

ANEXO A

CADERNO DE ENCARGOS DA OBRA EN 244 – BENEFICIAÇÃO ENTRE PONTE DE SÔR E O ENTRONCAMENTO COM A EN 118

RECICLADO SEMI - QUENTE COM EMULSÃO BETUMINOSA

1. Definição

Define-se como reciclado “semi-quente” com emulsão betuminosa a mistura homogénea, do material resultante do fresado de uma ou mais camadas de mistura betuminosa de um pavimento, emulsão betuminosa regeneradora e, eventualmente, aditivos, convenientemente aplicada e compactada com uma espessura compreendida entre seis (6) e doze centímetros (12cm). O processo de fabricação da mistura das camadas realiza-se a uma temperatura de 90°C, permitindo o seu “stockagem” sempre que se realize a aplicação e compactação a uma temperatura superior a 60°C. Não precisará de um período de cura.

2. Materiais constituintes

- Emulsão betuminosa regeneradora
- Material a reciclar
- Aditivos

2.1 Emulsão betuminosa regeneradora

O tipo de emulsão betuminosa a utilizar, será:

- Reciemul – 90 ou equivalente, e cumprirá os seguintes parâmetros:

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD		NORMA	
	RESULTADO			
	Mín	Máx		
Viscosidade Saybolt Furol a 25 °C	s		NLT 138	50
Carga de partículas			NLT 194	
	positiva			
Teor em água (volume)	%		NLT 137	40
Teor de betume	%		NLT 139	60
Peneiro (retido no peneiro 0,8 UNE)	%		NLT 142	
	0,1			
Sedimentação a 7 dias	%		NLT 140	10
Ensaio sobre o residuo de destilação				
Penetração (25 °C, 100 g, 5 s)	0,1 mm		NLT 124	150

Outras características:

- ◆ Elevada versatilidade relativamente a diferentes tipos de materiais fresados.
- ◆ Elevado teor de envolvimento do agregado.
- ◆ Necessidade de estudos de formulação devido à heterogeneidade dos materiais existentes.

A emulsão Reciemul-90 é uma emulsão catiónica de rotura lenta com betume aditivado especialmente formulada para misturar materiais fresados de pavimentos betuminosos a 90°C.

2.2 Materiais a reciclar

2.2.1 Características gerais

O material que se vai reciclar será constituído por um conjunto de agregados, misturados por um ligante betumoso envelhecido, resultante da fresagem de pavimentos betuminosos previamente seleccionados.

Proíbe-se expressamente reciclar material proveniente de pavimentos com deformações plásticas.

2.2.2 Granulometria

Actualmente não existe uma norma oficial para os reciclados semi-quentes e tendo como base experiências obtidas, recomenda-se aplicar os fusos

granulométricos, que estabelece a Ordem Circular 8/2001 para reciclados a frio com emulsão; fusos RE1 de utilização para aplicações com espessuras superiores a 10cm e RE2 para espessuras compreendidas entre 6 e 10cm.

Fusos granulométricos (% em massa)

Tipo de reciclado	Peneiros UNE-EN 933-2(mm)									
	40	25	20	12.5	8	4	2	0.500	0.250	0.063
RE1	100	78-100	69-95	52-82	40-70	25-53	15-40	2-20	0-10	0-3
RE2	-	100	80-100	62-89	49-77	31-58	19-42	2-20	0-10	0-3

2.2.2.1 Aditivos

Seleccionam-se os aditivos que se podem utilizar para melhorar as características da mistura, os quais deverão ser especificados na forma de trabalho, caso seja necessário.

3 Campos de aplicação

Os reciclados semi – quentes com emulsão aplicam-se na beneficiação de pavimentos total ou parcialmente desgastados, com problemas de propagação de fissuração, heterogéneos e muito deformados .

Trata-se de uma técnica que se executa previamente a um reforço de pavimento.

4. Execução de trabalhos

A execução das obras de reciclagem semi-quente com emulsão betuminosa, inclui as seguintes operações:

- Stockagem e selecção do material que se vai reciclar proveniente dos pavimentos betuminosos envelhecidos
- Estudo prévio dos materiais a reciclar
- Estudo da mistura e obtenção da forma de trabalho
- Temperatura de 90°C do material que se vai reciclar
- Incorporação da emulsão com os aditivos (se necessário)

- Mistura dos componentes a 90°C
- Transporte da mistura betuminosa reciclada
- Espalhamento da mistura reciclada
- Compactação da mistura betuminosa reciclada

5. Estudo prévio dos materiais

5.1 Estudo da emulsão

Comprovar-se-á a compatibilidade da emulsão betuminosa com o material fresado à temperatura de 90°C, mediante o ensaio da mistura sem adição de carbonato de cálcio, segundo a NLT – 196.

5.2 Estudo do material a reciclar

Sobre as amostras de cada secção homogénea determina-se a densidade, segundo a NLT – 168.

Sobre as amostras de cada tipo de material fresado seleccionado ou em cada secção homogénea determina-se:

- Análises granulométricas, segundo a UNE – EN 933-1
- Conteúdo do ligante, segundo NLT-164
- Penetração, segundo a NLT-124, e ponto de amolecimento, segundo a NLT125, do ligante recuperado, segundo a NLT-353.

6 Estudo da mistura – Forma de trabalho

A forma de trabalho terá no mínimo as seguintes características:

- A espessura do reciclado semi-quente com emulsão, que deverá estar compreendido entre seis (6) e doze centímetros (12cm).
- A granulometria do material fresado pelos peneiros estabelecidos e depois de aquecido a 90°C, desagregado no misturador durante 60seg. e arrefecido á temperatura ambiente.
- O tipo de emulsão betuminosa e a proporção em massa de ligante residual a incorporar, referente à massa total do material a reciclar a seco será sempre superior a 1.5%.

- O valor mínimo da densidade da mistura a obter na secção de prova.
- O valor do módulo dinâmico da mistura a vinte graus Celsius (20°C), segundo a NLT-349, variará entre quatro mil (4000Mpa) e cinco mil megapascais (5000Mpa).

A proporção necessária de ligante residual a incorporar na mistura reciclada determina-se mediante o ensaio de imersão – compressão, segundo a NLT-162, de acordo com os valores mínimos específicos na tabela da figura abaixo.

Todas os provetes, fabricados e compactadas segundo a NLT-161, ensaiam-se sem processo de cura, como se se tratar de misturas a quente.

Valores mínimos de resistência em imersão – compressão

Categoria do tráfego pesado	A seco (Mpa)	Com imersão (Mpa)	Conservada (%)
T1 (só camadas de base) e T2 e (*)	3	2.5	75
T3 – T4 e bermas	2.5	2	72

(*) Estradas de serviço não agrícolas de auto-estradas e estradas interurbanas.

7 Equipamento necessário para a execução das obras

7.1 Reciclado Semi-quente em central

A fabricação da mistura reciclada poderá ser realizada em centrais a quente do tipo contínuo ou descontínuo.

As tremonhas de alimentação do material que se vai reciclar deverão estar fornecidas de dispositivos de saída que podem ser ajustados com precisão, e mantidos em qualquer ajuste.

No caso em que a mistura reciclada se armazene, esta deve permanecer num silo adequado para evitar contaminações.

7.2 Elementos de transporte

Para o transporte da mistura reciclada, utilizam-se camiões basculantes de caixa aberta, lisa e segura, perfeitamente limpa e que se tratará se necessário, com um produto adequado para evitar que a mistura.

7.3 Equipamento de espalhamento

Para o espalhamento do material reciclado em central, empregam-se-ão pavimentadoras convencionais que realizem um espalhamento com pré-compactação homogéneo e com o perfil desejado, mediante uma régua de extensão com dispositivos de nivelamento automático.

7.4 Equipamento de compactação

A composição mínima do equipamento será um (1) compactador vibratório e um (1) compactador de pneus. Os compactadores vibratórios devem ter como mínimo um peso de quinze toneladas (15t) e o peso dos compactadores de pneus não deve ser inferior a trinta e cinco toneladas (35t).

8 Controle pós - execução

8.1 Densidade

A densidade da camada depois do processo de compactação, não deverá ser inferior a 95% da densidade obtida no ensaio de imersão compressão, segundo a NTL-162, definida na fórmula de trabalho.

8.2 Acabamento, rasante espessura e largura

A superfície da camada reciclada acabada deverá apresentar uma textura uniforme, isenta de segregações e de ondulações e com pendentes adequadas.

A superfície acabada não deverá superar a teórica em nenhum ponto nem ficar por baixo dela em mais de quinze milímetros (15mm).

A espessura da camada não deverá ser inferior ao previsto para ela nos perfis transversais tipo do projecto.

O comprimento da camada reciclada em nenhum caso deverá ser inferior em mais de dez centímetros (10cm) á estabelecida nos perfis transversais tipo do projecto.

8.3 Regularização superficial

O índice de regularização superficial (IRI), segundo a NLT-330, da camada acabada deverá cumprir o fixado na tabela seguinte:

Índice de regularização internacional (IRI) (dm/hm)

Percentagem de Hectómetros	IRI (dm/hm)
50	< 2.5
80	< 3.0
100	< 4.0