

CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

JUAN DIEGO BAUZÁ CASTELLÓ

Profesor Asociado del área de Ingeniería del Terreno de la Universidad de Sevilla

ELABORA, S.L.

1.- INTRODUCCIÓN

La tradición histórica de eliminar los residuos mediante vertido directo, controlado o no, ha generado en numerosas ocasiones episodios de contaminación y riesgos de magnitudes relevantes en los casos en que la inestabilidad de los vertederos ha incluso superado su límite razonable.

Resolver esta situación de manera responsable pasa, amén de por controlar los vertederos ya existentes, por evitar la aparición de otros nuevos. Y para ello es fundamental plantearse la cuestión de volver a emplear los subproductos en otras aplicaciones que reduzcan de manera activa el volumen de los residuos finales.

2.- REPERCUSIÓN Y APLICACIÓN DE RESIDUOS EN LAS OBRAS

Más allá del propio daño ambiental de su vertido, incluso sin llegar a situaciones catastróficas o extremas, la presencia de vertederos está influyendo actualmente en el coste de muchas construcciones. Así, con el fenómeno de expansión urbanística las grandes ciudades están incorporando zonas, antes periféricas, en las que se producían esos vertidos. De hecho cada vez son más los proyectos en los que el terreno natural que se encuentran los promotores no es tal, sino que se trata de una zona de acumulación de residuos y subproductos. Esto está dando lugar a una nueva “geotecnia urbana” en la que se hace preciso considerar la presencia de estos materiales de comportamiento no sólo imprevisible sino, lo que es peor aún, disperso y heterogéneo.



Además, con las nuevas exigencias ambientales y aunque económicamente pudiera repercutirse en la construcción, ya no es posible trasladar directamente estos materiales a otras zonas de vertido.

Los productos recogidos en el “Catálogo de residuos utilizables en la construcción” editado por el Ministerio de Medio Ambiente incluyen materiales procedentes de procesos productivos cuya aplicación sería posible en obras de construcción. Se encuentran entre ellos las escorias, las cenizas, lodos, escombros, etc..

Además, en dicho documento se recogen aplicaciones potenciales que suelen basarse en su empleo como componentes granulares en obras de tierra o capas no conglomeradas para firmes de infraestructuras.

MATERIAL		RELLENOS	TERRAPLENES	CAPAS GRANULARES	CAPAS ESTABILIZADAS CON CEMENTO	CAPAS ASFÁLTICAS	ÁRIDOS O ADITIVOS PARA HORMIGÓN	ÁRIDOS EN CAPAS SUPERFICIALES
1.1	Estériles de carbón	Negros	■	■				
		Rojos	■	■	●	■	●	
2.1	Escorias de horno alto	Granulada						
		Cristalizada	■	■	■	■	■	■
2.2	Escoria de acería LD		●		●	■		■
2.3	Escoria de acería de horno eléctrico	Negra	●		●	■		■
		Blanca						
2.4	Humo de sílice							
3.1	Cenizas volantes de central térmica de carbón		●	●		■	■	
3.2	Residuos procedentes de la fabricación de hormigón preparado							
4.1	Escombros de hormigón		■	■	■	■		
4.2	Escombros de mampostería		■	■				
4.3	Neumáticos fuera de uso (NFU)			●		●		
4.4	Residuos de incineradoras urbanas	Cenizas volantes						
		Cenizas de hogar						
4.5	Lodos de depuradoras	Lodos						
		Cenizas de incineración						
5.1	Reciclado de pavimentos asfálticos		■	■	■	■		
5.2	Reciclado de pavimentos de hormigón		■	■	■	■	■	

■ Utilización habitual.
 ● Utilización reducida pero con posibilidades reales.
 ○ Se ha realizado experimentación en laboratorio.

OBRAS DE TIERRA Y CARRETERAS

3.- LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

De entre los materiales considerados hay que destacar uno de los que tiene una mayor producción en nuestro país con diferencia: Los residuos de las obras de construcción. Aparte de por su volumen existe una característica singular en ellos. Mientras que la mayoría de los restantes se generan en sitios concretos, asociados a las industrias productoras, estos residuos de construcción aparecen de forma diseminada y generalizada en todos los entornos urbanos con producciones similares.

Por otra parte, también hay que destacar su especial falta de control, dado que las fuentes de generación están muy atomizadas y la conciencia medio ambiental brilla en ellas por su ausencia ante, también hay que decirlo, una disciplina muy laxa.

Cuantitativamente la producción estimada de residuos de construcción y demolición, los conocidos como RCD asciende a cifras de hasta una tonelada por habitante y año. En comparación con la producción de residuos urbanos domésticos, los que antes se conocían como RSU, que suele cifrarse en cantidades en torno a un kilogramo por habitante y día es decir, algo menos de 0,4



tonelada por año, es claro que este problema puede llegar a ser cuantitativamente más peligroso, si no lo es ya.

4.- DEFINICIÓN DE LOS RCD

Los Residuos de Construcción y Demolición, conocidos como “RCD”, son el conjunto de productos de desecho final que se genera en el proceso constructivo, bien por demolición bien por excedente o rechazo en la fabricación de las propias unidades de obra o elementos empleados en ella.

Coloquialmente se suelen conocer como “escombros”, y es habitual reconocer que suponen un problema, especialmente en el ámbito urbano, por cuanto ni su vertido ni su reciclado suele estar controlado adecuadamente.

Este hecho no es más que el reflejo de una falta de conciencia al respecto que degenera en la multiplicación de unos costes económicos y ambientales que deberían ser gestionados mediante herramientas legales y técnicas que redujeran su incidencia.

Los RCD aparecen tanto en el proceso constructivo como en el de demolición o “deconstrucción”. En éste último se han producido recientemente notables avances, especialmente en el sector de la obra civil. Así, son ya numerosas las obras en las que se recicla el producto del fresado del pavimento, bituminoso o de hormigón.

En cuanto al origen por procesos, y aunque hay pocos datos al respecto, un estudio argentino cifra el reparte según sigue:

- 10 % de los procesos de demolición;
- 20 % de las obras de nueva construcción, en forma de “sobrantes”; y
- 70 % de las obras de rehabilitación y/o reparación.

5.- ENTORNO LEGAL DE LA GESTIÓN DE LOS RCD

El marco legal que define las líneas para la gestión de los RCD es muy reciente.

Este tipo de subproductos se incluye en el capítulo 17 “Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)”, de la Lista Europea de Residuos.

La competencia de la gestión de los residuos de construcción y demolición recae sobre las Comunidades Autónomas conforme se establece en la Ley 10/1998 de Residuos. Una interesante excepción a esta competencia es que la gestión de los RCD procedentes de obras menores domiciliarias corresponde a las Entidades Locales.

Existe un Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006 que establece los principios de gestión de este tipo de productos y fija unos objetivos ecológicos durante su vigencia y los medios para conseguirlos. Estos principios, ya conocidos e implantados en otro tipo de residuos, plantean los siguientes objetivos:

- Hacer disminuir en un 10 % el volumen de generación de residuos;
- Controlar la recogida del 90 % de los mismos; y
- Lograr reciclar y reutilizar el 60 %.

No obstante, a un año vista del horizonte de dicho Plan, el nivel de cumplimiento se podría calificar de decepcionante.

El marco legal para la gestión los RCD se completa con el Real Decreto 1481/2001, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

6.- EL RECICLADO DE LOS RCD

El principio de la filosofía de reciclado aplicado a los RCD se traduciría en:

1. Restringir la proliferación de vertederos
2. Reducir el consumo de recursos naturales no renovables
3. Aumentar el ciclo de vida de los productos de la construcción

Sin entrar en la problemática del control de los vertidos de RCD, hay que reconocer que desde el punto de vista técnico, para posibilitar su empleo en nuevas construcciones es imprescindible:

- Tener un buen conocimiento de las propiedades de los reciclados de RCD
- Que la normativa ampare su utilización en nuevas unidades de obra
- Que las entidades promotoras incentiven su empleo

Sin estos requisitos, cualquier intento está conducido al fracaso o a suponer una mera aventura testimonial.

7.- PROPIEDADES DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Los residuos de construcción y demolición, aglutinan las características base de los materiales que en su día constituyeron la materia prima de la obra de la que proceden.

En función de su origen es posible distinguir dos grandes grupos de residuos de construcción: Los que proceden de una única obra y los que se proceden de la mezcla de múltiples obras.

Es evidente que cuando el RCD procede de una deconstrucción controlada con un único origen (demolición de un pavimento de carretera/aeropuerto o de un gran edificio como el “Windsor”) su rango de propiedades es limitado y conocido. Su aprovechamiento o tratamiento en estos casos es fácil, y su empleo contaría con las ventajas e inconvenientes de otros tipos de residuos (escorias, cenizas, etc.). Así, frente a una calidad controlada y conocida, los problemas son de volumen y localización, que limitan mucho el posible ámbito de empleo.

En el caso del conocido como residuo “mixto”, de origen diverso y desconocido, su composición suele estar relacionada con el peso proporcional de cada material en la construcción. No obstante,

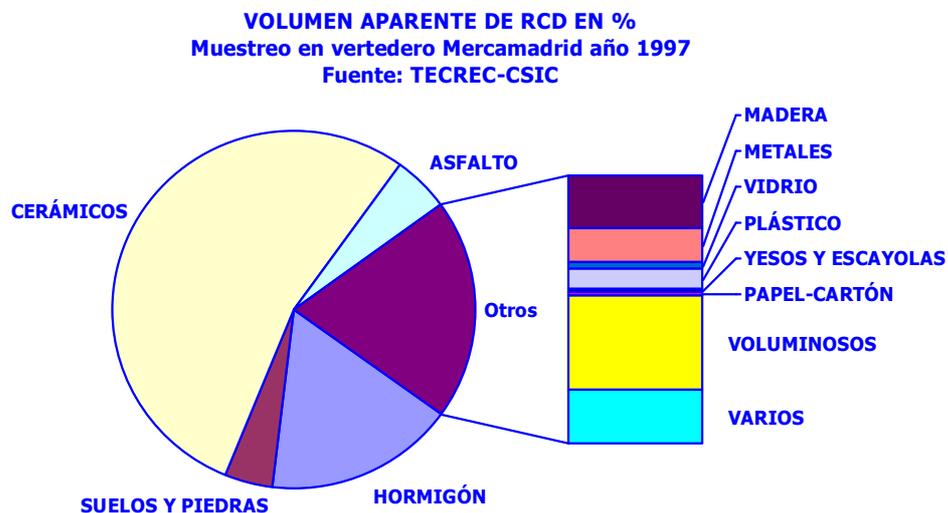


el hecho de la demolición o vertido incontrolado introduce una variedad en estas propiedades que no tiene por qué llevar a un desconocimiento total.

Los materiales que componen un residuo mixto se recogen en los grupos siguientes de la Lista Europea de Residuos:

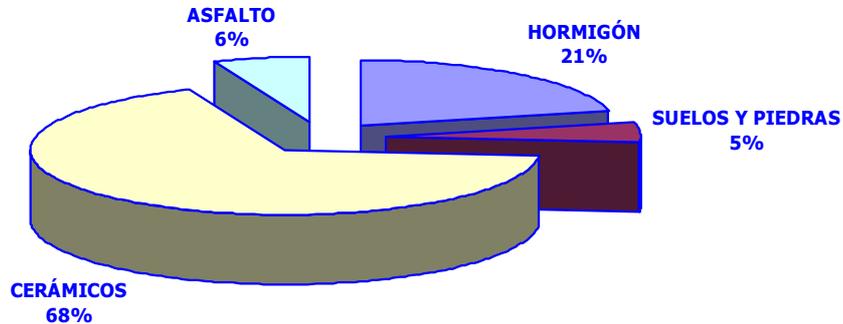
RESIDUOS ADMITIDOS A TRATAMIENTO		
C.E.R. A-17 Residuos de Construcción y Demolición		
17-01-01	HORMIGON	Hormigón en Masa Hormigón Armado Prefabricados de Hormigón, Etc.
17-05-01	SUELOS Y PIEDRAS	Aridos, Terrazos, Granito Mármol, Etc.
17-01-02/03	CERAMICOS	Fábrica de ladrillo, Tejas Rasillones, Bloques, etc
17-03-00	ASFALTO	Capas de Rodadura, Etc
17-07-01	RCD, MEZCLADOS	Límite máximo de mezclas con productos mixtos (% por Planta) (Maderas, Plásticos, Papel, Cableado eléctrico, etc.)

En cuanto a su proporción, aunque depende claramente de la geografía, dado que los materiales usuales cambian en cada región, un ejemplo típico suele contener un 80 % de materiales de origen “pétreo” (cerámicos, hormigón, asfalto y piedras) y un resto variado de maderas, metales, vidrios, plásticos, etc:



La fracción de origen pétreo en esta composición, se descompone a su vez en 2/3 de materiales cerámicos y más de un 20 % de residuos de hormigón.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE ORIGEN PÉTREO EN %
Muestreo en vertedero Mercamadrid año 1997
Fuente: TECREC-CSIC



8.- PROPIEDADES DE LOS RECICLADOS PROCEDENTES DE RCD

No parece descabellado, a la vista de esta génesis, pensar en el empleo de un derivado de estos RCD como material base en la fabricación o construcción de nuevas unidades de obra.

Especialmente una de las aplicaciones con mayor potencial es la de los “áridos reciclados” procedentes del machaqueo de la fracción pétreo de los RCD mixtos. Éstos se obtienen tras unas operaciones de selección, cribado y eliminación de productos no deseados (metales, plásticos, etc):



MATERIALES PRODUCIDOS		
ZAHORRA REK Z2	0-40	BASES Y SUBBASES
TODO UNO PRECRIBADO	0-30	RELLENOS
	0-40	RELLENOS
MORRO TIPO 2	40-80	ENCACHADOS
ARIDO RECICLADO TIPO 2 <small>TIPO 2 RCD>90% HORMIGON</small>	0-4	MORTEROS-HORMIGONES-PREFABRICADOS
	4-20	MORTEROS-HORMIGONES-PREFABRICADOS
	20-40	MORTEROS-HORMIGONES-PREFABRICADOS
ARIDO RECICLADO TIPO 1 <small>TIPO 2 RCD>90% CERAMICO</small>	0-4	JARDINERIA-CUBIERTAS-APLIC.DEPORTIVAS
	4-20	JARDINERIA-CUBIERTAS-APLIC.DEPORTIVAS
RECUPERACION DE HIERRO-ACERO Y PRODUCTOS MIXTOS PARA SU RECICLADO		

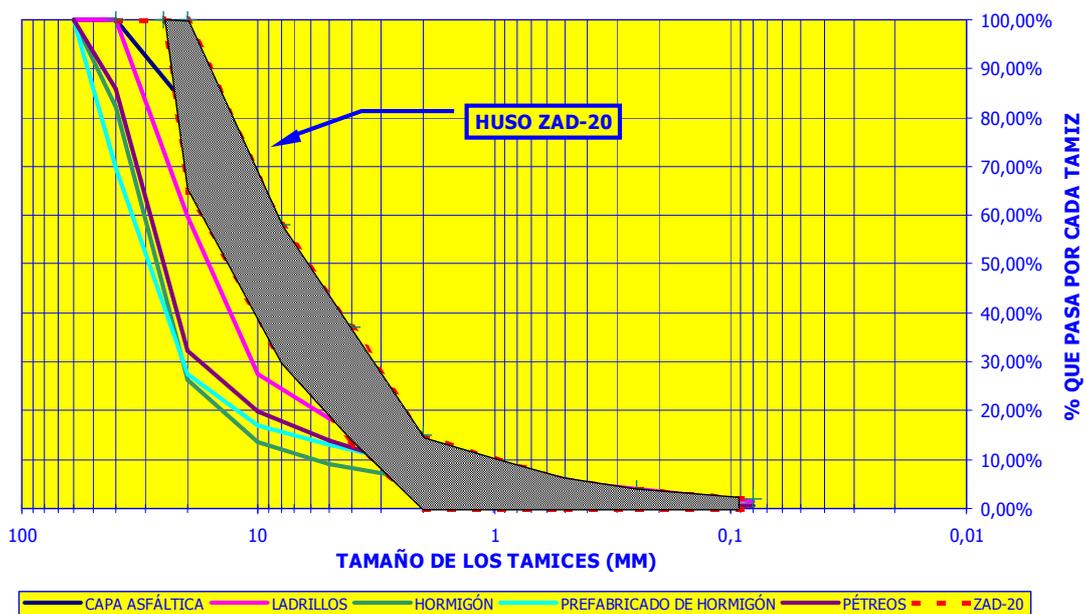
Las propiedades del producto final, pueden perfectamente satisfacer los requisitos habituales de granulometría, estabilidad y resistencia a la fragmentación o desgaste exigidos a unidades de obra usuales en construcción, tales como rellenos, subbases, materiales drenantes, etc.. Partiendo de las propiedades constitutivas de los componentes previsibles y de las particularidades de los procesos físicos y mecánicos a

que se someten, es posible preverlas características de los áridos o subproductos de los RCD, según se esquematiza en esta tabla:

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO OBTENIDO POR MACHAQUEO					
PROPIEDADES	PRODUCTO BASE				
	CAPA ASFÁLTICA	LADRILLOS	HORMIGÓN	PREFABRICADO DE HORMIGÓN	PÉTREOS (Solados y aplacados)
Forma de los fragmentos	Cúbica	Alargada. A menor tamaño más cúbica	Similar al del machaqueo de árido calizo	Alargados los mayores (baldosas), resto como hormigón	Alargada y plana (azulejos)
Limpieza del árido	Total		Los áridos no se separan del mortero		
Granulometría	Limitada por el T.M.A.	Generan mucho fino			
Resistencia fragmentación (D.L.A.)		Baja	20 % - 30 %		
Otras		Mayor absorción que el ladrillo base	Si el mortero es bueno se rompe antes al árido	Partículas pequeñas similares a las del hormigón	Propiedades diferentes según tamaño
		Material muy homogéneo	Densidad similar al hormigón		
			Mayor absorción que el árido		

Así por ejemplo, las curvas granulométricas adoptan las formas clásicas de los husos de las especificaciones habituales en obras civiles:

CURVA GRANULOMÉTRICA DE LOS PRODUCTOS DE DISTINTOS TIPOS DE MATERIALES



9.- APLICACIONES DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS DE RCD

Inicialmente parece que el subsector de la obra civil pudiera ser el más propenso al empleo de los áridos reciclados. Ello se justifica principalmente en que en este tipo de obras se emplean mayores volúmenes de materiales no conglomerados.

Dentro de este subsector, el ámbito municipal en que se desarrollan las obras de urbanización, sería el más idóneo como receptor potencial para estos productos porque:

- Los volúmenes demandados en las obras de urbanización no son tan grandes como en las de grandes infraestructuras y es por ello posible abastecer al mercado potencial.
- Además, su distribución temporal también es permanente, lo que coincide con la duración de las obras.
- Existe una cercanía más directa entre el productor y la obra, ya que ambos se ubican en el ámbito urbano. Hay que pensar que el factor transporte es siempre condicionante en las obras civiles.
- Existe una relación clara entre el ente competente y que promueve la gestión de los RCD, y la contratación o recepción de estas obras:
 - Por una parte, las entidades locales son las responsables de la concesión de licencias tanto para las obras de urbanización (a veces las promueven incluso), como para las “productoras” de residuos.
 - Por otra tiene la responsabilidad legal y son las que están gestionando o concediendo los servicios.
 - Finalmente, en ocasiones licitan y reciben las obras.
 - Por tanto, en sus diversas facetas, son los entes que pueden promover y hasta imponer su uso.
- Y finalmente implican unidades de obra con requisitos estructurales menos relevantes que en las obras de grandes infraestructuras.

Algunos ejemplos de unidades de obras que pueden suponer aplicaciones potenciales con posibilidades de uso con “valor añadido”, más allá de simples rellenos, son los siguientes:

- Capas granulares sin tratar:
 - Zahorras en bases de acerados y viales de tráfico interior (salvo arterias y avenidas)
 - Viales sin pavimentar
- Hormigón:
 - Magro en bases y subbases de calzadas y acerados
 - Soleras con tratamiento superficial: Parques de almacenamiento, aparcamientos, naves industriales,



campos deportivos

- Rellenos de zanjas para conducciones, en lecho y arriñonado, y rellenos localizados en trasdosados de muros, bajo losas, zonas verdes, etc.
- Elementos prefabricados de hormigón:
 - Ornamentales (decorativos, jardineras, muros ecológicos, bloques)
 - De baja sollicitación (bordillos y adoquines de zonas peatonales).



10.- LOS RCD EN LA NORMATIVA TÉCNICA

Unos de los mayores problemas con que se enfrenta el posible empleo de los áridos reciclados es la falta de normativa técnica que ampare a los técnicos en su utilización. Por más conciencia social y ambiental que se tenga, sin un marco que propicie el reciclado de materiales, es difícil convencer a los proyectistas para emplear un “residuo” frente a materiales convencionales de calidad y comportamiento avalado.

La situación actual del marco normativo en el ámbito técnico es bastante deficiente y no pasa, en el mejor de los casos, de una mera declaración de intenciones. Casi ningún texto recoge de manera explícita el empleo de áridos reciclados ni facilita criterios de calidad o diseño. Y los pocos que los mencionan lo hacen de manera testimonial, para cumplimentar formalmente los requisitos del Plan Nacional de RCD. Ni en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, ni en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, ni en las normas de diseño de firmes (6.1 IC estatal o “ICAFIR” autonómica), ni en las ordenanzas locales aparecen criterios que potencien realmente este empleo.

O lo que es peor, por paradójico que suene, cuando se mencionan es para exigirles prescripciones aún más estrictas que a los materiales convencionales. Puede parecer lógico, pero difícilmente se cumplirán así los escenarios propuestos en el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición.

Una excepción a esta laguna normativa es la reciente norma UNE-EN 13285:2003 “Mezclas de áridos sin ligantes. Especificaciones” que regula expresamente los requisitos que deben cumplir para construcción y mantenimiento de carreteras, superficies aeroportuarias y otras superficies sometidas a tráfico aplicables las mezclas sin ligantes de áridos naturales, artificiales y reciclados. En esta norma se describen las mezclas que contienen áridos reciclados, normalizando una serie de composiciones estandarizadas y estableciendo su control.

A continuación se repasa en detalle el panorama descrito en cada texto.

- **Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3):**

En todos los artículos en que se permite el empleo de productos reciclados de este tipo se dice expresamente que “*en cumplimiento del acuerdo de consejo de ministros de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el plan nacional de residuos de construcción y demolición 2001-2006, se podrán emplear estos*

materiales siempre y cuando hayan sido tratados adecuadamente para satisfacer las especificaciones técnicas recogidas en este artículo”.

Los artículos en que se prevé son, especialmente los siguientes

○ **Artículo 510. Zahorras**

En el apartado 510.2.1. Características generales establece que “para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 se podrán utilizar materiales granulares reciclados siempre que”:

- Cumplan las prescripciones técnicas del artículo
- Se declare el origen de los materiales
- Las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el P.P.T.P.
- No sean susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química
- No den origen a disoluciones que afectar estructuras, capas del firme, o contaminar el suelo o el agua
- Y además, el P.P.T.P. deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material granular

Por otra parte en el punto 510.2.5. Resistencia a la fragmentación, fija que para reciclados procedentes de capas de aglomerado o de demoliciones de hormigones se permite incrementar el coeficiente de Los Ángeles en las siguientes magnitudes:

- Zahorra artificial:
 - El hormigón de origen debe ser > 35 Mpa
 - 5 unidades, si la granulometría es ZAD20
- Zahorras naturales:
 - 10 unidades

○ **Artículo 513. Materiales tratados con cemento (suolocemento y gravacemento)**

Este artículo aplica a los áridos procedentes de reciclado el mismo tratamiento que el de las zahorras. Se permite su uso, pero en todo caso hay que:

- Asegurar las características básicas
- Declarar su origen
- Evitar la alteración y lixiviados
- Redactar las prescripciones adicionales

Y se incrementa el coeficiente de los Ángeles prescrito.

○ **Artículo 542. Mezclas bituminosas en caliente**

En este apartado, la mención expresa se limita a que “podrán emplearse como áridos, el material procedente del reciclado de mezclas bituminosas

en caliente en proporciones inferiores al diez por ciento (10%) de la masa total de mezcla”

- **Instrucción para el diseño de firmes de la red de carreteras de Andalucía (“ICAFIR”)**

En esta instrucción autonómica, la mención se limita en su capítulo 4. Criterios de proyecto, en un subapartado 4.5 Protección ambiental a decir que “todo proyecto de carreteras (...) analizará la utilización, dentro de las zonas en que resulte viable económicamente (...) de determinados residuos o subproductos, entre otros, (...) materiales reciclados de firmes o materiales procedentes de demolición.”

- **Instrucción de hormigón estructural (EHE)**

Por cuanto se refiere a la EHE, hay que decir que no los menciona expresamente. Es sin embargo importante reseñar que en la actualidad existe un comité del RILEM que sí ha analizado las posibilidades de la fabricación de hormigones con áridos reciclados (TC 121 DGR RILEM).

De igual manera, la Comisión Permanente del Hormigón está estudiando la posibilidad de empleo de áridos reciclados para una futura revisión de la EHE, con las siguientes condiciones:

- Sólo para RCD limpio y de hormigón > 25 Mpa
- Empleando sólo el árido grueso y controlando la absorción

- **Ordenanzas municipales**

Habitualmente no los contemplan, como es el caso de la Ordenanza general de obras y servicios en la vía pública del Ayuntamiento de Málaga o el Pliego de prescripciones técnicas generales de EMASESA de Sevilla, por citar dos ejemplos de grandes urbes.

- **Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de conservación de carreteras (PG-4)**

En este documento, incluidos los primeros artículos en la orden circular 8/2001 sobre reciclado de firmes, tan sólo se habla del reciclado de mezclas bituminosas.

- **Normativa AENOR UNE-EN sobre características de empleo de los materiales reciclados.**

Dentro de este grupo de normas, que recogen las especificaciones de los productos a emplear en la construcción, se encuentran las siguientes:

- **UNE-EN 12620: Áridos para hormigón**
- **UNE-EN 13043: Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas**
- **UNE-EN 13242: Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para su uso en capas estructurales de firmes**

Estas tres normas tratan de manera idéntica los productos reciclados, recogiendo lo siguiente:

- En el apartado 1. Objeto y campo de aplicación:
 - “especifica las propiedades de los áridos obtenidos por tratamiento de materiales naturales, artificiales y reciclados, ...”
 - Avisan en una nota que “se debería tener cuidado cuando se considere el uso de (...), por ejemplo, áridos reciclados” en el sentido de que:
 - Las especificaciones se basan en la experiencia
 - Pueden requerir condiciones adicionales
- En el apartado 3. Definiciones describen el “árido reciclado” como el resultante del tratamiento de material inorgánico previamente utilizado en la construcción.

No incluyen requisitos adicionales para áridos reciclados ni métodos de ensayo específicos, que se introducirán mediante enmiendas

- **UNE-EN 13285: Mezclas de áridos sin ligantes. Especificaciones**

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los materiales para construcción y mantenimiento de carreteras, superficies aeroportuarias y otras superficies sometidas a tráfico. Es aplicable a mezclas sin ligantes de áridos naturales, artificiales y reciclados. Cuando se requiera, los áridos utilizados en las mezclas deben cumplir la norma UNE-EN 13242.

- En el Anexo A. Descripción de las mezclas que contienen áridos reciclados mediante inspección visual y normaliza la composición de mezclas estándares según la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN DE LAS MEZCLAS QUE CONTIENEN ÁRIDOS RECICLADOS								
UNE-EN 13285:2003								
COMPONENTES	ÁRIDOS DE HORMIGÓN TRITURADOS Y MEZCLADOS		ÁRIDOS DE MAMPOSTERÍA TRITURADOS		ÁRIDOS TRITURADOS Y MEZCLADOS		MATERIALES DE PAVIMENTOS DE CARRETERA TRITURADOS	
PRINCIPAL	Hormigón triturado (densidad > 2,1 Mg/m ³) y áridos (incluida la escoria)	≥ 90 %	Mampostería triturada (densidad > 1,6 Mg/m ³), hormigón triturado (densidad > 2,1 Mg/m ³) y áridos (incluida la escoria)	≥ 80 %	Hormigón triturado (densidad > 2,1 Mg/m ³) y áridos (incluida la escoria)	≥ 50 %	Materiales de pavimentos de carretera (incluido el hormigón triturado), áridos sin ligante y áridos con conglomerantes hidráulicos triturados	≥ 90 %
OTROS MATERIALES GRANULARES	Mampostería triturada	≤ 10 %	Material granular con densidad < 1,6 Mg/m ³	≤ 20 %	Mampostería triturada	≤ 50 %	Asfalto recuperado triturado	≤ 30 %
	Asfalto recuperado triturado	≤ 5 %			Asfalto recuperado triturado	≤ 5 %		
				Material granular con densidad < 1,6 Mg/m ³	≤ 10 %			
CONTAMINANTES	Materiales de cohesión (incluida la arcilla)	≤ 1 %	Materiales de cohesión (incluida la arcilla)	≤ 1 %	Materiales de cohesión (incluida la arcilla)	≤ 1 %	Materiales de cohesión (incluida la arcilla)	≤ 1 %
	Materiales orgánicos	≤ 0,1 %	Materiales orgánicos	≤ 0,1 %	Materiales orgánicos	≤ 0,1 %	Materiales orgánicos	≤ 0,1 %

- El Anexo C, que es normativo, establece la frecuencia de ensayos de control de producción en fábrica.

11.- ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN

En función de las funciones y usos planteados en los apartados anteriores, los ensayos fundamentales para caracterización de los productos reciclados procedentes de RCD son los siguientes:

- Granulometría y forma de las partículas
 - UNE-EN 933 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos.
 - Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
 - Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- Resistencia a la fragmentación
 - UNE-EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- Análisis químico: cloruros, sulfatos y cal libre
 - UNE-EN 196-2 Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cemento.
 - UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.
- Lixiviados
 - NLT-326 Ensayo de lixiviación en materiales para carreteras (Método del tanque).

12.- CONDICIONANTES A LA GESTIÓN DE LOS RCD

La promoción del empleo de los materiales reciclados requiere una serie de medidas de control en la gestión de los residuos que, aparte sus ventajas sociales, redundan en una mayor calidad de los posibles subproductos.

En este sentido, el establecimiento de un coste de vertido, bien directo bien mediante “desgravación” por mayor calidad, asegura una selección en origen de los componentes de los residuos.

Por otra parte, la gestión mancomunada de residuos asegura una estabilidad en la producción. Piénsese que el volumen disponible de “materia prima” para los áridos reciclados es limitado. Por una parte aún existe poca disponibilidad de instalaciones. Por otra la magnitud del proceso deconstructivo es muy inferior en proporción al constructivo. Y finalmente, la generación de RCD no es intensiva en el tiempo, como sí lo son las obras de construcción, sino constante.

Por tanto, si se pretende generar en el mercado una necesidad de material es preciso asegurar un suministro. Y ello sólo es posible mediante una regulación de este tipo de instalaciones, otorgándoles un marco legal estable, un ámbito geográfico amplio que asegure el nivel de producción y un sistema económico que garantice la rentabilidad de las instalaciones.

13.- CONCLUSIONES

Es pues evidente que hay posibilidades técnicas de empleo de los materiales procedentes del reciclado de los Residuos de Construcción y Demolición y que con ello se actúa de manera positiva en la reducción de los problemas que los vertederos tradicionales han generado y generan en nuestra sociedad.

No obstante, para propiciar su empleo, desde el punto de vista económico es importante que exista un gravamen disuasorio para los vertidos que imponga o prime su traslado a plantas de reciclado. También se debe propiciar el establecimiento de una buena red de instalaciones que suponga una reducción en el coste de transporte, acerque el producto al constructor y permita generara por concentración volúmenes que hagan rentables estas plantas. De igual manera es fundamental promover la demolición o vertido selectivo, que permite mayor nivel de reciclaje y calidad.

Además, se hace preciso profundizar en el conocimiento y divulgación de las características de los productos reciclados. Así como potenciar usos de los materiales reciclados que les proporcione valor añadido y les permita participar en competencia con los naturales, no “subempleados”.

Una importante tarea pendiente en la consideración de los áridos reciclados es el desarrollo de un cuerpo normativo que elimine las barreras actuales a su uso y los promueva activamente. Éste deberá definir los parámetros de calidad exigibles, fijar posibilidades apropiadas de empleo y establecer una certificación de dicha calidad.

Finalmente habrá que concienciar a todos los agentes intervinientes en los procesos de demolición y construcción (proyectistas, constructores, direcciones de obra, etc.) y especialmente a las administraciones de que el empleo de estos productos no debe ser una posibilidad más o menos responsable, sino una obligación medioambiental.