



**Departamento de
Estradas de
Rodagem do
Estado do Paraná
DER/PR**

Avenida Iguaçu, 420,
Curitiba, Paraná,
CEP 80230-902
Fone (41) 3304-8000
Fax (41) 3304-8130
www.der.pr.gov.br

DER/PR ES-PA 23/23

**PAVIMENTAÇÃO:
PRÉ-MISTURADO A FRIO**

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor, em 11/04/2023
Deliberação n.º 111/2023
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 23/17
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: base; revestimento; pré-
misturado a frio.

24 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento através da confecção de misturas asfálticas do tipo pré-misturado a frio. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR ES- IG 01/23.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 23/17.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção do produto e sua aplicação em camadas de revestimento, recapeamento, reperfilagem ou base de pavimentos rodoviários em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

As normas aqui relacionadas contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem-se em material de consulta, obrigatória, para o entendimento desta especificação particular.

As edições indicadas estavam em vigor no momento da elaboração deste documento. Como toda norma está sujeita a revisão ou substituição, recomenda-se àqueles que utilizarem esta especificação particular, que verifiquem a conveniência de usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir:

AASHTO T-330	- Detecção qualitativa de argilas prejudiciais do grupo esmectita em agregados utilizando azul de metileno
ABNT NBR 14376/2019	- Ligantes asfálticos – Determinação do teor de resíduo seco de emulsões asfálticas convencionais ou modificadas – Métodos expeditos
ANP	- Emulsões asfálticas para pavimentação - Resolução nº 36/2012
ANP	- Emulsão asfáltica catiônica modificada por polímeros elastoméricos - Resolução nº 36/2012
ASTM D-2172/2018	- Quantitative Extraction of Betumen from Bituminous Paving Mixtures – Method B
ASTM E-1926-08/2021	- Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements
ASTM E-303/13	- Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester
ASTM E-965-15/2019	- Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique
CONTRAN 2022	- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME VII – Sinalização Temporária
DER/PR	- Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR
DER/PR	- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias
DER/SP ET-DE-P00/025	- Pavimentação – Pré-misturado a frio
DNER - ME 024/94	- Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman;

DNER- ME 054/97	- Equivalente de areia
DNER- ME 078/94	- Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso
DNER- ME 089/94	- Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNER-EM 165/13	- Emulsões Asfálticas – para pavimentação
DNER-ME 035/98	- Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
DNER-ME 053/94	- Misturas betuminosas – percentagem de betume
DNER-ME 107/94	- Mistura betuminosa a frio, com emulsão asfáltica – ensaio Marshall
DNER-ME 383/99	- Desgaste por abrasão de misturas betuminosas com asfalto polímero – Ensaio Cântabro
DNER-PRO 164/94	- Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e Maysmeter)
DNER-PRO 182/94	- Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter
DNER-PRO 273/96	- Determinação de deflexões utilizando deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer (FWD)”
DNER-PRO 277/97	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT130/2010-ME	- Determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro
DNIT IPR 700/97	- Glossário de Termos Técnicos Rodoviários
DNIT IPR 742/10	- Manual de Implantação Básica de Rodovia
DNIT 128/2010-EM	- Emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos
DNIT-ES 153/2010	- Pavimentação asfáltica – Pré-misturado a frio com emulsão catiônica convencional
DNIT-IS 22/2019	- Procedimentos técnicos e administrativos para o recebimento de obras de pavimentos novos ou restaurados
DNIT 135/2018-ME	- Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas - Determinação do módulo de resiliência
DNIT 180/2018-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Determinação do dano por umidade induzida
DNIT 183/2018-ME	- Pavimentação asfáltica – Ensaio de fadiga por compressão diametral à tensão controlada
DNIT 184/2018-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Ensaio uniaxial de carga repetida para determinação da resistência à deformação permanente
DNIT 412/2019-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento
DNIT 424/2020-ME	- Pavimentação – Agregado - Determinação do índice de forma com crivos
DNIT 425/2020-ME	- Pavimentação – Agregado - Determinação do índice de forma com paquímetro
DNIT 427/2020-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Determinação da densidade relativa máxima medida e da massa específica máxima medida em amostras não

	compactadas
DNIT 428/2020-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados
DNIT-PRO 011/04	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
GOINFRA ES-PAV-011/2019	- Pavimentação – Pré-Misturado a Frio
Lei nº 6.514/77 - CLT – Art. 200	- Normas Regulamentadoras – NR da Segurança e da Medicina do Trabalho
SANTANA, H. (1993)	- Manual de Pré-misturados a frio

3 DEFINIÇÕES

- 3.1 Pré-misturado a frio: é a mistura asfáltica executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregados minerais e emulsão asfáltica, espalhada e compactada a frio.
- 3.2 Pré-misturado a frio aberto (PMFA): é a mistura asfáltica executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregados minerais e emulsão asfáltica, espalhada e compactada a frio, com volume de vazios maior do que 20%.
- 3.3 Pré-misturado a frio semiaberto ou semi-denso (PMFSD): é a mistura asfáltica executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregados minerais e emulsão asfáltica, espalhada e compactada a frio, com volume de vazios nos limites de 10% a 20%.
- 3.4 Pré-misturado a frio denso (PMFD): é a mistura asfáltica executado à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregados e emulsão asfáltica, espalhada e compactada a frio, com volume de vazios inferior a 10%.
- 3.5 De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, o pré-misturado a frio deve atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:
- camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego;
 - camada de ligação ou base: camada posicionada imediatamente abaixo da "capa";
 - camada de nivelamento ou "reperfilagem": serviço executado com a função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

Nota 01: deve-se observar as seguintes diretrizes para a aplicação dos PMFs:

PMFA:

- para $N_{8,2ff} < 2 \times 10^6$, usar em camada de revestimento, devendo ser dosando em função da superfície específica. Não é necessária a verificação de fadiga e da estabilidade, necessita de capa selante;
- para $N_{8,2ff} < 2 \times 10^7$, usar em camadas binders e bases (exceto capa selante).

PMFD: segue-se as mesmas restrições dos PMFs abertos, fazendo-se a dosagem pelo método Marshall (DNER-ME 107).

PMFD: para $N_{8,2fr} < 2 \times 10^7$, usar somente em revestimento, efetuando a dosagem e levando em conta a fadiga e deformação permanente. Não necessita da capa selante.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização do serviço, conforme Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Previdência, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, Volume VII – Sinalização Temporária e o que eventualmente esteja especificado no projeto de engenharia e/ou nos Termos de Referência do Edital;
- c) sem a prévia orientação dos funcionários quanto ao uso adequado, guarda, conservação e higienização dos EPIs, bem como a exigência de seu uso durante as atividades a serem desenvolvidas, conforme previsto nas Normas Regulamentadoras (NR);
- d) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- e) sem a aprovação prévia pela Fiscalização do DER/PR, do projeto de dosagem da mistura;
- f) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10° C;
- g) em dias de chuva no local da aplicação.

4.2 Para todo carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra, o fabricante/fornecedor deverá apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de Especificação previstos na Resolução nº 36/12 da ANP e DNER-EM 369/97) correspondente à data da fabricação ou do dia do carregamento para transporte até a obra, se o período entre os dois eventos ultrapassar a 10 dias. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

4.3 Durante a execução a obra, a construtora é responsável pela adoção de cuidados que propiciem a manutenção da qualidade do ligante asfáltico estocado nos tanques.

4.4 No caso da necessidade de utilização de melhorador de adesividade ("Dope"), este deverá ser adquirido separadamente e incorporado ao ligante asfáltico no canteiro de obras. Em hipótese alguma será admitida a aquisição de ligante asfáltico com melhorador de adesividade já incorporado.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos

O material a ser empregado é a emulsão asfáltica, de acordo com um dos tipos abaixo relacionados.

- a) emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, tipos RM-1C e RM-2C;
- b) emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta, tipo RL-1C;
- c) emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos, RM1C-E e RL1C-E.

5.1.2 Agregados

5.1.2.1 O agregado graúdo deve ser constituído por pedra britada, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 089), os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 40%;
- c) a percentagem de grãos de forma defeituosa, determinada no ensaio de lamelaridade, não pode ultrapassar a 10% para o PMFD e 20% para os demais tipos;
- d) no caso de emprego de seixos rolados britados, exige-se que 90% dos fragmentos, em peso, apresentem pelo menos uma face fragmentada pela britagem;
- e) a cobertura dos agregados no ensaio de adesividade (DNER-ME 078) deve ser satisfatória.

5.1.2.2 O agregado miúdo deve ser constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- a) as perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 89), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, devem ser inferiores a 12% para o PMFD e 15% para os demais tipos;
- b) o equivalente de areia (DNER-ME 54) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deve ser igual ou superior a 55%;
- c) é vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios;
- d) adsorção de Azul de Metileno do agregado miúdo é no máximo de 6.

5.2 Composição da mistura

5.2.1 A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos do Quadro 1 com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria.

5.2.2 A faixa utilizada deve apresentar diâmetro máximo inferior a $\frac{2}{3}$ da espessura da camada asfáltica.

Quadro 1 – Requisitos e tolerâncias para as faixas granulométricas de PMFs

Requisitos e tolerâncias para as faixas granulométricas de PMFs							
Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso					Tolerância na curva de projeto (%)
ABNT	Abertura (mm)	A	B	C	D	E	
1"	25,4	100	-	100	-	-	± 7
3/4"	19,1	75-100	100	95-100	100	100	± 7
1/2"	12,7	-	75-100	-	95-100	85-100	± 7
3/8"	9,5	30-60	35-70	40-70	45-80	70-90	± 7
nº 4	4,8	10-35	20-40	20-40	25-45	30-60	± 5
nº 10	2,00	5-20	10-20	10-25	15-30	20-45	± 5
nº 200	0,074	0-2	0-2	0-5	0-5	2-6	± 2
Tipo PMF		PMFA		PMSD		PMFD	

5.3 Dosagem e características da mistura

5.3.1 Para a dosagem da mistura, devem ser atendidas as orientações do DER/PR.

5.3.2 As condições de vazios, estabilidade e fluência devem ser obtidas através do Método Marshall modificado (DNER-ME 107), atendendo aos valores apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Especificações para as misturas tipo PMFs

Especificações para as misturas tipo PMFs			
Características	PMFA	PMFSD	PMFD
Porcentagem de vazios (%)	20-30	10-20	< 10
Estabilidade, mínima, com 75 golpes, em kgf	250	300	350
Fluência, mm	2,0 – 4,5	2,0 – 4,5	2,0 – 4,5

5.3.3 A máxima densificação do PMF é obtida com um teor ótimo de fluídos, por ocasião da compactação, no intervalo de 30% a 50% abaixo dos fluídos iniciais. Os fluídos iniciais correspondem à água acrescentada à mistura de agregados e aos componentes líquidos da emulsão asfáltica (basicamente solvente, agente emulsificante e água).

Nota 02: para a determinação da porcentagem de vazios, recomenda-se que a máxima densidade da mistura seja determinada pelo procedimento Rice, com as adaptações necessárias.

5.3.4 Os teores de emulsão asfáltica e água usualmente utilizados nas misturas asfálticas a frio são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Teores de emulsão asfáltica e água, usualmente utilizados nas misturas asfálticas a frio

Teores de emulsão asfáltica e água, usualmente utilizados nas misturas asfálticas a frio		
Tipo do PMF	Teor de emulsão asfáltica	Teor de água para umedecimento
PMFA	3,5 – 5,5	0 – 1,0
PMFSD	4,5 – 6,5	0,5 – 1,5
PMFD	7,0 – 10,0	1,0 – 2,5

Nota 03: para os PMFDs, após a definição do teor de ligante residual definido pela norma DNER-ME 107, deverá ser determinada a resistência à deformação permanente, a resistência à fadiga da mistura e o módulo resiliente. Na falta de histórico sobre os valores limites para a deformação permanente em função do tráfego previsto, recomenda-se a orientação pelos valores de Flow Number para misturas tipo CAUQ, apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Valores recomendados de FN para avaliação da resistência à deformação permanente, em função do tráfego

Valores recomendados de FN para avaliação da resistência à deformação permanente, em função do tráfego			
Classe	Número de Fluxo (FN)	Número N (USACE) recomendado	
		Condições normais	Condições severas
1	FN ≥ 100 ciclos	$N < 1 \times 10^6$	Não recomendado
2	$100 \leq FN \leq 300$	$1 \times 10^6 \leq N < 2 \times 10^7$	$N < 1 \times 10^6$
3	$300 < FN \leq 300$	-	$1 \times 10^6 \leq N < 2 \times 10^7$

Adaptado de Nascimento, 2014.

Caso a mistura não atenda à resistência da deformação permanente deverá ser feita uma nova dosagem e, se for o caso, utilizar emulsão polimérica.

Caso a mistura dosada tenha atendido às condições de resistência à deformação permanente, a mistura será submetida ao ensaio de resistência à fadiga por compressão diametral à tensão controlada DNIT-ME 183/2018.

Para a mistura que atender ao critério de resistência à deformação permanente e resistência à fadiga, será avaliado o seu módulo resiliente de acordo com a norma DNIT-ME 183/2018.

Nota 04: para os PMFAs, recomenda-se a realização do ensaio de Câtabro (DNER-ME 383). Na falta de valores limites para este tipo de mistura recomenda-se uma perda máxima de 25%.

Nota 05: após a obtenção dos resultados dos ensaios previstos na Nota 04, a construtora deverá apresentar à Fiscalização do DER/PR um Relatório contendo os resultados dos ensaios para análise e aprovação ou não da dosagem da mistura asfáltica. A empresa deverá, também, apresentar à Fiscalização do DER/PR, um Relatório de Avaliação do Dimensionamento da Estrutura do Pavimento, aplicando o mesmo procedimento adotado pela projetista contido no Projeto Final de Engenharia. A partir da análise dos resultados contidos no Relatório, caberá à Fiscalização do DER/PR dar provimento e aprovação da solução técnica a ser adotada. Em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à empresa executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumentar espessura do revestimento ou se utilizar ligante modificado, devendo a contratada ser renumerada por conta da realização destes serviços extras não previsto no contrato.

5.4 Equipamentos

5.4.1 É de responsabilidade da contratada assegurar que todo equipamento alocado para a execução da obra esteja em perfeitas condições de uso, no que tange à sua manutenção, regulagem e aspectos de segurança de operação, de maneira a garantir a qualidade do serviço. A qualquer momento a Fiscalização do DER/PR poderá solicitar a substituição do equipamento que não apresente desempenho satisfatório na execução do serviço indicado.

5.4.2 Depósitos para emulsão asfáltica

- a) os depósitos para a emulsão asfáltica devem ser completamente vedados, de modo a evitar o contato deste material com ar, água e poeira;
- b) os tanques devem possuir, ainda, dispositivos que permitam a homogeneização, aquecimento, se necessário, assim como, termômetros para controle de temperatura;
- c) na ligação do depósito com o misturador da usina deve haver sistema que possibilite o perfeito controle da vazão do ligante betuminoso;
- d) a capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

5.4.3 Depósitos para agregados

- a) os silos devem ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados;
- b) cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga, passíveis de regulação;
- c) o sistema de alimentação deve ser sincronizado, de forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância da alimentação;
- d) em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deve ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

5.4.4 Depósito para água

- a) o depósito deve ter capacidade compatível com o teor de água de umedecimento da mistura de agregados e produção prevista de massa asfáltica a frio;
- b) deve ser instalada, na saída do depósito de água, uma válvula ou registro adequado que permita o controle do teor de água a ser acrescentada à mistura de agregados;
- c) o depósito é posicionado de forma que o umedecimento da mistura dos agregados se processe sobre a correia transportadora.

5.4.5 Usinas para misturas asfálticas a frio

- a) a usina utilizada deve apresentar condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção;
- b) o misturador deve ser do tipo "pug-mill", com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo da mistura.

5.4.6 Caminhões para transporte da mistura

- a) o transporte da mistura asfáltica deve ser efetuado com caminhões basculantes com caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino ou óleo parafínico, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. A tampa traseira da caçamba deve

ser perfeitamente vedada, de forma a evitar o derramamento de emulsão sobre a pista.

5.4.7 Equipamento para distribuição

- a) a distribuição da mistura asfáltica é normalmente efetuada através de vibroacabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos;
- b) a vibroacabadora deve possuir, ainda:
 - b.1) sistema composto por parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
 - b.2) alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento (preferencialmente aqueles elétricos) à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;
 - b.2) sistema de nivelamento eletrônico e dotada de esqui de comprimento mínimo de 6,0 m.
- c) quando se utiliza o PMF para camadas de base, deve ser empregado um distribuidor automotriz do tipo usado para espalhamento de agregados;
- d) para camadas de regularização, normalmente com espessuras variáveis, o equipamento de espalhamento recomendado é a motoniveladora, obrigatoriamente com pneus lisos;
- e) o emprego de vibroacabadora de pneus depende da prévia aprovação da Fiscalização do DER/PR.

5.4.8 Equipamento para compressão

- a) a compressão da mistura asfáltica é efetuada pela ação combinada de rolo pneumáticos e rolo liso tandem, ambos auto propélidos. Os rolos de pneus devem ser continuamente untados com produto específico para evitar a aderência da mistura asfáltica nas bandas de rodagem. É terminantemente proibido o uso de óleo diesel ou gasolina nesta operação;
- b) o rolo de pneumáticos deve ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 2,5 a 8,4 kgf/cm² (35 a 120 psi). É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida;
- c) o rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deve ter peso compatível com a espessura da camada;
- d) o emprego de rolos lisos vibratórios pode ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovada em serviços similares;
- e) em qualquer caso, os equipamentos utilizados devem ser eficientes no que tange à obtenção das densidades objetivadas, enquanto a mistura se apresentar em condições de trabalhabilidade e de teor ótimo de fluídos conforme especificado em 5.3.3.

5.4.9 As seguintes ferramentas e equipamentos acessórios são utilizados, complementarmente:

- a) soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) pás, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais;
- c) régua metálica de 3 metros de comprimento.

5.4.10 A utilização de outros equipamentos além dos mencionados, ou em sua substituição, deverá ser analisada e aprovada pela fiscalização, porém não serão objeto de pagamento suplementar.

5.5 Execução

5.5.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.5.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pela Fiscalização do DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento(s) experimental(is).

Nota 06: na falta de procedimento mais apropriado aprovado pelo DER/PR, admite-se que o nível deflectométrico admissível para a camada de rolamento possa ser estabelecido a partir de medidas realizadas na execução do(s) segmento(s) experimental(is) e utilizando-se: a) um software de análise de sistema de camadas elástico linear; b) valor de módulo resiliente obtido conforme Nota 04, ou o intervalo de módulos resilientes médios de misturas asfálticas tipo PMFs empregadas no estado do Paraná executadas com agregados de igual embasamento rochoso e mesmo tipo de emulsão e; c) o modelo de correlação entre deflexão de número de solicitações equivalentes ao eixo padrão de 8,2tf (USACE) contido no procedimento TECNAPAV/94.

Nota 07: caso a empresa contratada disponha condições de execução do ensaio DNIT 431/2020-ME, ela poderá pleitear junto à equipe de fiscalização do DER/PR o uso deste equipamento para o controle da densificação das camadas de revestimento asfáltico. A aferição do procedimento, comparativamente ao procedimento tradicional, será feita durante a execução do(s) segmento(s) experimental(is), com a presença da equipe de Fiscalização do DER/PR. A Fiscalização do DER/PR analisará os resultados contidos no Relatório do Segmento Experimental e emitirá Parecer quanto à liberação ou não deste procedimento para o controle do grau de compactação destas camadas.

5.5.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pela Fiscalização do DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.5.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por insatisfatório quantos aos limites dos parâmetros especificados, haverá a necessidade de remover a camada, promover eventuais ajustes necessários no projeto da mistura asfáltica e aplicação de nova camada sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado ou em um novo segmento.

Caso a rejeição se dê por condições granulométricas, espessura a menor ou grau de compactação inferior a 97%, ajusta-se a granulometria e aplica-se uma nova

camada de revestimento sobre o mesmo segmento. Caso a rejeição se dê por condições granulométricas, espessura a menor ou grau de compactação inferior a 97%, ajusta-se a granulometria e aplica-se uma nova camada de revestimento sobre o mesmo segmento.

Nota 08: a execução do(s) segmento(s) experimental(is) tem caráter orientativo e de treinamento da equipe com equipamentos disponibilizados pela construtora e com os materiais empregados. No caso da rejeição dos serviços após a empresa ter cumprido na íntegra o item 5.5 até aqui, em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à empresa executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumento da espessura da camada do revestimento por conta de não serem atingidos os valores admissíveis para o nível deflectométrico especificado em projeto. Caberá à equipe de Fiscalização do DER/PR dar provimento e aprovação da solução técnica a ser adotada, devendo a contratada ser remunerada por conta da realização de serviços extras não previsto no contrato para atender o nível deflectométrico especificado.

5.5.5 Preparo da superfície

- a) a superfície que recebe a camada de PMF deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;
- b) no caso de camada de reforço em PMFD, eventuais defeitos existentes, tipo trincas FC-3, buracos e solevamento de mistura asfáltica nos bordos da trilha de rodagem, devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da camada. Para estas correções deverão ser observadas as normas DER/PR ES-PA 31 (fresagem a frio) e DER/PR ES-PA 12 (reparo superficial), naquilo que couber;
- c) a pintura asfáltica deve apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do PMF. Se necessário, nova pintura asfáltica deve ser aplicada, previamente à distribuição da mistura. A aplicação da pintura deverá atender a norma DER/PR ES-PA 17.

5.5.6 Produção do pré-misturado a frio

- a) o PMF deve ser produzido em usina apropriada, atendendo aos requisitos apresentados no item 5.4.5 desta especificação. A usina deve ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;
- b) os agregados utilizados devem estar isentos de pó ou contaminação com substâncias nocivas, e estar levemente umedecidos, para facilitar a mistura com a emulsão;
- c) a viscosidade da emulsão asfáltica, no início da mistura, deve estar compreendida entre 75 e 150 SSF.

5.5.7 Estocagem da mistura

- a) em função do tipo de aplicação, pode ser necessário proceder-se à estocagem da mistura.

5.5.8 Transporte do pré-misturado a frio

- a) o PMF produzido é transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes atendendo ao especificado em 5.4.6;

- b) não é permitido o transporte do pré-misturado a frio para a pista quando o subleito ou a camada subjacente estiver molhada, não sendo capaz de suportar, sem se deformar, a movimentação do equipamento.

5.5.9 Distribuição da mistura

- a) a mistura deve ser distribuída somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10° C, e com tempo não chuvoso;
- b) a distribuição da mistura deve ser feita por equipamentos que atendam ao especificado em 5.4.7;
- c) o espalhamento em painéis contíguos (pista inteira) ou com pequena defasagem entre cada uma das faixas espalhadas, é recomendado para obter-se juntas longitudinais mais perfeitas e bem-acabadas;
- d) caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser corrigidas através da adição manual da mistura, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

5.5.10 Compactação da mistura

- a) para iniciar a compactação, é necessário que a emulsão esteja rompida (mudança da coloração marrom para preta) e que a mistura tenha perdido entre 30% e 50% dos fluidos da emulsão mais a água de umedecimento acrescentada na misturação, faixa de perda inicial na qual se obtém a maior densificação da mistura asfáltica;
- b) para evitar a aderência de agregados nas rodas dos rolos, é recomendável a limpeza das superfícies destas com óleo vegetal e/ou gotejamento de água. Nos casos em que a mistura seja rica em asfalto, utilizar um salgamento na pista com areia ou pedrisco, para facilitar as operações dos rolos compactadores;
- c) a espessura da camada individual acabada deve se situar no intervalo de 0,03 m, no mínimo, a 0,07 m, no máximo. Quando se desejar camadas de maior espessura, os serviços devem ser executados em mais de uma camada;
- d) a compressão deve começar dos bordos para o eixo, nos segmentos em tangente, e do bordo interno para o bordo externo (do lado mais baixo para o mais alto), nos segmentos em curva. Os rolos compactadores devem cobrir uniformemente, em cada passada, pelo menos a metade da largura da passagem anterior;
- e) os rolos compactadores, nas passagens iniciais, devem operar sem que as juntas transversais ou longitudinais, na largura de 0,15 m, sejam comprimidas. Depois de espalhada a camada adjacente, a compressão da junta é feita abrangendo, no mínimo, a largura de 0,15 m da camada anteriormente executada;
- f) a operação de rolagem perdura até o momento em que seja atingida a compactação especificada;
- g) durante a rolagem, não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento dos equipamentos sobre o revestimento recém rolado;

- h) a camada recém acabada pode ser aberta ao tráfego imediatamente após o término do serviço de compactação, desde que não se note deformação e/ou desagregação sob a ação do mesmo.

Nota 09: a construtora deverá adotar um eficiente sistema de controle da aplicação da mistura asfáltica na rodovia (georreferenciado, preferencialmente) de tal forma, que a qualquer momento, se possa relacionar a carga do ligante que chegou na obra com a sua aplicação em campo). O sistema também deverá ser capaz de identificar o início de final de cada jornada de trabalho de tal forma que se possa identificar e delimitar segmentos de não conformidade do serviço executado que precisarão passar por intervenção para se atingir a capacidade estrutural especificada em projeto.

5.5.11 Juntas transversais e longitudinais

- a) as juntas transversais de final de jornada devem ser feitas em região da camada compactada. A equipe de campo deverá dar uma conformação final para a mistura asfáltica que sobrou após a saída da vibroacabadora, permitindo que os rolos de compactação tenham condições de propiciar a efetiva compactação da camada e que o material compactado seja de fácil retirada no reinício dos trabalhos;
- b) no reinício dos trabalhos, preferencialmente deve-se fazer uso de serra de corte para alinhamento e corte vertical da junta transversal. Após a retirada do material, a superfície e região do corte vertical devem receber uma rega com emulsão;
- c) para minimizar a formação de depressões na região das juntas transversais recomenda-se pré-compactação da mistura solta junto à junta, empregando-se equipamentos manuais de compactação. Após complementação da espessura com mistura solta, a compactação da junta é iniciada com rolo liso atuando paralelamente à junta e apoiado na camada já compactada;
- d) a espessura da mistura asfáltica solta deverá contemplar um grau de empolamento (em função da trabalhabilidade da mistura e do grau e compactação alcançado pela vibroacabadora) de tal forma que se obtenha a espessura de projeto após se atingir o grau de compactação especificado;
- e) o processo de execução das juntas transversais (emendas) e longitudinais deve assegurar adequada condição de acabamento e minimizar o IRI. Para tanto, pode-se utilizar um perfil metálico de 3 metros de comprimento, posicionando-o na região das emendas. As amplitudes de ondas observadas nesta região devem ser inferiores à 5,0 mm;
- f) não é permitido que o material resultante do rastelamento da mistura asfáltica na conformação da junta longitudinal seja despejado na frente da vibroacabadora, gerando segregação localizada. Também não será permitido que se espalhe sobre a superfície recém espalhada pela vibroacabadora. Este material deverá retornar para a usina para ser reciclado.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de pré-misturado a frio, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de emulsão asfáltica e agregados, além da instalação de usina dosadora e misturadora.

6.2 Nas operações destinadas à execução dos serviços objeto desta especificação

com o objetivo de preservação ambiental, devem ser observadas e adotadas as soluções e procedimentos relacionados ao tema ambiental, definidos nos documentos técnico-normativos pertinentes vigentes no DER/PR, na legislação ambiental, nas recomendações e exigências dos órgãos ambientais, e na documentação técnica vinculada à execução da obra (Projeto de Engenharia, Programas Ambientais etc.).

6.3 Agregados

6.3.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados em pedreiras, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação e barreiras de siltagem para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.4 Ligantes betuminosos

6.4.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água e dotados de sistema para contenção de vazamentos e de captação de águas incidentes e condução do efluente para caixa separadora de óleo.

6.4.2 Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.4.3 As operações em usinas misturadoras para PMF englobam a estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios. As principais fontes poluidoras estão apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Agentes e fontes poluidoras nas operações de usinas para PMF

Agentes e fontes poluidoras nas operações de usinas para PMF	
Agente poluidor	Fontes poluidoras
I. Emissão de partículas	As principais fontes são: o peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.

6.4.4 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os seguintes princípios:

a) quanto à instalação

- a.1) atribuir à contratante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento;
- a.2) atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso;
- a.3) recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

b) quanto à operação

- b.1) dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
- b.2) as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção e lavagem dos equipamentos devem ser dotadas de sistema de captação de águas para estas serem encaminhadas para caixas separadoras de óleo. Além disso, estas áreas devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério da Fiscalização do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A Fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 Agregados minerais

- a) diariamente deve ser feita inspeção à britagem e aos depósitos, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais.

Para os agregados, o controle internamente de qualidade constará, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Ensaio para o controle de qualidade dos agregados

Ensaio para o controle de qualidade dos agregados	
Quantidade	Descrição
No início da obra ou sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de índice de forma
01	Ensaio de durabilidade grão e miúdo
01	Ensaio de dano por umidade induzida ou de adesividade
Para cada 500 t de mistura produzida:	
01	Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo
01	Ensaio de granulometria do agregado de cada silo
A cada 6 meses	
01	Ensaio de índice de forma
01	Ensaio de dano por umidade induzida
01	Densidade Máxima Medida (GMM) pelo procedimento RICE
01	Dosagem da mistura asfáltica (revisão) ou sempre que a densidade efetiva do agregado variar mais que 0,040g/cm ³ em relação à do projeto aprovado.
01	Revisão da calibração da Usina
Anualmente	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade do grão e miúdo
01	Granulometria dos agregados
01	Dano por umidade induzida
01	Ensaio de índice de forma

7.4 Emulsão asfáltica

As emulsões deverão atender o Item 4.2 das Condições Gerais e item 5.1.2 das Condições Específicas. Além destas condições, o controle de qualidade constará, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Ensaio para o controle de qualidade dos ligantes

Ensaio para o controle de qualidade dos ligantes	
Quantidade	Descrição
Para cada carga de emulsão que chegar na obra	
01	Ensaio de adesividade
01	Ensaio de resíduo por evaporação (NBR 14376)
01	Peneiramento (DNER-ME 05/94)
01	Carga elétrica (DNIT- ME - 156/11)
01	Ponto de amolecimento, penetração e recuperação elástica (para emulsão polimérica)
01	Ensaio de viscosidade Saybolt-Furol

7.5 Mistura

- a) na operação de usinagem do PMF deve ser controlada a temperatura da emulsão, na linha de alimentação, próximo à entrada do misturador, com vistas a assegurar a viscosidade apropriada para misturação;
- b) após o espalhamento e antes da compactação, são coletadas amostras aleatórias a cada 200 m³, para os seguintes ensaios:

- b.1) um ensaio de extração (teor residual de CAP);
- b.2) um ensaio de granulometria da mistura de agregados.

O controle de qualidade da mistura produzida constará, ainda, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Ensaios para o controle de qualidade da mistura produzida na usina

Ensaios para o controle de qualidade da mistura produzida na usina	
Quantidade	Descrição
No início da obra ou sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra	
01	Dosagem do Pré-misturado a frio (atenção para as notas 03)
01	Determinação da resistência à deformação permanente (somente para PMFD)
01	Determinação da resistência à fadiga (somente para PMFD)
01	Determinação do módulo resiliente (para PMFSD e PMFD)
01	Determinação da abrasão – Cantabro (para o PMFA e PMFSD)
Para cada 500 t de mistura produzida	
01	Determinação da umidade dos agregados nos silos frios ao menos 3 vezes ao dia
01	Extração do ligante da mistura quantas vezes forem necessárias no início de cada jornada de trabalho e sempre que houver indícios da falta ou excesso no teor de ligante da mistura, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 horas de trabalho
01	Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 horas de trabalho
01	Moldagem de corpos de prova Marshall (6 corpos de prova) para determinação da massa específica aparente da mistura, do Vv (%), RBV (%) (DNIT 428/2020-ME), resistência à tração e ensaio de Cantabro
Anualmente	
01	Dosagem da mistura asfáltica
01	Determinação da resistência à deformação permanente
01	Determinação da resistência à fadiga
01	Determinação do módulo resiliente
01	Dano por Umidade Induzida

Nota 10: o controle interno de qualidade será avaliado semanalmente pela Fiscalização do DER/PR através do acompanhamento da execução dos ensaios e do tratamento estatístico dos resultados. Caso se verifique que um ou mais resultados dos ensaios constantes dos Quadros 6, 7 e 8 apresente não conformidade, a Fiscalização do DER poderá solicitar a imediata paralisação dos serviços para que sejam realizados os ajustes que se fizerem necessários. O retorno às atividades somente quando a Fiscalização concluir que os ajustes que foram realizados atenderão aos requisitos dos itens 7.3, 7.4 e 7.5.

7.6 Compactação após cura

- a) para cada 200 m³ de PMF executado, decorridos no mínimo, 30 dias da execução, é extraída uma amostra de PMF, sendo nela determinada:
 - a.1) a densidade aparente curada e a % de vazios;
 - a.2) a espessura da camada;
 - a.3) o grau de compactação (GC).
- b) deve ser verificado o bom desempenho da camada de PMF, após período de cura de 30 dias, através de medidas de deflexão (DNER-ME 24), na futura trilha de rodagem, espaçados no máximo a cada 20 metros, sendo que os

valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto ou no Relatório do(s) Segmento(s) Experimental(is) para o tipo da camada.

7.6 Controle de segurança da superfície acabada

Após 7 dias de abertura ao tráfego, deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- a) macrotextura (HS): uma determinação de HS a cada 100 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (ASTM-E 965). O valor deverá estar compreendido no intervalo $0,6 \leq HS \leq 1,2$;
- b) resistência à derrapagem (VRD): uma determinação do VRD nos mesmos locais de realização do ensaio de mancha de areia. O valor do VDR deverá ser superior a 50.

Nota 11: caso se verificado que um ou mais resultados dos ensaios constantes dos itens 7.6 e 7.7 apresente não conformidade, a Fiscalização do DER poderá solicitar a imediata paralisação dos serviços para que sejam realizados os ajustes que se fizerem necessários. O retorno às atividades somente quando a Fiscalização concluir que os ajustes que foram realizados atenderão aos requisitos dos itens citados.

Nota 12: com os resultados dos ensaios obtidos na avaliação anual, construtora deverá apresentar à Fiscalização do DER/PR um Relatório de Avaliação o Dimensionamento da Estrutura do Pavimento, aplicando o mesmo procedimento adotado pela projetista contido no Projeto Final de Engenharia. A partir da análise dos resultados contidos no Relatório, caberá à equipe de Fiscalização do DER/PR dar provimento e aprovação da solução técnica a ser adotada (por exemplo, um novo projeto da mistura asfáltica, o aumento da espessura de revestimento etc). Em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à empresa executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumentar espessura do revestimento ou se utilizar ligante modificado, devendo a contratada, caso aprovado, ser renumerada por conta da realização destes serviços extras não previsto no contrato.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRANTE

- 8.1 Compete à Fiscalização do DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.
- 8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.
- 8.3 Compete à Fiscalização do DER/PR, o controle geométrico que consiste na realização de medidas para verificação de larguras, extensões e espessuras, executadas com vistas a aceitação deste critério e a determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.
 - 8.3.1 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.
 - 8.3.2 Espessura da camada acabada: deve ser medida, no máximo, a cada 20 metros, procedendo-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo, pelo menos, cinco pontos da seção transversal.

8.4 Verificação final da qualidade

8.4.1 Acabamento e segurança

- a) o acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pela Fiscalização do DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m;
- b) a macrotextura é avaliada, à razão de uma determinação a cada 300 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (ASTM-E 965). Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério da Fiscalização do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 300 m de faixa;
- c) a resistência à derrapagem (VDR) (ASTM-E 303/13) é avaliada nos mesmos locais onde foi determinada a macrotextura.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.3, 7.4 e 7.5 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Aceitação da mistura asfáltica

- a) envolvimento: só são aceitas as misturas produzidas em usinas especificadas e que apresentarem superfície de envolvimento satisfatória;
- b) a curva granulométrica da mistura, após extração, comparativamente à curva dosada em projeto, pode apresentar as seguintes tolerâncias máximas apresentadas no Quadro 9, sempre limitadas pela faixa granulométrica correspondente;

Quadro 9 – Curva granulométrica da mistura e tolerâncias após extração

Curva granulométrica da mistura e tolerâncias após extração		
Peneira		% Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
n° 10 a n° 4	2,0 a 4,8	± 5
n° 200 a n° 40	0,074 a 0,42	± 2

- c) a quantidade de ligante residual obtida pelos ensaios de extração, em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos;
- d) compressão: os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente conforme os procedimentos descritos no item 9.5.1, devem ser iguais ou superiores a 95%;
- e) a camada de PMF é aceita se as medidas de deflexão são inferiores à deflexão máxima admissível de projeto, para o tipo da camada.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada:

b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

Sendo:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{n}}$$

Onde:

- U – espessura média;
- \bar{X} – média da amostra;
- s – desvio padrão;
- n – número de determinações (tamanho da amostra).

- b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve ser igual ou superior a espessura prevista em projeto;
- b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.
- c) eventuais segmentos em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas da executante.

9.4 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

9.4.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento e segurança, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto do serviço, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão;
- c) os valores do Índice Internacional de Irregularidade - IRI devem ser de no máximo 2,7 m/km;
- d) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} < \text{HS} < 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas.

9.4.2 No caso de trechos rodoviários que recebam solução de conservação preventiva periódica, os valores admissíveis para o índice internacional de irregularidade (IRI) são de, no máximo 3,5 m/km para valores individuais e 3,0 m/km para

análises estatísticas, conforme definido no Manual de Gerência de Pavimentos – DNIT.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

a) quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - k_s < \text{valor mínimo especificado}$ ou $\bar{X} + k_s > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;

$\bar{X} - k_s \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $\bar{X} + k_s \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade.

Sendo:

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

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

Onde:

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – coeficiente tabelado em função do número de determinações, definido de acordo com o Quadro 10;

n – número de determinações.

Quadro 10 – Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)

Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = N° de Amostras					k = Coeficiente Multiplicador					α = Risco da Contratada				

b) quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - k_s < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - k_s \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + k_s >$ valor máximo especificado: não conformidade;

Se $\bar{X} + k_s \leq$ valor máximo especificado: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

9.6 Das condições de recebimento em definitivo da obra pelo DER/PR

9.6.1 Para o recebimento em definitivo da obra executada, o DER/PR se pautará pela aplicação das diretrizes contidas na norma DNIT IS 22/2019 - Procedimentos técnicos e administrativos para o recebimento de obras de pavimentos novos ou restaurados, com adaptações. O Quadro 11 apresenta um resumo dos padrões de desempenho exigidos pelo DER/PR no recebimento de obras de pavimentos flexíveis.

Quadro 11 – Padrões de desempenho, exigidos no recebimento de obras manutenção preventiva, por parte do DER/PR

Padrões de desempenho, exigidos no recebimento de obras manutenção preventiva, por parte do DER/PR	
Indicador	Padrões exigidos
IRI	$\leq 2,5$ m/km
Flechas nas Trilhas de Roda	$F \leq 3,0$ mm em 100% das medidas obtidas
Flechas nas juntas transversais	$F \leq 5,0$ mm em 100% das medidas obtidas
Trincas Classes 2 e 3	0,0 % de frequência relativa ou área
Exsudação	0,0 % de frequência relativa ou área
ALP, ATP e ALC, ATC	0,0 % de frequência relativa ou área
Ondulação/Corrugação e Escorregamento	0,0 % de frequência relativa ou área
Panela (buraco)	0,0 % de frequência relativa ou área
Deflexão característica (D_c) e Raio de Curvatura (R_c) Deflexões medidas com FWD	Pavimentos restaurados $D_c \leq 1,1 \times D_{adm}$ em 100% dos segmentos homogêneos e $R_c > 100m$
Deflexão característica (D_c) e Raio de Curvatura (R_c) Deflexões medidas com FWD	Pavimentos novos $D_c \leq 1,1 \times D_{projeto}$ em 100% dos segmentos homogêneos quando tenha sido dimensionado pelo método mecanístico-empírico e $R_c > 100m$, independentemente do método de dimensionamento
Condições de segurança	Macrotextura: Ensaio de Mancha de Areia: $0,6 \text{ mm} < HS \leq 1,2 \text{ mm}$
Atrito medido com o "Grip Texter"	$GN \geq 50$

Nota 13: durante a fase de obra, a deflexão poderá ser controlada com a viga Benkelman, e a aderência pneu pavimento com o Pêndulo Britânico e mancha de areia. Para o recebimento da

obra, necessariamente a deflexão deverá ser medida com o FWD, a Irregularidade com emprego do perfilômetro à laser e a aderência pneu pavimento com o emprego do “grip texter” Esta sistemática permitirá que o DER/PR tenha as condições funcionais e estruturais da rodovia no ano zero de abertura ao tráfego, facilitando a implementação de um Sistema de Gerenciamento de Pavimento em nível de rede.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

- 10.1 O serviço de pré-misturado a frio, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação do volume compactado de mistura aplicada, expressa em metros cúbicos.
- 10.2 No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média \bar{X} calculada como indicado anteriormente.
- 10.3 Quando \bar{X} for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor \bar{X} , e quando \bar{X} for superior à espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

- 11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.
- 11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão- de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.
- 11.3 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no traço aprovado pela Fiscalização do DER/PR.