

ESPECIFICAÇÃO LNEC

GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS EM CAMADAS NÃO LIGADAS DE PAVIMENTOS

CDU
ISSN
CI/SfB

Setembro 2006

GUIDE POUR L'APPLICATION DES GRANULATS RECYCLÉS DANS LES COUCHES DE CHAUSSÉES NON LIÉS

Objet

Ce document établit les exigences que les granulats recyclés objet des normes NP EN 13242 et EN 13285 doivent satisfaire pour leur utilisation dans les couches fondation et de base non liés.

GUIDE FOR THE USE OF RECYCLED AGGREGATES IN UNBOUND PAVEMENT LAYERS

Scope

This document establishes the requirements that recycled aggregates covered by NP EN 13242 and EN 13285 must comply with in order to be used in unbound sub-base and base pavement layers.

1 – Objecto

A presente especificação fornece recomendações e estabelece requisitos para a utilização de agregados reciclados, abrangidos pela NP EN 13242 e pela EN 13285, em camadas não ligadas (base e sub-base) de pavimentos rodoviários.

Os agregados reciclados a que se refere este documento provêm de resíduos de obras de construção, reconstrução, reabilitação e conservação de edifícios e/ou infra-estruturas rodoviárias e aeroportuárias ou outras. Estes agregados podem ser constituídos por betões britados, agregados provenientes de camadas de pavimento não ligadas, alvenarias e misturas betuminosas. A sua classificação quanto à proporção de cada um dos constituintes dos agregados grossos é realizada de acordo com o estabelecido no projecto de norma prEN 933-11.

A utilização de resíduos de construção e demolição em aterros e camadas de leito de infra-estruturas de transporte é contemplada na especificação LNEC E 474.

2 – Referências normativas

Nesta especificação recorre-se à aplicação dos seguintes documentos normativos:

NP EN 933-1: 2000 – Ensaios das propriedades geométricas dos agregados – Parte 1: Análise granulométrica. Método de peneiração.

prEN 933-11: Janeiro 2006 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11 Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate.

NP EN 13242: 2002 – Agregados para materiais tratados com ligantes hidráulicos e materiais não tratados utilizados em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária.

EN 13242:2002 prA1: Junho 2006 – Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction (Emenda à EN 13242:2002).

EN 13285: 2003 – Unbound mixtures – Specification.

LNEC E 474: 2006 – Guia para a utilização de resíduos de construção e demolição em aterro e em camada de leito de infra-estruturas de transportes..

NOTA: A presente especificação refere projectos de Normas Europeias e emendas a Normas Europeias (prEN e PrA1) que se encontram ainda em fase de discussão. Caso não se verifiquem diferenças significativas entre estes documentos e as respectivas versões finais (EN, A1), estas deverão ser adoptadas após ocorrer a sua publicação pelo CEN.

De contrário, o LNEC procederá à revisão desta especificação.

3 – Enquadramento geral

De forma a poder contribuir para uma construção sustentável, a reciclagem ou a reutilização de resíduos surge cada vez mais como um imperativo no sector da construção civil. Neste sentido e tendo em consideração que se encontram em desenvolvimento em Portugal políticas dirigidas à gestão dos resíduos de construção e demolição, importa definir os requisitos exigidos para a aplicação destes resíduos na construção, em particular em camadas de base e sub-base não ligadas, de pavimentos rodoviários.

Os resíduos de construção e demolição, catalogados no Capítulo 17 da Lista Europeia de Resíduos, LER (Portaria nº 209/2004), apresentam composição muito variável devido a factores tais como a sua origem (construção, reabilitação, demolição) e as práticas locais de construção. Esta variabilidade condiciona a valorização destes resíduos pelo que uma triagem apropriada dos resíduos de construção e demolição e a adequada selecção do processo de preparação são requisitos básicos na produção de materiais reciclados de qualidade.

Por outro lado, deve evitar-se a presença de materiais que pela sua natureza sejam prejudiciais para o ambiente ou afectem o desempenho das camadas não ligadas dos pavimentos. No caso particular de resíduos de misturas betuminosas, estes não podem conter alcatrão.

3.1 - Processamento e armazenamento dos resíduos de construção e demolição

O processamento dos resíduos de construção e demolição deve permitir a obtenção de materiais que satisfaçam tanto as exigências técnicas como as ambientais para a aplicação prevista. Como norma geral, o aproveitamento destes materiais, ou fracção dos mesmos, é tanto maior quanto menor for a presença dos poluentes e das matérias indesejáveis. Assim, uma demolição selectiva e criteriosa tem um papel decisivo e deverá ser incentivada. Embora se trate, comparativamente com a demolição tradicional, de um processo mais moroso, as vantagens resultantes são significativas.

O processamento dos resíduos de construção e demolição pode ter lugar em centrais fixas ou em centrais móveis e inclui habitualmente quatro operações principais: triagem, redução primária,

britagem e peneiração. A operação de triagem destina-se a eliminar os componentes indesejáveis (por ex.: gesso, plásticos, borrachas, madeiras, cartão e papel, metais e matéria orgânica), que prejudicam as características técnicas e ambientais do produto reciclado. Na operação seguinte, redução primária, os escombros sofrem uma redução das suas dimensões e procede-se à remoção dos materiais metálicos ainda existentes. A britagem pode desenvolver-se em duas fases com redução progressiva das dimensões dos resíduos. Finalmente, com a peneiração obtém-se um material classificado em diferentes granulometrias, de modo a contemplar as diferentes necessidades de aplicação.

Os resíduos de construção e demolição a reciclar deverão ser armazenados separadamente em função da sua origem e dos seus constituintes principais.

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

3.2 – Aspectos ambientais

De acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER) existem resíduos de construção e demolição classificados como inertes, não perigosos e perigosos, pelo que o seu poder contaminante necessita de ser avaliado.

De entre os constituintes poluentes dos resíduos de construção e demolição enumeram-se o amianto e outras fibras minerais, os metais pesados, algumas tintas e os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP). Dada a possibilidade destes contaminantes existirem nos resíduos de construção e demolição, a sua presença deve ser minimizada, pelo que só uma adequada gestão como a indicada no § 3.1, permitirá classificá-los como inertes.

Assim, de modo a garantir a protecção do meio ambiente e da saúde pública, foi prevista para já a realização de ensaios de lixiviação, tendo como referência o disposto na legislação portuguesa ou na Comunidade Europeia exigindo-se a classificação de resíduos inertes para serem usados na produção de agregados reciclados para camadas não ligadas de pavimentos.

4 – Classificação e identificação dos resíduos de demolição

A identificação dos constituintes dos resíduos de construção e demolição a aplicar em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários deve ser efectuada conforme preconizado no prEN 933-11.

Para efeitos de utilização em camadas não ligadas de pavimentos rodoviários, os agregados reciclados abrangidos por esta Especificação podem ser classificados em três categorias (AGER1; AGER2 e AGER3) e por uma classe (B ou C), em função da sua composição.

No Quadro 1 apresenta-se a classificação dos materiais de acordo com a sua composição, atendendo ao método estabelecido no prEN 933 - 11 para a determinação das proporções de cada um dos constituintes da fracção grossa, e atendendo às categorias estabelecidas na EN 13242 prA1.

A identificação dos agregados reciclados é feita através da indicação do produtor (operador de gestão), do local de produção, das siglas da classe e categoria a que pertence e da granulometria (d/D), sendo possível incluir outras informações suplementares.

5 – Propriedades e requisitos mínimos

Sem prejuízo do estabelecido nos Cadernos de Encargos das obras de pavimentação a que se destinam, os materiais a utilizar em camadas não ligadas de base e de sub-base para pavimentos rodoviários devem obedecer aos requisitos de granulometria definidos no Quadro 2, de acordo com o estabelecido na Norma Europeia EN 13285. Nesse Quadro, apresentam-se ainda as propriedades e requisitos mínimos, e as respectivas normas de ensaio a que os agregados reciclados dos tipos AGER1, AGER2 e AGER3 devem satisfazer, tendo em atenção o estabelecido na Norma Portuguesa NP EN 13242, e no projecto de emenda à EN 13242 prA1.

Estas propriedades devem ser determinadas de acordo com o estabelecido nas normas de ensaio

preconizadas na NP EN 13242:2002 e respectivo prA1:Junho 2006, e na EN 13285:2003.

As propriedades que constam do Quadro 2 devem ser verificadas pelo produtor com as frequências mínimas indicadas nas normas referidas anteriormente.

6 – Regras de aplicação

Os agregados reciclados de granulometria extensa do tipo AGER1, AGER2 ou AGER3 podem, em geral, ser utilizados em camadas de sub-base e de base de pavimentos rodoviários, de acordo com os campos de aplicação recomendados no Quadro 3.

Ficam excluídas da presente especificação as aplicações destes materiais com ligantes hidráulicos ou outros. Este tipo de utilização deve estar sujeito a estudos específicos que permitam demonstrar a sua adequação aos objectivos perseguidos em cada caso.

A aplicação dos agregados reciclados em camadas de base e de sub-base pode exigir a sua mistura com agregados naturais tendo em vista a sua correcção granulométrica, ou a obtenção de misturas obedecendo aos restantes requisitos mínimos exigidos.

7 – Controlo da qualidade

Para assegurar a qualidade final das camadas de base e de sub-base não ligadas, deve-se proceder ao controlo sistemático das propriedades dos materiais nelas aplicados, de acordo com as frequências indicadas na EN 13285 e conforme indicado no §5 da presente especificação.

Em relação ao controlo da qualidade das camadas realizadas com agregados reciclados, os ensaios a efectuar são semelhantes aos utilizados para as camadas com agregados naturais, devendo a frequência dos mesmos e as tolerâncias de fabrico ser as indicadas no Caderno de Encargos da obra.

Quadro 1 – Classificação dos agregados reciclados de acordo com a natureza dos constituintes da fracção grossa

Classe	Categoria dos constituintes EN 13242:2002/prEN A1:Junho 2006				
	$R_C + R_U + R_G$	R_B	R_A	$FL_S + FL_{NS}$	X
B	$\geq 90\%$ ⁽¹⁾	$\leq 10\%$	$\leq 5\%$	$\leq 1\%$	$\leq 0,2\%$
C	$\geq 50\%$ ⁽¹⁾	$\leq 50\%$	$\leq 30\%$	$\leq 1\%$	$\leq 0,2\%$

(1) Percentagem de vidro inferior ou igual a 10% ($R_G \leq 10\%$)

CONSTITUINTES (prEN 933-11):

R_C – betão, produtos de betão e argamassas;
 R_U – agregados não ligados, pedra natural, agregados tratados com ligantes hidráulicos e betão celular não flutuante;
 R_A – materiais betuminosos;
 R_B – elementos de alvenaria de materiais argilosos (tijolo, ladrilhos, telhas, etc.), elementos de alvenaria de silicatos de cálcio;
 R_G – vidro;
 FL_S – material pétreo flutuante;
 FL_{NS} – material não pétreo flutuante;
X – matérias indesejáveis: materiais coesivos (p.ex. solos argilosos), plásticos, borrachas, metais (ferrosos e não ferrosos) e matérias putrescíveis.

Quadro 2 – Propriedades e requisitos mínimos dos agregados reciclados para aplicação em camadas não ligadas de pavimentos

Categoria		AGER1	AGER2	AGER3
Classe (ver Quadro 1)		B ou C	B ou C	B
Parâmetros geométricos e de natureza				
Designação	EN 13285	0/31,5	0/31,5	0/31,5
Sobretamanhos (NP EN 933-1)	EN 13285	OC ₇₅	OC ₈₀	OC ₈₅
Classe de granulometria (NP EN 933-1)	EN 13285	G _B	G _B	G _A
Teor de finos (NP EN 933-1)	EN 13285	UF ₉ LF ₂	UF ₉ LF ₂	UF ₉ LF ₂
Qualidade dos finos (NP EN 933-9)	NP EN 13242	MB \leq 0,80 g/kg	MB \leq 0,80 g/kg	MB \leq 0,80 g/kg
Percentagem de partículas totalmente esmagadas ou partidas e totalmente roladas em agregados grossos (NP EN 933-5)	NP EN 13242	C _{50/30}	C _{50/10}	C _{90/3}
Parâmetros de comportamento mecânico				
Resistência à fragmentação e resistência ao desgaste (NP EN 1097-2 e NP EN 1097-1)	NP EN 13242 prA1: 2006	LA ₄₅ MDE ₄₅ LA+MDE \leq 80	LA ₄₀ MDE ₃₅ LA+MDE \leq 65	LA ₄₀ MDE ₃₅ LA+MDE \leq 65
Propriedades químicas				
Teor de sulfatos solúveis em água (EN 1744-1)*	NP EN 13242 prA1: 2006	SS _{0,7}	SS _{0,7}	SS _{0,7}
Libertação de substâncias perigosas	EN 12457-4	Inertes**		

* - Para teores de sulfatos superiores a 0,2%, estes agregados deverão ser colocados a uma distância não inferior a 0,50 m de elementos estruturais de betão.

** - Ver Decisão do Conselho 2003/33/CE.

Quadro 3 – Campo de aplicação dos agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos

Categoria	AGER1		AGER2		AGER3
	C	B	C	B	B
Natureza dos constituintes	C	B	C	B	B
Aplicação em camadas de sub-base – TMDp	≤ 50	≤ 150	≤ 150	≤ 300	≤ 300
Aplicação em camadas de base – TMDp	NR	≤ 150	≤ 150	≤ 150	≤ 300

LEGENDA

TMDp- – Tráfego médio diário de pesados por via;

NR – Não Recomendado.

8 – Bibliografia

“*Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Conservación de Carreteras (PG-4)*”. Artículo 22 – Reciclado en Central en Caliente de Capas Betuminosas, Espanha, 2001.

“*The use of asphalt arisings as Type 4 sub-base*” TRL Report TRL591, Highways Agency, 2004.

«*Graves de recyclage – Graves recyclées de démolition et mâchefer* », Guide d'utilisation en travaux publics, Version 2, 2005.

«*Les bétons et produits de démolition recyclées* », Guide technique pour utilisation des matériaux régionaux d'Ile-de-France, Première version, 2003.

Specification for Highway Works – “*Road Pavements – Unbound, Cement and other hydraulically bound materials*”, Series 800, Volume 1, November 2004.

Specification for Highway Works – Notes for Guidance on the Specifications for Highway Works - “*Road Pavements – Unbound, Cement and other hydraulically bound materials*”, Series NG800, Volume 2, November 2005.

Decisão do Conselho 2003/33/CE. Jornal Oficial das Comunidades Europeias L11, de 16 de Janeiro de 2003.