidos índices de vazios inferiores a determinado índice de referência, cujo valor será o correspondente a uma baridade seca igual a 95% da que se obteria com uma energia equivalente à do ensaio Proctor Modificado.

3.2.8. Regularidade da superfície acabada

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

3.2.9. Espessura da camada

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

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

3.2.9.3. No entanto, se a Fiscalização assim o entender, poderá aceitar que a compensação da espessura desta camada seja feita por aumento equivalente de espessura na seguinte, determinado para que sejam estruturalmente equivalentes os pavimentos projetados e executados.

4. Pavimentos em betão de agregados com ligantes hidráulicos

4.1. Características dos materiais

4.1.1. Agregados

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

4.1.1.2. Os agregados deverão ser constituídos por materiais pétreos britados, provenientes de exploração de pedreiras ou seixeiros, devendo neste caso apresentar, no mínimo, três faces de fractura

4.1.1.3. O agregado de granulometria extensa com cimento, a aplicar na camada de base do pavimento, é uma mistura dos seguintes materiais:

- Agregados
- Cimento
- Água
- Eventualmente aditivos
- Cinzas volantes

4.1.1.4. Para protecção contra a evaporação da água necessária à cura do material, bem como contra as acções mecânicas resultantes da passagem do tráfego de obra, serão aplicados os seguintes materiais:

- Emulsão betuminosa
- Gravelha

4.1.1.5. As características, natureza, qualidade, procedência e dimensões dos materiais a aplicar deverão ser apresentadas à Fiscalização, para aprovação, pelo menos 5 dias antes da realização dos trabalhos.

4.1.2. Cimentos

4.1.2.1. Os cimentos devem satisfazer as Normas Portuguesas NP 2064 - "Cimentos. Definições, composição, especificações e critérios de conformidade" e NP 2064 - Emenda 1 - "Cimentos. Definições, composição, especificações e critérios de conformidade".

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

4.1.2.3. Deve verificar-se que respeitam o Decreto Lei nº 139/96 de 16 de Agosto, nomeadamente o que está estabelecido no artigo nº1, conforme forem de fabricação nacional, importados de países pertencentes à União Europeia ou subscritores do Acordo sobre o Espaço Económico Europeu (AEEE), ou provenientes de países não pertencentes à União Europeia.

4.1.3. Água

4.1.3.1. A água a empregar na compactação das camadas granulares de sub-base e de base deverá ser doce, limpa e não deverá conter óleos, ácidos, matérias orgânicas ou outros produtos prejudiciais.

4.1.3.2. Deverá, ainda obedecer ao que está previsto na legislação em vigor, tendo em atenção o fim a que se destina, nomeadamente satisfazer a Especificação LNEC E 372 - “Água de amassadura para betões.

Características e verificação da conformidade”.

4.1.4. Adições para misturas com ligantes hidráulicos

4.1.4.1. A adição de escórias granuladas de alto forno moídas, a considerar nas misturas com ligantes hidráulicos, deve respeitar a Especificação LNEC E 375 – “Escória granulada de alto forno moída para betões. Características e verificação da conformidade”.

4.1.4.2. A adição de filer calcários, a considerar nas misturas com ligantes hidráulicos, deve respeitar a Especificação LNEC E 376 – “Filer calcário para betões. Características e verificação da conformidade”.

4.1.4.3. A adição de sílicas de fumo, a considerar nas misturas com ligantes hidráulicos, deve respeitar a Especificação LNEC E 377 – “Sílica de fumo para betões. Características e verificação da conformidade”.

4.1.4.4. A adição de pozolanas, a considerar nas misturas com ligantes hidráulicos, deve respeitar a NP 4220 – “Pozolanas para betão. Definições, especificações e verificação da conformidade”.

4.1.4.5. A adição de cinzas volantes, a considerar nas misturas com ligantes hidráulicos, deve respeitar a NP EN 450 – “Cinzas volantes para betão. Definições, exigências e verificação da conformidade”.

4.1.4.6. A verificação da conformidade com o respectivo documento normativo deve basear-se essencialmente no auto-controlo do produto por parte do fabricante e no controlo da sua produção, o qual deve ser exigido ao fornecedor das adições para análise por parte do utilizador. No entanto, podem ser retiradas amostras pontuais dos fornecimentos, com a frequência que se considerar adequada, para confirmação da conformidade com o documento normativo.

4.1.5. Adjuvantes

4.1.5.1. Se o Empreiteiro julgar conveniente introduzir na mistura retardador de presa para aumentar o período de trabalhabilidade e melhorar as condições de aplicação, deverá submeter à aprovação da Fiscalização as características técnicas e o modo de aplicação dos produtos, bem como o estudo da composição da mistura incluindo aditivo, devidamente justificado.

4.1.5.2. Os adjuvantes a considerar nas misturas com ligantes hidráulicos devem satisfazer a Especificação LNEC E- 374 - “Adjuvantes para argamassa e betões. Características e verificação da conformidade”.

4.1.5.3. A verificação da conformidade com esta Especificação deve basear-se essencialmente no auto-controlo do fabricante e no controlo da sua produção, o qual deve ser exigido ao fornecedor das adições para análise por parte do utilizador.

4.1.5.4. Além da observação visual dos fornecimentos, podem retirar-se amostras pontuais, com a frequência que se considerar adequada para confirmação da conformidade com o documento normativo das propriedades caracterizadoras do desempenho específicas da cada tipo de adjuvante:

- para os plastificantes/redutores de água - a redução da água do betão;
- para os aceleradores de presa - o início de presa do betão;
- para os retardadores de presa - o início e fim de presa do betão;
- para os hidrófugos - a absorção capilar do betão.

4.2. Agregados britados para camadas de base

4.2.1. Condições gerais

4.2.1.1. Os agregados deverão ser obtidos a partir de formações homogéneas de pedreiras ou seixeiros e devem ser limpos, duros, pouco alteráveis sob a acção dos agentes climáticos, de qualidade uniforme e isentos de materiais decompostos, de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais.

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

4.2.1.3. A homogeneidade de características de cada fracção deve ser tal que garanta a homogeneidade da mistura de agregados recomposta em central.

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

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

4.2.2. Composição granulométrica dos agregados

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

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
Betão Pobre Cilindrado	0/4, 4/20, 20/4
Material granular de granulometria extensa (contínua) tratado com Ligantes Hidráulicos	ou em alternativa 0/6, 6/20, 20/41

4.2.2.2. O conceito de dimensão nominal significa que se admite que até 10% do material fique retido no peneiro de maior dimensão e que até 10% do material passe no peneiro de menor dimensão. No entanto, a soma daquelas duas percentagens deverá ser inferior a 15%.

4.2.2.3. As dimensões nominais referidas para cada fracção, estão normalmente associadas a sistemas de classificação das instalações de britagem. Muitas vezes os crivos apresentam aberturas que não coincidem absolutamente com as malhas de peneiros ASTM, apresentando por exemplo uma abertura de 5mm em vez de 4,75mm para o peneiro n.º 4.

4.2.2.4. A composição granulométrica deverá obedecer ao seguinte fuso:

Peneiros ASTM		Passados acumulados
Nominal	Dimensão das malhas	
1 1/2"	37,5 mm	100%
1 1/4"	31,5 mm	75% - 100%
3/4"	19,0 mm	55% - 85%
3/8"	9,5 mm	40% - 70%
1/4"	6,3 mm	33% - 60%
nº 4	4,75 mm	27% - 53%
nº 10	2,00 mm	22% - 45%
nº 40	0,425 mm	21% - 28%
nº 80	0,2 mm	7% - 19%
nº 200	0,075 mm	2% - 10%

4.2.3. Características da mistura

4.2.3.1. A mistura de agregados deve apresentar uma percentagem de perda por desgaste na máquina de Los Angeles inferior a 40%, para a granulometria A.

4.2.3.2. A mistura de agregados deve apresentar um índice de lamelação máximo de 30%.

4.2.3.3. A mistura de agregados deve apresentar um índice de alongamento máximo de 30%.

4.2.3.4. A mistura de agregados deve apresentar um teor máximo de matéria orgânica de 0,5%.

4.2.2.9. A mistura de agregados deve apresentar um teor máximo de sulfatos de 0,5%.

4.2.3.5. A mistura de agregados deve apresentar um valor mínimo do equivalente de areia de 40%. Admitem-se equivalentes de areia até 35%, desde que o valor de azul de metileno seja inferior a 1,0 e a Fiscalização avalize o procedimento.

4.2.3.6. O teor em ligante a incorporar na mistura, será no mínimo de 100 kg, de modo a obter uma resistência à tracção por compressão diametral superior a 1,0 MPa aos 28 dias, caso o projecto não exija um valor superior.

4.2.3.7. O ligante a utilizar poderá ser constituído por cinzas volantes numa percentagem máxima de 30%.

4.2.4. Gravilha de protecção superficial

4.2.4.1. A gravilha a utilizar na protecção contra as acções mecânicas no caso da camada estar sujeita ao tráfego de obra deve resultar de material homogéneo e deve ser constituída por elementos rijos, duráveis, com boa adesividade ao aglutinante betuminoso, sem excesso de elementos lamelares ou alongados e isenta de argila ou outras substâncias prejudiciais

4.2.4.2. A gravilha a utilizar na protecção contra as acções mecânicas no caso da camada estar sujeita ao tráfego de obra, deve apresentar uma dimensão nominal de 4/6 mm.

4.2.4.3. A gravilha a utilizar na protecção contra as acções mecânicas no caso da camada estar sujeita ao tráfego de obra, deve apresentar uma percentagem de material passado no peneiro nº 200 ASTM não superior a 1% e uma percentagem de material passado no peneiro nº 20 ASTM, não superior a 0,5%.

4.2.4.4. A gravilha a utilizar na protecção contra as acções mecânicas no caso da camada estar sujeita ao tráfego de obra, deve apresentar uma percentagem de perda por desgaste na máquina de Los Angeles inferior a 35%, para a granulometria B.

4.2.3.5. A gravilha a utilizar na protecção contra as acções mecânicas no caso da camada estar sujeita ao tráfego de obra, deve A mistura de agregados deve apresentar um índice de lamelação máxiimo de 25%.

4.2.3.6. A gravilha a utilizar na protecção contra as acções mecânicas no caso da camada estar sujeita ao tráfego de obra, deve apresentar um índice de alongamento máximo de 25%.

4.2.3.7. A gravilha a utilizar na protecção contra as acções mecânicas no caso da camada estar sujeita ao tráfego de obra, deve apresentar um valor máximo de 1,8% para o quociente entre ao dimensão máxima e a dimensão média. Deve apresentar um valor máximo de 0,6% para o quociente entre a dimensão mínima e a dimensão média.

4.3. Métodos construtivos

4.3.1. Estudo laboratorial de formulação da composição

4.3.1.1. Da realização prévia de um estudo laboratorial resultará a definição:

- da curva granulométrica de referência;
- do teor em água óptimo;
- da baridade seca de referência;
- do teor em ligante (cimento ou cimento e cinzas volantes);
- do teor em eventuais aditivos.

4.3.1.2. O estudo laboratorial deverá ser apresentado à Fiscalização para aprovação pelo menos 5 dias antes do início da aplicação em obra.

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

4.3.1.3. A curva de referência deverá ainda ter uma percentagem de material passado no peneiro nº 200 ASTM não superior a metade da do material passado no peneiro nº 40 ASTM.

4.3.1.4. 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. Em contrapartida um material da zona inferior do fuso é de mais difícil compactação. A escolha deve ter em consideração as características dos materiais disponíveis e do equipamento a utilizar na compactação em obra.

4.3.1.5. O teor em água óptimo para aplicação do material em obra será o teor óptimo (Wopt) obtido em ensaio com pilão vibrador de acordo com a especificação BS 1924 - Test 5. A baridade seca de referência será a correspondente àquele teor óptimo em água.

4.3.1.6. O teor em ligantes será, em princípio, o correspondente a uma resistência média à tracção em compressão diametral de 1,0 MPa aos 28 dias. Para a composição da mistura (agregados, cimento, água e eventuais aditivos) deverão ser moldados pelo menos 5 provetes de acordo com a especificação BS 1924 - Test 5 que serão ensaiados de acordo com a norma ASTM C496.

4.3.1.7. 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.

4.3.1.8. 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 2 horas.

4.3.1.9. 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.

4.3.2. Ensaios prévios em obra

4.3.2.1. Os ensaios prévios em obra, a realizar pelo menos 5 dias antes da aplicação do material em obra, têm por objectivo comprovar que com o equipamento de fabrico, obtem-se uma mistura com as características exigidas.

4.3.2.2. Para a composição, determinada a partir do estudo laboratorial, serão executadas 6 amassaduras diferentes. De cada uma serão moldados e conservados 6 provetes.

4.3.2.3. A moldagem dos provetes será realizada em “moldes CBR” e os provetes serão compactados de acordo com a especificação BS 1924 - Test 5. Estes provetes serão conservados nos moldes durante 24 a 48 horas, em ambiente húmido, e posteriormente serão desmoldados e conservados em água à temperatura de 25°C.

4.3.2.4. De cada amassadura são ensaiados dois provetes aos 7 dias, outros dois aos 14 dias, e os restantes dois aos 28 dias, à compressão diametral de acordo com a norma ASTM C 496. A composição é aceite se o valor médio da resistência à tracção em compressão diametral aos 28 dias for superior ou igual ao valor previsto no Projecto.

4.3.2.5. 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 referido no parágrafo anterior, que se realizem os acertos tidos por necessários.

4.3.2.6. A rejeição da composição ensaiada implica um ajuste nessa composição ou no processo de fabrico, bem como a moldagem após esse ajuste de novos provetes cuja resistência média à compressão diametral aos 28 dias deve ser igual ou superior a 1,0 MPa. Este ajuste poderá ser iniciado caso as resistências aos 7 e 14 dias não sejam as exigidas.

4.3.3. Trecho experimental

4.3.3.1. Após ter sido adoptada uma composição para a mistura por meio dos ensaios prévios em obra, 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.

4.3.3.2. O trecho experimental deve ser executado pelo menos 2 dias antes do início da aplicação.

4.3.3.3. O trecho experimental terá uma extensão mínima de 50 metros e a sua localização deverá ser submetida à aprovação da Fiscalização.

4.3.3.4. 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 e se as juntas construtivas são realizadas correctamente.

4.3.3.5. Serão realizados ensaios para 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 5 metros.

4.3.3.6. Serão realizados ensaios para medição da baridade húmida e do teor em água de colocação, após compactação da mistura, por aparelho nuclear e 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;

4.3.3.7. Serão realizados ensaios para medição da espessura da camada pela recolha de amostras por carotagem de acordo com a norma ASTM C 42. Em cada semi-trecho 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.

4.3.3.8. Das amostras recolhidas do pavimento e para complementar as medições antes efectuadas, serão realizados ensaios para medição da baridade seca de acordo com a norma ASTM C 642 e para medição da resistência à compressão diametral de acordo com a norma ASTM C 496,

4.3.3.9. Serão realizados ensaios para medição da resistência à tracção em compressão diametral de provetes moldados em laboratório de acordo com a especificação BS 1924 - Test 5. 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 norma ASTM C 496.

4.3.3.10. 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.

4.3.4. Limitação por condições atmosféricas

4.3.4.1. 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.

4.3.4.2. A aplicação da mistura em obra poderá sofrer limitações no período de trabalhabilidade, quando a temperatura ambiente à sombra atingir valores superiores a 30 °C.

4.3.4.3. 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.

4.3.5. Equipamento

4.3.5.1. Todos os métodos utilizados na execução do trabalho, bem como todo o equipamento e sua instalação, nomeadamente no que se refere à central de fabrico, meios de transporte, de espalhamento, de compactação e de acabamento superficial da camada, devem ser submetidos à aprovação da Fiscalização pelo menos 5 dias antes do início da aplicação do material em obra.

4.3.5.2. Deverão ser entregues à Fiscalização os documentos comprovativos da última revisão de cada equipamento.

4.3.6. Fabrico da mistura

4.3.6.1. O fabrico da mistura será feito em central apropriada, capaz de assegurar uma produção mínima adequada ao planeamento da obra.

4.3.6.2. Antes do início do processo de fabrico de todas as misturas com ligantes hidráulicos é obrigatório o armazenamento em estaleiro, por fracções granulométricas, dos agregados necessários à produção de 15 dias de trabalho.

4.3.6.3. 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.

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

4.3.6.5. As tolerâncias admitidas em relação à fórmula de trabalho aprovada, são as seguintes

Peneiros ASTM		Tolerâncias
Nominal	Dimensão das malhas	
nº 4	[4,75 mm] ou mais larga	cerca de 5%
nº 10	[2,000 mm]	cerca de 4%
nº 80	[0,180 mm]	cerca de 2%
nº 200	[0,075 mm]	cerca de 1%
cimento		cerca de 0.3%

4.3.6.6. Os aditivos serão dissolvidos na água de amassadura. A duração do tempo de mistura, dependente do tipo de misturadora, será fixado pela Fiscalização, aquando dos ensaios prévios em obra.

4.3.7. Transporte

4.3.7.1. 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.

4.3.7.2. O tempo decorrido desde o início da mistura até ao início da compactação não será superior a 2 horas, caso não se utilize retardador de presa. Caso a temperatura ambiente seja superior a 30°C, este período de tempo é reduzido para metade.

4.3.8. Espalhamento

4.3.8.1. Aquando do espalhamento, a camada sobre a qual vai ser espalhada a mistura deve estar livre de materiais soltos e respeitar a compactação relativa mínima para ela especificada. A sua superfície será humidificada, não sendo, todavia, permitido o aparecimento de água livre.

4.3.8.2. A mistura será espalhada numa largura mínima de 1,20 m por meio de máquina pavimentadora (não é permitido espalhamento com 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.

4.3.8.3. 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.

4.3.8.4. A espessura indicada em Projecto é o valor mínimo a obter em obra e esta espessura deve ser absolutamente garantida, uma vez que pequenas variações de espessura poderão motivar a ruína precoce do pavimento a curto prazo. No caso de se obterem espessuras inferiores não será permitida a construção de camadas delgadas.

4.3.8.5. Se a Fiscalização o julgar conveniente poderá aceitar que a compensação seja realizada através do aumento da espessura da camada seguinte, determinado para que sejam estruturalmente equivalentes os pavimentos projetados e executados.

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

4.3.9. Compactação

4.3.9.1. A compactação deve seguir imediatamente o espalhamento da mistura. Não poderá ser superior a 2 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.

4.3.9.2. 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.

4.3.9.3. A compactação relativa, referida ao ensaio de compactação realizado de acordo com a especificação BS 1924:1975, deverá ser superior a 98% 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.

4.3.9.4. 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). O número de passagens do cilindro vibrador será, em princípio, de 6 a 10, sendo as duas primeiras passagens feitas estaticamente. O número de passagens de cilindro de pneus será da ordem de 15 a 20.

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

4.3.10. Juntas

4.3.10.1. A técnica de tratamento a dar às juntas deve ser estabelecida aquando da realização do trecho experimental.

4.3.10.2. 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.

4.3.10.3. As juntas transversais devem ser cortadas verticalmente para remoção do material não adequadamente compactado.

4.3.10.4. 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.

4.3.10.5. 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.

4.3.10.6. 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 humidificadas e, se necessário, cortadas novamente.

4.3.11. Cura e protecção contra a circulação de veículos

4.3.11.1. À 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.

4.3.11.2. Para o tratamento betuminoso de cura será aplicada uma emulsão betuminosa 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 grilha 4/6 à taxa de 7 a 8 litros/m².

4.3.11.3. O tratamento de cura deve ser mantido e, se necessário, aplicado novamente até à execução da camada seguinte.

4.3.11.4. A circulação de veículos de obra sobre a camada deve ser restringida e será interdita durante 7 dias após construção.

4.3.11.5. 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.

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

5. Pavimentos tradicionais em semi-penetração betuminosa

5.1. Características dos agregados da camada de base

5.1.1 Os agregados a utilizar na camada de base para a semi-penetração betuminosa, devem ser provenientes de pedra britada, e constituídos por elementos limpos, rijos e inalteráveis, sem excesso de elementos lamelares, alongados ou alterados, isentos de qualquer matéria orgânica e com boa adesividade aos aglutinantes.

5.1.2. A granulometria do agregado para a camada de base na semi-penetração betuminosa deverá ter as dimensões nominais de 4-6,5 cm, e obedecer aos seguintes limites:

Peneiro ASTM	Passados acumulados
[75.0 mm]	100%
[63.0 mm]	90% a 100%
[50.0 mm]	35% a 70%
[37.5 mm]	0% a 15%
[19.0 mm]	0% a 5%

5.1.3. O agregado para a camada de base na semi-penetração betuminosa deverá apresentar uma percentagem máxima de perda ao desgaste na máquina de Los Angeles de 30% às 1000 voltas.

5.2. Características dos agregados da camada de recobrimento

5.2.1. Os agregados a utilizar no recobrimento para a semi-penetração betuminosa, devem ser provenientes de pedra britada, e constituídos por elementos limpos, rijos e inalteráveis, sem excesso de elementos lamelares, alongados ou alterados, isentos de qualquer matéria orgânica e com boa adesividade aos aglutinantes.

5.2.2. A granulometria do agregado para o recobrimento na semi-penetração betuminosa deverá ter as dimensões nominais de 4-18 mm, e obedecer aos seguintes limites:

Peneiro ASTM	Passados acumulados
[19.5 mm]	100%
[16.0 mm]	---
[9.5 mm]	20% a 55%
[4.75 mm]	0% a 10%
[2.0 mm]	0% a 3%
[0.85 mm]	0% a 2%

5.2.3. O agregado para o recobrimento na semi-penetração betuminosa deverá apresentar uma percentagem máxima de perda ao desgaste na máquina de Los Angeles de 25% às 500 voltas, excepto no caso de serem utilizados granitos, em que se admite que essa percentagem seja de 40%.

5.3. Betumes

5.3.1. Na semi-penetração betuminosa o aglutinante será o betume puro 100/200, aplicado à taxa de 4 Kg/m².

5.4. Gravilhas em revestimentos superficiais

5.4.1. Nos revestimentos superficiais aplicados como camada de desgaste, as gravilhas deverão ser resultantes de material homogéneo, constituídas por elementos rijos, duráveis, com boa adesividade ao ligante betuminoso, sem excesso de elementos lamelares ou alongados e isentos de argila ou outras substâncias prejudiciais.

5.4.2. Nos revestimentos superficiais aplicados como camada de desgaste em bermas ou em faixas de rodagem, as gravilhas deverão ter as dimensões nominais de 6/10 mm, sendo que as percentagens de passados nos peneiros ASTM nº 20 e nº 200 não poderá ser superior a 1% e a 0.5%, respectivamente.

5.4.3. Nos revestimentos superficiais aplicados como camada de desgaste em faixas de rodagem, as gravilhas deverão apresentar uma percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles inferior a 20%, excepto no caso de serem utilizados granitos de grão fino, em que esta percentagem será inferior a 28%.

5.4.4. Nos revestimentos superficiais aplicados como camada de desgaste em bermas, as gravilhas deverão apresentar uma percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles inferior a 25%, excepto no caso de serem utilizados granitos de grão fino, em que esta percentagem será inferior a 35%.

5.4.5. Nos revestimentos superficiais aplicados como camada de desgaste em bermas, as gravilhas deverão apresentar uma divergência máxima de 1,8% no quociente entre a dimensão máxima e a dimensão média e uma divergência máxima de 0,6% no quociente entre a dimensão mínima e a dimensão média.

5.4.6. Nos revestimentos superficiais aplicados como camada de desgaste em bermas, as gravilhas deverão apresentar índices máximos de lamelação e alongamento de 25%.

6. Misturas betuminosas a quente

6.1. Características dos agregados para misturas betuminosas

6.1.1. Condições gerais

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

6.1.1.2. Os agregados deverão ser constituídos por materiais pétreos britados, provenientes de exploração de pedreiras ou seixas, devendo neste caso apresentar, no mínimo, três faces de fractura e com um coeficiente de redução mínimo de 4D.

6.1.1.3. A utilização de seixo britado será condicionada ao emprego de um aditivo no betume, de modo a garantir a adequada adesividade ao ligante betuminoso.

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

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

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

6.1.2. Fracções granulométricas

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

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
material de ranulometria extensa tratado com emulsão betuminosa	0/4, 4/10, 10/20 ou em alternativa 0/6, 6/10, 10/20
Mistura betuminosa aberta a frio	2/4, 4/10
- com espessura inferior a 4 cm	2/4, 4/10, 10/14
- com espessura inferior entre 4 cm e 6 cm	2/4, 4/10, 10/20
- com espessura superior a 6 cm	
Macadame betuminoso - Fuso A	0/4, 4/10, 10/20
Macadame betuminoso - Fuso B	0/4, 4/20, 20/40 ou em alternativa 0/6, 6/20, 20/40
Mistura betuminosa densa	0/4, 4/10, 10/20
Argamassa betuminosa	0/4 ou em alternativa 0/6
Betão betuminoso	0/4, 4/10, 10/14
Betão betuminoso drenante	
- camada de desgaste drenante	0/2, 6/10, 10/14 (eventual 2/6)
- camada subjacente à camada de desgaste	0/4, 4/10, 10/14
Microbetão rugoso	0/2, 6/10 (eventual 2/6)
Mistura betuminosa de alto módulo:	
- Camada de base	0/4, 4/10, 10/20
- Camada de regularização	0/4, 4/10, 10/14
- Camada de desgaste	0/4, 4/10, 10/14

6.1.2.2. O conceito de dimensão nominal significa que se admite que até 10% do material fique retido no peneiro de maior dimensão e que até 10% do material passe no peneiro de menor dimensão. No entanto, a soma daquelas duas percentagens deverá ser inferior a 15%.

6.1.2.3. As dimensões nominais referidas para cada fracção, estão normalmente associadas a sistemas de classificação das instalações de britagem. Muitas vezes os crivos apresentam aberturas que não coincidem absolutamente com as malhas de peneiros ASTM, apresentando por exemplo uma abertura de 5mm em vez de 4,75mm para o peneiro n.º 4.

6.1.3. Filer para misturas betuminosas

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

6.1.3.2. O filer comercial, a incorporar em misturas betuminosas, deverá ter uma granulometria que satisfaça aos seguintes valores:

Peneiros ASTM		Passados acumulados
Nominal	Dimensão das malhas	
nº 40	0,425 mm	100%
nº 80	0,18 mm	95% - 100%
nº 200	0,075 mm	75% - 100%

6.1.3.3. O filer comercial, a incorporar em misturas betuminosas, deverá ser constituído por pó de calcário, cimento Portland, ou cal hidráulica devidamente apagada.

6.1.3.4. O filer comercial, a incorporar em misturas betuminosas, deverá apresentar-se seco e isento de torrões provenientes de agregação das partículas, de substâncias prejudiciais e apresentar um índice de plasticidade inferior a 4. O limite do índice de plasticidade não se aplica ao cimento e à cal hidráulica.

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

6.1.3.6. As cinzas volantes a empregar eventualmente nas misturas betuminosas deverão obedecer a tudo o que está estabelecido para o filer comercial.

6.2. Características dos ligantes betuminosos**6.2.1 Betumes puros**

6.2.1.1. As características do betume deverão obedecer à especificação E 80 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

6.2.1.2. O betume a empregar deve ser do tipo definido no projecto de Pavimentação, normalmente 35/50 ou 50/70 para todas as misturas betuminosas (na rede principal devem utilizar-se, preferencialmente, betumes do tipo 35/50) ou 160/220 quando se destine à execução de revestimentos superficiais ou semi-penetrações.

6.2.1.3. No caso de misturas betuminosas de alto módulo o betume a utilizar será em princípio do tipo 10/20 e eventualmente aditivado.

6.2.1.4. O recurso a betumes de tipo distinto dos indicados ficará confinado à implementação de eventuais propostas do Adjudicatário, devidamente justificadas e submetidas à aprovação da Fiscalização.

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

6.2.1.6. O boletim de ensaios, que acompanha o fornecimento dos betumes, deverá sempre indicar as temperaturas a que o material apresenta as viscosidades de 170±20 cSt e de 280±30 cSt, como mencionado neste

Caderno de Encargos.

6.2.2. Betumes fluidificados

6.2.2.1. As características do betume fluidificado deverão obedecer à especificação E 98 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

6.2.2.2. O betume fluidificado a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ser do tipo definido no projecto de Pavimentação, normalmente MC-30 ou MC - 70.

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

6.2.3. Emulsões betuminosas clássicas para regas de impregnação

6.2.3.1. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ser uma emulsão especial de impregnação do tipo catiónico - ECI - de baixa viscosidade.

6.2.3.2. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 50 s para a viscosidade "Saybolt-Furol" a 25°C.

6.2.3.3. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ter a carga das partículas positiva.

6.2.3.4. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 40% para o teor em betume.

6.2.3.5. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 50% para o teor em água.

6.2.3.6. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 15% para o teor em fluidificante.

6.2.3.7. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 0,1% para a peneiração.

6.2.3.8. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 10% para a sedimentação aos 7 dias.

6.2.3.9. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar valores 200-300 para a penetração do resíduo de destilação a 25°C, [100g - 5s - 0,1mm].

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

6.2.4. Emulsões betuminosas clássicas para regas de colagem

6.2.4.1. As características da emulsão betuminosa deverão obedecer à especificação E 354 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

6.2.4.2. A emulsão betuminosa a empregar deve ser do tipo catiónico de rotura rápida, definida no projecto de Pavimentação, normalmente ECR - 1.

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

6.2.5. Emulsões betuminosas modificadas para regas de colagem

6.2.5.1. O sistema de armazenagem dos ligantes modificados deve estar provido dos meios necessários para garantir a sua estabilidade e para que não sedimentem as partículas de betume.

6.2.5.2. O resíduo de destilação neste tipo de emulsões deve ser obtido por evaporação a 163°C.

6.2.5.3. Os ensaios de caracterização destes produtos devem ser realizados em Laboratório certificado ou aprovado pela Fiscalização.

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

6.2.5.5. A emulsão a empregar em regas de colagem entre uma camada betuminosa com betume modificado e uma outra camada betuminosa, deve ser obrigatoriamente uma emulsão betuminosa modificada com a incorporação de polímeros adequados, por forma a conferir um elevado poder de adesão.

6.2.5.6. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 20 s para a viscosidade "Saybolt-Furol" a 50°C.

6.2.5.7. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ter a carga das partículas positiva.

6.2.5.8. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 63% para o teor em betume.

6.2.5.9. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 37% para o teor em água.

6.2.5.10. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 0,1% para a peneiração.

6.2.5.11. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 5% para a sedimentação aos 7 dias.

6.2.5.12. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar valores 100-200 para a penetração do resíduo de destilação a 25°C, [100g - 5s - 0,1mm].

6.2.5.13. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 45°C para a temperatura de amolecimento do resíduo de destilação.

6.2.5.14. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 15% para a recuperação elástica do resíduo de destilação a 25°C.

6.2.6. Emulsões betuminosas modificadas para microaglomerado a frio

6.2.6.1. O sistema de armazenagem dos ligantes modificados deve estar provido dos meios necessários para garantir a sua estabilidade e para que não sedimentem as partículas de betume.

6.2.6.2. O resíduo de destilação neste tipo de emulsões deve ser obtido por evaporação a 163°C.

6.2.6.3. Os ensaios de caracterização destes produtos devem ser realizados em Laboratório certificado ou aprovado pela Fiscalização.

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

6.2.6.5. A emulsão a empregar em microaglomerado betuminoso a frio, deve ser obrigatoriamente uma emulsão betuminosa, de rotura controlada, modificada com a incorporação de polímeros adequados, por forma a melhorar as suas características.

6.2.6.6. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 50 s para a viscosidade "Saybolt-Furol" a 25°C.

6.2.6.7. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ter a carga das partículas positiva.

6.2.6.8. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 60% para o teor em betume.

6.2.6.9. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 40% para o teor em água.

6.2.6.10. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 0,1% para a peneiração.

6.2.6.11. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 10% para a sedimentação aos 7 dias.

6.2.6.12. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar valores 60-100 para a penetração do resíduo de destilação a 25°C, [100g - 5s - 0,1mm].

6.2.6.13. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 55°C para a temperatura de amolecimento do resíduo de destilação.

6.2.6.14. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 15% para a recuperação elástica do resíduo de destilação a 25°C.

6.2.7. Emulsões betuminosas modificadas em interfaces anti-fissuras

6.2.7.1. A emulsão betuminosa a empregar na colagem e impregnação de geotêxteis, com vista à constituição de interfaces retardadoras do processo de propagação de fissuras, nomeadamente através das camadas de reforço de pavimentos ou em revestimentos superficiais, deverá, em princípio, ser do tipo catiónico de rotura rápida, modificada com a incorporação de polímeros adequados.

6.2.7.2. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 40 s para a viscosidade "Saybolt-Furol" a 50°C.

6.2.7.3. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ter a carga das partículas positiva.

6.2.7.4. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 66% para o teor em betume.

6.2.7.5. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 34% para o teor em água.

6.2.7.6. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 0,1% para a peneiração.

6.2.7.7. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 5% para a sedimentação aos 7 dias.

6.2.7.8. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar valores 100-200 para a penetração do resíduo de destilação a 25°C, [100g - 5s - 0,1mm].

6.2.8. Aditivos especiais para misturas betuminosas

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

6.2.8.2. A utilização de outros tipos de aditivos, nomeadamente fibras, ficará confinada à implementação de eventuais propostas do Adjudicatário, devidamente justificadas e submetidas à aprovação da Fiscalização, o mesmo sucedendo

quando se pretenda a introdução, nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com características especiais sujeitos a segredo industrial por constituírem soluções sob patente.

6.3. Disposições construtivas

6.3.1. Disposições para o estudo laboratorial da composição

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

6.3.1.2. O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos ensaios, a realizar sob sua responsabilidade, da perda por desgaste na máquina de Los Angeles, para as granulometrias A e B, relativamente aos agregados (devem apresentar-se ensaios por cada fonte de abastecimento).

6.3.1.3. O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos ensaios, a realizar sob sua responsabilidade, da adesividade para cada material componente, com excepção do filer.

6.3.1.4. O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos ensaios, a realizar sob sua responsabilidade, 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 \pm 20 cSt (gama de temperatura de fabrico das misturas) e entre 280 \pm 30 cSt (gama de temperatura de compactação).

6.3.1.5. O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos ensaios, a realizar sob sua responsabilidade, da composição granulométrica de cada um dos materiais propostos.

6.3.1.6. O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos ensaios, a realizar sob sua responsabilidade, da determinação dos pesos específicos e absorção de água relativos a cada um dos agregados.

6.3.1.7. O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos ensaios, a realizar sob sua responsabilidade, da determinação das massas volúmicas de filer e betume.

6.3.1.8. O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição das misturas betuminosas a quente a aplicar em obra incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos ensaios, a realizar sob sua responsabilidade, da aplicação do método Marshall para determinação da curva granulométrica da mistura de agregados, de baridades da mistura compactada e do cálculo das baridades máximas teóricas (através do picnómetro de vácuo), da porosidade e do

valor VMA, da força de rotura e da deformação dos provetes, e ainda do traçado do conjunto de curvas características para selecção da percentagem óptima de betume.

Exceptuam-se os macadames betuminosos (Fuso B), as misturas betuminosas drenantes e as misturas rugosas para camadas delgadas (microbetão rugoso).

6.3.1.9. A Fiscalização poderá exigir ainda a determinação dos índices de alongamento e de lamelação e ensaio de polimento acelerado das gravilhas das misturas para as camadas de desgaste.

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

6.3.1.11. 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.

6.3.1.12. Só será permitida a utilização de agregados que respeitem os valores de absorção de água.

6.3.1.13. No estudo pelo método Marshall deverão ser utilizados, no mínimo, cinco percentagens de betume, escalonadas de 0,5%, e três provetes para cada uma dessas percentagens.

6.3.1.14. 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 poderá levar a Fiscalização a devolver o estudo apresentado ao Adjudicatário para a sua rectificação.

6.3.2. Transposição do estudo para a central de fabrico

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

6.3.2.2. Nesses ensaios é obrigatória a inclusão da 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.

6.3.2.3. Nesses ensaios é obrigatória a inclusão do conjunto de pesagens efectuadas para a calibração das tremonhas doseadoras dos agregados, quando se trate de uma central de produção contínua.

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

6.3.2.5. Com vista a viabilizar qualquer alteração às condições de transposição, deverá o Adjudicatário, no âmbito do controlo laboratorial, elaborar mapas com os valores médios acumulados, semanalmente e desde a última alteração introduzida na central; isto em relação a todos os ensaios efectuados e independentemente do preenchimento diário dos boletins de ensaio correspondentes.

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

6.3.3. Execução de trechos experimentais

6.3.3.1. Uma vez estudada a composição da mistura, e afinada a operação da central de fabrico, deverá realizar-se, na presença da Fiscalização, um trecho experimental, para cada mistura.

6.3.3.2. A execução do trecho experimental deve permitir verificar o cumprimento das características da mistura betuminosa aprovada.

6.3.3.3. A execução do trecho experimental deve permitir 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.

6.3.3.4. A execução do trecho experimental deve permitir definir o esquema de compactação (o tipo de equipamento; a ordem da sua intervenção; o número de passagens) e as temperaturas limites da mistura para se realizar a compactação.

6.3.3.5. A execução do trecho experimental deve permitir 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.

6.3.3.6. A execução do trecho experimental deve permitir verificar a regularidade do acabamento, através da régua de 3 metros.

6.3.3.7. A quantidade de mistura a aplicar deverá permitir a construção de um trecho experimental com mais de 100m de comprimento.

6.3.3.8. A espessura da camada do trecho experimental deverá ser a do Projecto, sendo o material colocado sobre uma estrutura de pavimento de comportamento idêntico ao do trecho do pavimento real.

6.3.3.9. 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.

6.3.3.10. A partir dos resultados obtidos e no caso de aprovação do trecho experimental pela Fiscalização, serão fixadas para cada uma das composições testadas - denominadas fórmulas de trabalho - 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.

6.3.3.11. 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.

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

6.3.3.13. Após as correcções feitas será realizado novo trecho experimental.

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

6.3.4. Preparação da superfície subjacente

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

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

6.3.5. Fabrico das misturas

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

6.3.5.2. 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.

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

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

6.3.5.5. 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.

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

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

6.3.5.8. 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.

6.3.5.9. 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.

6.3.5.10. As tolerâncias admitidas em relação às características de dureza e à fórmula de trabalho aprovada são as seguintes, consoante a máxima dimensão do agregado:

Peneiros ASTM		Tolerâncias	
Nominal	Dimensão das malhas	Dimensão = 16 mm	Dimensão > 16 mm
nº 4	[4,75 mm] ou mais	4%	5%
nº 10	[2,000 mm]	3%	4%
nº 80	[0,180 mm]	2%	3%
nº 200	[0,075 mm]	1%	2%
betume residual		0,30%	0,30%

6.3.6. Transporte para obra

6.3.6.1. 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.

6.3.6.2. 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 e de toldo plastificado capaz de evitar o arrefecimento das misturas.

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

6.3.6.4. Caso as condições atmosféricas façam prever chuva ou em presença de temperaturas ambientes relativamente baixas deverá recobrir-se, obrigatoriamente, o material transportado, com uma lona que tape toda a caixa da viatura. Exceptuam-se as misturas drenantes, rugosas e outras misturas especiais, nomeadamente as misturas de alto módulo, que devem ser sempre cobertas.

6.3.7. Equipamento para a execução de camadas betuminosas a quente

6.3.7.1. 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.

6.3.7.2. 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.

6.3.7.4. Com aquele objectivo, aquando da apresentação do Plano de Trabalhos, o Adjudicatário fornecerá à Fiscalização um documento técnico, que incluirá uma descrição tão detalhada quanto possível da localização da área de implantação da central com respectivo “lay-out” e plano de stockagem de agregados e do tipo e capacidade da central betuminosa, assim como os seus componentes e dispositivos de controlo.

6.3.7.5. Com o mesmo objectivo, aquando da apresentação do Plano de Trabalhos, o Adjudicatário fornecerá à Fiscalização um documento técnico, que incluirá uma descrição tão detalhada quanto possível dos tipos e capacidades dos equipamentos a utilizar no transporte, no espalhamento e na compactação das misturas e respectiva justificação para o seu dimensionamento. Incluirá também uma descrição tão detalhada quanto possível da carga dos meios humanos a empregar na execução dos trabalhos, com indicação dos responsáveis técnicos pelas unidades de fabrico e de transporte, de espalhamento e de compactação, com a respectiva justificação para o seu dimensionamento.

6.3.7.6. 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.

6.3.8. Rega de colagem

6.3.8.1. Deverá ser realizada nas condições expressas no Projecto de Execução e deste Caderno de Encargos. Porém, a taxa de rega poderá ser ajustada em conformidade com as particularidades de cada caso e com o critério da Fiscalização sob condição de não se exceder a ordem dos 0,5 kg/m².

6.3.8.2. Em circunstância alguma se poderá proceder à rega de colagem com uma emulsão diluída, pelo que a boa dispersão do ligante dependerá somente do equipamento que deverá ser constituído por uma cisterna com barra distribuidora e sistema de controlo semi-automático.

6.3.9. Aplicação por espalhamento

6.3.9.1. 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.

6.3.9.2. As pavimentadoras serão compostas por:

- Tractor motriz
- Mesa pré-compactadora
- Sistema automático de nivelamento progressivo

6.3.9.3. 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.

6.3.9.4. 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.

9.3.9.5. A compactação será garantida por sistemas de apiloamento (tampers) e/ou vibração para adaptação às condições de espalhamento mais adequadas ao tipo de mistura.

6.3.9.6. 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.

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

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

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

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

6.3.9.11. 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.

6.3.9.12. O nivelamento das camadas de misturas betuminosas deverá ser garantido a partir da utilização de fio cotado apoiado em estacas com afastamento máximo de 6,25 metros para a primeira camada aplicada sobre materiais granulares.

6.3.9.13. O nivelamento das camadas de misturas betuminosas deverá ser garantido a partir da utilização de fio cotado ou réguas com de 15 metros (7 metros na rede secundária) na aplicação de uma camada de reforço sobre um pavimento existente ou da segunda camada e seguintes em pavimentos novos.

6.3.9.14. O nivelamento das camadas de misturas betuminosas deverá ser garantido a partir da utilização de sistema manual de nivelamento com espessura constante na execução da camada de desgaste, ou na aplicação de camadas finas em todo o tipo de estradas.

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

6.3.10. Compactação

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

- Rolo de rasto liso
- Pneus
- Combinados

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

6.3.10.3. As operações de compactação devem ser iniciadas quando a mistura atingir a temperatura referida nos boletins de fornecimento de betumes e correspondentes a viscosidades de 280+30 cSt assim que os cilindros possam circular sem deixarem deformações exageradas na mistura e devem ser 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.

6.3.10.4. O cilindramento deve ser efectuado até terem desaparecido as marcas dos rolos da superfície da camada e se ter atingido o grau de compactação de 97% referido à baridade obtida sobre provetes Marshall moldados com a mistura produzida nesse dia. Quando estes valores variarem +/- 0,05 t/m³ em relação à baridade do estudo de formulação este terá que ser respeitado.

6.3.10.5. O trem de compactação será definido no trecho experimental.

6.3.10.6. A velocidade dos cilindros deverá ser contínua e regular para não provocar desagregação das misturas.

6.3.10.7. 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.

6.3.10.8. 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.

6.3.10.9. 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.

6.3.10.10. Os cilindros só deverão proceder a mudanças de direcção quando se encontrem em áreas já cilindradas com, pelo menos, duas passagens.

6.3.10.11. Nas zonas com declive significativo, o cilindramento deve ser sempre realizado de baixo para cima e dos bordos para o centro.

6.3.10.112. Deverá ser dada especial atenção à compactação das juntas.

6.3.10.13. O trânsito nunca deverá ser estabelecido sobre a mistura betuminosa nas 2 horas posteriores ao fim do cilindramento, podendo, no entanto, aquele prazo ser aumentado sempre que tal for possível.

6.3.11. Juntas de trabalho

6.3.11.1. 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.

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

6.3.11.3. Os topos, já cortados, do troço executado anteriormente, deverão ser limpos e pintados levemente com emulsão betuminosa clássica ou modificada, 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 ou outros elementos existentes.

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

6.4. Controlo de qualidade após a aplicação

6.4.1. Espessura das camadas

6.4.1.1. Os valores medidos para as espessuras das camadas executadas devem ser superiores às espessuras de Projecto em pelo menos 90% das carotes extraídas. As restantes devem satisfazer as seguintes tolerâncias:

6.4.1.2. Os valores medidos para as espessuras da camada de desgaste executada terão uma tolerância de cerca de 1,0 cm.

6.4.1.3. Os valores medidos para as espessuras da primeira camada subjacente à camada de desgaste executada terão uma tolerância de cerca de 2,0 cm.

6.4.1.4. Os valores medidos para as espessuras da segunda camada subjacente à camada de desgaste executada terão uma tolerância de cerca de 5,0 cm.

6.4.2. Grau de compactação e porosidade

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

6.4.3. Regularidade

6.4.3.1. A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com um perfil transversal correcto e livre de depressões, alteamentos e vincos, não podendo em qualquer ponto apresentar diferenças superiores a 1,5 cm em relação aos perfis longitudinal e transversal estabelecidos.

6.4.3.2. A uniformidade em perfil será verificada tanto longitudinalmente como transversalmente, através de uma régua fixa ou móvel de 3 m devendo os valores medidos cumprirem os seguintes limites:

Tolerâncias admitidas	Irregularidades transversais	Irregularidades longitudinais
Camada de desgaste	0,5 cm	0,3 cm
Primeira camada subjacente à camada desgaste	0,8 cm	0,5 cm
Segunda camada e seguintes subjacentes à camada desgaste	1,0 cm	0,8 cm

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

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

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

	Percentagem de extensão da obra		
	50%	80%	100%
Camada de desgaste	< 1,5 m/Km	< 2,5 m/Km	< 3,0 m/Km
Primeira camada subjacente à camada desgaste	< 2,5 m/Km	< 3,5 m/Km	< 4,5 m/Km
Segunda camada e seguintes subjacentes à camada desgaste	< 3,5 m/Km	< 5,0 m/Km	< 6,5 m/Km

6.4.3.6. Classificações qualitativas a que correspondem os valores do parâmetro IRI, calculados para troços de 100 metros, em pavimentos com camadas de desgaste betuminosas.

	Percentagem de extensão da obra		
	< 1,5 m/Km	< 2,5 m/Km	< 3,0 m/Km
Muito bom	> 50%	> 80%	100%
Bom	> 50%	> 80%	> 95%
Razoável	> 40%	> 80%	> 90%
Medíocre	> 15%	> 60%	> 85%
Mau	< 15%	< 60%	< 85%

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

	Percentagem de extensão da obra		
	50%	75%	90%
Camada de desgaste	< 2,0 m/Km	< 2,5 m/Km	< 3,0 m/Km

6.4.3.8. Classificações qualitativas a que correspondem os valores do parâmetro IRI, calculados para troços de 100 metros, em pavimentos rígidos.

	Percentagem de extensão da obra		
	< 1,5 m/Km	< 2,5 m/Km	< 3,0 m/Km
Bom	> 50%	> 80%	100%
Razoável	> 15%	> 50%	> 80%
Mau	<15%	< 50%	< 80%

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

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

6.4.3.11. 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.

6.4.4. Rugosidade superficial

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

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

6.4.5. Resistência à derrapagem

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

6.4.5.2. Em alternativa a resistência à derrapagem será avaliada através de ensaios para determinação do coeficiente de atrito pontual, a efectuar com o pêndulo britânico. Estes ensaios serão realizados de 500 em 500 m.

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

6.4.6. Ensaios em ligantes e misturas betuminosas

Código do ensaio	Designação do ensaio	Norma ou especificação
PELB	Peso específico de ligantes betuminosos	LNEC E 35
PENB	Ensaio de penetração de betumes	ASTM D 5
RC	Determinação da resistência conservada baseada na norma (adaptada a provetes Marshall)	ASTM D 1075
ADli	Ensaio de adesividade "aglutinante-inertes"	JA E P.9-53
M	Ensaio "Marshall"	ASTM D 1559
PB	Determinação da percentagem em betume, por centrifugação ou pelo método do Refluxo	ASTM D 2172
BMTpv	Determinação da baridade máxima teórica pelo método do picnómetro de vácuo	ASTM D 2041
EM/C	Emulsões - Mistura com cimento	ASTM D 244
Mareia	Ensaio da mancha de areia	Directiva LNEC
B	Determinação da baridade de misturas compactadas	ASTM D 2726
RC	Compressão simples de misturas betuminosas	ASTM D 1074
CP/ D	Efeito da água sobre a coesão de misturas betuminosas abertas mediante o ensaio Cântabro de perda por desgaste (*)	NLT 362
PERM	Permeabilidade (misturas betuminosas porosas) "in situ" medida com LCS	NLT 327
WTAT	Ensaio abrasivo com roda molhada	NLT 173
ETORS	Ensaio de torsão	ASTM D 3910
EPBrit	Ensaio do pêndulo Britânico	Directiva LNEC
Reg (3 m)	Medição da regularidade com régua de 3 m	

(*) - Para a realização deste ensaio o Adjudicatário poderá recorrer a um laboratório certificado.

6.4.7. Frequência de ensaios

O Adjudicatário obriga-se a satisfazer as frequências mínimas de ensaios indicadas nos quadros seguintes, as quais, naturalmente, deverão ser ajustadas sempre que condições de heterogeneidade ou suspeição o determinem. Para além destes ensaios, a Fiscalização poderá tomar amostras E mandar proceder, por conta do Adjudicatário, a análises,

ensaios e provas em laboratórios certificados à sua escolha e, bem assim, promover as diligências necessárias para verificar se se mantêm as características do material.

No início de cada semana serão entregues à fiscalização os boletins dos ensaios realizados na semana anterior. Os boletins de ensaio a utilizar respeitarão a forma em uso pelo Dono da Obra.

Os ensaios são identificados pelo código de referência indicado nas listas constantes do ponto 6.4.6.. Para a pavimentação com características de desgaste, na faixa de rodagem, em betão betuminoso, serão realizados ensaios e medidas as espessuras da camada de desgaste conforme determina o quadro seguinte:

Código de ensaio e medição da espessura	nº. de ensaios / medições	Período ou quantidade correspondente; critérios
GR	1	por período de trabalho
EA	2	por 2 semanas de trabalho
Azmet	2	Por 2 semanas de trabalho
ELA	1	por 4 semanas de trabalho
PEAA	1	por 4 semanas de trabalho
ILA	1	por 4 semanas de trabalho
ADli	a repetir conforme heterogeneidade	
M	1	por período de trabalho
RC	2 x 3	provetes por 2 semanas de trabalho
PB	1	por período de trabalho
BMTpv	1	por cada 2 semanas de trabalho
B	1	carote em cada 400 m
Reg (3 m)	1	em cada 25 m por faixa de rodagem
Mareia	1	em cada 400 m
EPBrit	1	em cada 400 m
Medição da espessura	4	carote em cada 400 m

7. Aplicação de pavimentos em misturas betuminosas a quente

7.1. Camada de base

7.1.1.1. Os agregados a utilizar na camada de base para a semi-penetração betuminosa, devem ser provenientes de pedra britada, e constituídos por elementos limpos, rijos e inalteráveis, sem excesso de elementos lamelares, alongados ou alterados, isentos de qualquer matéria orgânica e com boa adesividade aos aglutinantes.

7.1.1.2. A composição granulométrica do agregado para a camada de base deverá ser obtida a partir de duas ou mais fracções distintas, sendo recomposta em obra ou no estaleiro de forma a obedecer aos seguintes limites:

Peneiro ASTM	Passados acumulados
[50.0 mm]	100%
[37.5 mm]	85% a 95%
[19.0 mm]	50% a 85%
[4.75 mm]	30% a 45%
[0.425 mm]	8% a 22%
[0.075 mm]	2% a 9%

7.1.1.3. O agregado para a camada de base deve apresentar uma percentagem máxima de desgaste de 30% na máquina de Los Angeles [granulometria F], excepto para os granitos, em que esta percentagem pode ser de 32%.

7.1.1.4. O agregado para a camada de base deverá ter um índice de plasticidade NP.

7.1.1.5. O material de preenchimento e regularização superficial a aplicar na camada de base será constituído por produtos de britagem ou por saibros, sendo que a percentagem máxima de passados no peneiro nº 200 ASTM será de 12% .

7.2. Regas betuminosas de impregnação e colagem

7.2.1. Rega de impregnação, com emulsão betuminosa

7.2.1.1. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ser uma emulsão especial de impregnação do tipo catiónico - ECI - de baixa viscosidade.

7.2.1.2. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 50 s para a viscosidade "Saybolt-Furol" a 25°C.

7.2.1.3. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve ter a carga das partículas positiva.

7.2.1.4. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor mínimo de 40% para o teor em betume.

7.2.1.5. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 50% para o teor em água.

7.2.1.6. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 15% para o teor em fluidificante.

7.2.1.7. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 0,1% para a peneiração.

7.2.1.8. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar um valor máximo de 10% para a sedimentação aos 7 dias.

7.2.1.9. A emulsão betuminosa a empregar em regas de impregnação de bases granulares deve apresentar valores 200-300 para a penetração do resíduo de destilação a 25°C, [100g - 5s - 0,1mm].

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

7.2.2. Rega de colagem, com emulsão betuminosa

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

7.3. Camada de regularização, em macadame betuminoso

7.3.1. Fracções granulométricas dos agregados

7.3.1.1. As misturas aplicadas em camadas com características de regularização, em macadame betuminoso, deverão ser fabricadas a partir das seguintes fracções granulométricas:

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
Macadame betuminoso - Fuso A	0/4, 4/10, 10/20
Macadame betuminoso - Fuso B	0/4, 4/20, 20/40 ou em alternativa 0/6, 6/20, 20/40

7.3.2. Particularidades do processo construtivo

7.3.2.1. Devem ser consideradas todas as disposições construtivas que de um modo geral se aplicam às misturas betuminosas a quente.

7.3.2.2. Em face dos resultados do trecho experimental, a Fiscalização aprovará ou não o equipamento de espalhamento e compactação, podendo determinar a sua substituição parcial ou total ou, ainda, algum ajustamento à composição do macadame betuminoso, sem contudo alterar as suas características mecânicas básicas.

7.3.2.3. Não deverão ser aplicadas camadas com espessura inferior a 0,08 m ou superior a 0,15 m, com as tolerâncias definidas neste Caderno de Encargos.

7.3.2.4. Para espessuras superiores a 0,13 m, poderá ser necessário recorrer a pavimentadoras com alto poder de compactação; de qualquer modo, o equipamento a utilizar na densificação da camada, deverá ser suficiente para se garantir as características fixadas neste Caderno de Encargos.

7.3.2.5. O nivelamento destas camadas deverá, em princípio, ser realizado através de um sistema de guiamento electrónico apoiado num fio com fixação de 5 em 5 m. Em estradas de traçado antigo em que a utilização deste sistema leve à colocação de espessuras exageradas recorrer-se-à utilização de réguas de comprimento mínimo de 7,0 m.

7.3.2.6. A superfície acabada deve ficar bem desempenada, com perfis longitudinal e transversal tanto quanto possível correctos e livres de depressões, alteamentos e vincos.

7.3.2.7. A camada de base em macadame betuminoso não poderá permanecer sujeita ao tráfego de obra durante um tempo significativo de modo a evitar-se a introdução de danos significativos nas características mecânicas do material e o comprometimento da sua capacidade estrutural, por excesso de solicitação (sobrecargas). Assim, deverá o Adjudicatário promover as medidas adequadas para minimizar o tráfego de obra sobre aquela camada, que terá de ser coberta tão cedo quanto for possível.

7.4. Camada de regularização, em mistura betuminosa densa

7.4.1. Fracções granulométricas dos agregados

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

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
Mistura betuminosa densa	0/4, 4/10, 10/20
Argamassa betuminosa	0/4 ou em alternativa 0/6

7.4.2. Filler para misturas betuminosas densas

7.4.2.1. O filler para as misturas betuminosas deve ser constituído por pó calcário, cimento Portland, cal hidráulica ou outro material adequado, devendo apresentar-se seco e isento de torrões provenientes da agregação de partículas ou de outras substâncias prejudiciais.

7.4.2.2. A granulometria do filler para as misturas betuminosas deverá ter uma granulometria que satisfaça aos seguintes limites:

Peneiro ASTM	Passados acumulados
[0.425 mm]	100%
[0.180 mm]	>95%
[0.075 mm]	>65%

7.4.3. Mistura de agregados

7.4.3.1. Os agregados grosso e fino para as misturas betuminosas devem ser provenientes da exploração de formações homogéneas, e as suas partículas devem ser limpas, duras, pouco alteráveis sob a acção dos agentes climáticos, com aceitável adesividade ao ligante, de qualidade uniforme e devem estar isentas de materiais decompostos, de matéria orgânica ou de outras substâncias prejudiciais.

7.4.3.2. A mistura de agregados para a camada de regularização betuminosa deverá ter uma granulometria do tipo 0/20 mm, e estar de acordo com os seguintes valores:

Peneiro ASTM	Passados acumulados
[25.0 mm]	100%
[19.0 mm]	85% a 100%
[12.5 mm]	73% a 87%
[4.75 mm]	45% a 60%
[2.00 mm]	32% a 46%
[0.425 mm]	16% a 27%
[0.180 mm]	5% a 10%

7.4.3.3. A mistura de agregados para a camada de regularização betuminosa deverá apresentar uma percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles para a granulometria B inferior a 30%, excepto no caso dos granitos, em que este valor pode ser fixado em 35%.

7.4.3.4. Os resultados dos ensaios sobre a mistura de agregados para a camada de regularização betuminosa, conduzidos pelo método de Marshall, devem estar de acordo com os valores seguintes:

Número de pancadas em cada extremo do provete	50 pancadas
Força de rotura	> 600 kgf
Grau de saturação em betume	75% a 85%
Porosidade	3% a 6%
Deformação	< 3.5 mm
Relação entre a força de rotura e a deformação	> 200 kg/mm

7.4.3.5. Quando a mistura betuminosa densa for aplicada como camada única de regularização e desgaste, deve ser bem refechada com cimento Portland normal.

7.4.3.6. Quando na camada única de regularização e desgaste forem aplicadas massas a frio, o empreiteiro será responsável pela garantia da interrupção do trânsito durante os três dias seguintes à sua aplicação, colocando a sinalização devida e barreiras físicas adequadas a este fim.

7.4.4. Particularidades do processo construtivo

7.4.4.1. A execução de camadas de regularização em mistura betuminosa densa, que só pode ser utilizado em pavimentos da rede secundária com tráfegos das classes T6 e T7.

7.4.4.2. A camada de regularização em mistura betuminosa densa deverá ter uma espessura compreendida entre 0,06 e 0,08 m.

7.5 Camada de regularização em betão betuminoso

7.5.1. Fracções granulométricas dos agregados

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

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
Betão betuminoso em camada de regularização	0/4, 4/10, 10/14

7.5.2. Particularidades do processo construtivo

7.5.2.1. Quando a camada de regularização for em betão betuminoso a sua espessura deverá estar compreendida entre 0,04 e 0,06 m.

7.6. Camada de desgaste, na faixa de rodagem

7.6.1. Fracções granulométricas dos agregados

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

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
Betão betuminoso	0/4, 4/10, 10/14
Betão betuminoso drenante	
	0/2, 6/10, 10/14 (eventual 2/6 após estudo)

Microbetão rugoso	0/2, 6/10 (eventual 2/6 após estudo)
Mistura betuminosa de alto módulo:	
- Camada de base	0/4, 4/10, 10/20
- Camada de regularização	0/4, 4/10, 10/14
- Camada de desgaste	0/4, 4/10, 10/14
Gravilhas duras incrustadas	10/14

7.6.2 Mistura de agregados

7.6.2.1. A composição granulométrica da mistura de agregados para o fabrico do betão betuminoso, respeitará obrigatoriamente o seguinte fuso granulométrico:

Peneiros ASTM		Passados acumulados
Nominal	Dimensão das malhas	
5/8"	[16.0 mm]	100%
1/2"	[12.5 mm]	80% a 88%
3/8"	[9.50 mm]	66% a 76%
nº 4	[4.75 mm]	43% a 55%
nº 10	[2.00 mm]	25% a 40%
nº 40	[0.425 mm]	10% a 18%
nº 80	[0.180 mm]	7% a 13%
nº 200	[0.075 mm]	5% a 9%

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

7.6.2.3. A mistura de agregados para a camada de desgaste em betão betuminoso deve apresentar uma percentagem de desgaste na máquina de Los Angeles para a granulometria B inferior a 20%, excepto no caso dos granitos, em que este valor pode ser fixado em 30%. Admite-se uma tolerância de 10% em relação ao valor especificado.

7.6.2.4. A mistura de agregados para a camada de desgaste em betão betuminoso deve ter uma percentagem de material britado superior a 90%, sendo o seu equivalente de areia superior a 60%, sem a adição de filler.

7.6.2.5. A mistura de agregados para a camada de desgaste em betão betuminoso não deve apresentar índices de lamelação e de alongamento superiores a 25%.

7.6.2.6. A mistura de agregados para a camada de desgaste em betão betuminoso não deve apresentar um coeficiente de polimento acelerado inferior a 0,50.

7.6.2.7. A mistura de agregados para a camada de desgaste em betão betuminoso não deve apresentar um valor de azul-de-metileno (dimensão inferior a 75 Wm) superior a 0,8.

7.6.2.8. A mistura de agregados para a camada de desgaste em betão betuminoso não deve ter um valor para a absorção de água superior a 2%, para cada uma das fracções granulométricas componentes.

7.6.2.9. Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa para a camada de desgaste, conduzidos pelo método de Marshall, devem estar de acordo com os valores seguintes:

Número de pancadas em cada extremo do provete	50 pancadas
Força de rotura	> 700 kgf
Grau de saturação em betume	72% a 82%
Porosidade	4% a 6%
Deformação	< 3.5 mm
Relação entre a força de rotura e a deformação	> 250 kg/mm

7.6.3. Ligante

7.6.3.1. O fornecimento do material na obra deve ser sempre acompanhado de um boletim de ensaios que caracterize o lote de fabrico. Este boletim de ensaios deverá sempre indicar as temperaturas a que o material apresenta as viscosidades de 170±20 cSt e de 280±30 cSt.

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

7.6.3.3. As características do betume deverão obedecer à especificação E 80 do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

7.6.3.4. O betume a empregar deve ser do tipo definido no projecto de Pavimentação, preferencialmente, betumes do tipo 35/50

7.6.3.5. No caso de misturas betuminosas de alto módulo o betume a utilizar será em princípio do tipo 10/20 e eventualmente aditivado.

7.6.3.6. O betume fluidificado a usar nas impregnações deve ser do tipo MC-70, e obedecer às especificações ASTM D 2027-72 e LNEC E 80-1960.

7.6.3.7. A emulsão betuminosa a usar em regas de colagem deverá ser do tipo ECR-1 ou ECR-2, e obedecer ao projecto de especificação LNEC E 344:1981.

7.6.4. Características da mistura betuminosa

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

Número de pancadas em cada extremo do provete	75 pancadas
Força de rotura	8000 a 15000 N
Resistência conservada, mínima	75%
Deformação máxima	< 4 mm

7.6.4.2. Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa devem apresentar um valor mínimo de 14% para a percentagem de “Vazios na Mistura de Agregados” (VMA).

7.6.4.3. Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa, para determinação da relação ponderal entre o filler (material de dimensão inferior a 75 Wm) e o betume, devem apresentar valores compreendidos entre 1,1 e 1,5.

7.6.4.4. Os resultados dos ensaios sobre a mistura betuminosa para a porosidade devem apresentar valores entre 4% e 6%. Os cálculos da porosidade devem ser efectuados com base na baridade máxima teórica, determinada pelo método do picnómetro de vácuo (ASTM D 2041) para a percentagem óptima de betume da mistura em estudo.

8. Tratamentos superficiais em microaglomerado frio ou “slurry-seal”

8.1. Microaglomerado betuminoso a frio simples

8.1.1. Emulsões betuminosas e aditivos especiais

8.1.1.1. A emulsão a empregar em microaglomerado betuminoso a frio, deve ser obrigatoriamente uma emulsão betuminosa, de rotura controlada, modificada com a incorporação de polímeros adequados, por forma a melhorar as suas características.

8.1.1.2. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 50 s para a viscosidade “Saybolt-Furol” a 25°C.

8.1.1.3. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve ter a carga das partículas positiva.

8.1.1.4. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 60% para o teor em betume.

8.1.1.5. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 40% para o teor em água.

8.1.1.6. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 0,1% para a peneiração.

8.1.1.7. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 10% para a sedimentação aos 7 dias.

8.1.1.8. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar valores 60-100 para a penetração do resíduo de destilação a 25°C, [100g - 5s - 0,1mm].

8.1.1.9. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 55°C para a temperatura de amolecimento do resíduo de destilação.

8.1.1.10. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 15% para a recuperação elástica do resíduo de destilação, a 25 °C.

8.1.1.11. Sempre que se mostre necessário incorporar aditivos especiais para melhorar a adesividade betumeagregado, para regular o tempo de rotura da emulsão ou para melhorar a trabalhabilidade de microaglomerados a frio, deverão ser submetidas à apreciação e aprovação da Fiscalização as suas características técnicas e o modo de utilização de tais aditivos.

8.1.1.12. A utilização de outros tipos de aditivos, nomeadamente de fibras, deverá ser sempre devidamente justificada e submetida à aprovação da Fiscalização, o mesmo sucedendo quando se pretenda a introdução nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com características especiais sujeitos a segredo industrial por constituírem soluções sob patente.

8.1.2. Composição granulométrica da mistura de agregados

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

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
Microaglomerado betuminoso a frio, simples	0/6
Slurry seal, simples	0/6

8.1.2.2. A composição granulométrica da mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio, respeitará obrigatoriamente o seguinte fuso granulométrico:

Peneiros ASTM		Passados acumulados
Nominal	Dimensão das malhas	
1/4"	[6,3 mm]	100%
nº 4	[4,75 mm]	85% a 95%
nº 8	[2,36 mm]	65% a 90%
nº 16	[1,18 mm]	45% a 70%
nº 30	[0,60 mm]	30% a 50%
nº 50	[0,300 mm]	18% a 35%
nº 80	[0.180 mm]	10% a 20%
nº 200	[0.075 mm]	7% a 15%

8.1.3. Características da mistura

8.1.3.1. Os agregados empregues no fabrico do microaglomerado betuminoso a frio devem satisfazer as condições gerais prescritas para os agregados para misturas betuminosas.

8.1.3.2. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar uma curva granulométrica com forma regular, dentro dos limites especificados.

8.1.3.3. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar uma perda máxima por desgaste na máquina de Los Angeles de 20% (Granulometria B), ou de 30% em granitos.

Admite-se para a perda por desgaste na máquina de Los Angeles uma tolerância de 10% em relação ao valor especificado.

8.1.3.4. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar valor mínimo de 0,50 para o coeficiente de polimento acelerado.

8.1.3.5. O valor equivalente de areia, da mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio, deverá ser no mínimo de 60% (sem adição de filler), ou de 40% (com adição de filler).

8.1.3.6. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar um valor máximo de 0,80 para o azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 Wm).

8.1.3.7. A composição da mistura para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio, com vista a constituir camada de desgaste, deverá ser tal que garanta uma resistência ao desgaste superior aquela que, medida pelo ensaio abrasivo com roda molhada (Wet Track Abrasive Testing - WTAT), conduza a uma perda máxima de 600 g/m².

8.1.3.8. Independentemente da condição de resistência ao desgaste exigida, a percentagem ponderal de ligante residual não poderá ser inferior a 7%. A taxa média de mistura da camada deve estar compreendida entre 8 e 11 kg/m² e a percentagem de água em relação ao agregado entre 10 e 15%.

8.1.3.9. A mistura deverá apresentar uma profundidade mínima de textura superficial de 0,7 mm (ensaio para determinação da altura de areia).

8.1.3.10. Nos casos em que as misturas sejam aplicadas em estradas em serviço, em que se imponha uma abertura rápida ao tráfego, a sua composição será tal que proporcione os seguintes resultados no ensaio de torsão:

- Coesão agregado/ligante aos 30 min superior a 12 kgf/cm²;
- Resistência à torsão aos 60 min superior a 20 kgf/cm².

8.2. Microaglomerado betuminoso a frio duplo - primeira camada

8.2.1. Emulsões betuminosas e aditivos especiais

8.2.1.1. A emulsão a empregar em microaglomerado betuminoso a frio, deve ser obrigatoriamente uma emulsão betuminosa, de rotura controlada, modificada com a incorporação de polímeros adequados, por forma a melhorar as suas características.

8.2.1.2. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 50 s para a viscosidade "Saybolt-Furol" a 25°C.

8.2.1.3. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve ter a carga das partículas positiva.

8.2.1.4. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 60% para o teor em betume.

8.2.1.5. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 40% para o teor em água.

8.2.1.6. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 0,1% para a peneiração.

8.2.1.7. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 10% para a sedimentação aos 7 dias.

8.2.1.8. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar valores 60-100 para a penetração do resíduo de destilação a 25°C, [100g - 5s - 0,1mm].

8.2.1.9. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 55°C para a temperatura de amolecimento do resíduo de destilação.

8.2.1.10. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 15% para a recuperação elástica do resíduo de destilação, a 25 °C.

8.2.1.11. Sempre que se mostre necessário incorporar aditivos especiais para melhorar a adesividade betumeagregado, para regular o tempo de rotura da emulsão ou para melhorar a trabalhabilidade de microaglomerados a frio, deverão ser submetidas à apreciação e aprovação da Fiscalização as suas características técnicas e o modo de utilização de tais aditivos.

8.2.1.12. A utilização de outros tipos de aditivos, nomeadamente de fibras, deverá ser sempre devidamente justificada e submetida à aprovação da Fiscalização, o mesmo sucedendo quando se pretenda a introdução nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com características especiais sujeitos a segredo industrial por constituírem soluções sob patente.

8.2.2. Composição granulométrica da mistura de agregados

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

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
Microaglomerado betuminoso a frio, duplo - 1ª aplicação	0/4
Slurry seal, duplo - 1ª aplicação	0/4

8.2.2.2. A composição granulométrica da mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio, respeitará obrigatoriamente o seguinte fuso granulométrico:

Peneiros ASTM		Passados acumulados
Nominal	Dimensão das malhas	
nº 4	[4,75 mm]	100%
nº 8	[2,36 mm]	85% a 95%
nº 16	[1,18 mm]	60% a 85%
nº 30	[0,60 mm]	40% a 60%
nº 50	[0,300 mm]	25% a 45%
nº 80	[0.180 mm]	18% a 30%
nº 200	[0.075 mm]	12% a 20%

8.2.3. Características da mistura

8.2.3.1. Os agregados empregues no fabrico do microaglomerado betuminoso a frio devem satisfazer as condições gerais prescritas para os agregados para misturas betuminosas.

8.2.3.2. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar uma curva granulométrica com forma regular, dentro dos limites especificados.

8.2.3.3. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar uma perda máxima por desgaste na máquina de Los Angeles de 20% (Granulometria B), ou de 30% em granitos. Admite-se para a perda por desgaste na máquina de Los Angeles uma tolerância de 10% em relação ao valor especificado.

8.2.3.4. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar valor mínimo de 0,50 para o coeficiente de polimento acelerado.

8.2.3.5. O valor equivalente de areia, da mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio, deverá ser no mínimo de 60% (sem adição de filer), ou de 40% (com adição de filer).

8.2.3.6. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar um valor máximo de 0,80 para o azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 Wm).

8.2.3.7. A composição da mistura para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio duplo, com vista a constituir camada de desgaste, deverá ser tal que garanta uma resistência ao desgaste superior aquela que, medida pelo ensaio abrasivo com roda molhada (Wet Track Abrasive Testing - WTAT), conduza a uma perda máxima de 600 g/m².

8.2.3.8. Independentemente da condição de resistência ao desgaste exigida, a percentagem ponderal de ligante residual não poderá ser inferior a 8%. A taxa média de mistura da camada deve estar compreendida entre 5 e 8 kg/m² e a percentagem de água em relação ao agregado entre 10 e 20%.

8.2.3.9. A mistura deverá apresentar uma profundidade mínima de textura superficial de 0,5 mm (ensaio para determinação da altura de areia).

8.2.3.10. Nos casos em que as misturas sejam aplicadas em estradas em serviço, em que se imponha uma abertura rápida ao tráfego, a sua composição será tal que proporcione os seguintes resultados no ensaio de torsão:

- Coesão agregado/ligante aos 30 min superior a 12 kgf/cm²;
- Resistência à torsão aos 60 min superior a 20 kgf/cm².

8.3. Microaglomerado betuminoso a frio duplo - segunda camada

8.3.1. Emulsões betuminosas e aditivos especiais

8.3.1.1. A emulsão a empregar em microaglomerado betuminoso a frio, deve ser obrigatoriamente uma emulsão betuminosa, de rotura controlada, modificada com a incorporação de polímeros adequados, por forma a melhorar as suas características.

8.3.1.2. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 50 s para a viscosidade "Saybolt-Furol" a 25°C.

8.3.1.3. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve ter a carga das partículas positiva.

8.3.1.4. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 60% para o teor em betume.

8.3.1.5. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 40% para o teor em água.

8.3.1.6. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 0,1% para a peneiração.

8.3.1.7. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor máximo de 10% para a sedimentação aos 7 dias.

8.3.1.8. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar valores 60-100 para a penetração do resíduo de destilação a 25°C, [100g - 5s - 0,1mm].

8.3.1.9. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 55°C para a temperatura de amolecimento do resíduo de destilação.

8.3.1.10. A emulsão betuminosa a empregar em microaglomerado betuminoso a frio deve apresentar um valor mínimo de 15% para a recuperação elástica do resíduo de destilação, a 25 °C.

8.3.1.11. Sempre que se mostre necessário incorporar aditivos especiais para melhorar a adesividade betumeagregado, para regular o tempo de rotura da emulsão ou para melhorar a trabalhabilidade de microaglomerados a frio, deverão ser submetidas à apreciação e aprovação da Fiscalização as suas características técnicas e o modo de utilização de tais aditivos.

8.3.1.12. A utilização de outros tipos de aditivos, nomeadamente de fibras, deverá ser sempre devidamente justificada e submetida à aprovação da Fiscalização, o mesmo sucedendo quando se pretenda a introdução nas misturas, de betumes modificados ou de ligantes com características especiais sujeitos a segredo industrial por constituírem soluções sob patente.

8.3.2. Composição granulométrica da mistura de agregados

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

Material	Fracções granulométricas
	Dimensões nominais em mm
Microaglomerado betuminoso a frio, duplo - 2ª aplicação	0/4, 4/8
Slurry seal, duplo - 2ª aplicação	0/6

8.2.3.2. A composição granulométrica respeitará obrigatoriamente o seguinte fuso granulométrico:

Peneiros ASTM		Passados acumulados
Nominal	Dimensão das malhas	
3/8"	[9,50 mm]	100%

1/4"	[6,3 mm]	80% a 95%
nº 4	[4,75 mm]	70% a 90%
nº 8	[2,36 mm]	45% a 70%
nº 16	[1,18 mm]	28% a 50%
nº 30	[0,060 mm]	18% a 33%
nº 50	[0,300 mm]	12% a 25%
nº 80	[0.180 mm]	6% a 18%
nº 200	[0.075 mm]	5% a 10%

8.3.3. Características da mistura

8.3.3.1. Os agregados empregues no fabrico do microaglomerado betuminoso a frio devem satisfazer as condições gerais prescritas para os agregados para misturas betuminosas.

8.3.3.2. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar uma curva granulométrica com forma regular, dentro dos limites especificados.

8.3.3.3. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar uma perdamáxima por desgaste na máquina de Los Angeles de 20% (Granulometria B), ou de 30% em granitos. Admite-se para a perda por desgaste na máquina de Los Angeles uma tolerância de 10% em relação ao valor especificado.

8.3.3.4. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar valor mínimo de 0,50 para o coeficiente de polimento acelerado.

8.3.3.5. O valor equivalente de areia, da mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio, deverá ser no mínimo de 60% (sem adição de filler), ou de 40% (com adição de filler).

8.3.3.6. A mistura de agregados para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio deverá apresentar um valor máximo de 0,80 para o azul de metileno (material de dimensão inferior a 75 Wm).

8.3.3.7. A composição da mistura para o fabrico do microaglomerado betuminoso a frio, com vista a constituir camada de desgaste, deverá ser tal que garanta uma resistência ao desgaste superior aquela que, medida pelo ensaio abrasivo com roda molhada (Wet Track Abrasive Testing - WTAT), conduza a uma perda máxima de 600 g/m².

8.3.3.8. Independentemente da condição de resistência ao desgaste exigida, a percentagem ponderal de ligante residual não poderá ser inferior a 6%. A taxa média de mistura da camada deve estar compreendida entre 11 e 14 kg/m² e a percentagem de água em relação ao agregado entre 10 e 15%.

8.3.3.9. A mistura deverá apresentar uma profundidade mínima de textura superficial de 0,9 mm (ensaio para determinação da altura de areia).

8.3.3.10. Nos casos em que as misturas sejam aplicadas em estradas em serviço, em que se imponha uma abertura rápida ao tráfego, a sua composição será tal que proporcione os seguintes resultados no ensaio de torsão:

- Coesão agregado/ligante aos 30 min superior a 12 kgf/cm²;
- Resistência à torsão aos 60 min superior a 20 kgf/cm².

8.4. Métodos construtivos

8.4.1. Estudo laboratorial da composição

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

8.4.1.2. O estudo a apresentar pelo Adjudicatário, relativamente à composição da mistura betuminosa a frio a aplicar em obra incluirá obrigatoriamente os boletins relativos aos ensaios, a realizar sob a sua responsabilidade e nos termos deste Caderno de Encargos.

8.4.1.3. O estudo incluirá todos os dados relativos à granulometria da curva de trabalho adoptada e às percentagens das distintas fracções a utilizar na mistura, quando for o caso.

8.4.1.4. O estudo incluirá todos os dados relativos à percentagem de água de amassadura em relação ao agregado seco. Esta percentagem poderá ser ajustada durante a execução dos trabalhos.

8.4.1.5. O estudo incluirá todos os dados relativos à caracterização da emulsão betuminosa a utilizar e à percentagem de ligante residual. Incluirá também a dosificação dos aditivos utilizados, quando for o caso.

8.4.1.6. O estudo incluirá todos os dados relativos à taxa de aplicação de cada operação de espalhamento da mistura betuminosa, apresentada em kg/m².

8.4.1.7. O estudo incluirá informação técnica relativa ao tempo de cura e ao tempo necessário para permitir a abertura ao tráfego.

8.4.1.8. O Adjudicatário poderá estudar e submeter à aprovação da Fiscalização uma nova fórmula de trabalho durante o decorrer da obra, caso a variação dos componentes da mistura e/ou as condições ambientais o justifiquem.

8.4.1.9. A aplicação em obra da mistura betuminosa será condicionada, não só à aprovação do estudo laboratorial de composição, mas também à ratificação pela Fiscalização das condições de transposição daquele estudo para a central móvel de fabrico.

8.4.2. Execução de trechos experimentais

8.4.2.1. Uma vez estudada a composição da mistura e afinado o equipamento de fabrico e aplicação, deverá realizar-se na presença da Fiscalização, um trecho experimental, que comprove ou não a viabilidade do equipamento e do método de execução.

8.4.2.2. Deverão ser analisados e apreciados os aspectos relativos ao comportamento do material no espalhamento, às relações entre o conteúdo de fluídos e a homogeneidade e características superficiais obtidas e à taxa de aplicação do material.

8.4.3. Preparação da superfície existente

8.4.3.1. Dever-se-á comprovar a regularidade e o estado da superfície a tratar, o que poderá implicar uma reparação prévia de áreas restritas, onde eventualmente o pavimento se apresente instável e/ou em franca desagregação

8.4.3.2. Imediatamente antes de se proceder ao início dos trabalhos, dever-se-á limpar a superfície a revestir, de modo a que esta se apresente livre de material solto, sujidades, detritos e poeiras, que devem ser retirados do pavimento para local de onde não possam voltar a depositar-se sobre a superfície a revestir.

8.4.3.3. Dever-se-ão utilizar vassouras mecânicas equipadas ou não com dispositivos de aspiração, embora seja recomendável a sua utilização em zonas urbanas. Nos lugares inacessíveis a meios mecânicos poder-se-ão utilizar meios de limpeza manuais.

8.4.3.4. A última operação de limpeza a realizar, consistirá na utilização de jactos de ar comprimido, para remover elementos finos eventualmente retidos naquela superfície.

8.4.4. Fabrico e espalhamento da mistura betuminosa

8.4.4.1. O fabrico da mistura betuminosa deve ser realizado em central móvel contínua constituída por tremonha para agregados e tremonha para filler comercial e com depósitos diferenciados para água, emulsão betuminosa e aditivo.

8.4.4.2. O fabrico da mistura betuminosa deve ser realizado em central móvel contínua que disponha de dispositivos adequados que assegurem uma correcta e sincronizada dosificação e transporte dos componentes, por separado, à misturadora.

8.4.4.3. O fabrico da mistura betuminosa deve ser realizado em central móvel contínua que disponha de misturadora, que permita um envolvimento perfeito do agregado e o seu envio para a grade de espalhamento

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

8.4.4.5. As tolerâncias admitidas em relação à composição aprovada são as seguintes

Peneiros ASTM		Passados acumulados
Nominal	Dimensão das malhas	
nº 4	[4,75 mm] ou mais larga	5%
nº 8	[2,36 mm]	4%
nº 16	[1,18 mm]	4%
nº 30	[0,060 mm]	4%
nº 50	[0,300 mm]	4%
nº 80	[0.180 mm]	3%
nº 200	[0.075 mm]	2%
	betume residual	0%

8.4.5. Processo de aplicação do microaglomerado ou slurry seal

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

8.4.5.2. 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.

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

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

8.4.5.5. A menos que a Fiscalização assim o entenda dada a especificidade da obra em causa, não será necessário proceder à aplicação de qualquer rega de colagem, nem compactação da mistura aplicada, nem espalhamento de agregado fino antes da abertura ao tráfego.

8.4.5.6. A abertura ao tráfego só poderá efectuar-se após a rotura da emulsão, e desde que a mistura possua a coesão necessária para evitar qualquer deterioração da camada por efeito da acção do tráfego devendo a circulação processar-se a uma velocidade reduzida.

8.4.6. Juntas de trabalho

8.4.6.1. Deve haver o máximo cuidado na execução das juntas de ligação do espalhamento, por forma a não haver falha nem sobreposição que alterem a dosagem prevista.

8.4.6.2. Sempre que o espalhamento da mistura betuminosa se realize por faixas longitudinais, procurar-se-á uma ligeira sobreposição com cerca de dez centímetros (10 cm) da mesma na união das duas faixas contíguas.

8.4.6.3. 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.

8.4.6.4. 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.

8.4.7. Limitações à execução

8.4.7.1. O espalhamento da mistura betuminosa a frio poderá realizar-se quando a temperatura ambiente for superior a cinco graus centígrados (5°C) e não exista o risco de precipitação atmosférica, devendo ser imediatamente interrompido sempre que tal ocorra.

8.4.7.2. Sempre que esteja previsto no projecto a aplicação de mais de uma camada de mistura betuminosa, aplicar-se-á a última somente após se ter submetido a camada anterior à acção do tráfego pelo menos um dia, e depois de varrer algum material solto.

8.4.8. Controlo de qualidade

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

8.4.8.2. As taxas de aplicação da mistura betuminosa a frio comprovar-se-á 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 báscula deverá estar aferida.

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

8.4.8.4. Em pelo menos cinco pontos distintos e a definir, deverão ser efectuados ensaios tendentes a avaliar a textura superficial do trabalho executado.

9. Equipamentos de sinalização e segurança

9.1. Características dos materiais para execução de marcas rodoviárias

9.1.1. Tintas para pré-marcação

9.1.1.1. As tintas a utilizar na pré-marcação devem ser, de preferência, na cor branca (cor da marca), de secagem rápida, de resistência ao desgaste compatível com o tempo de duração exigido pela data prevista para a marcação, tendo em consideração o volume de tráfego em presença.

9.1.2. Material termoplástico branco

9.1.2.1. O material deverá ser constituído por agregado, pigmento, cargas, ligados por um ligante plastificado com óleo mineral e pérolas de vidro com uma granulometria apropriada para se obter o efeito reflector desejado.

9.1.2.2. O agregado será constituído por areia siliciosa, calcite, quartzo ou outros produtos similares, com uma granulometria escolhida de modo a permitir uma boa compacidade do material termoplástico.

9.1.2.3. O pigmento a utilizar será dióxido de titânio (Ti O₂).

9.1.2.4. As cargas serão pós finos, que dão corpo ao material termo-plástico, com uma granulometria escolhida de modo a permitir uma boa compacidade do material termoplástico, podendo utilizar-se por exemplo, cré (carbonato de cálcio) ou litopone.

9.1.2.5. O ligante deverá ser constituído por um material resinoso termoplástico natural ou sintético, plastificado com óleo mineral.

9.1.2.6. Na composição do material, a proporção em massa do agregado, incluindo as pérolas, deve ser de 60%, com uma tolerância de 2%, para mais ou para menos. A proporção das pérolas de vidro deve ser de 20%, no mínimo, sobre a massa total do material.

9.1.2.7. Na composição do material, a proporção em massa do pigmento e cargas deve ser de 20%, com uma tolerância de 2%, para mais ou para menos. A proporção do pigmento deve ser de 6%, no mínimo, sobre a massa total do material.

9.1.2.8. Na composição do material, a proporção em massa do ligante deve ser de 20%, com uma tolerância de 2%, para mais ou para menos.

9.1.2.9. O material deve apresentar um peso específico compreendido entre 1,96 e 2,04 g/cm³.

9.1.2.10. O material deve apresentar um ponto de amolecimento (anel e bola) superior a 80 °C.

9.1.2.11. A percentagem de diminuição da altura de um cone feito com o material, sujeito à temperatura de 23°C, com uma tolerância de 2 °C, para mais ou para menos, não deve ser superior a 10%.

9.1.2.12. O material termoplástico, aplicado sobre base de argamassa betuminosa, não deve apresentar, por repassamento, uma variação de cor inferior ao grau 8 da escala fotográfica da especificação ASTM D 868-48.

9.1.2.13. O material termoplástico aplicado com a espessura seca de 1,5 mm sobre argamassa betuminosa, não deverá apresentar qualquer defeito assinalável à observação visual quando sujeito a envelhecimento acelerado durante 168 horas numa máquina "Weather-Ometer" de arco voltaico, com o seguinte ciclo diário:

- 17 h de luz e calor (55 °C, com molhagem intermitente de 18 em 18 min.)
- 2 h de chuva forte
- 5 h de repouso

9.1.2.14. O material termoplástico, com a espessura seca de 1,5 mm, aplicado sobre fibrocimento, seco durante 72 horas ao ar e imerso em água à temperatura de 20 a 30 °C durante 24 horas e observado 2 horas mais tarde, não deverá apresentar empolamento, fissuração, nem destacamento em relação à base.

9.1.2.15. O material termoplástico, submetido à acção da luz solar artificial durante 100 horas, não deve apresentar alteração de cor.

9.1.2.16. O factor de luminância do material termoplástico branco, determinado numa direcção normal à superfície com iluminação a 45°, por uma fonte CIE do tipo C, deve ser não inferior a 0,70 segundo a NP-522:1966.

9.1.2.17. O material termoplástico, com a espessura seca de 1,5 mm, deverá apresentar uma resistência ao atrito não inferior a 45 BPN, medida com o "pêndulo britânico". Em zonas pontualmente perigosas, aquele valor deverá ser superior a 50 BPN.

9.1.3. Pérolas reflectoras

9.1.3.1. As pérolas deverão ser de vidro transparente ou de material equivalente que permita, por adição, tornar o material termoplástico reflector.

9.1.3.2. As pérolas deverão ser suficientemente incolores para não comunicar às marcas rodoviárias, sob a luz do dia, nenhuma modificação apreciável da cor. Consideram-se como defeituosas as pérolas não esféricas, opacas, opalescentes e que contenham bolhas de gaz, de dimensão superior a 25% da sua área projectada e graus de materiais estranhos.

9.1.3.3. A percentagem de pérolas não esféricas, determinada segundo a especificação ASTM 1155-53, deve ser inferior a 30%.

9.1.3.4. As microesferas de vidro não devem apresentar um índice de refacção menor que 1,5.

9.1.3.5. Após 60 minutos de tratamento por refluxo com água destilada, as pérolas não devem apresentar alteração superficial apreciável e o volume máximo admissível de solução de ácido clorídrico 0,01 N, para neutralizar a água após a realização do ensaio, será de 9 cm³.

9.1.3.6. Após 90 horas de imersão numa solução diluída de ácido à temperatura de 23 ± 2 °C, estabilizada a um PH entre 5,0 e 5,3, as pérolas não devem apresentar senão uma ligeira perda de brilho em comparação com uma amostra não sujeita ao ensaio.

9.1.3.7. Após 3 horas de imersão numa solução aquosa de cloreto de cálcio a 5,5%, à temperatura de 23 ± 2 °C, as pérolas não deverão apresentar nenhuma alteração superficial em comparação com uma amostra não sujeita ao ensaio.

9.1.3.8. A granulometria das pérolas introduzidas no material termoplástico deve estar de acordo com os valores a seguir especificados:

Peneiro ASTM	Passados acumulados
[1,700 mm]	100%
[0,425 mm]	0% a 10%

9.1.3.9. A granulometria das pérolas de vidro, projectadas no momento da aplicação deve estar de acordo com os valores seguintes:

Peneiro ASTM	Passados acumulados
[1,700 mm]	100%
[0,600 mm]	80% a 100%
[0,425 mm]	45% a 100%
[0,300 mm]	10% a 45%
[0,212 mm]	0% a 25%
[0,075 mm]	0% a 5%

9.2. Métodos construtivos para marcas de sinalização horizontal

9.2.1. Pré-marcação

9.2.1.1. A pré-marcação é obrigatória, não sendo permitido o início da marcação sem que aquela tenha sido revista e aprovada pela Fiscalização.

9.2.1.2. Sempre que seja possível apoiar mecânicamente a marcação de uma linha na pré-marcação de outra que lhe seja paralela, a pré-marcação da primeira pode ser dispensada (caso da marcação de guias apoiadas na pré-marcação do eixo).

9.2.1.3. A pré-marcação pode ser executada manualmente, por meio de um cordel suficientemente esticado e ajustado ao desenvolvimento das respectivas marcas, ao longo do qual, por intermédio de um pincel ou outro meio auxiliar apropriado, se executa a piquetagem por pontos, por pequenos traços ou por linha contínua fina, ou recorrendo a pintura de referência ou contornos (quando há lugar à utilização de moldes).

9.2.1.4. Não dispensando a pré-marcação manual, sobre a qual se apoia, a pré-marcação pode ser executada por processo mecânico a partir da máquina de marcação, mediante utilização de um braço com ponteiro de pintura que, à direita e à esquerda, executa a piquetagem.

9.2.1.5. A pré-marcação deve prever, no pavimento a marcar, a definição das linhas longitudinais, com piquetagem, com indicação dos limites das zonas com diferentes relações traço/espço e com indicação dos limites das zonas de linhas contínuas.

9.2.1.6. A pré-marcação deve prever, no pavimento a marcar, a definição das marcas diversas, com pintura de referência, para implantação dos moldes de execução.

9.2.2. Preparação da superfície

9.2.2.1. A superfície que vai ser marcada deve apresentar-se seca e livre de sujidades, detritos e poeiras.

9.2.2.2. O Empreiteiro será responsável pelo insucesso das pinturas causado por deficiente preparação da superfície.

9.2.2.3. Se se tratar de um pavimento velho e polido, deverá ser utilizado um aparelho com características adesivas adequadas ao caso em presença, a fim de se garantir uma aderência conveniente das marcas.

9.2.3. Marcação

9.2.3.1. Para verificação da uniformidade da marcação das linhas longitudinais, quanto a dimensão, largura, homogeneidade de aplicação do produto e das pérolas de vidro e ainda para se regular o equipamento de aplicação (velocidade de avanço, pressão de ar nos bicos e no compressor, temperatura) deverá ser feita uma marcação experimental, fora da zona da obra e em local a definir pela Fiscalização, tanto quanto possível, com características semelhantes de superfície.

9.2.3.2. A marcação não poderá ser iniciada sem que a Fiscalização tenha aprovado a pré-marcação.

9.2.3.3. A passagem à marcação definitiva dependerá do parecer da Fiscalização em face dos resultados obtidos, quer em observação diurna, quer nocturna (retroreflexão).

9.2.3.4. A aplicação do material termoplástico na execução das marcas rodoviárias (marcação) deve ser feita manualmente (por moldagem), nas seguintes situações:

- Marcas transversais e barras em zonas mortas;
- Setas (de selecção, de desvio e outras);
- Símbolos (sinais e outros);
- Inscricções (números e letras).

9.2.3.5. Quando a aplicação do material termoplástico efectuada feita manualmente, as marcas rodoviárias serão executadas em sobreespessura por colagem gravítica e espalhamento manual, com emprego de moldes. A espessura seca do material aplicado deve apresentar um valor entre 2,5 e 3,0 mm.

9.2.3.6. Quando a aplicação do material termoplástico efectuada feita manualmente, a temperatura de aplicação deve situar-se entre 165°C e 190°C e o tempo de secagem (ausência de pegajosidade resistente à passagem de veículos) não deve ultrapassar 2 a 3 minutos.

9.2.3.7. Quando a aplicação do material termoplástico efectuada feita manualmente, as caldeiras de aquecimento devem estar munidas de dispositivos de agitação mecânica, para se evitar a segregação dos diversos constituintes.

9.2.3.8. Quando a aplicação do material termoplástico efectuada feita manualmente, a utilização de sistemas de pré-aquecimento da superfície a marcar não é permitida, por princípio, a menos que a Fiscalização o reconheça como indispensável

9.2.3.9. A aplicação do material termoplástico na execução das marcas rodoviárias (marcação) deve ser feita mecanicamente (spray) em marcas longitudinais.

9.2.3.10. Quando a aplicação do material termoplástico efectuada feita mecanicamente, deve ser concretizada com o emprego de máquinas móveis com dispositivos manuais e automáticos de aplicação do material termoplástico pulverizado (spray) e de projecção simultânea, sobre a superfície do material, de esferas de vidro.

9.2.3.11. Quando a aplicação do material termoplástico efectuada feita mecanicamente, a espessura seca do material aplicado deve apresentar um valor uniforme não inferior a 1,5 mm.

9.2.3.12. Quando a aplicação do material termoplástico efectuada feita mecanicamente, a temperatura de aplicação deve situar-se entre 200°C e 220°C e o tempo de secagem não deve ultrapassar os 40 segundos, para as espessuras previstas.

9.2.3.13. Quando a aplicação do material termoplástico efectuada feita mecanicamente, a taxa de projecção de esferas de vidro deve estar compreendida entre 400 e 500 g/m².

9.2.4. Rejeição e eliminação das marcas

9.2.4.1. As marcas que não se apresentem nas condições exigidas (geométricas, de constituição ou de eficácia), serão rejeitadas e como tal removidas, podendo, contudo, ser repetida a execução, se houver da parte do Empreiteiro a garantia de uma rectificação conveniente e susceptível de ser aceite pela Fiscalização.

9.2.4.2. A remoção deve ser efectuada no prazo de 3 dias a contar da data de notificação da rejeição, pelo que o Empreiteiro, se o não fizer nesse prazo, ficará sujeito aos encargos resultantes da remoção que a Fiscalização mande executar por terceiros.

9.2.4.3. Na eventualidade de se ter que apagar marcas rodoviárias pré-existentes com o fim de se executar uma nova marcação, o processo de eliminação poderá ser por decapagem, com projecção de um abrasivo sob pressão, não podendo aquele abrasivo ser areia, excepto quando a decapagem seja feita em presença da água. Poderá também ser efectuada a decapagem mecânica, com recurso a decapadores mecânicos ou máquinas de percussão próprias. Em qualquer dos processos se obtêm melhores resultados com tempo frio, quando as marcas a eliminar forem de material termoplástico.

9.2.4.5. Quando se utilizar um processo de decapagem na eliminação das marcas rodoviárias pré-existentes, e quando a circulação se mantém, deverá a zona restrita dos trabalhos ser convenientemente isolada para que a segurança da circulação de peões e veículos não seja afectada pelos materiais ou agentes envolvidos na obra.

9.2.4.6. Após a execução da decapagem, deverá haver o cuidado de remover, quer os detritos do material termoplástico, quer os abrasivos utilizados.

9.2.4.7. Não será permitida, em caso algum, a utilização de processos de recobrimento como método de eliminação de marcas rodoviárias pré-existentes.

9.2.5. Lotes, amostras e ensaios

9.2.5.1. Durante a execução dos trabalhos, e sempre que o entender, a Fiscalização reserva-se o direito de tomar amostras e mandar proceder às análises e ensaios que julgar convenientes para verificação das características dos materiais utilizados. As amostras serão, em geral, tomadas em triplicado, e levarão as indicações necessárias à sua identificação.

9.2.5.2. As análises e ensaios necessários poderão vir a ser executados pelas entidades que o dono da obra entender adequadas, por conta do Adjudicatário.

10. Sinalização de carácter temporário

10.1 Os trabalhos deverão ser sinalizados de acordo com o disposto no Decreto-Regulamentar nº 22-A/98, de 01 de Outubro, alterado pelos Decreto-Regulamentar n.º 41/2002, de 20 Agosto e Decreto-Regulamentar n.º 13/2003, de 26 de Junho, sugerindo-se a colocação da sinalização após aprovação da Câmara Leiria, quando haja necessidade.

10.2 Em trabalhos de grande extensão, de largura de faixa de rodagem reduzida, ou de fraca visibilidade de circulação, deve ser considerada a presença de sinalização semafórica amovível, ou de dois sinaleiros munidos de sistemas de intercomunicação, que comandem a circulação alternada através de raquetas, nos termos do disposto no Decreto-Regulamentar nº 22-A/98, de 01 de Outubro, alterado pelos Decreto-Regulamentar n.º 41/2002, de 20 Agosto e Decreto-Regulamentar n.º 13/2003, de 26 de Junho.

10.3 Sempre que exista sinalização semafórica amovível, esta deve ser indicada pelos sinais de perigo correspondentes.

10.4 As zonas de trabalhos deverão ser protegidas com cones, balizas e outros dispositivos complementares, como fitas reflectorizadas.

10.5 Nas Estradas Principais, os sinais de perigo e balizamento devem ser complementados com equipamento luminoso intermitente durante a noite, e mesmo durante o dia se a luminosidade ou a visibilidade forem reduzidas.

10.6 A natureza dos sinais deverá ser de material reflectorizado e as suas dimensões deverão respeitar integralmente o estipulado no Decreto-Regulamentar nº 33/88, de 12 de Setembro. Na generalidade dos casos, nenhum sinal de trânsito ficará a menos de 50 metros do antecedente.

10.7 Todas as máquinas ou camiões intervenientes na obra devem ser devidamente sinalizados através de baías reflectoras direccionais ou de posição pintadas ou coladas na frente e na retaguarda.

10.8 O pessoal interveniente na obra deverá usar coletes reflectores, para que a sua presença seja facilmente perceptível.

11. Director técnico da obra

11.1 O Director Técnico da empreitada deve ter a qualificação de Engenheiro Civil ou Engenheiro Técnico Civil e deve pertencer obrigatoriamente ao Quadro permanente de pessoal do adjudicatário.

11.2 O Director Técnico da empreitada deve estar sempre presente nas reuniões semanais com a Fiscalização, para coordenação dos trabalhos.

11.3 Deverá estar sempre presente no local da obra, acompanhando diariamente os trabalhos, um técnico do quadro de pessoal da firma adjudicatária, com a qualificação mínima de Engenheiro Técnico Civil, que poderá ser por acumulação o director técnico da empreitada.

12. Prazo de execução

12.1 O prazo de execução dos trabalhos da empreitada é o prazo indicado no Caderno de Encargos, sendo contado a partir da data da assinatura do Auto de Consignação da empreitada.

12.2 Sempre que a execução dos trabalhos que constituem a empreitada venha a ser suspensa pelo dono-de-obra, devido a circunstâncias impeditivas ocasionadas pelo incumprimento dos prazos parcelares de outros empreiteiros que operam no mesmo local, ainda que ao serviço de outras entidades, considera-se dilatado o prazo de execução pelo mesmo número de dias em que a empreitada esteve suspensa.

12.3 Sempre que a execução dos trabalhos que constituem a empreitada venha a ser suspensa pelo dono-de-obra, devido a circunstâncias impeditivas ocasionadas pelo aparecimento de achados de valor arqueológico, que devam ser levantados e estudados pelas entidades competentes, considera-se dilatado o prazo de execução pelo mesmo número de dias em que a empreitada esteve suspensa.

12.4 Sempre que a execução dos trabalhos que constituem a empreitada venha a ser suspensa pelo dono-de-obra, devido a circunstâncias impeditivas ocasionadas por impossibilidade administrativa de passagem de condutas ou colectores por terrenos particulares, considera-se dilatado o prazo de execução pelo mesmo número de dias em que a empreitada esteve suspensa.

(última página das Especificações Técnicas)