

# Caracterización de Áridos Granulares Recicladados (AGR) para Uso en Rellenos Tipo Terraplén de Carreteras

/ MARÍA JOSÉ SILVESTRE (1) / FRANCISCO PARDO (1)\* / TEÓFILO SANFELIU (1) / MANUEL M. JORDÁN (2)  
/ ANA BELÉN VICENTE (1)

(1) Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental. Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Avda. Sos Baynat s/n, Universidad Jaume I. 12071 Castellón. España

(2) Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente. Universidad Miguel Hernández, Elche. Avda. de la Universidad s/n. 03202 Elche (Alicante). España

## INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos cuantitativos del II Plan Nacional de residuos de la construcción y demolición contemplaba el reciclado del 25% para el año 2012 y del 40% para el año 2015 de los residuos de la construcción y demolición (RCD.s) (Ministerio de Medio Ambiente., 2007). De este reciclado se puede obtener entre un 75% y un 95 % de material pétreo.

El componente pétreo que conforma el RCD se encuentra exento de otros materiales (25%-5%) tras la selección. Esto permite su utilización en la fabricación de distintos áridos granulares reciclados (AGR.s) cuya aplicación puede resultar muy diversa. Este estudio se centra en dos tipologías de AGR.s diferenciados por su fracción granulométrica pero con un destino común que consiste en la formación de rellenos tipo terraplén para carreteras.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) (ORDEN FOM / 1382 / 2002) permite la utilización de los AGR.s siempre y cuando cumplan con los requisitos que en el mismo se establecen para los distintos usos previstos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se han seleccionado dos tipos de AGR.s en función de su granulometría:  
- AGR fracción 0-40 mm (Fig. 1)  
- AGR fracción 0-100 mm (Fig. 2)  
para observar la aptitud de éstos para la obra civil. Para ello se ha tomado como referencia el PG-3 donde se indican los ensayos que se deben llevar a

cabo para uso en relleno y que son los que se indican a continuación.

Uso de relleno: granulometría de los suelos según UNE 103.101/95, límite líquido según UNE 103.103/94 límite plástico según UNE 103.104/93, determinación de la materia orgánica por el método del permanganato potásico según UNE 103.204/93, determinación del contenido de sales solubles en los suelos según NLT 114/99, determinación del contenido de yesos en suelos según NLT 115/99, asiento de colapso en suelos según NLT 254/99, hinchamiento libre de un suelo en edómetro según UNE 103.601/96 y determinación del índice CBR según UNE 103.502/95.



Fig. 1. Acoplo de AGR fracción 0-40 mm para uso en relleno de terraplén.



Fig. 2. Acoplo de AGR fracción 0-100 mm para uso en relleno de terraplén.

La fabricación del AGR 0-100 mm consiste en la mezcla del AGR 0-40 mm con otro AGR de la misma naturaleza pétreo pero de fracción 40-100 mm

por lo que los ensayos que se han realizado en la fracción fina (< 2 mm) se han obviado en el AGR 0-100 mm al ser la misma fracción fina que la del AGR 0-40 mm.

## RESULTADOS

Se han realizado los ensayos correspondientes para el uso relleno en terraplén (Tabla 1 y Tabla 2).

Ensayos Relleno	AGR fracción 0-40mm	PG-3 (Máxima/mínima especificación)
UNE 103.101/95	D <sub>max</sub> = 25 y pasa 0,40 = 15	D <sub>max</sub> ≤ 100 y Pasa 0,40 ≤ 15 /Cualquier granulometría
UNE 103.103/94	--	LL<30/ LL<65
ÍNDICE PLASTICIDAD (según UNE 103.103 y 103.104)	No Plástico o	IP<10 /SI LL>400 /P>0,73(LL -20)
UNE 103.204/93	0,64	<0,2% / <5%
NLT 114/99	0,508	<0,2% / <1%
NLT 115/99	0,432	<5%
NLT 254/99	0,39	< 1%
UNE 103.601/96	-0,140	<3%
UNE 103.502/95	112,4	≥5% / ≥3%

Tabla 1. Comparativa de resultados de ensayos realizados en los AGR 0-40 mm para uso relleno con las prescripciones técnicas marcadas por PG-3..

Ensayos Relleno	AGR fracción 0-100mm	PG-3 (Máxima/mínima especificación)
UNE 103.101/95	D <sub>max</sub> = 80 y pasa 0,40 = 14	D <sub>max</sub> ≤ 100 y Pasa 0,40 ≤ 15 /Cualquier granulometría
UNE 103.103/94	--	LL<30/ LL<65
ÍNDICE PLASTICIDAD (según UNE 103.103 y 103.104)	No Plástico	IP<10 /SI LL>400 /P>0,73(LL -20)
UNE 103.204/93	0,64	<0,2% / <5%
NLT 114/99	0,508	<0,2% / <1%
NLT 115/99	0,432	<5%
NLT 254/99	0,39	< 1%
UNE 103.601/96	-0,140	<3%
UNE 103.502/95	145,7	≥5% / ≥3%

Tabla 2. Comparativa de resultados de ensayos realizados en los AGR 0-100 mm para uso relleno con las prescripciones técnicas marcadas por PG-3.

Se puede extraer de los datos presentados en las Tablas 1 y 2 que a partir de los valores obtenidos en los AGR.s se

**palabras clave:** Árido, Relleno, Residuo de Construcción y Demolición, Reciclaje

**key words:** Aggregate, Backfill, Construction and Demolition Waste, Recycling

podrían clasificar como suelos seleccionados según el PG-3 con la salvedad del contenido en materia orgánica y sales solubles. Estos dos parámetros pueden ser controlados y mitigados sus cantidades en la preselección y tratamientos previos. Por tanto, se pueden obtener suelos con la máxima categorización contemplada en el PG-3.

Cabe destacar que las propiedades mecánicas que ofrecen estos AGR.s en comparación con las de los suelos naturales resultan excepcionales, ya que los valores obtenidos para el índice C.B.R. (UNE 103.502/95) son más propios de zahorras que de suelos naturales.

### CONCLUSIONES

Los valores obtenidos en los diferentes ensayos utilizados en la investigación demuestran la aptitud de los AGR.s objeto del estudio para uso relleno en la construcción de terraplenes de carreteras y, por tanto, la viabilidad del reciclaje de los RCD.s como AGR.s.

### REFERENCIAS

AENOR., (1993): *Norma Española UNE 103.104. Determinación del límite plástico de un suelo, Norma Española UNE 103.204. Determinación del contenido en materia orgánica oxidable en suelos, método del permanganato potásico.*

–, (1994): *Norma Española UNE 103.103. Determinación del límite líquido de un suelo por el método de Casagrande.*

–, (1995): *Norma Española UNE 103.101. Análisis granulométrico de suelos por tamizado, Norma Española UNE 103.502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.*

–, (1996): *Norma Española UNE 103.601. Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.*

CEDEX., (1999): *Norma Laboratorio de Transporte NLT 114. Determinación del contenido de sales solubles en los suelos, NLT 115. Determinación del contenido de yesos en suelos, NLT 254. Asiento de colapso en suelos.*

Ministerio de Fomento, (2002): *Pliego de Prescripciones técnicas Generales para obras de carreteras y puentes. (ORDEN FOM/1382/2002, de 16 de mayo. BOE 11-6-02)*

Ministerio de Medio Ambiente, (2007): *II Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015. Versión preliminar. Anexo 6.*