

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN Y ESTIMACIÓN DE CANTIDADES GENERADAS EN OBRA

Profesores: Blanca Giménez, Vicente (vblanca@csa.upv.es)
Castilla Cabanes, Nuria (ncastilla@csa.upv.es)
Cortés López, José Miguel (jocorlo1@csa.upv.es)
Martínez Antón, Alicia (almaran@csa.upv.es)
Pastor Villa, Rosa María (ropasvil@csa.upv.es)

Departamento: Construcciones Arquitectónicas

Centro: ETS Arquitectura

1.- Resumen

En los últimos años, el **sector de la construcción** ha alcanzado unos índices de actividad muy elevados configurándose como una de las claves del crecimiento de la economía española. Esta situación ha provocado, sin embargo, un auge extraordinario de la **generación de residuos** procedentes tanto de la **construcción** de infraestructuras y edificaciones de nueva planta como de la **demolición** de inmuebles antiguos, sin olvidar los derivados de pequeñas obras de reforma de viviendas y locales. Dichos residuos forman la categoría denominada residuos de construcción y demolición.¹

El **problema ambiental** que plantean estos residuos se deriva no solo del creciente volumen de su **generación**, sino de su **tratamiento**, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos.¹

En este artículo vamos a exponer el contenido mínimo que ha de tener un **Estudio de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición**, en adelante **RCDs**, y los criterios para la **estimación de las cantidades** que se generan en una obra de nueva planta.

2.- Objetivos

Una vez que el alumno lea este artículo será capaz de:

- Estimar la cantidad de cada tipo de residuo que está previsto que se genere en la construcción de un edificio de viviendas estándar de nueva planta.

3.- Introducción

Con la entrada en vigor del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, el productor de residuos deberá incluir en el proyecto de ejecución de la obra un Estudio de Gestión de RCDs.

En el Real Decreto se determinan los agentes intervinientes en el proceso de gestión de residuos y las obligaciones de cada uno de ellos. Además, se indica el contenido mínimo que ha de tener dicho estudio².

4.- Desarrollo

En este apartado se muestra el contenido mínimo de un nuevo documento, el ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. También se expone en este apartado un método para calcular las cantidades de residuos generadas en obra.

El alumno que emprende esta nueva tarea ha de saber que le va a resultar de gran utilidad en su actividad profesional, ya que, como se ha comentado, el Estudio de Gestión de Residuos ha de acompañar al Proyecto de Ejecución.

No obstante, conviene saber que el que está realmente obligado a presentar el estudio junto con el Proyecto de Ejecución es el productor de RCDs.

Antes de comenzar es necesario leer bien dos normativas básicas:

- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

El alumno tiene, por tanto, que realizar una primera tarea que consiste en la búsqueda de legislación y su posterior lectura. A partir de ese momento ya se encuentra en condiciones de comenzar.

¹ Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

² Ampliar información con la lectura completa del Real Decreto 105/2008.

Los apartados de que consta un Estudio completo (Real Decreto 105/2008) son los siguientes:

- 1.- Identificación de Agentes Intervinientes.
- 2.- Normativa y Legislación Aplicable.
- 3.- Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.
- 4.- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- 5.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- 6.- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- 7.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 8.- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 9.- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.

De ese índice, forman parte del objeto de este artículo los puntos 1,2 y 3, que son los que desarrollamos a continuación.

1.- IDENTIFICACIÓN DE AGENTES INTERVINIENTES. En el proceso de gestión de RCDs participan tres agentes, definidos como sigue:

- **Productor** de residuos de construcción y demolición: es la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en la obra de construcción o demolición; o la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de la obra de construcción o demoliciones(promotor).

- **Poseedor** de residuos de construcción y demolición: es la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostenta la condición de gestor de residuos. Tiene la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecuta la obra (constructor, subcontratistas o trabajadores autónomos).

- **Gestor** de residuos de construcción y demolición: es la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos.

Cuando realicemos un Estudio completo debemos identificar a cada agente con su nombre.

2.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE. En este apartado del Estudio indicaremos la normativa de aplicación. Ésta figura en la bibliografía de este artículo.

3.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.³

En primer lugar hay que realizar una clasificación de los residuos que se van a generar en obra. A cada tipo de residuo le corresponde una codificación de la lista europea de residuos publicada por la Orden MAM/304/2002.

Los RCDs se clasifican en:

Tabla 1

	Código CER
RCDS NIVEL I	
Tierras y pétreos de la excavación	
- Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04
- Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	17 05 06
- Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	17 05 08

³ Este apartado se ha elaborado en base a la herramienta de cálculo facilitada por el Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia

RCDS NIVEL II	
RCD: Naturaleza no pétreo	
Asfalto	
- Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	17 03 02
Madera	
- Madera	17 02 01
Metales (incluidas sus aleaciones)	
- Cobre, bronce, latón	17 04 01
- Aluminio	17 04 02
- Plomo	17 04 03
- Zinc	17 04 04
- Hierro y Acero	17 04 05
- Estaño	17 04 06
- Metales Mezclados	17 04 07
- Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11
Papel	
- Papel	20 01 01
Plástico	
- Plástico	17 02 03
Vidrio	
- Vidrio	17 02 02
Yeso	
- Materiales de Construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 01	17 08 02
RCD: Naturaleza pétreo	
Arena, grava y otros áridos	
- Residuos de grava y rocas trituradas	01 04 08
- Residuos de arena y arcilla	01 04 09
Hormigón	
- Hormigón	17 01 01
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	17 01 07
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
- Ladrillos	17 01 02
- Tejas y Materiales Cerámicos	17 01 03
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	17 01 07
Piedra	
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04
RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
Basuras	
- Residuos biodegradables	20 02 01
- Mezclas de residuos municipales	20 03 01
Potencialmente peligrosos y otros	
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias	17 01 06
- Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	17 02 04
- Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01
- Alquitrán de hulla y productos alquitranados	17 03 03
- Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09

- Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	17 04 10
- Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	17 06 01
- Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	17 06 03
- Materiales de construcción que contienen Amianto	17 06 05
- Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	17 08 01
- Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	17 09 01
- Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	17 09 02
- Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	17 09 03
- Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	17 06 04
- Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03
- Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	17 05 05
- Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	17 05 07
- Absorbentes contaminados (trapos...)	15 02 02
- Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	13 02 05
- Filtros de aceite	16 01 07
- Tubos fluorescentes	20 01 21
- Pilas alcalinas y salinas	16 06 04
- Pilas botón	16 06 03
- Envases vacíos de metal contaminados	15 01 10
- Envases vacíos de plástico contaminados	15 01 10
- Sobrantes de pintura	08 01 11
- Sobrantes de disolventes no halogenados	14 06 03
- Sobrantes de barnices	08 01 11
- Sobrantes de desencofrantes	07 07 01
- Aerosoles vacíos	15 01 11
- Baterías de plomo	16 06 01
- Hidrocarburos con agua	13 07 03
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04

Una vez clasificados y nombrados los tipos de residuos ya podemos proceder a estimar las cantidades producidas en una obra de construcción. Recordemos que estas cantidades se expresan en **toneladas y en metros cúbicos**.

Estimación de cantidad de RCDs de NIVEL I

Para calcular volumen de tierras y pétreos, no contaminados procedentes de la excavación de la obra, tomaremos los datos de extracción previstos en proyecto.

El dato así obtenido viene expresado en m³, para hallar el peso en toneladas de estas tierras necesitamos conocer el peso específico de las mismas.⁴

Por ejemplo:

En proyecto estimamos que tenemos 4.775,66 m³ de arena y gravas con un peso específico de 2,00 Kn/m³ (2,00 Tn/m³), lo que nos daría:

$$4.775,66 \text{ m}^3 \times 2,00 \text{ Tn/m}^3 = 9.551,32 \text{ Tn.}$$

Estimación de cantidad de RCDs de NIVEL II

Para la estimación de la cantidad de cada tipo de residuo adoptamos el criterio de manejarse con parámetros estimativos con fines estadísticos de 20'00 cm de altura de mezcla de residuos por m² construido según usos con una densidad tipo del orden de 1'50 tn/m³ a 0'50 tn/m³.

Por ejemplo, para la construcción de un edificio de viviendas obtendríamos los siguientes volúmenes y toneladas por uso:

⁴ Se puede obtener este dato del prontuario de pesos del Anejo C, tabla c.6, del Documento Básico de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación.

Tabla 2

USOS	S m ² superficie construida	V m ³ volumen residuos (S x 0'20 m)	d densidad tipo entre 1'50 y 0'50 tn/m ³	Tn toneladas de residuo (V x d)
Viviendas	Sv	Sv x 0'20	1'50	Sv x 0'20 x 1'50 (Tn)
Garaje	Sg	Sg x 0'20	1'00	Sv x 0'20 x 1'50 (Tn)
Trasteros	St	St x 0'20	0'95	Sv x 0'20 x 1'50 (Tn)
E. comunes	Sec	Sec x 0'20	1'50	Sv x 0'20 x 1'50 (Tn)

TOTAL (Tn)	SUMA (Tn TOTALES DE RESIDUOS)
-------------------	--------------------------------------

Una vez obtenidas las cantidades totales procedemos a calcular el peso por tipo de residuo. Para ello posemos emplear los datos obtenidos de estudios realizados en la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos (Plan Nacional de RCDs 2001-2006).

Tabla 3

Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% en peso	Tn Toneladas de cada tipo de RCD (Tn tot x %)
RCDS NIVEL II		
RCD: Naturaleza no pétreo		
Asfalto	5	0,05 x Tn Totales
Madera	4	0,04 x Tn Totales
Metales	2,5	0,025 x Tn Totales
Papel	0,3	0,003 x Tn Totales
Plástico	1,5	0,015 x Tn Totales
Vidrio	0,5	0,005 x Tn Totales
Yeso	0,2	0,002 x Tn Totales
Total Naturaleza no pétreo	14	TOTAL NO PÉTREO (Tn)
RCD: Naturaleza pétreo		
Arena, grava y otros áridos	4	0,04 x Tn Totales
Hormigón	12	0,12 x Tn Totales
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54	0,54 x Tn Totales
Piedra	5	0,05 x Tn Totales
Total Naturaleza pétreo	75	TOTAL PÉTREO (Tn)
RCD: Potencialmente Peligrosos y otros		
Basura	7	0,07 x Tn Totales
Pot. Peligrosos y otros	4	0,04 x Tn Totales
Total P. peligrosos y otros	11	TOTAL P. PELIG. (Tn)

Según la tabla anterior, tendríamos, por ejemplo, que para un total de 3.650 Tn de residuos en la construcción de un edificio de viviendas, el 54% serán de tipo ladrillos azulejos y otros cerámicos, lo que da 1.971 Tn.

Para dar las cantidades finales en **toneladas y m³**, tal y como se exige en la normativa, se puede realizar la siguiente estimación de la densidad para cada tipo de residuo.

Tabla 4

	d densidad tipo
RCDS NIVEL I	
Tierras y pétreos de la excavación	
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	1,50
Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	1,00

Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	0,50
RCDS NIVEL II	
RCD: Naturaleza no pétreo	
Asfalto	1,00
- Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	
Madera	1,50
- Madera	
Metales (incluidas sus aleaciones)	
- Cobre, bronce, latón	1,50
- Aluminio	1,50
- Plomo	1,50
- Zinc	1,50
- Hierro y Acero	1,50
- Estaño	1,50
- Metales Mezclados	1,50
- Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	1,50
Papel	0,75
- Papel	
Plástico	0,75
- Plástico	
Vidrio	1,00
- Vidrio	
Yeso	1,00
- Materiales de Construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 01	
RCD: Naturaleza pétreo	
Arena, grava y otros áridos	
- Residuos de grava y rocas trituradas	1,50
- Residuos de arena y arcilla	1,50
Hormigón	
- Hormigón	1,50
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	1,50
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
- Ladrillos	1,25
- Tejas y Materiales Cerámicos	1,25
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	1,25
Piedra	1,50
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	
RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
Basuras	
- Residuos biodegradables	0,75
- Mezclas de residuos municipales	0,80
Potencialmente peligrosos y otros	
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias	0,60
- Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	0,60
- Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	0,60

- Alquitrán de hulla y productos alquitranados	0,70
- Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	0,60
- Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	0,60
- Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	0,60
- Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	0,60
- Materiales de construcción que contienen Amianto	0,60
- Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	0,60
- Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	0,60
- Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	0,60
- Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	0,70
- Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	0,60
- Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	0,60
- Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	0,60
- Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	0,60
- Absorbentes contaminados (trapos...)	0,60
- Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	0,60
- Filtros de aceite	0,60
- Tubos fluorescentes	0,60
- Pilas alcalinas y salinas	0,60
- Pilas botón	0,60
- Envases vacíos de metal contaminados	0,60
- Envases vacíos de plástico contaminados	0,60
- Sobrantes de pintura	0,70
- Sobrantes de disolventes no halogenados	0,70
- Sobrantes de barnices	0,60
- Sobrantes de desencofrantes	0,60
- Aerosoles vacíos	0,60
- Baterías de plomo	0,60
- Hidrocarburos con agua	0,60
- RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	0,60

Por ejemplo, si tenemos 3.650 Tn totales de residuos calculado según **tabla 2** y del grupo de ladrillos, tejas y otros cerámicos, estimamos (basándonos, por ejemplo, en las mediciones del proyecto) que un 46 % es ladrillo, un 37 % tejas y el resto, un 17 %, mezcla de hormigón ladrillos, tejas y otros cerámicos, tendríamos las siguientes cantidades de cada subtipo en **Tn y m³**:

Tabla 5

	Tn	d tipo (tn/ m ³) según tabla 4	V (m ³) (Tn/d)
RCD: Naturaleza pétreo			
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos (54 % del total de residuos, según tabla 3)	1.971		
- Ladrillos (46 %)	906,66	1,25	725,33
- Tejas y Materiales Cerámicos (37 %)	729,27	1,25	583,42
- Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos (17 %)	335,07	1,25	268,06

Este cálculo se realizaría para cada tipo de residuo, por lo que es recomendable que elaboremos una tabla en una hoja de cálculo para simplificar los cálculos.

5.- Cierre

En este artículo hemos estudiado en que consiste un Estudio de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición y el contenido mínimo del mismo, que es el siguiente:

- 1.- Identificación de Agentes Intervinientes.
- 2.- Normativa y Legislación Aplicable.
- 3.- Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.
- 4.- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- 5.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- 6.- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- 7.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 8.- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 9.- Planos de las instalaciones previstas.

También hemos aprendido un método para estimar las cantidades de cada tipo de residuos que se generan en obra.

El alumno ya está en condiciones de poder abordar los apartados 1,2 y 3 de lo que sería un estudio completo. Se propone para ello el siguiente ejercicio:

- Estima la cantidad de residuos que se generarán en la construcción de un edificio de 24 viviendas, con garajes y trasteros en Cheste.

Datos del edificio proyectado:

- Superficie construida viviendas: 2.638 m².
- Superficie construida garaje: 829 m². (En sótano).
- Superficie construida trasteros: 345 m². (En sótano).
- Superficie construida locales: 1.284 m².

El edificio tiene planta baja para locales, 2 plantas de viviendas y sótano para garaje y trasteros.

Materiales de construcción:

Cimentación y estructura de hormigón armado. Fachada de doble hoja con ladrillo caravista aislamiento térmico y hoja interior de LH7. Cubierta plana con baldosa cerámica, impermeabilización aislamiento térmico. Pavimentos de mármol. Carpintería exterior de aluminio y doble acristalamiento. Carpintería interior de madera.

Los materiales no definidos aquí quedan a elección del alumno. A falta de más datos, para realizar los cálculos expuestos en la tabla 5, el alumno puede estimar a su criterio (o consultando proyectos similares) los porcentajes de cada tipo de residuo dentro del grupo correspondiente.

6.- Bibliografía

Normativa de aplicación:

- [1] La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- [2] El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001.
- [3] Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- [4] REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- [5] Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- [6] LEY 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana de PRESIDENCIA DE LA GENERALITAT.

Libros:

- [7] "Gestión de residuos. Generalidades". Publicación de la Fundación Laboral de la Construcción, serie Medio Ambiente. Tornapunta Ediciones, 2005.
- [8] Fueyo Casado, Luis. "Manual de demoliciones, reciclaje y manipulación de materiales". Fueyo Editores D.L., 2003.