



UNIVERSITAT
JAUME I

2013

ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RCD'S Y SU GESTIÓN EN OBRAS DE EDIFICACIÓN



PROYECTO FINAL DE CARRERA

TITULACIÓN: Arquitectura Técnica

ALUMNO: Raúl M. Sospedra López

TUTOR: Ismael Rius Gumbau

ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RCD'S Y SU GESTIÓN EN OBRAS DE EDIFICACIÓN

PROYECTO FINAL DE CARRERA

2013



TITULACIÓN: ARQUITECTURA TÉCNICA

AUTOR: RAÚL MANUEL SOSPEDRA LÓPEZ

TUTOR: ISMAEL RIUS GUMBAU

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero expresar mi gratitud a los profesores y compañeros con los que he tenido el placer de compartir todos éstos años ya que el trabajo que aquí se desarrolla es el fruto de ese tiempo compartido.

En especial me gustaría agradecer la ayuda y orientación de mi tutor Ismael Rius Gumbau, de María José Rua Aguilar y de Ángel Miguel Pitarch Roig, que pese a buscar sus consejos a deshoras no han dudado en ayudarme en todo momento.

También me gustaría agradecer la ayuda de todos los profesionales, tanto conocidos como desconocidos a los que he abordado con numerosas preguntas a lo largo del tiempo que he dedicado a la realización de éste proyecto, ya que sin sus aportaciones no habría podido recabar los datos necesarios para su realización.

Por último, quiero dar las gracias a todas las personas que han contribuído directa o indirectamente en éste trabajo y especialmente a mi familia por su apoyo y motivación constante.

Muchas gracias a todos.

INDICE

0.0 INTRODUCCIÓN

0.1. Resumen

0.2 Objetivos y Alcance

DOCUMENTO 1. MEMORIA

1.1 DEFINICIONES

1.2 FUENTES CONSULTADAS. BIBLIOGRAFÍA

1.3 RECURSOS DISPONIBLES

1.4 ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN

1.4.1 La gestión de los RCD's en España

1.4.1 La gestión de los RCD's en Europa

1.4.2 Normativa aplicable. Herramientas legislativas para la gestión de RCD's

1.4.3 Dificultades encontradas para la aplicación de la legislación

1.4.3.1 Dificultad en la segregación

1.4.3.2 Dificultad en la estimación

1.4.3.3 Dificultad en la gestión

DOCUMENTO 2. METODOLOGÍA DE APLICACIÓN

2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO

2.1.1 Datos de partida. Ubicación, tipología constructiva

2.1.2 Análisis de la información. Proyectos, memorias y planos

2.1.3 Medios materiales disponibles

2.2 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS Y SU TIPOLOGÍA

2.2.1 Estimación según plantilla estandarizada

2.2.2 Estimación pormenorizada

2.2.3 Análisis de los resultados

2.2.4 Distribución según línea temporal

2.3 CONTRATACIÓN DE GESTORES Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS. ANÁLISIS DE LOS MERCADOS DE SUBPRODUCTOS

2.4 GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

2.4.1 Documentación y gestión administrativa

DOCUMENTO 3. CONCLUSIONES

3.1 CONCLUSIONES

0.0

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

0.1 Resumen

El alto volumen de residuos de construcción y demolición generados al año por el sector de la construcción, unido al alto porcentaje de estos residuos cuyo destino final termina siendo el depósito en vertedero, supone el principal impacto ambiental generado en el sector.

De este impacto surge la necesidad en las empresas constructoras de incorporar nuevas tendencias en la gestión de residuos, con un mayor respeto al Medio Ambiente, optimización de recursos y materiales, y mejora económica del resultado de las obras, así como el requerimiento de establecer mecanismos adecuados para una adaptación rápida y sencilla al nuevo desarrollo normativo existente en esta materia.

El problema ambiental que plantean los Residuos de Construcción y Demolición se deriva no sólo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos.

La insuficiente prevención en la producción de residuos en origen se une al escaso reciclado de los que se generan. Entre los impactos ambientales que ello provoca, cabe destacar la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos incontrolados, el deterioro paisajístico y la eliminación de estos residuos sin aprovechamiento de sus recursos valorizables.

En este contexto, buscando corregir la situación actual con el fin de conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva, entró en vigor en febrero de 2008 la nueva legislación sobre RCD's: el *Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición*.

La aplicación de las disposiciones de este real decreto ha modificado el sistema de gestión de estos residuos, fomentándose una mayor valorización de los mismos al final de su vida útil. Este sistema lleva asociadas numerosas dificultades ya que se rompe la tendencia en la gestión de los residuos de la construcción, históricamente considerados como inertes.

Estas dificultades se centran en tres ámbitos (tratados con mayor profundidad más adelante) que coinciden con las principales obligaciones derivadas de la aplicación de esta normativa:

- dificultad en la segregación de los residuos en origen
- dificultad en la estimación *a priori* de la generación de RCD's, y
- dificultad para gestionar de forma diferenciada las fracciones generadas.

0.2 Objetivos y Alcance

El presente proyecto tiene varios fines entre los que se encuentran:

-Realizar un análisis de la problemática actual de los residuos de construcción y demolición en España, estudiando los diferentes métodos aplicables en obra sobre la gestión, tratamiento y cuantificación de los mismos.

-Establecer un sistema integral de gestión de residuos en obras, adaptando los recursos a las necesidades generadas, mejorando la segregación en origen, fomentando su posterior valorización y observando si los costes son asumibles en relación con los beneficios obtenidos, siempre dentro del marco legal aplicable al respecto.

-Encontrar los aspectos, en cada fase del proyecto, sobre los que es posible actuar minimizando la producción de residuos.



Imagen 1: *Escombrera en Fombellida, Cantabria.*
Fuente: *El diario montanés. Edición digital. Foto: J.L. Sardina.*

1.0

MEMORIA

1.1

DEFINICIONES

Para familiarizar la lectura y comprensión del texto, a continuación se definen varios términos utilizados a lo largo del presente proyecto:

- **Residuo:** Según la ley 10/98 se define como residuo a cualquier sustancia u objeto del que su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse.

- **Residuos peligrosos:** Materias que en cualquier estado físico o químico contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana o los recursos naturales. En última instancia, se considerarán residuos peligrosos los indicados en la *Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (LER)*.

- **Residuos no peligrosos:** Todos aquellos residuos no catalogados como tales según la anterior definición.

- **Residuos inertes:** Aquellos residuos NO peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas ni biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- **Residuo de construcción y demolición:** Cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de residuo se genera en una obra de construcción y/o de demolición.

- **Código LER:** Código de 6 dígitos para identificar un residuo según la *Orden MAM/304/2002*.

- **Productor de residuos:** Persona física o jurídica titular de una licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de la obra.

- **Poseedor de residuos:** Persona física o jurídica que tenga en su poder residuos de construcción y demolición y no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos.

En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

- **Volumen aparente:** Volumen total de la masa de residuos en obra. Espacio que ocupan acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos en medio, En última instancia, es el volumen que realmente ocupan en obra.
- **Volumen real:** Volumen de la masa de residuos sin contar los espacios vacíos, es decir, entendiendo una teórica masa compactada de los mismos.
- **Gestor de residuos:** La persona o entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Han de estar autorizados o registrados por el organismo autonómico correspondiente.
- **Destino Final:** Cualquiera de las operaciones de valorización y eliminación de residuos enumeradas en la *Orden MAM/304/2002*.
- **Reutilización:** Empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originalmente.
- **Reciclado:** Transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.
- **Valorización:** Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente,
- **Eliminación:** Todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Recogida:** Toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- **Recogida selectiva:** Sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.
- **Almacenamiento:** Depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores. No se incluye en este concepto el depósito temporal de residuos en las instalaciones de producción con los mismos fines y por periodos de tiempo inferiores a los señalados anteriormente.
- **Estación de transferencia:** Instalación en la cual se descargan y almacenan los residuos para poder posteriormente transportarlos a otro lugar para su valorización o eliminación, con o sin agrupamiento previo.
- **Plantas de valorización:** Instalaciones de tratamiento de los residuos de la construcción en las que se depositan, seleccionan, clasifican y valorizan las diferentes fracciones que contienen estos residuos, con el objetivo de obtener productos finales aptos para su utilización. Pueden ser fijas o móviles.
- **Plantas fijas de valorización:** Instalaciones de reciclaje ubicadas en un emplazamiento cerrado, con autorización administrativa para el reciclaje de RCD, cuya

maquinaria de reciclaje (fundamentalmente los equipos de trituración) son fijos y no operan fuera del emplazamiento donde están ubicados.

- **Plantas móviles de valorización:** Están constituidas por maquinaria y equipos de reciclaje móviles que, aun disponiendo de una ubicación de referencia como almacén, suelen desplazarse a las obras para reciclar en origen

- **Vertederos controlados:** Instalaciones para el vertido de residuos inertes de la construcción que, de forma controlada, van a estar depositados por un tiempo superior a un año.

1.2

FUENTES CONSULTADAS

- Asociación Nacional de Gestores de RCD. www.gerd.es
- “Claves ambientales para la empresa del sector de la construcción”. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. www.ietcc.csic.es
- Instituto Tecnológico de la Construcción AIDICO. <http://www.aidico.es>
- “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” y modificaciones.
- “Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.”
- “Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos”
- “Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición”
- “Resolución, de 14 de junio de 2001, por la que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006”.
- “Resolución, de 20 de enero de 2009, por la que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015”.
- “Projection of construction and demolition waste in Norway”. Bergsdal, H.; Bohne, R. A; y Brattebo, H. (2007).
- “Construction waste: quantification and source evaluation”. Bossink B. y Brouwers H. (1996).
- “Optimization of waste management for construction projects using simulation”. Chandrakanthi, M.; Hettiarachi, P.; Prado, B.; y Ruwanpura, J. (2002).
- “Estimation of regional building-related C&D debris generation and composition: Case study for Florida, US”. Cochran, K.; Townsend, T.; Reinhart, D.; Heck, H. (2004).
- “Dynamic stock modeling: A method for the identification and estimation of future waste streams and emissions based on past production and product stock characteristics”. Elshkaki, A., van der Voet, E.; Timmermans, V.; y Van Holderbeke. M. (2004).
- “Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States”. Franklin Associates (1998).
- “Aproximación a un Modelo de Construcción Ecoeficiente”. Huete, R.; López, J.A.; LLatas, C.; Conradi, E.; Blandón, B.; García, A.; Mercader, M.; García, M. Universidad de Sevilla (2003).

- “*Gestión del medioambiente urbano. Residuos que se generan en la actividad de la construcción. Cuantificación y minimización*”. Huete, R.; López, J.A.; LLatas, C. (1998).
- “*Modeling materials flow of waste concrete from construction and demolition wastes in Taiwan*”. Hsiao, T.; Huang, Y.; Yu, Y.; y Wernick, I. (2002).
- “*Estimation of construction waste generation and management in Thailand*. Kofowoeola, O.F.y Gheewala, S.H. (2009).
- “*Residuos generados en la construcción de viviendas. Propuestas y evaluación de procedimientos y prescripciones para su minimización*”. LLatas, C. Tesis doctoral (2000).
- “*Materiales Ecológicos. Estrategias, alcance y aplicación de los materiales ecológicos como generadores de hábitats urbanos sostenibles*”. Borsani, M.S. (2011).
- “*Guía de Materiales para la construcción sostenible*”. José Luis morenilla Vicente. COAAT de Murcia.
- “*Guía práctica para la gestión de RCDs de la Comunidad de Cantabria*”. Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria.
- Grupo de consulta compuesto por varios profesionales del sector con dilatada experiencia profesional, con los cuales se ha analizado las cantidades de residuos generados en cada una de las partidas del presupuesto, poniendo “sobre el papel” los conocimientos adquiridos a lo largo de los años y que no aparecen en ningún manual. Miguel A. A. (I.T.Industrial), Felipe M. (Aparejador), Vicente J. (Albañil), Álvaro S. (Albañil), Juan M. (Constructor) y Enrique V. (Arquitecto).

1.3

RECURSOS DISPONIBLES

Se dispone, para la realización de éste proyecto de los planos de ejecución de un edificio de uso administrativo en la calle Pescadores nº 19 de Castellón, del PEM, de la memoria del Proyecto Básico y los cálculos para la realización del Estudio de Gestión de Residuos.

No se ha tenido acceso a la obra ni a cualquier otra documentación al respecto, por lo que los resultados obtenidos son en su totalidad estimaciones teóricas.

1.4

ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN

1.4.1 La gestión de los RCD's en España

La información sobre las cantidades generadas de RCD en España es escasa y no siempre fiable; muestra de ello son las consideraciones sobre las estimaciones de generación de RCD que acompañan al borrador del *II Plan Nacional de Residuos de la Construcción y Demolición en España 2008-2015* (II PNRCD), fuente de información más importante en la actualidad, donde se indica textualmente: “*se deduce que no existe información muy precisa sobre los residuos generados por el sector de la construcción*”.

La información aportada por las Comunidades Autónomas usada como fuente para la elaboración del II PNRCD es la siguiente:

Comunidad Autónoma	2001	2002	2003	2004	2005
Andalucía	3.967.325	4.282.814	5.108.197	4.975.377	5.676.631
Aragón	834.389	863.833	878.548	977.159	1.243.264
Asturias (Principado de)	622.644	503.718	531.605	550.861	507.449
Balears (Illes)	764.734	447.627	554.286	647.755	624.919
Canarias	1.040.136	905.360	916.984	845.741	987.077
Cantabria	313.667	346.110	338.472	407.908	523.735
Castilla y León	847.984	776.688	991.979	1.014.712	1.151.025
Castilla La Mancha	1.692.880	1.725.011	2.200.492	2.780.939	3.152.178
Cataluña	3.849.169	3.902.310	5.269.842	6.605.289	6.696.756
Comunitat Valenciana	3.317.168	3.478.278	3.940.082	4.329.468	4.695.185
Extremadura	403.727	471.290	417.801	483.612	575.564
Galicia	1.502.978	1.434.785	1.424.044	1.955.285	2.141.376
Madrid (Comunidad de)	2.514.038	2.605.870	2.621.149	2.647.511	3.439.181
Murcia (Región de)	1.037.520	1.104.353	1.301.214	1.498.190	1.465.630
Navarra (Comunidad Foral de)	221.758	273.077	295.891	387.039	321.721
País Vasco	1.124.044	621.181	822.472	1.031.423	1.187.941
Rioja (La)	156.431	232.564	203.541	455.115	418.787
Ceuta					10.885
Melilla					26.017
Total Nacional	24.210.592	23.974.868	27.816.601	31.593.383	34.845.320

Tabla 1: Generación de RCD's en España por Comunidad Autónoma; años 2001-2005
Fuente: Borrador II Plan Nacional de RCD's (versión de noviembre de 2007)

Siendo estos datos aportados, en muchos casos, meras estimaciones, para la elaboración del II PNRCD se recurrió a índices y ratios de generación de RCD's por metro cuadrado de construcción / demolición; estos índices nos dan una idea de la situación en España:

Tipo de construcción	RCD producido por m2 de edificación
Obras de edificios nuevos	120,0 kg/m2 construido
Obras de rehabilitación	338,7 kg/m2 construido
Obras de demolición total	1.129,0 kg/m2 demolido
Obras de demolición parcial	903,2 kg/m2 demolido

Tabla 2: *Estimación de los RCD's producidos por m2 edificado en España*
Fuente: Borrador II Plan Nacional de RCD's (versión de noviembre de 2007)

Los datos finales de generación aportados en el borrador del II PNRC, calculados a partir de la información anterior son los siguientes:

Tipo de obra	2001	2002	2003	2004	2005
Edificación:					
- obra nueva	10.270.920	10.274.640	11.649.720	13.139.640	14.149.080
- rehabilitación	914.490	865.040	1.006.278	1.010.342	909.748
- demolición total	4.493.420	4.399.713	5.444.038	6.446.590	7.860.098
- demolición parcial	1.147.064	1.122.678	1.231.965	1.360.219	1.297.898
- obras sin licencia	841.295	833.104	966.600	1.097.840	1.210.841
Obra Civil	6.543.403	6.479.649	7.518.000	8.538.752	9.417.654
Total RCD generados	24.210.592	23.974.824	27.816.601	31.593.383	34.845.319

Tabla 3: *Generación de RCD's, según tipo de edificación y obra civil (t); años 2001-2005*
Fuente: Borrador II Plan Nacional de RCD's (versión de noviembre de 2007)

La producción media de RCD's por habitante y año, según los datos de 2005, se puede estimar en 790 kilos. Dicha cifra muestra importantes variaciones según la zona geográfica con un máximo de 1.664 kg / habitante y año en Castilla La Mancha y un mínimo de 145 kg / habitante y año en la ciudad de Ceuta.

En Castilla La Mancha, La Rioja, Murcia y Comunidad Valenciana se superan los 1.000 kg / habitante y año.

Toda esta información permite establecer que la generación de RCD's en España creció en los años 2000-2005 a un ritmo medio del 8,7% anual.

Sin embargo, la ralentización del consumo de áridos provocada por la desaceleración del sector de la construcción debido a la crisis, ha dado lugar a una situación de disminución de la tasa de generación de RCD's de alrededor de un 50% entre 2008-2011 tal y como observamos en la siguiente tabla:

PRODUCCION RCD CCAA	Habitantes	toneladas/año			
		2008	2009	2010	2011
Andalucía	8.370.975		2.644.125	3.159.626	1.680.470
Aragón	1.347.095	1.986.112	272.048	502.491	380.245
Asturias (Principado de)	1.084.341	338.692	378.401	372.401	324.979
Balears (Illes)	1.106.049	870.655	738.703	548.130	416.248
Canarias	2.118.519				294.886
Cantabria	592.250	144.410	100.523	83.379	122.018
Castilla y León	2.559.515				
Castilla La Mancha	2.098.373	666.143	891.980	789.954	772.260
Cataluña	7.512.381	7.408.785	4.714.237	3.527.020	3.200.000
Comunitat Valenciana	5.111.706	1.768.817	2.396.304	2.327.161	
Extremadura	1.107.220	68.499	175.891	111.820	29.717
Galicia	2.797.653	490.932	628.863	546.797	
Madrid (Comunidad de)	6.458.684	3.300.573	2.706.045	2.790.573	2.677.506
Murcia (Región de)	1.461.979	1.281.088	426.944	214.614	
Navarra (Comunidad Foral de)	636.924	462.595	360.642	307.696	195.702
País Vasco	2.178.339	1.782.251	1.380.082		
Rioja (La)	322.415	162.903	202.902	268.240	221.764
TOTAL EN ESPAÑA	46.864.418	20.732.455	18.017.690	15.549.902	10.315.795

Tabla 4: Generación de RCD's en España por Comunidad Autónoma; años 2008-2011
Fuente: GERD (Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición)

Extrapolando estos datos al total de habitantes con la media de producción por habitante y año podemos estimar una producción aproximada de RCD's en España:

	2008	2009	2010	2011
Media ratio, tn habitante y año	0,61	0,43	0,39	0,29
Población de España	46.864.418			
Producción Estimada en tn	28.587.295	20.151.700	18.277.123	13.590.681

Tabla 5: Producción estimada de RCD's por habitante años 2008-2011
Fuente: Propia

A estos datos de producción, estimados a partir de cifras reales recabadas por las diferentes Comunidades Autónomas, habría que sumarles la producción de RCD "ilegal" en su gestión.

Se ha realizado una estimación de la producción total incluyendo el porcentaje considerado ilegal, basado en la información facilitada por el GERD (Asociación Española

de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición). Desde el propio GERD lo consideran estimativo aunque se acerca muy posiblemente a la situación actual de toneladas producidas.

	2008	2009	2010	2011
Gestión Controlada Parcial CCAA, tn/año	20.732.455	18.017.690	15.549.902	10.315.794
Ratio sobre habitantes CCAA, tn/año	0,61	0,43	0,39	0,29
Gestión Estimada Nacional tn	28.587.295	20.151.700	18.277.123	13.590.681
% de Estimación producción ILEGAL	35%	40%	45%	50%
Ratio de estimación de la producción TOTAL tn/hab/año	0,82	0,60	0,57	0,44
Producción estimada en España, tn/año	38.592.848	28.212.380	26.501.828	20.386.022

Tabla 6: Estimación de RCD's generados en España.
Fuente: GERD (Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición)

Según los ratios de gestión el descenso es del 49,4%. Estos datos de gestión se mantienen en la mayoría de los casos por debajo de la media europea para cada año, lo que hace más evidente el grave problema de ilegalidad en la que se encuentra el sector. En algunas comunidades se han incrementado las toneladas gestionadas, esto se debe al aumento de instalaciones autorizadas en la mayoría de los casos, y por tanto al aumento del control de los RCD gestionados.

CONTROL DE GESTIÓN RCD CCAA	Habitantes	toneladas/habitante/año				media/periodo tn/hab/año
		2008	2009	2010	2011	
Andalucía	8.370.975		0,32	0,38	0,20	0,30
Aragón	1.347.095	1,47	0,20	0,37	0,28	0,58
Asturias (Principado de)	1.084.341	0,31	0,35	0,34	0,30	0,33
Balears (Illes)	1.106.049	0,79	0,67	0,50	0,38	0,58
Canarias	2.118.519				0,14	
Cantabria	592.250	0,24	0,17	0,14	0,21	0,19
Castilla y León	2.559.515					
Castilla-La Mancha	2.098.373	0,32	0,43	0,38	0,37	0,37
Cataluña	7.512.381	0,99	0,63	0,47	0,43	0,63
Comunitat Valenciana	5.111.706	0,35	0,47	0,46		0,42
Extremadura	1.107.220	0,06	0,16	0,10	0,03	0,09
Galicia	2.797.653	0,18	0,22	0,20		0,20
Madrid (Comunidad de)	6.458.684	0,51	0,42	0,43	0,41	0,44
Murcia (Región de)	1.461.979	0,88	0,29	0,15		0,44
Navarra (Comunidad Foral de)	636.924	0,73	0,57	0,48	0,31	0,52
País Vasco	2.178.339	0,82	0,63	0,00		
Rioja (La)	322.415	0,51	0,63	0,83	0,69	0,66
TOTAL	46.864.418	0,61	0,43	0,39	0,29	0,43

Tabla 7: Ratios de producción de RCD en España en tonelada/habitante/año.
Fuente: GERD (Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición)

Respecto a la gestión de residuos, España se encuentra en una situación lejana a los desarrollos europeos, a excepción de Cataluña y Navarra.

Actualmente tan solo el 5% de los RCD's son destinados a reciclaje, recuperación o valorización, en concreto y según datos del INE, durante el año 2005, tan solo 60.539 toneladas de residuos de construcción fueron destinados a reciclaje.

La cifra de recuperación y reciclaje es escandalosamente baja si se compara con las tasas de Alemania, Holanda o Bélgica que oscilan entre el 20 y el 90%. Este hecho es significativamente grave si tenemos en cuenta que más del 90% de los RCD's podrían valorizarse y ser reintroducidos en el sector de la construcción o el industrial.

La mayor parte de los RCD's no suelen revestir características de peligrosidad, considerándose inertes en su mayoría, ya que sólo una mínima proporción tiene amianto, fibras minerales, o disolventes y aditivos del hormigón. Sin embargo, la consideración de los residuos de la construcción como inertes ha llevado a desatender su regulación y control. Esta desatención, unida al aumento constante de los costes de gestión de residuos inertes, al déficit en la capacidad de su tratamiento y vertido y a los mayores controles han aumentado los incentivos para sustraer esos residuos de los circuitos legales y verterlos de forma fraudulenta e incontrolada o en vertederos de residuos inertes a tarifas inferiores pero con graves consecuencias ecológicas.

Los objetivos que establece el PNIR en relación a los residuos de construcción y demolición para 2015 son los siguientes:

- Separación y gestión de forma ambientalmente correcta del 100% de los RCD's.
- Reciclado de, como mínimo, el 35% de los RCD's.
- Utilizar en otras operaciones de valorización (p.ej. rellenos) un 20%.
- Eliminación en vertedero controlado el 45% restante.

El PNIR también indica que se deberá incidir de manera especial en los siguientes aspectos:

- Erradicación de los vertederos ilegales de RCD's.
- Evaluación y fomento 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.*
- Modificación del Pliego General de Prescripciones Técnicas para obras de carretera (PG-3) y la Instrucción sobre hormigón estructural (EHE) con vistas a incorporar requisitos técnicos sobre el empleo de áridos reciclados en las obras.
- Valoración en las ofertas asociadas a la contratación de la Administración General del Estado y sus organismos públicos, de medidas sobre prevención y reciclado de RCD, así como la utilización en las unidades de obra de áridos y otros productos procedentes de la valorización de residuos.

1.4.2 La gestión de los RCD's en Europa

Las medidas utilizadas en la Unión Europea para influir sobre la gestión de los residuos de construcción y demolición se recogen en el "Informe Symonds" (febrero de 1999) y posteriormente en el Informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente de enero de 2002. El primero realiza un análisis de las diferentes medidas legislativas llevadas a cabo en Europa con objeto de influir sobre la gestión realizada con los RCDs.

En dicho informe se analizan hasta 13 tipos de medidas diferentes que se aplican en el conjunto de los Estados miembros de la Unión Europea. Los más significativos y por lo tanto con mayor impacto sobre la gestión de los RCDs son los siguientes:

1.- Restricciones o prohibiciones sobre el vertido:

Holanda prohíbe el vertido de RCDs reciclables desde 1997. En Alemania siguiendo el mandato de la *Ley de Ciclos* "los residuos de construcción y demolición no deben de ser vertidos". En Flandes hay una prohibición de verter residuos de construcción y demolición mezclados que comenzó en julio de 1998. Austria obliga por ley a separar (demolición selectiva) y reciclar RCD desde 1993.

2.- Impuestos sobre el vertido.

La mayoría de los Estados Miembros han adoptado la medida de exigir un impuesto sobre el vertido de residuos en general y de los RCD en particular, aunque la naturaleza del impuesto varía de unos Estados Miembros a otros, se trata de un costo añadido al precio de admisión en vertedero.

3.- Otras medidas:

Del resto de medidas analizadas en el Informe, las más ampliamente utilizadas tanto por los diferentes Estados Miembros como en el ámbito de la UE, es la de las ayudas a I+D junto a diversos proyectos de gestión de residuos tendentes al reciclaje.

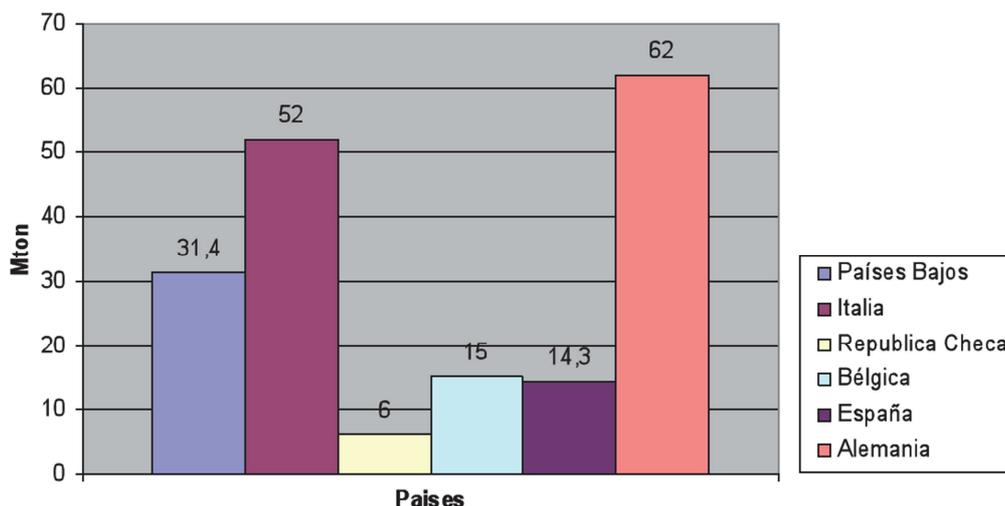


Imagen 2: Reciclado de RCD's en la UE en 2009.
Fuente: Federación Internacional de Reciclaje (FIR).

Con respecto al reciclaje de residuos España, junto con Grecia y Portugal, se encuentra a la cola de Europa con unos valores de residuos destinados a vertedero en torno al 85% frente al 28% de la media Europea.

Más concretamente, Holanda, Bélgica y Dinamarca superan la cifra del 90% de reciclaje para la fracción de hormigón, ladrillos, tejas etc., dentro de la corriente básica de RCD, y en concreto, Holanda y Bélgica, mantienen este altísimo grado de reciclaje para el resto de las fracciones que componen la corriente de residuos básica, reciclando también el 100% del asfalto procedente del residuo de construcción de carreteras.

Este elevado porcentaje de reciclaje se debe principalmente, a la escasez de materias primas para la obtención de áridos vírgenes, y la dificultad de encontrar emplazamientos para vertederos, unidas a otras medidas de carácter legal y económico.

Finlandia, Austria y el Reino Unido reciclan el 40-45% de los residuos básicos de construcción y demolición y entre el 50 y el 76% (Austria y Finlandia) de la corriente de hormigón, ladrillos, tejas etc.

Los factores que en estos países han impulsado el reciclaje, residen en una política de gestión de residuos que ha utilizado instrumentos de tipo económico (impuestos sobre el vertido) y legales (obligación de demoler selectivamente, acuerdos voluntarios, planificación y control).

Suecia, Alemania y Francia reciclan el 15-20% de los residuos básicos de construcción y demolición. La baja cuota de reciclaje en Alemania contrasta con el elevado número de machacadoras operativas que hay en este país (1.000 con capacidad media de triturar 120.000 T/año). Lo contrario sucede con los datos para el Reino Unido, donde se estiman solamente entre 50-100 machacadoras y sin embargo reciclan en torno al 45% de los RCD.

Italia e Irlanda reciclan entre el 6 y el 9% de los RCD básicos y están impulsando el reciclaje de estos residuos.

Finalmente, Portugal, Grecia y España presentan una situación de reciclaje de RCD que puede calificarse de marginal.

1.4.3 Herramientas legislativas para la gestión de RCD's

La normativa al respecto según su ámbito de actuación empezando por el más amplio sería la siguiente:

A nivel europeo

Directiva 2008/98 CE

A nivel estatal

Ley 10/1998 de 21 de abril de residuos.

Ley 22/2011 de 28 de Julio de residuos y suelos contaminados.

Ley 34/2007 de 15 noviembre de calidad del aire y protección de la atmósfera

II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (IIPRNCD) 2007-2015

RD 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.

A nivel autonómico

Ley 10/2000 de 12 de diciembre de Residuos de la Comunidad Valenciana.

Decreto 200/2004 de 1 de octubre del Consell de la Generalitat por el que se regula la utilización de residuos inertes adecuados en obras de restauración, acondicionamiento y relleno o con fines de construcción.

A nivel local

Actualmente no se cuenta con ningún tipo de normativa específica de residuos de construcción y demolición a nivel local.

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, junto con distintas iniciativas legales emprendidas en distintas Comunidades Autónomas, constituyen el cuerpo básico de herramientas que la Administración pretende implantar en el sector de la construcción con objeto de dar desarrollo a los objetivos contenidos en el Plan Nacional de Residuos de la Construcción.

Esta legislación manifiesta las nuevas tendencias en la gestión de residuos con mayor respeto al Medio Ambiente y optimización de recursos y materiales.

El actual marco normativo obliga a las empresas a gestionar sus propios residuos, ya sea compatibilizándolos con la actividad de la propia empresa, o bien contratando los servicios de empresas gestoras. Sin embargo, actualmente en muchas ocasiones lo que las empresas contratan es un servicio de simple retirada, que les ocasiona un coste, sin

considerar que los residuos pueden contar con una valorización. Con el Real Decreto se ha planteado modificar la filosofía de gestión que se ha estado aplicando hasta el momento, exigiendo a las empresas una apuesta clara por la prevención en su generación de residuos y por el fomento de la reutilización y reciclado, a través de las infraestructuras necesarias para su valorización, junto con el desarrollo y potenciación del mercado de los subproductos obtenidos.

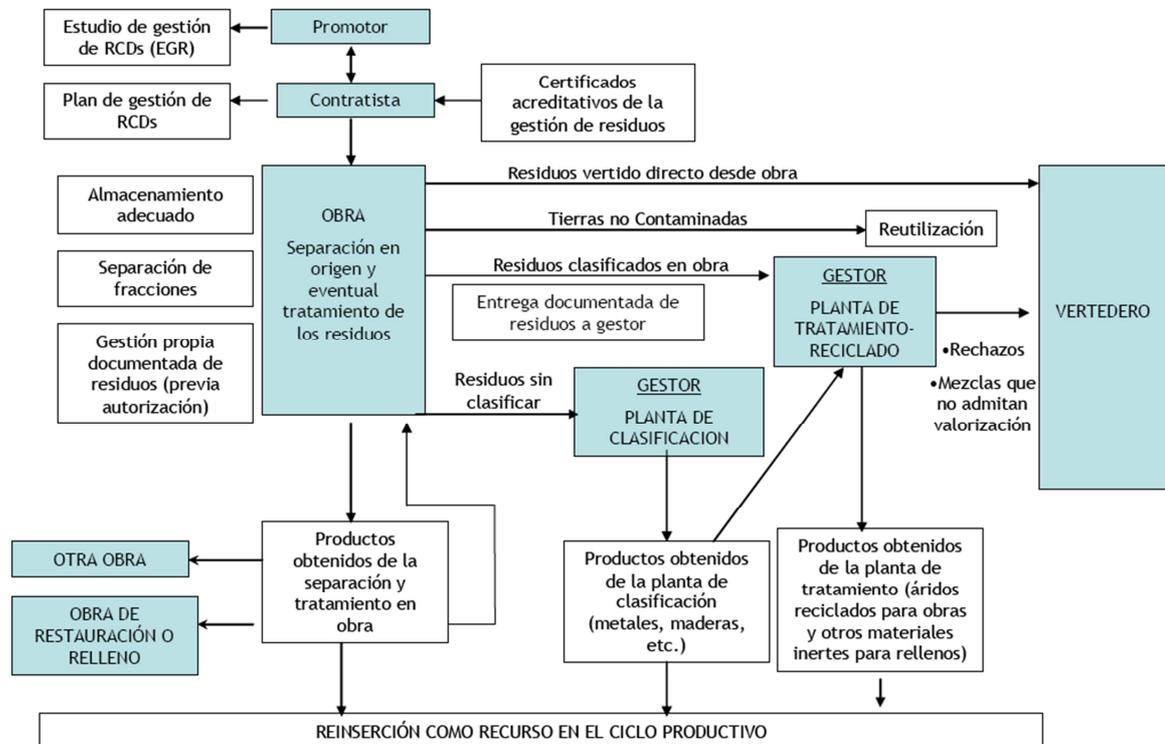


Imagen 3: Flujo de manipulación y Gestión de RCDs y agentes asociados.
Fuente: Manual de Gestión RCD's. Gobierno de Cantabria.

Uno de los pilares en que se basa dicha normativa es en la obligación del promotor, o productor de residuos, de incluir en los proyectos de ejecución de las obras un Estudio de Gestión de RCD's, cuyo contenido mínimo será:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en metros cúbicos y toneladas, de RCD's que se generarán en las obras.
2. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obras.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de RCD's dentro de la obra.

6. Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación, y en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD's dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los RCD's que formara parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente. Posteriormente, el constructor o poseedor de los residuos estará obligado a presentar a la propiedad un Plan de Gestión de RCD's que refleje como desarrollará las obligaciones que le incumban en relación con los residuos producidos en la obra.

Dentro de las obligaciones en relación con los residuos producidos en la obra destaca la obligatoriedad de separar los residuos en origen en las fracciones definidas por el Real Decreto, fomentándose así la posterior valorización de los mismos. Estas fracciones son:

Hormigón	80tn
Ladrillos, tejas, cerámicos	40tn
Metal	2tn
Madera	1tn
Vidrio	1tn
Plástico	0,5tn
Papel y cartón	0,5tn

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente punto. El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el apartado 3 del R.D. 105/2008 correspondientes a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Paralelamente y en función de lo que dispongan en sus futuras normativas las distintas Comunidades Autónomas, se incluye la posibilidad de establecer fianzas o garantías financieras equivalentes para el cumplimiento de los requisitos establecidos en la licencia de obra y el Estudio de Gestión de RCD's, estableciéndose como obligatoria la separación de diferentes fracciones de residuos en función de las cantidades estimadas para cada una de ellas.

En definitiva, la base de este Real Decreto y de toda buena gestión, es una planificación adecuada partiendo de datos suficientes y fiables, algo que actualmente en materia de RCD's viene siendo difícil de llevar a cabo al no existir base de conocimientos suficientes para realizar estimaciones que se aproximen con el adecuado grado de detalle a la realidad.

Las causas de esta baja segregación y reciclaje de residuos son varias, pero es evidente que para poder afrontar una adecuada gestión de residuos se debe partir de una planificación en base a previsiones fiables y completas. Disponer de datos suficientes sobre las cantidades de residuos a generar en función de cada unidad de obra, permite planificar las necesidades de medios de gestión, espacio, personal para la limpieza de obra y la existencia de instalaciones de gestión adecuadas para los volúmenes y tipos de residuos a producir.

En la actualidad el número de instalaciones de gestión adecuadas es limitado, ya que como se comentaba anteriormente, la consideración de los residuos de la construcción como inertes ha llevado a desatender su regulación y control. Por tanto, el nuevo desarrollo normativo no implica únicamente a los productores de los residuos; también a los hasta ahora gestores de residuos inertes, que deberán adaptar sus instalaciones y procesos de tratamiento para dar respuesta a las disposiciones reglamentarias, mejorando el tratamiento ambiental de los residuos y fomentando la valorización de los mismos.

1.4.3 Dificultades encontradas para la aplicación de la legislación

Tal y como se ha comentado en la introducción, para llevar a la práctica la aplicación de la legislación existente actualmente sobre residuos nos encontramos con varias dificultades, estructuradas en las tres fases de la gestión de RCDs: segregación, estimación y gestión.

1.4.3.1 Dificultad en la segregación

La separación en origen de los RCDs influye directamente sobre la calidad de los residuos obtenidos y, consecuentemente, sobre las posibilidades de aprovecharlos.

La reutilización y reciclado de RCDs resultan poco viables cuando los residuos se encuentran demasiado mezclados, debido al elevado coste de los tratamientos requeridos. Por lo tanto, la escasa separación en origen (tanto en las obras de construcción como en los derribos) está limitando la recuperación de RCDs.

La separación diferenciada de los distintos tipos de residuos en la misma obra resulta muy complicada debido a la cantidad de oficios diferentes que intervienen en la ejecución de una obra y la falta de medios y espacio para llevarla a cabo, puesto que se requiere de una selección en origen y una zona de acopio para llevarla a cabo y por norma general ninguno de los oficios intervinientes en la ejecución se encarga de seleccionar y separar los residuos que genera y tampoco se suele disponer de espacio suficiente para el correcto almacenaje de los mismos.

En general, la mayor parte de los residuos generados en la construcción y demolición será los recogidos en la categoría 17 de la Lista Europea de Residuos, si bien, en función de los casos, será posible encontrar otros recogidos en otras categorías.

Cuanto mayor sea la separación, más económico resultará su tratamiento. Las plantas de clasificación y tratamiento de RCD cobran distintas tasas en función del grado de limpieza que presenta el residuo. Los gestores de metales, pagan más por algunos tipos de materiales cuando se les entregan separados. Por tanto, es recomendable utilizar distintos contenedores, sacas o recipientes apropiados para depositar en cada uno un tipo de residuo.

En la gráfica siguiente se representan esquemáticamente los tipos de residuos que se generan en una obra, y que, por tanto, se consideran dentro de los RCD:

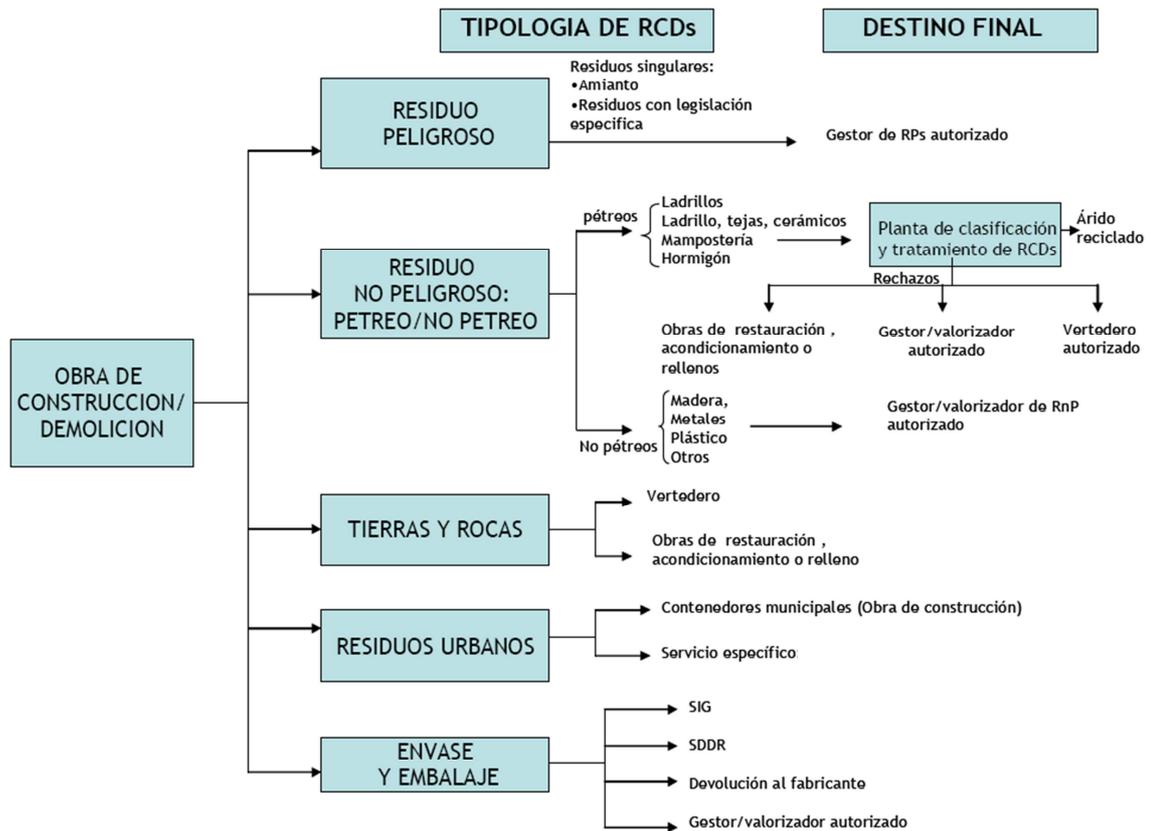


Imagen 4: Tipologías y Gestión de RCDs.
Fuente: Manual de Gestión RCD's. Gobierno de Cantabria.

El objetivo actual debe ser alcanzar un amplio nivel de segregación de los residuos generados en la obra, mediante el diseño y desarrollo de un nuevo sistema de prevención, gestión y reciclaje de residuos de construcción y demolición de modo que su consecución suponga tanto ventajas en el ámbito medioambiental como económico.

Desde el punto de vista medioambiental se deben perseguir los siguientes objetivos:

- Una mejora logística de los trabajos buscando un alto grado de orden y limpieza en las zonas de trabajo que permitiría optimizar la distribución de materiales y su mejor aprovechamiento.
- La revalorización de los residuos susceptibles de poder ser reciclados.
- La reducción del volumen de residuos sujetos a tasas de vertido.

Por otra parte, desde el punto de vista económico se podrán alcanzar los siguientes objetivos asociados al cumplimiento de los objetivos medioambientales:

- El aumento del grado de reutilización de materiales en la propia obra.
- Un menor impacto ambiental en los alrededores de la obra y en los depósitos de la zona.
- Intensificar la cultura medioambiental dentro de la empresa y proyectar al exterior una imagen de sostenibilidad.

-Evitar el despilfarro de recursos naturales, al desechar material reciclable y generar mayor cantidad de residuos de lo necesario.

Estas iniciativas se enmarcan dentro de la necesidad de incorporar nuevas tendencias en la gestión de residuos, con un mayor respeto al Medio Ambiente, optimización de recursos y materiales y, mejora económica del resultado de las obras, así como el requerimiento de establecer mecanismos adecuados para una adaptación rápida y sencilla a proyectos normativos existentes en esta materia.

El marco normativo actual obliga a las empresas a gestionar sus propios residuos, ya sea compatibilizándolos con la actividad de la propia empresa, o bien contratando los servicios de empresas gestoras. Sin embargo, tradicionalmente las empresas contrataban un servicio de simple retirada sin considerar que los residuos pueden contar con una valorización.

1.4.3.2 Dificultad en la estimación

La segunda dificultad existente para dar a este tipo de residuos un correcto tratamiento, es la dificultad para conocer a priori la tipología y cantidad que va a generarse en cada obra, de forma que se pueda prever correctamente la gestión que se va a dar a estos residuos antes de que se produzcan.

Si bien existen actualmente algunos estudios y herramientas que permiten hacer aproximaciones genéricas, no se dispone de estudios científicos que analicen conjuntamente todas las variables que inciden en la tipología y magnitud de los residuos generados por cada unidad de obra.

Algunas de esas variables serían:

-Tipos y dimensiones de materiales (que incidirá directamente sobre el % de material sobrante y sobre los residuos de embalajes generados).

-Tipología específica de la unidad de obra, como por ejemplo el tipo de cimentación, tipo de estructura, cerramientos, particiones etc.

-Cantidad de material utilizado (en volumen o m³).

-Dimensión de la unidad.

-Interrelación con otras unidades de obras (por ejemplo la ejecución de instalaciones generará un resto de material en la tabiquería de ladrillo para la apertura de huecos y reglas, que no se producirá en igual magnitud ni tipología de residuo si la tabiquería es de cartón-yeso).

Ante la evidente necesidad del sector de la construcción de disponer de una base de conocimiento más amplia y de herramientas informáticas que permitan aplicar dichos conocimientos de forma apropiada, se están desarrollando proyectos cuyo objetivo es obtener información detallada y estadísticamente fiable sobre los tipos de residuos originados por cada tipo de unidad de obra y la relación existente entre las mediciones de dicha unidad de obra y las cantidades (en volumen y toneladas) a generar de cada tipo de residuo.

Antecedentes de modelos teóricos existentes para la cuantificación de residuos:

-*Bossink y Brouwers* en 1996 establecieron unas estimaciones preliminares a partir del estudio de 184 viviendas desarrolladas en 5 proyectos distintos en Holanda. Se clasificaron y pesaron los residuos para 9 fracciones, que incluían: restos de pilotes, ladrillos cerámicos, hormigones, bloques, tejas, morteros, agregados, envases y otros. Establecieron que según la tipología de los materiales de construcción que se suministran en la obra, entre un 1% a un 10% en peso de los mismos se convierte en residuo.

-En 2002 en Canadá, utilizaron modelos de simulación para establecer la generación de residuos en obras de construcción según 5 fracciones (metales, maderas, cartón-yeso, hormigones y otros), basándose en el cronograma de actividades de obra.

-En Estados Unidos, del análisis de las distintas aproximaciones, se puede establecer que se basan en el siguiente principio de estimación:

RDCs de un Área Geográfica	=	Número, valor o área de la actividad de construcción, rehabilitación o demolición	×	Rango de producción de RCDs / actividad
----------------------------	---	---	---	---

-El estudio realizado por *Yost y Halstead* en 1996, estimaba el área total de nuevas construcciones a partir de los datos estadísticos del *U.S. Census Bureau* y la multiplicaba por la estimación en peso de los restos que se generaban por la ejecución de particiones de cartón-yeso en cada m² de construcción. De esta forma establecían en cada zona geográfica la necesidad de instalar una planta de reciclado de éste material.

-Con una aproximación similar resalta en 1998 la publicación de la *Metodología Nacional* propuesta por *Franklin Associates* para la *U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA)* y la *Industrial Solid Waste Division*. Se establece el estudio de seis sectores:

- 1.- Construcción residencial
- 2.- Construcción no residencial
- 3.- Rehabilitación residencial
- 4.- Rehabilitación no residencial
- 5.- Demolición residencial
- 6.- Demolición no residencial

Obtienen los datos estadísticos del número, valor y área de cada actividad generadora de escombros y los multiplican por el rango de generación de residuos de cada actividad.

-En el informe para el *Florida Center for Solid and Hazardous Waste Management*, en 2003 se utiliza éste mismo principio basado en el valor monetario para calcular la cantidad de actividad de construcción, rehabilitación y demolición en Florida, para posteriormente aplicarle el valor estimado de generación de residuos de cada material de los estudios previamente analizados.

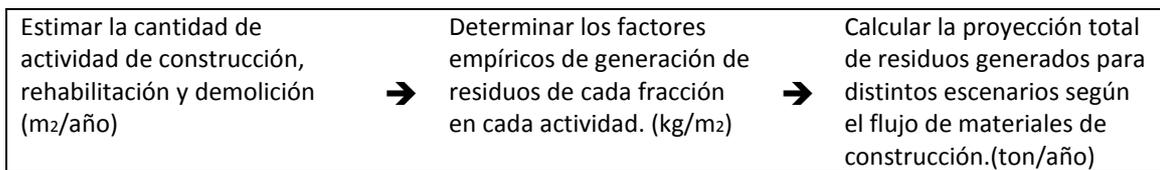
-En el estudio realizado por *Wang* en 2004 en Massachusetts para establecer los restos de maderas, tejas asfaltos, alfombras y cartón-yeso, toma los factores de estimación de desperdicios para cada material de la compañía *R.S.Means* que publica costos de construcción y define para proyectos de demolición el 100% de los materiales del proyecto y para los de construcción el 10%.

-El método de estimación de los residuos provenientes de la construcción, rehabilitación y demolición de edificaciones planteado para Florida por *Conchran* en 2007, se basa en el mismo principio que la Metodología Nacional anteriormente mencionada. Sin embargo utiliza datos de fuentes más fiables y emplea nuevos rangos de estimación que posibilitan

establecer diferencias de generación de residuos según la técnica constructiva. Disgregando los resultados de residuos generados según sean de madera, hormigón, bloque, cartón-yeso, asfalto, metal, plástico, restos cerámicos u otros.

-*Kofoworola* en 2009, en Thailandia emplea de forma más general, este principio de estimación. A la información obtenida de los permisos de construcción expedidos le aplican los factores de generación de residuos de 21,38kg/m² para obras de construcción residencial y de 18,99kg/m² para obras de construcción no residencial.

-Otro modo de realizar las estimaciones de residuos que se producen en la construcción de edificaciones es a través del modelado del stock de materiales y sus flujos en el ambiente construido por la técnica de *Modelación Dinámica. (Dynamic Modeling)*. Se realizan las proyecciones de las cantidades de residuos de construcción y demolición estudiando como ha sido la dinámica de acopio y flujo de los materiales de construcción para la actividad constructora y como será para la futura demanda de edificaciones.



-Ésta aproximación la aplica *Hsiao* en 2002, tomando el área construida según los permisos concedidos hasta 1999 de obras de construcción y demolición de edificaciones en Taiwan, para estimar y proyectar los residuos de hormigón desde 1981 a 2011.

-En los Países Bajos, *Elshkaki* en 2005, emplea este principio para estudiar el plomo de los tubos de rayos catódicos en la Unión Europea, estudiando su necesidad y simulando las cantidades de plomo generadas hasta el año 2031.

-También en los Países Bajos, *Müller* en 2006, utiliza éste procedimiento para determinar la demanda de recursos de una región y su correspondiente generación de residuos y emisiones. Específicamente aplica el modelo para simular la demanda de hormigón en edificaciones residenciales y sus residuos generados en Holanda hasta el año 2100.

-*Bergsdal, Bohne y Brattebo* en 2007, utilizan la modelación dinámica para establecer los residuos de construcción, rehabilitación y demolición de edificaciones en Trondheim, Noruega. Realizan proyecciones hasta el año 2020 para 10 fracciones de residuos distintas (hormigón, madera, cartón-yeso, metal, papel, plástico, vidrio, aislantes, amianto, peligrosos y otros).

También se cuenta con distintos métodos informáticos de gestión y cuantificación basados en datos de investigaciones previas como es el caso del *SMARTwasteTM* de la asociación BRE en Reino Unido. Ésta herramienta informática ayuda a preparar, implementar y revisar el Plan de Gestión de Residuos de Obras de Construcción. Éste software integra una herramienta de cuantificación que calcula el volumen general de residuos en 13 fracciones distintas del proyecto.

-En cuanto a las investigaciones realizadas en España, destacan los estudios realizados por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC) y por la Universidad de Sevilla.

El método del ITeC de Cataluña se centra en una base de datos informática llamada BEDEC. Ésta se basa en los resultados obtenidos a partir del estudio de diversas obras de construcción y demolición, obteniéndose el volumen por superficie construida o demolida. Ofrece como referencia el peso y volumen total generado de cada tipo de

residuo según el CER (Catálogo Europeo de Residuos) en 3 fases presentes en la edificación:

- 1.- Estructura (separando entre encofrados de madera y metálicos),
- 2.- Cerramiento y
- 3.- Acabados (distinguiendo aquellos de cartón-yeso de los tradicionales).

También el ITeC ha elaborado la *Guía para la Redacción del Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición* como un instrumento de asistencia a la elaboración del proyecto donde aplicando los factores de producción de residuos al área de construcción se obtienen la cantidad aproximada de residuos generado en peso y volumen según las 7 fracciones requeridas en el RD 105/2008.

En Sevilla, se llevó a cabo un Modelo de Cuantificación de Residuos de Construcción que posteriormente se aplicó en el *Modelo Alcorec*. Éste modelo emplea la clasificación y codificación conocida para realizar el presupuesto de obra en Andalucía (capítulos y subcapítulos). Se basa en el listado de las unidades de obras del proyecto a los que se les aplica una serie de coeficientes de transformación según una fórmula matemática, para obtener el volumen de residuos de cada capítulo y subcapítulo, diferenciados en envases, restos y demolición.

Basándonos en la ponencia de Carmen Llatas Oliver (Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Universidad de Sevilla, España), Laura Carolina Ramírez (Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Universidad Central de Venezuela) y Ricardo Huete Fuertes (Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, Universidad de Sevilla, España) *Una aproximación metodológica a la verificación en obra de la cuantificación de residuos de construcción en Andalucía*, en la que comparan los diversos métodos teóricos de cuantificación de residuos en obra, podemos asegurar que las desviaciones existentes entre los distintos métodos y la realidad llegan a ser bastante importantes a la hora de establecer un sistema de gestión de RCD's y planificar su puesta en funcionamiento.

Uno de los aspectos más relevantes es que los modelos de cuantificación utilizados en la actualidad proporcionan dos únicos indicadores que ilustran la cantidad de residuo global susceptible de ser generado y las cantidades pormenorizadas de cada tipo de residuo según el código LER pero ninguno estima la generación estableciendo una cronografía, haciendo imposible adaptar los medios para la gestión de los RCD's en obra a las necesidades en cada momento.

En definitiva conocer de antemano las cantidades de RCD's y cuando van a ser generados, permite planificar y adecuar la gestión de los RCD's a la obra en concreto, así como, establecer medidas preventivas y controladoras, en aras a conseguir un modelo de gestión de RCD's cuyo principal objetivo sea la generación de residuos cero.

1.4.3.3 Dificultad en la gestión de las diversas fracciones de RCD's

Una vez llegados a éste punto ya no podemos aplicar los dos primeros puntos de la *Jerarquía en la Gestión de los RCD's* y deberemos optar en primera opción por la reutilización de los materiales en la misma obra, la valorización y finalmente la eliminación, y proponer las líneas de tratamiento en base a distintos factores: tipos de materiales, distancia a centros de tratamiento, cantidades producidas, técnicas disponibles, etc.

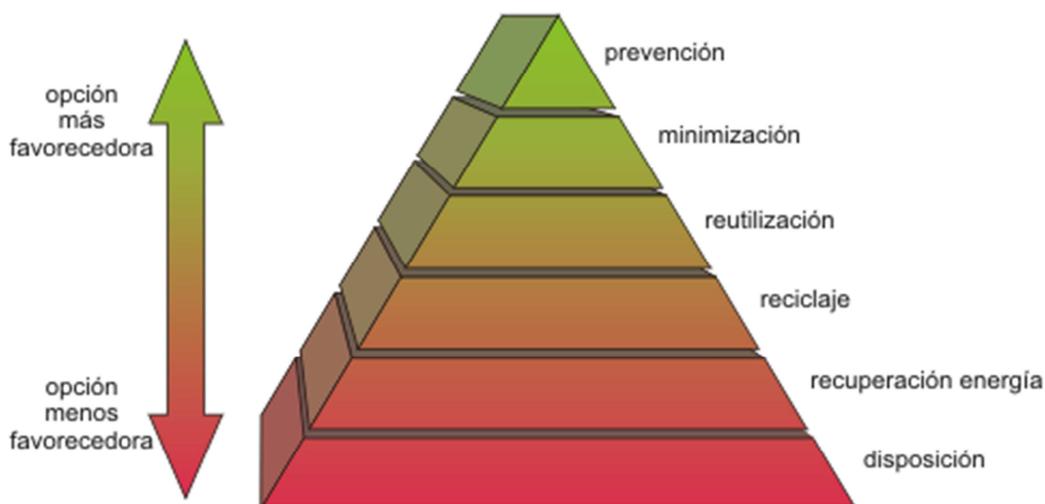


Imagen 5: Jerarquía en la Gestión de RCDs.

Hasta el momento de la aparición del *Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición* la tendencia actual en la gestión de los residuos de la construcción era su tratamiento como inertes, mayoritariamente mediante depósito en vertedero.

Las disposiciones del citado Real Decreto fomentan una mayor valorización de los mismos al prohibir expresamente el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

Por tanto, en respuesta a estas nuevas disposiciones legales deben autorizarse nuevos gestores con actividades para valorización de RCD's tal y como define el *Real Decreto 105/2008*. La autorización de estos centros de valorización es aún incipiente, lo que limita la propuesta de líneas de tratamiento encaminadas a la valorización final de su residuo.

El citado Real Decreto no concreta de forma detallada los requisitos para la autorización de instalaciones de gestión de residuos de construcción y demolición, delegando en las Comunidades Autónomas la concesión de estas autorizaciones. Si bien, ya desde el año 1999 existe normativa UNE que establece las especificaciones técnicas para los centros de valorización de los residuos de la construcción: *Norma UNE 134002:1999 EX "Gestión de eliminación y de valoración de los residuos inertes de derribo y demás residuos de la construcción. Especificaciones técnicas y de gestión medioambiental."*

Esta norma define las especificaciones técnicas mínimas de los Centros de Eliminación y/o Valorización (CEV) de RCD's. El objetivo es poder asegurar una correcta gestión ambiental mediante la separación de materiales valorizables y de elementos desechables, así como permitir la recuperación y reciclado de la máxima cantidad posible

de materiales de construcción, distinguiendo entre tres tipos de centros de eliminación y/o valorización:

-Vertederos de inertes: Instalación de eliminación que se destina al depósito controlado de RCD's.

-Planta de reciclaje de RCD's: Instalación industrial fija que procesa y comercializa fracciones valorizables de RCD's.

-Área de reciclaje de RCD's: Depósito temporal de RCD's para su posterior reciclado in situ mediante equipos móviles.

Por tanto, una referencia para el productor de RCD's, a la hora de buscar posibles gestores para sus residuos, cuando ya no sea posible la reutilización en la propia obra, es buscar gestores de RCD's que además de autorizados por la Comunidad Autónoma estén certificados a los efectos de la Norma UNE 134002 como Planta de reciclaje de RCD's.

El esquema tipo de funcionamiento de una planta de tratamiento de RCD se compone de una serie de etapas que transcurren desde la recepción inicial de los residuos admisibles hasta la obtención del árido reciclado:

1-La etapa inicial consiste en la recepción y pesaje de los residuos, que va acompañada de una inspección visual de la mezcla del RCD, que será la determinante del precio de gestión a aplicar según se trate de residuo muy mezclado o bien poco mezclado.

2-Posteriormente, se pasa a la playa de descarga. Aquí es donde se procede a realizar la segregación en los distintos componentes del RCD, bien de forma manual o bien ayudado de medios mecánicos. Primeramente se separan los residuos peligrosos, los residuos voluminosos y la fracción valorizables (madera, metales,etc.).

3-La fracción restante pasa a la línea de tratamiento y triaje compuesta por cintas de transporte, separadores magnéticos, trómeles, soplantes, cabina de triaje y zona de acopio.

4-Finalmente para la obtención del árido el material pasa por un molino de impactos o de mandíbula y sistemas de cribado a fin de obtener áridos de diferente granulometría.

Al observar las diferentes etapas que pasan los residuos pétreos hasta convertirse en árido reciclado podemos advertir que en caso de una eficiente clasificación en origen pasaríamos directamente de la etapa 1 a la 4, con el consecuente beneficio.

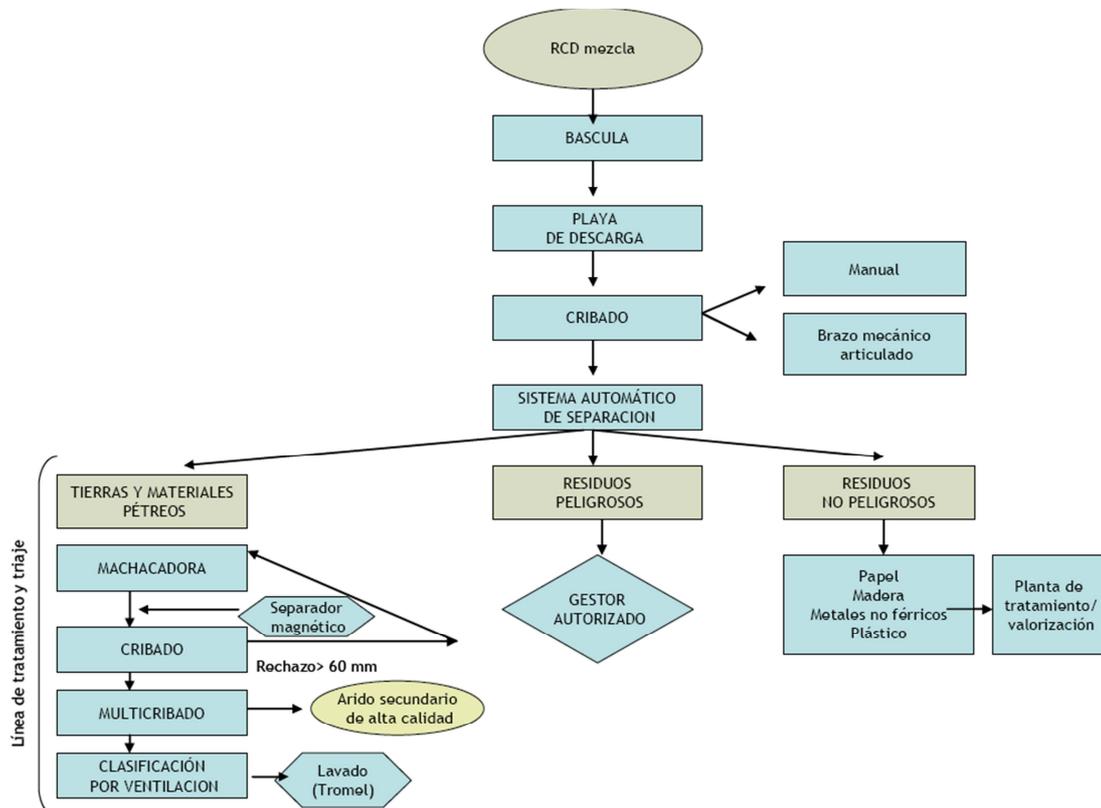


Imagen 6: Esquema tipo de un planta de reciclaje de RCDs.
Fuente: Manual de Gestión RCD's. Gobierno de Cantabria.

Para aquellos rechazos provenientes de las plantas de clasificación y tratamiento de RCD se optará por la valorización energética siempre que el residuo disponga de un poder calorífico aceptable (se suele aplicar a la fracción de plásticos mezclados con papel-cartón).

En caso de eliminación del material, se podrá depositar bien en vertedero de residuos no peligrosos, bien en vertedero de residuos inertes, en función del tipo de material de que se trate y de las características del mismo. Únicamente deberán destinarse a vertedero aquellos residuos sobre los que no pueda llevarse a cabo una operación de reciclaje o valorización y además hayan sido sometidos a algún tipo de tratamiento previo.

2.0

**METODOLOGÍA
DE APLICACIÓN**

2.1

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO.

2.1.1 Datos de partida. Ubicación, tipología constructiva

Se pretende construir un edificio de dos alturas con planta baja, planta sótano y planta bajo cubierta en la Calle Pescadores nº 19 de Castellón.

El edificio será de uso administrativo con uso aparcamiento en sótano y planta baja.

Se encuentra en suelo urbano, concretamente en la Zona de Casco Histórico, Núcleo Histórico Tradicional de Castellón.

El entorno físico del inmueble, cuyo uso característico es el Residencial, está totalmente consolidado con viviendas unifamiliares entre medianeras realizadas a principio del siglo pasado, con alternancias de construcciones actuales de viviendas y de servicios públicos. Ésta zona se encuentra muy próxima al centro administrativo, comercial y socio-cultural de la Ciudad.

La parcela donde se ubicará el inmueble tiene forma de polígono trapezoidal, de dimensiones aproximadas 16,00 m y 17,00m. en sus bases y 12,50m. en la altura. , y tiene una superficie de 205,42 m².



Imagen 7: Vista Aérea del edificio.
Fuente: Google Earth



Imagen 8: Situación del edificio.
 Fuente: PGOU CS (Plan General de Ordenación Urbana de Castellón de la Plana)

Diagnóstico:

La ubicación del edificio entre medianeras y en una calle peatonal del centro con una anchura de 4,90m nos condicionará a la hora de facilitar el acceso a los medios de transporte para la posterior retirada de los residuos y todavía en mayor medida en la disponibilidad del espacio necesario para el acopio de los mismos. Por lo tanto los medios necesarios deberán adaptarse a las necesidades de espacio y ubicación del entorno.

2.1.2 Análisis de la información. Proyectos, memorias y planos.

Disponemos del Proyecto Básico y de Ejecución con sus correspondientes memorias y planos de los que podemos extraer los siguientes datos que nos serán útiles a la hora de planificar nuestro sistema de gestión de residuos en obra:

SISTEMA ESTRUCTURAL

Cimentación

Se proyecta una cimentación mediante zapatas aisladas y combinadas bajo pilares interiores y mediante zapata corrida excéntrica con solución de viga centradora bajo los muros de sótano.

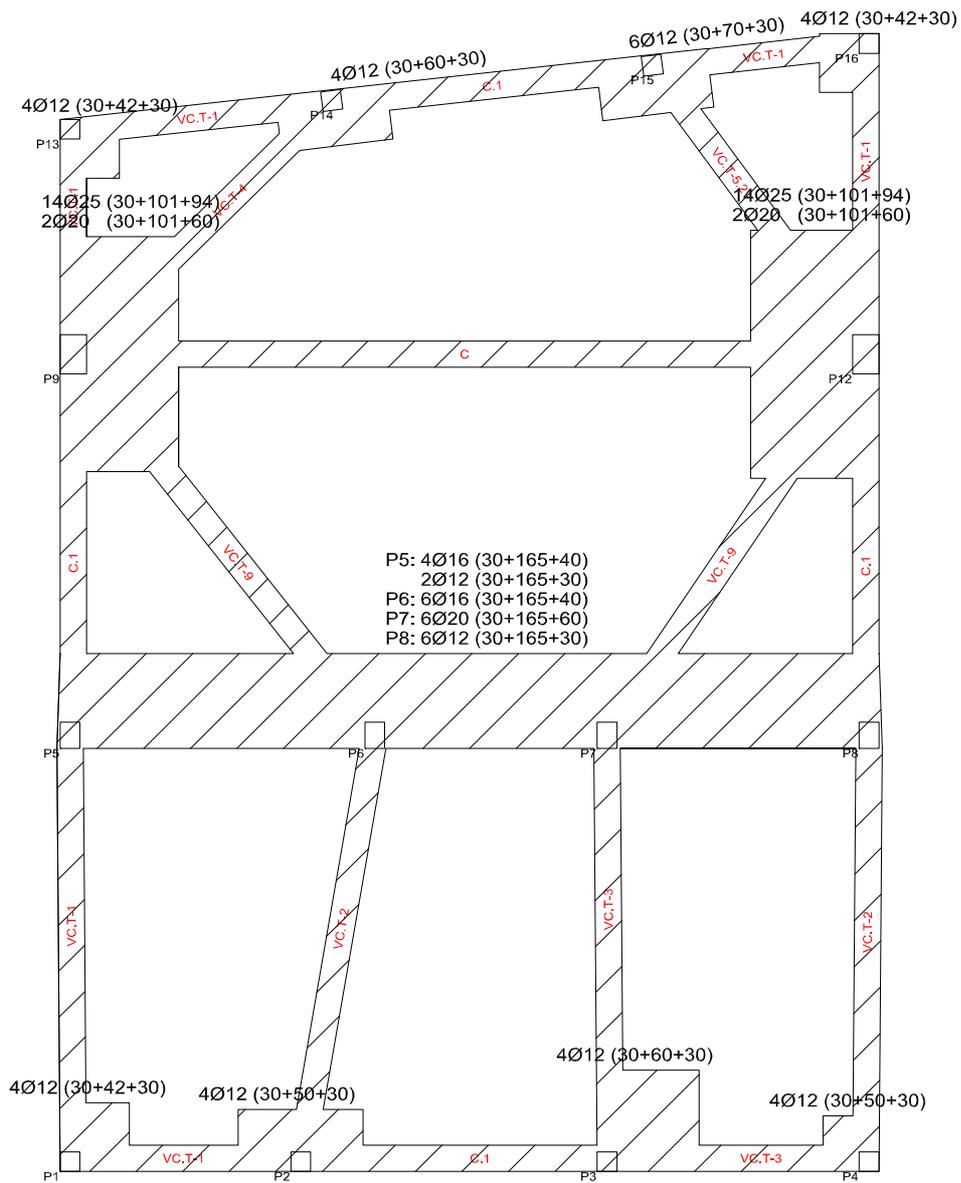


Imagen 9: Plano de cimentación.

Estructura soporte

La estructura soporte del edificio se resuelve mediante pilares, cuadrados y rectangulares para facilitar su integración en la distribución interior, y muros de hormigón armado en el sótano.

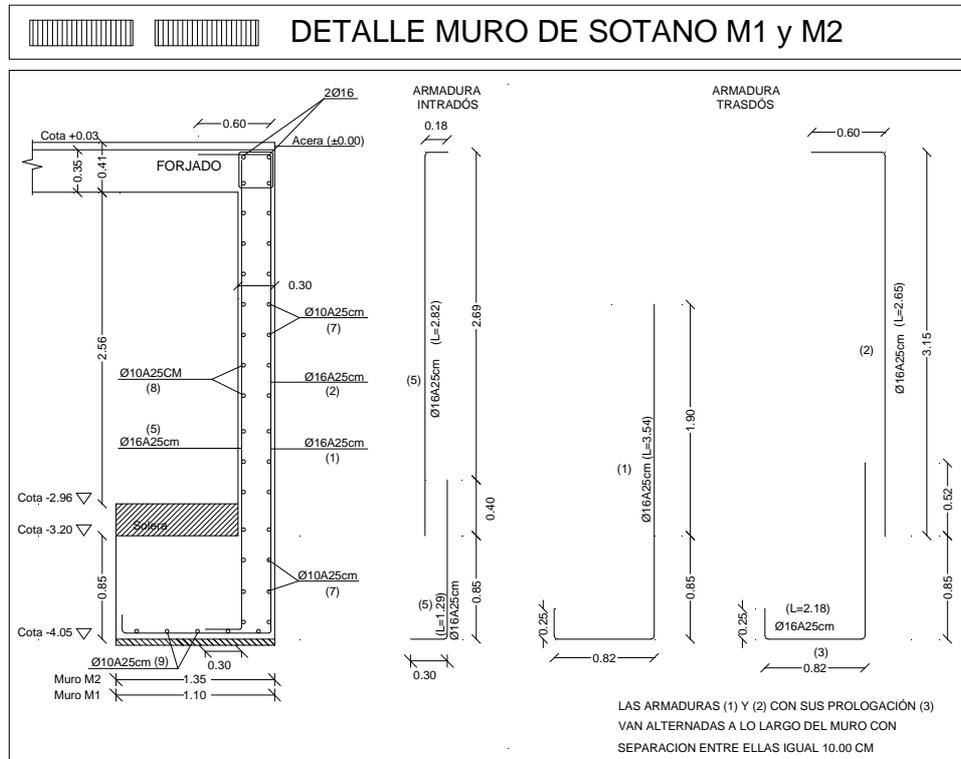


Imagen 10: Detalle del Muro de sótano.

Estructura horizontal

La estructura horizontal y de cubierta se resuelve mediante vigas planas, forjados unidireccionales in situ con bovedillas, ambos de hormigón armado, para facilitar su ejecución y evitar resaltos en los techos, excepto en el techo del garaje donde aparece una viga descolgada, y en la cubierta, donde aparece una viga de canto superior.

SISTEMA ENVOLVENTE

Cubierta

La cubierta del edificio se resuelve a base de teja cerámica. Las terrazas transitables en planta primera y bajo cubierta se resolverán con cubierta plana invertida transitable, compuesta por una capa de hormigón aligerado con arcilla expandida para formación de pendiente, sobre el forjado de hormigón, lámina impermeabilizante, placas de poliestireno extruído de 4cm., lámina geotextil, capa de compresión y pavimento de plaqueta de gres.

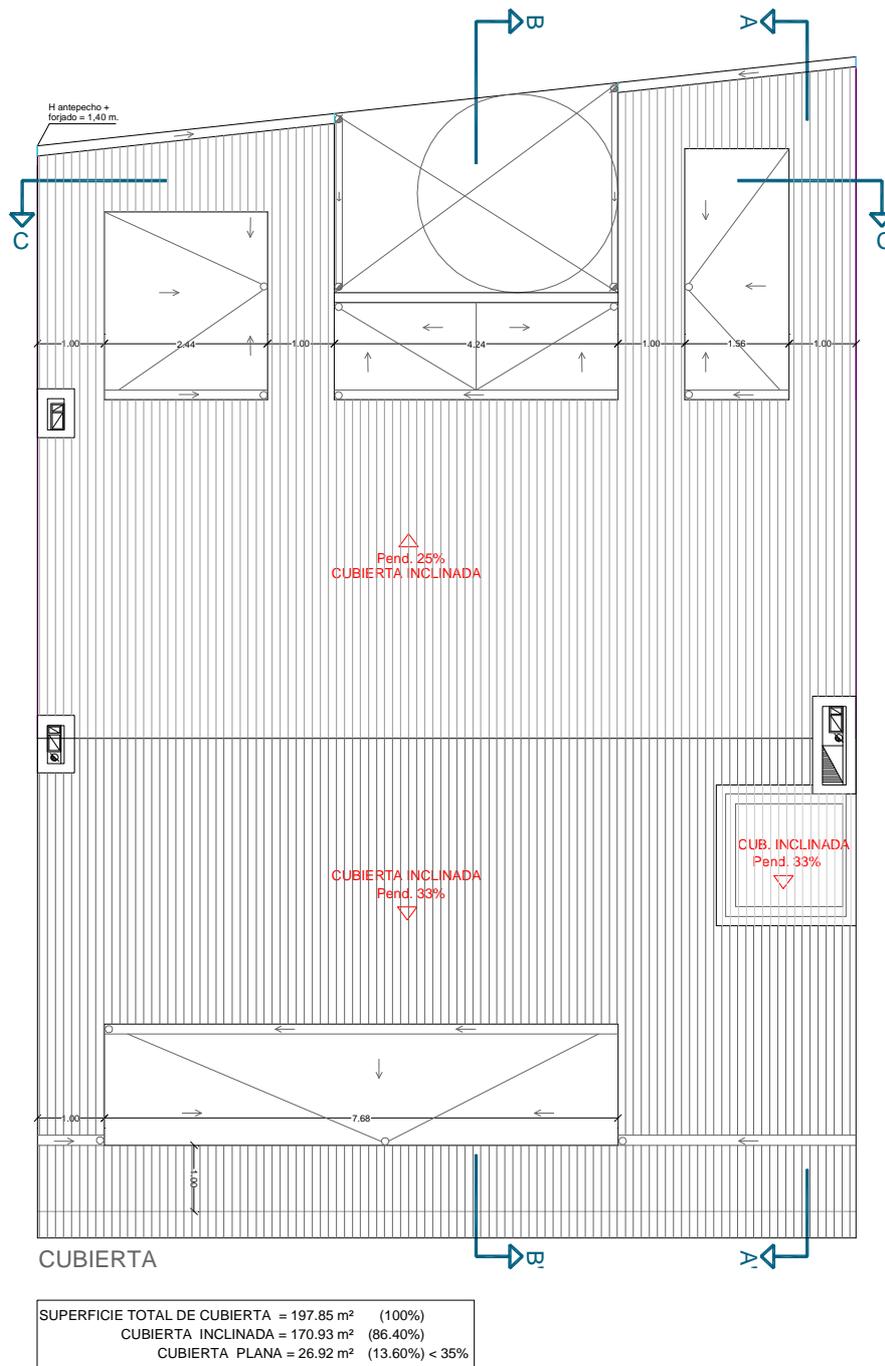


Imagen 11: Plano de cubierta.

Fachada

El cerramiento tipo del edificio, será de doble hoja, constituido por: una hoja exterior de 1/2 pie de ladrillo perforado, revestido exteriormente con mortero monocapa, terminado con estuco liso, cámara de aire de 5 cm, aislamiento térmico a base de poliestireno extrusionado de 4 cm, y hoja interior de tabicón de ladrillo hueco doble de 7 cm. En el interior de la cámara se realizarán canaletas con pendientes adecuadas, ejecutadas con mortero de cemento 1:4 e impermeabilizadas. Se colocarán pipas en "T" de acero para ventilar las cámaras.

Muros bajo rasante

Los cerramientos bajo rasante se resuelven con muro de hormigón de 30cm. de espesor, con protección de lámina de polietileno de alta densidad.

Suelos

Los suelos en contacto con el terreno se resuelven con solera de hormigón de 20cm. sobre capa de grava con protección de lámina de polietileno de alta densidad.

Carpintería Exterior

Los elementos de la carpintería exterior serán de madera, abatibles con contraventanas de librillo, con rotura de puente térmico, homologadas y con clasificación, A3/E3/V3 según despieces y aperturas indicados en el correspondiente plano de la memoria. . El acristalamiento será doble, de baja emisividad, con espesores 4/12/4+4.

Las barandillas en balcones y terrazas, serán de acero inoxidable AISI-316.



Imagen 12: Fachada

SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

Elementos separadores de sectores-usos

-Elementos verticales:

aparcamiento-local: 1/2 pie LP revestido por las 2 caras (EI120 / R=45dBA)

local-local: 1/2 pie LP revestido por las 2 caras (EI120 / R=45dBA)

-Elementos horizontales:

aparcamiento-local: losa hormigón 25 + plaqueta (REI120 / R=65dBA / L_n=70dBA)

local-local: forjado hormigón 25+5 + plaqueta (REI90 / R=56dBA / L_n=77dBA)

-Puertas de paso entre sectores:

aparcamiento-local: puertas vestíbulos de chapa de acero EI2 30-C5

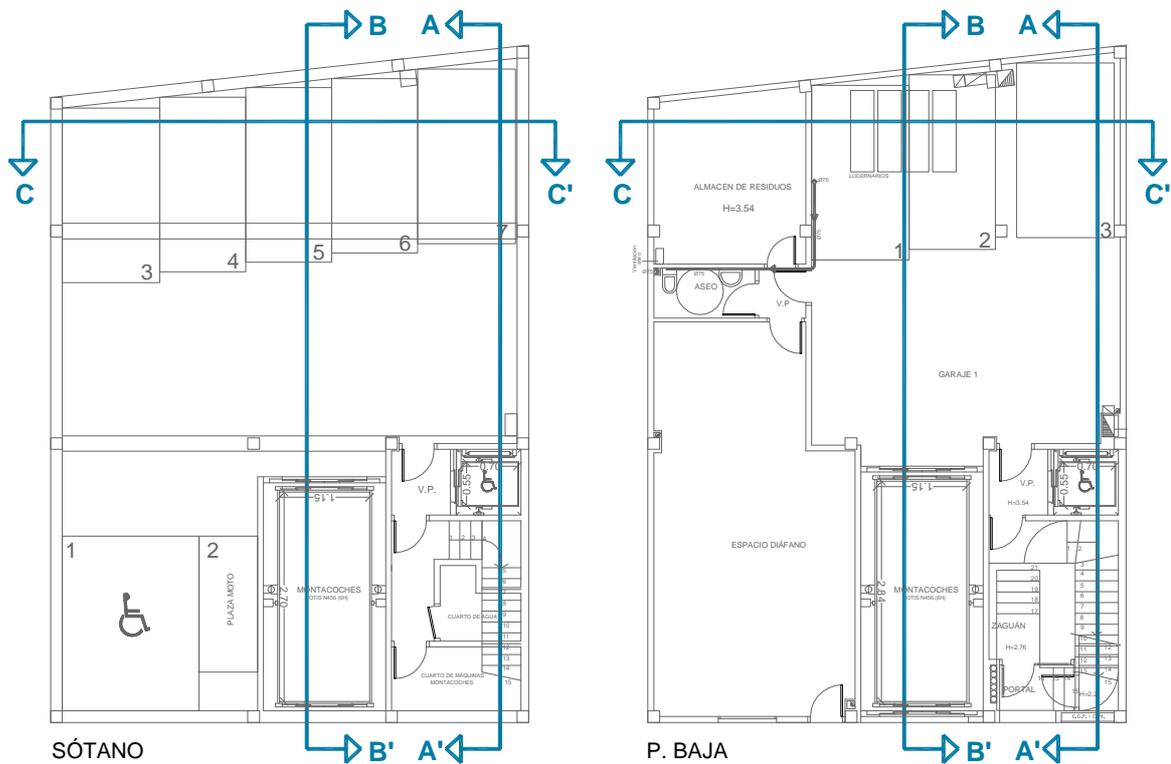


Imagen 13: *Planta Sótano y Planta Baja*

Particiones interiores

-Elementos verticales:

particiones local: tabicón LHD revestido por las 2 caras (R=38dBA)

local-elementos comunes: tabicón LHD+3cm. lana de roca+tabicón LHD revestido por las 2 caras (R=48dBA)

locales-usuarios distintos: paneles de yeso laminado

-Elementos horizontales:

local-elementos comunes: forjado hormigón 25+5 + plaqueta (R=56dBA / L_n=77dBA)

local-usuarios distintos: forjado hormigón 25+5 + plaqueta (R=56dBA / L_n=77dBA)

Carpintería Interior

La carpintería interior será en general de madera de pino, con puertas de paso lisas, guarniciones y marcos de 7 cm de la misma madera, sobre premarcos de pino rojo.

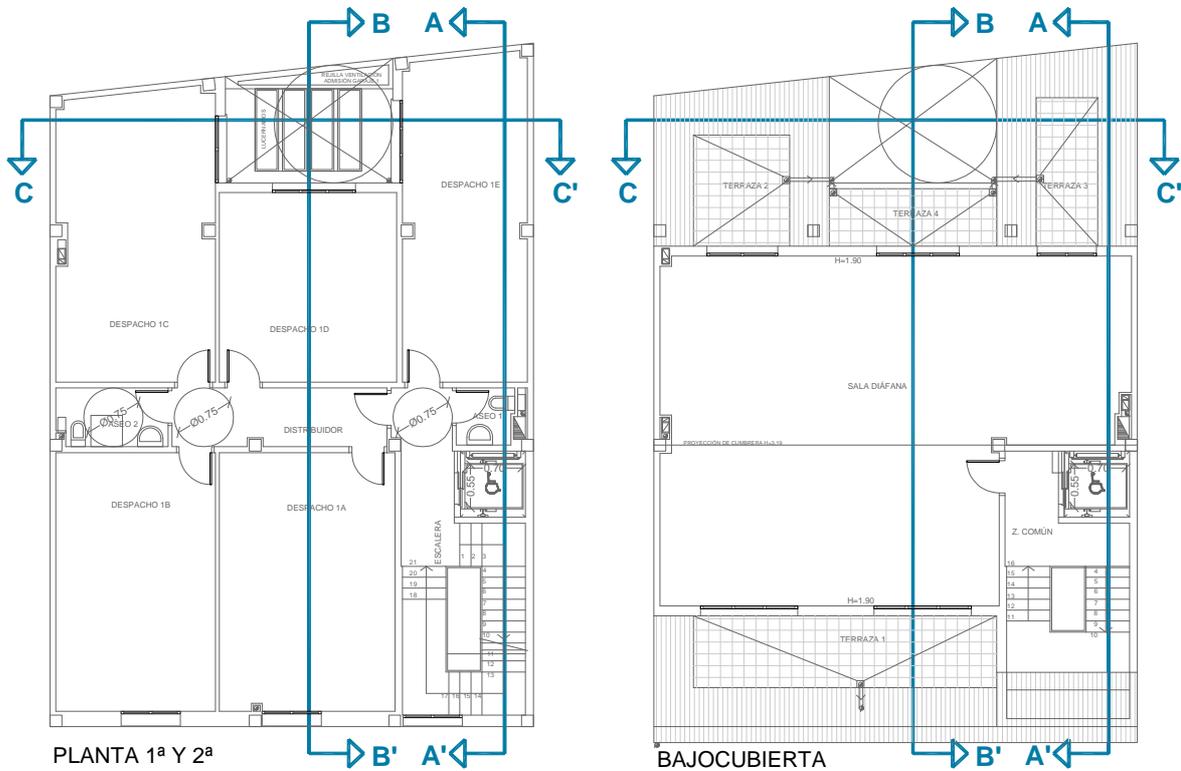


Imagen 14: Plantas 1ª, 2ª y Bajocubierta

SISTEMA DE ACABADOS

Pavimentos

En todas las estancias se dispondrá de gres de 50x50cm. Las terrazas tendrán pavimento de gres de 31,6 x 31,6 cm. Para las zonas comunes de acceso a las estancias, portal y rellano de escaleras, se ha escogido un pavimento de gres de 50x50cm. En los garajes el pavimento será de hormigón ruleteado.

Paredes

En general, los revestimientos verticales interiores en todas las plantas, tanto en estancias como en zonas comunes, se acabarán con pintura plástica lisa.

En los locales húmedos se dispondrá plaqueta de gres de 20x20cm. En el portal se combinará un aplacado de mármol y revestimiento de madera.

Techos

En las zonas comunes del edificio y en los aseos y pasillos de las estancias se dispondrá falso techo de escayola. El acabado de los techos será con pintura plástica lisa.



Imagen 15: Secciones A-A' y B-B'

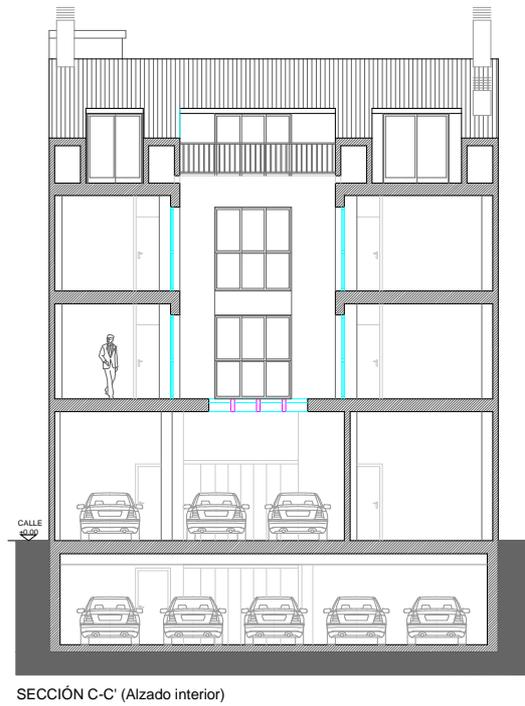


Imagen 16: Sección C-C'. Alzado Interior.'

2.1.3 Medios materiales disponibles.

Tras el análisis de los planos de emplazamiento y situación, las diferentes memorias y planos del edificio y las cantidades previstas de RCDs llegamos a la conclusión de los medios materiales de los que podremos disponer:

Se podrá disponer de plataformas con ruedas sobre las que se colocarán unas sacas para las fracciones de madera, metal, plásticos y embalajes. La idea de unas plataformas móviles surge de la necesidad de facilitar su manipulación para acercarlas a la calle haciendo posible la carga en camión para su retirada.

Además se colocarán 2 bidones de plástico de 100 litros de capacidad para residuos peligrosos, en el interior de la parcela según plano de planta adjunto.

También se colocará en la calle un contenedor de 5m³ que se utilizará en momentos puntuales donde el vertido sea mayor o no sea posible la ocupación en el interior de la parcela (durante la excavación y la cimentación) y tras solicitud de ocupación de vía pública en el Ayuntamiento, se ubicará en la calle junto a la fachada permitiendo un paso libre de vía de 3,19m.

Un tubo de descarga colocado en fachada facilitará el vertido de los escombros en éste contenedor.

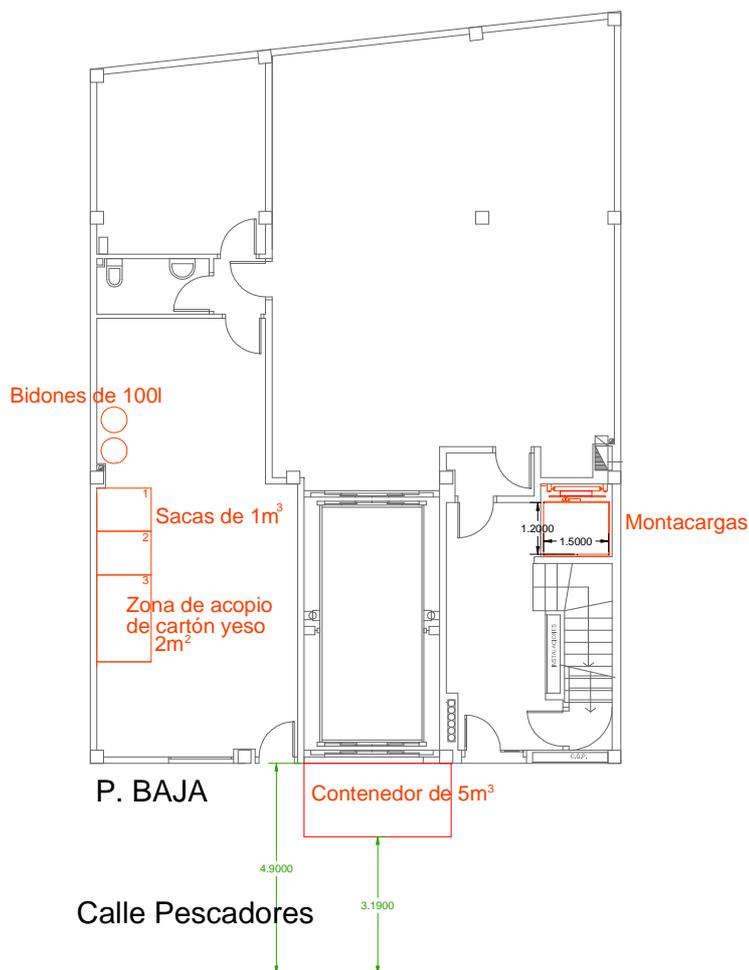


Imagen 17: Ubicación en planta de contenedores de recogida de residuos

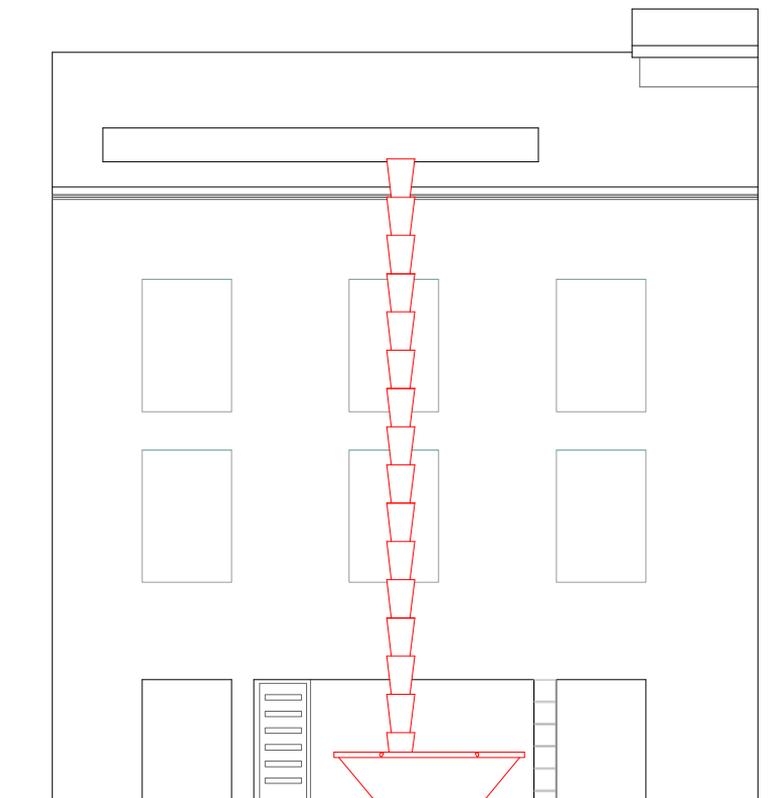


Imagen 18: Ubicación en fachada de contenedor de 5 m³ y tubo de descarga.

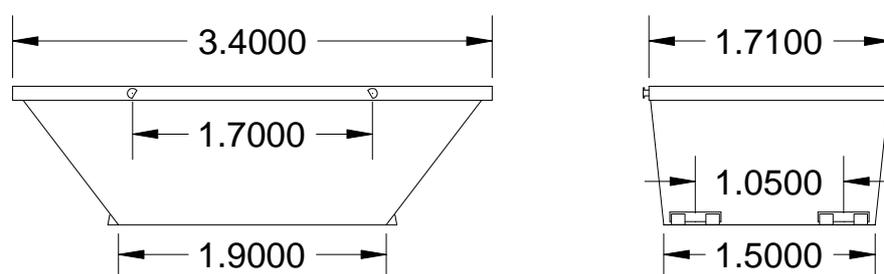


Imagen 19: Detalle de contenedor de 5m³
Fuente: propia



Imagen 20: Tubo de descarga ubicado en fachada
Fuente: www.directindustry.es

Se dispondrá también de un pequeño multicontenedor móvil adosado a un montacargas de cremallera con una capacidad de carga de 600Kg que discurrirá por el hueco del ascensor, permitiendo así el vertido separativo de residuos en todas y cada una de las plantas del edificio.

Él multicontenedor dispondrá de un sistema de patas que lo mantendrá elevado permitiendo su transporte mediante una carretilla manual, facilitando su desplazamiento hasta la zona de vaciado.

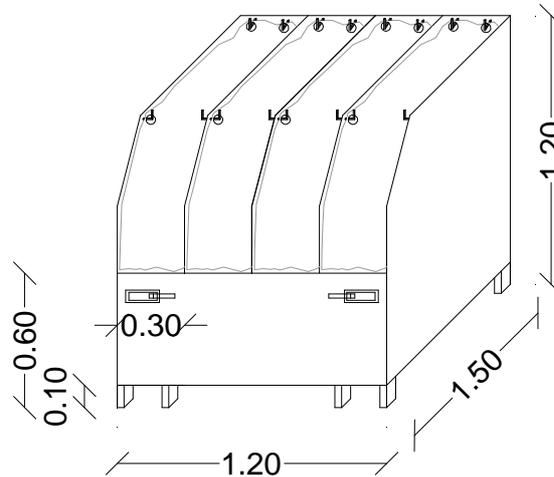


Imagen 21: Multicontenedor ubicado en montacargas.
Fuente: propia.

Contará con 4 compartimentos móviles a los que se les podrá acoplar diferentes sacas según el residuo a contener dependiendo de la etapa en la que se encuentre la obra.

Por ejemplo, durante la fase de ejecución de cerramientos podrá utilizarse como un único contenedor debido al volumen de residuos que generará la obra de fábrica; durante la fase de pintura se le deberá colocar en uno de los compartimentos una saca impermeable que impida las fugas y colocar en los otros bolsas según las necesidades de los distintos oficios y así según las necesidades de la obra en cada momento, siendo cada uno de los operarios totalmente responsable de los residuos que genere.



Imagen 22: Montacargas de cremallera en hueco de ascensor
Fuente: Grupo Turbo-Iber.

2.2

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS Y SU TIPOLOGÍA

2.2.1 Estimación según plantilla estandarizada:

Se va a proceder a practicar una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por 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.

Para la realización de ésta estimación se va a utilizar una plantilla Excel con porcentajes y datos estadísticos obtenidos de la Comunidad de Madrid y del PNRCD. Se ha observado que la mayoría de Estudios de Gestión de Residuos se realizan a partir de los cálculos obtenidos con ésta plantilla.

Para que los trabajos de reutilización, valorización o eliminación sean más eficaces, se han agrupado los residuos conociendo los diferentes tipos de materiales residuales que se producirán y que básicamente los podemos clasificar, según su naturaleza y según las definiciones contenidas en el manual de minimización de residuos del ITEC, la Ley 10/1998, de 21 de Abril de 1998 y el Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, en:

RCD's NIVEL 1 - Tierras y pétreos procedentes de la excavación: Residuos generados por el desarrollo de las obras de la infraestructura, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCD's NIVEL II – RCD's resultantes de la ejecución de la obra: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana.

Los residuos generados serán tan sólo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideraran incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial:

RCDs Nivel I**1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN**

x	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

RCDs Nivel II**RCD: Naturaleza no pétreo****1. Asfalto**

	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
--	----------	---

2. Madera

X	17 02 01	Madera
----------	----------	--------

3. Metales

	17 04 01	Cobre, bronce, latón
	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10

4. Papel

X	20 01 01	Papel
----------	----------	-------

5. Plástico

X	17 02 03	Plástico
----------	----------	----------

6. Vidrio

	17 02 02	Vidrio
--	----------	--------

7. Yeso

X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
----------	----------	---

RCD: Naturaleza pétreo	
1. Arena Grava y otros áridos	
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01 04 09	Residuos de arena y arcilla
2. Hormigón	
X 17 01 01	Hormigón
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	
X 17 01 02	Ladrillos
X 17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.
4. Piedra	
17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
1. Basuras	
20 02 01	Residuos biodegradables
20 03 01	Mezcla de residuos municipales
2. Potencialmente peligrosos y otros	
17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas

17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorventes contaminados (trapos,...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
16 01 07	Filtros de aceite
20 01 21	Tubos fluorescentes
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
16 06 03	Pilas botón
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
15 01 11	Aerosoles vacíos
16 06 01	Baterías de plomo
13 07 03	Hidrocarburos con agua
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

A partir de las mediciones y del presupuesto de ejecución material o PEM, podemos estimar la cantidad de residuos generados de cada tipo. La obra cuenta con un PEM de 326.190,39€ y una superficie construida total de 914,92m².

El volumen de tierras se extrae directamente de los datos y previsiones de proyecto y es de 648,50m³.

Se estima que de la totalidad de residuos de una obra nueva el 32% son tierras y productos inertes no recuperables que pasarán a depósito, el 20% serán de tipología variada entregados a cada gestor y el 48% pasará a plantas de reciclaje, con un rechazo estimado del 17%.

Los porcentajes (%) se extraen del Plan Nacional de Residuos y se basan en los estudios realizados en la Comunidad de Madrid para obra nueva. El Plan RCD de la CAM 2002-2011 establece valores ligeramente diferentes, pero siempre se trata de una estimación variable en función del tipo de obra. Estos porcentajes pueden ser modificados para otro tipo de obras siempre que su suma total sea 100%, aunque tras comprobaciones realizadas en más de diez EGR realizados en la Comunidad Valenciana podemos asegurar que éstos porcentajes permanecen inalterados en la totalidad de ellos.

El primer paso para estimar la cantidad de RCD's generados en Obra Nueva es el de calcular las toneladas totales de residuos que se van a producir, lo cual se refleja en la siguiente tabla.

Estimación de residuos en OBRA NUEVA		
Superficie Construida total	914,92 m2	
Volumen de residuos (S x 0,15)	137,24 m3	
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m³)	1,00 Tn/m3	
Toneladas de residuos	137,24 Tn	
Estimación de volumen de tierras procedentes de la excavación	684,50 m3	
Presupuesto estimado de la obra	326.190,39 €	
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	3.958,85 €	(entre 1,00 - 2,50 % del PEM)

RESIDUOS DE LA EXCAVACIÓN (Nivel 1)				
		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		684,50	1,00	684,50
TOTAL =				684,50

RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN (Nivel 2)				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	5,00%	6,86	1,30	5,28
2. Madera	4,00%	5,49	0,60	9,15
3. Metales	2,50%	3,43	1,50	2,29
4. Papel	0,30%	0,41	0,90	0,46
5. Plástico	1,50%	2,06	0,90	2,29
6. Vidrio	0,50%	0,69	1,50	0,46
7. Yeso	0,20%	0,27	1,20	0,23
TOTAL estimación	14,00%	19,21		20,15
RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	4,00%	5,49	1,50	3,66
2. Hormigón	12,00%	16,47	1,50	10,98
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	54,00%	74,11	1,50	49,41
4. Piedra	5,00%	6,86	1,50	4,57
TOTAL estimación	75,00%	102,93		68,62
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	7,00%	9,61	0,90	10,67
2. Potencialmente peligrosos y otros	4,00%	5,49	0,50	10,98
TOTAL estimación	11,00%	15,10		21,65
TOTAL =				110,42

2.2.2 Estimación pormenorizada

En base a mejorar la capacidad organizativa y eficiencia a la hora de gestionar los RCDs no sólo tenemos que estimar el “cuánto” sino también el “cuándo”, además tal y como podemos observar en las tablas anteriores los valores estimativos obtenidos nos proporcionan información poco fiable ya que no tienen en cuenta la realidad de la obra que se va a llevar a cabo. Tenemos el ejemplo claro del vidrio. En las tablas aparecen como residuo 690Kg de éste material, que en la realidad no se va a manipular en obra ya que todos los elementos que lo requieren vendrán preparados de antemano siendo simplemente requerida su colocación en obra.

Conocer los residuos que se van a generar en cada una de las fases de la obra también nos permitirá adaptar los medios materiales y humanos a las necesidades de cada momento, facilitando una mayor limpieza en obra y disposición de espacio para acopios, a la par que nos permitirá un significativo ahorro en costes.

Por lo tanto vamos a proceder al estudio de algunas de las mediciones que presentan mayor volumen de residuo (tierras, pétreos y metales) y a estimar una previsión más exhaustiva basándonos en los datos proporcionados por profesionales con amplia experiencia en el sector a los que se ha realizado una serie de entrevistas y se han obtenido las estimaciones a partir de mediciones reales de obras concretas en las que han participado.

FASE 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

1. Movimiento de Tierras								
Nº	Ud	Descripción					Medición	
1,1	M 3	Excavación a cielo abierto vaciado planta sótano. Incluso limpieza y refino de pozos. Medición según planos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		vaciado solar	1	205,42		3,00	616,26	
		vaciado foso montacargas	1	18,87		1,50	28,31	
		vaciado foso ascensor	1	3,28		1,20	3,94	
								648,50
								Total m3 : 648,50
Nº	Ud	Descripción					Medición	
1,2	M 3	Excavación a cielo abierto de zapatas y riostras. Incluso limpieza y refino de pozos. No incluye roca. Medición según planos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		muro	1	58,12	1,20	0,85	59,28	
		zapata 6	1	2,30	2,30	0,80	4,23	
		zapata 7	1	2,50	2,50	0,75	4,69	
								68,20
								Total m3 : 68,20
Residuos generados								
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción				Medición	
I	M 3	170504	Tierras y piedras procedentes de la excavación distintas de las especificadas en el código 17 05 03.					
								Total m3 : 716,70
		Peso/m3 (kg)	1100					Total Kgs 788.371,10

FASE 2. CIMENTACIÓN

Contamos con los tipos y cantidades de hormigón a utilizar por lo que obtendremos las cantidades de acero directamente de las cuantías del hormigón.

2. Cimentación								
Nº	Ud	Descripción	Medición					
2,1	M2	Capa de hormigón de limpieza HM 15/P/40/IIa preparado, de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm. y 10 cm. de espesor, en la base de la Cimentación, transportado y puesto en obra, según EHE.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		muro	1	58,12	1,20		69,74	
		zapata 6	1	2,30	2,30		5,29	
		zapata 7	1	2,50	2,50		6,25	
								81,28
		fosos						
		ascensor	1	3,39			3,39	
		montacoches	1	20,27			20,27	
								23,66
							Total m2 :	104,94
Nº	Ud	Descripción	Medición					
2,2	M3	Hormigón armado de 30 N/mm2, de tamaño máximo de árido 20 mm. y consistencia blanda, HA-30/ 20/ B/ IIa, con una cuantía media de 50 kg/m3 de acero B-500-S, en muros, transportado y puesto en obra, incluso encofrado a una cara, según EHE.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		muro	1	58,12	0,25	2,50	36,33	
								36,33
		muro foso ascensor	1	18,92	0,20	1,50	5,68	
		muro foso montacoches	1	7,20	0,20	1,30	1,87	
								7,55
							Total m3 :	43,87
Nº	Ud	Descripción	Medición					
2,3	M3	Hormigón armado HA 25/B/40/IIa preparado, en zapatas, con una cuantía media de 40 kg. de acero B 500 S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, incluso encofrado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		muro	1	58,12	1,20	0,75	52,31	
		zapata 6	1	2,30	2,30	0,70	3,70	
		zapata 7	1	2,50	2,50	0,65	4,06	
								60,07
							Total m3 :	60,07
Nº	Ud	Descripción	Medición					
2,4	M3	Hormigón armado HA 25/P/20/IIa preparado, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20, con una cuantía media de 75 kg. de acero B 500 S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		foso ascensor	1	3,39		0,20	0,68	
		foso montacoches	1	20,27		0,20	4,05	
								4,73
							Total m3 :	4,73

Nº	Ud	Descripción					Cuántia	Medición	
2,6	Kg	Acero para armaduras de hormigón armado							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto		Parcial	Subtotal
muro			36,33				50,00	1.816,25	
muro foso ascensor			5,68				50,00	283,80	
muro foso montacoches			1,87				50,00	93,60	
muro			52,31				40,00	2.092,32	
zapata 6			3,70				40,00	148,12	
zapata 7			4,06				40,00	162,50	
foso ascensor			0,68				75,00	50,85	
foso montacoches			4,05				75,00	304,05	
									4.951,49
Total kg :									4.951,49
Residuos generados									
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción				%	Medición	
II	M3	17 01 01	Hormigón						
								Parcial	Subtotal
Limpieza							4,00%	0,42	
Cimentación							1,00%	1,09	
									1,51
							Total m3 :		1,51
Peso/m3 (kg)		2300					Total Kgs		3.465,09
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción				%	Medición	
II	Kg	17 04 05	Hierro y Acero						
								Parcial	Subtotal
							3,50%	173,30	173,30
Total Kg :									173,30

Para ésta estimación hemos contado unas pérdidas del 4% en el hormigón de limpieza, debido a lo impreciso de su medición y unas pérdidas del 1% en la cimentación debido al vertido con bomba desde una cuba ubicada en la calle y a las dimensiones reducidas de la obra.

En el caso del hierro para las armaduras la pérdida también deberá ser mínima ya que gran parte vendrá montada desde taller y la que no, vendrá marcada y precortada para su simple atado, aun así las pérdidas se estiman en torno al 3,5%.

No se contempla la producción de ningún otro tipo de residuo durante ésta fase puesto que los encofrados serán de madera o metal reutilizables hasta agotar su vida útil y la lámina impermeable de PVC a utilizar se servirá en rollos para poder cortar a la medida necesaria sin producir recortes que deban ser calificados como residuo.

FASE 3. SANEAMIENTO

3. Saneamiento			
Nº	Ud	Descripción	Medición
3,1	m	Colector enterrado, realizado con conducto de PVC de 25 cm. de diámetro, para una presión de trabajo de 4 atm., incluyendo un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y piezas especiales, incluso parte proporcional de corchetes de hormigón H-100, colocado sobre solera de hormigón H-100 de 15 cm. de espesor, recalces laterales de 6,25 cm. de altura realizados con el mismo tipo de hormigón, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja realizada con una anchura de 25+40 cm.	
Total m :			2,00

Se ha calculado la cantidad de tierra procedente de la realización de la zanja, teniendo en cuenta el porcentaje estimado que se utilizará para el relleno posterior.

Zanja colector			
Longitud	Ancho	Alto	m3
2	0,25	0,4	0,2
Utilizado en el relleno el 25%			
Total residuo		5,00%	0,0120
Peso/m3 (kg)			1100,00
Kg residuo total			13,20

Nº	Ud	Descripción	Medición
3,2	m	Colector colgado, de PVC de 160 mm. de diámetro, incluyendo un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, según NTE/ISS-49.	
Total m :			15,00
Nº	Ud	Descripción	Medición
3,3	ud	Arqueta a pie de bajante de dimensiones interiores 40x40x50 cm., formada por fábrica de ladrillo macizo de 24x11.5x5 cm., con juntas de mortero de cemento de 1 cm. de espesor, sobre solera de hormigón en masa HM 10, enfoscada y bruñida con mortero de cemento M-40a (1:6), cerco de perfil laminado L 50.5 mm. y tapa de hormigón, codo de fibrocemento de 125 mm. de diámetro, sujeto con hormigón HM 10/B/20/IIa, incluso encofrado, vertido y apisonado del hormigón, corte y preparado del cerco y recibido de cercos y tubos, según NTE-ISS.	
Total uds :			4,00

Se ha realizado el cálculo de la cantidad de ladrillos utilizados para la realización de cada una de las arquetas, mediante su rendimiento y teniendo en cuenta una producción de residuo del 15%:

Fábrica ladrillo macizo 24x11,5x5			
Caras	Longitud	Alto	m2
4	0,4	0,5	0,8
Rendimiento del ladrillo			36,23
Total ladrillos			29
Total residuo		15,00%	4,35
Peso/ud (kg)			2,70
Kg residuo total			11,74

Nº	Ud	Descripción	Medición
3,4	ud	Arqueta de paso de dimensiones interiores 50x50x60 cm., formada por fábrica de ladrillo macizo de 24x11.5x5 cm., con juntas de mortero de cemento de 1 cm. de espesor, sobre solera de hormigón en masa HM 10, enfoscada y bruñida con mortero de cemento M-40a (1:6), cerco de perfil laminado L 50.5 mm. y tapa de hormigón, incluso vertido y apisonado del hormigón, corte y preparado del cerco y recibido de cercos y tubos, según NTE-ISS.	
Total uds :			2,00

Fábrica ladrillo macizo 24x11,5x5			
Caras	Longitud	Alto	m2
4	0,5	0,6	1,2
Rendimiento del ladrillo			36,23
Total ladrillos			43
Total residuo			6,52
			15,00%
Peso/ud (kg)			2,70
Kg residuo total			17,61

Nº	Ud	Descripción	Medición
3,5	ud	Arqueta sifónica de dimensiones interiores 70x70x80 cm., formada por fábrica de ladrillo macizo de 24x11.5x5 cm., con juntas de mortero de cemento de 1 cm. de espesor, sobre solera de hormigón en masa HM 10, enfoscada y bruñida con mortero de cemento M-40a (1:6), cerco de perfil laminado L 50.5 mm. y tapa de hormigón, incluso vertido y apisonado del hormigón, corte y preparado del cerco y recibido de cercos y tubos, según NTE-ISS.	
Total uds :			1,00

Fábrica ladrillo macizo 24x11,5x5			
Caras	Longitud	Alto	m2
4	0,7	0,8	2,24
Rendimiento del ladrillo			36,23
Total ladrillos			81
Total residuo			12,17
			15,00%
Peso/ud (kg)			2,70
Kg residuo total			32,87

Nº	Ud	Descripción					Medición	
3,6	m	Arqueta de achique de agua con bomba de extracción, incluso p.p. de conductos de evacuación y alimentación eléctrica.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
foso ascensor			1				1,00	
garaje			1				1,00	
								2,00
Total m :								2,00

Residuos generados									
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción					Medición	
I	M3	17 05 04	Tierras procedentes de la zanja para el colector						
							Parcial	Subtotal	
							0,0120		
								0,0120	
						Total m3 :		0,0120	
Peso/m3 (kg)		1100				Total Kgs		13,20	
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción					Medición	
II	ud	17 01 02	Ladrillos						
							Parcial	Subtotal	
							23,04	23,04	
						Total uds :		23,04	
Peso/ud (kg)		2,7				Total Kgs		62,22	

Las cantidades de mortero de cemento y hormigón que se destinan a residuo en ésta fase se han considerado despreciables.

Los recortes del colector también se han despreciado puesto que se servirá a la medida justa.

El resto de elementos serán prefabricados y su puesta en obra no generará ningún tipo de residuo.

FASE 4. ESTRUCTURA

4. Estructura								
Nº	Ud	Descripción				Medición		
4,1	M2	Estructura de hormigón de 25 N/mm2 (HA 25/B/20/IIa), acabada a base de pilares y vigas de hormigón armado y forjados semirresistentes armados de más de 4 plantas de altura, con luces de 5.5-6 m. y canto 30+5 cm., con una cuantía de acero B 500 S soldable de 12,5 kg., incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según EHE y EFHE.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
F1			1	179,41			179,41	
F2			1	193,73			193,73	
F3			1	180,75			180,75	
F4			1	180,22			180,22	
								734,11
Total m2 :								734,11
Nº	Ud	Descripción				Medición		
4,2	M2	Estructura de hormigón de 25 N/mm2 (HA 25/B/20/IIa), acabada a base de pilares y vigas de hormigón armado y forjados semirresistentes armados de más de 4 plantas de altura, con luces de 4.5-5 m. y canto 25+5 cm., con una cuantía de acero B 500 S soldable de 12,5 kg., incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según EHE y EFHE.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
F5			1	135,51			135,51	
								135,51
Total m2 :								135,51
Nº	Ud	Descripción				Medición		
4,3	M2	Losa inclinada de escalera realizada con hormigón de central HA-25/B/20/IIa de 20 cm de espesor con una cuantía media de 13 kg. de acero B 500 S, para revestir, con formación de peldaños, encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según EHE.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	5,00			20,00	
			1	8,00			8,00	
								28,00
Total m2 :								28,00
Nº	Ud	Descripción				Medición		
4,4	M2	Solera realizada con hormigón HA 15/B/20/IIa con un espesor de 15 cm. reforzada con malla electrosoldada ME 15x15 a diámetro 4-4 B 500 S colocado sobre terreno limpio y compactado a mano extendido mediante reglado y acabado ruleteado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
				201,00			201,00	
								201,00
Total m2 :								201,00

A partir de las cuantías del hormigón obtenemos también el acero utilizado en las armaduras.

Nº	Ud	Descripción				Cuantía	Medición	
4,5	Kg	Acero para armaduras de hormigón armado						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
F1			179,41				12,50	2.242,63
F2			193,73				12,50	2.421,63
F3			180,75				12,50	2.259,38
F4			180,22				12,50	2.252,75
F5			135,51				12,50	1.693,88
Losa			28,00				13,00	364,00
Solera			201,00				1,33	267,33
Total kg :								11.501,58
11.501,58								
Residuos generados								
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción				Medición	
II	M3	17 01 01	Hormigón					
							Parcial	Subtotal
F1					1,00%		0,63	
F2					1,00%		0,68	
F3					1,00%		0,63	
F4					1,00%		0,63	
F5					1,00%		0,41	
Losa					4,00%		0,22	
Solera					2,00%		0,60	
Total m3 :								3,80292
3,80292								
Peso/m3 (kg)		2300					Total Kgs	8.746,70
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción				Medición	
II	Kg	17 04 05	Hierro y Acero					
							Parcial	Subtotal
					3,50%			402,56
Total Kg :								402,56

Para la estimación se ha tenido en cuenta una cantidad de residuos generados por el hormigonado del 0,4% para los forjados y la solera y del 0,8% para las losas de escalera.

Pese a fabricarse en taller, el residuo generado por la ferralla se estima en un 3,5%.

FASE 5. CUBIERTA

5. Cubierta								
Nº	Ud	Descripción	Medición					
5.1	M2	Cobertura con teja cerámica curva roja a razón de 26 tejas/m2 y recibiendo con mortero de cemento uno de cada cinco hiladas perpendiculares al alero según NTE/QTT-11, incluso limpieza, regado de la superficie y replanteo. Según DB HS-1 del CTE.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Cubierta			1	159,34	1,20		191,21	
Total m2 :							191,21	

Debido a la falta de más especificaciones al respecto de los materiales a emplear, suponemos tejas de 45x20cm.

Según especificación del fabricante las tejas de 45x20 son las que a dan un rendimiento de en torno a las 25-26 uds/m² (*Según catálogo consultado de tejasborja.es*)

Teja Cerámica curva			
Longitud	Anchura	Sup m2	uds
159,34	1,2	191,208	
Rendimiento			26,00
Uds empleadas			4971
Total residuo		1,00%	49,71
Peso/ud (kg)			1,90
Kg residuo total			94,46

Para el cálculo del mortero de cemento utilizado en una de cada 5 hiladas se ha realizado el siguiente cálculo:

Con un solape horizontal de 8cm obtenemos 6,8 tejas por m que a razón de 2 tejas por hilada (cobija y canal) son 3,4 hiladas por m. Si tenemos una anchura de cubierta de 12,24m según planos, tendremos un total de 42 hiladas. Cada 5 hiladas se colocará mortero de cemento, por lo tanto serán 9 hiladas de mortero.

Mortero de Cemento			
Ud	Longitud	Anchura	Altura
9	16,36	0,1	0,05
m3 empleados			0,74
Total residuo		0,50%	0,004
Peso específico (kg)			1500,00
Kg residuo total			5,52

Nº	Ud	Descripción	Medición					
5,2	M2	Azotea transitable realizada sin barrera de vapor, capa de 14cm arcilla expandida para formación de pendientes comprendidas entre $1 \leq p \leq 5\%$, capa de regularización con 2cm de espesor de mortero de cemento impermeabilizante, capa separadora con fieltro de fibra de vidrio de 100 gr/m2, impermeabilización con solución monocapa no adherida, tipo PN-1 según NBE-QB-90 y normas UNE-104, con lámina tipo LBM-40-FP de betún modificado de 40 gr/dm2 armada con fieltro de poliéster, capa separadora a base de fieltro sintético geotextil de 100 gr/m2 y solado de baldosín catalán de 20x10cm sobre capa de 2cm de mortero de cemento M-2,5 (1:8), incluso limpieza previa del soporte, replanteo, formación de baberos, mimbales, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo colocadas adheridas con soplete previa imprimación, juntas en faldón y capa de protección, mermas y solapos.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Patio PB			1	10,08			10,08	
Terrazas PL. Bajo Cubierta			1	14,07			14,07	
			1	6,93			6,93	
			1	5,79			5,79	
			1	6,97			6,97	
							43,84	
Total m2 :							43,84	

Capa Regularización Mortero de Cemento	
Sup m2	Altura
43,84	0,02
m3 empleados	0,88
Total residuo	0,50% 0,004
Peso específico (kg)	1500,00
Kg residuo total	6,58

Capa Compresión Mortero de Cemento	
Sup m2	Altura
43,84	0,02
m3 empleados	0,88
Total residuo	0,50% 0,004
Peso específico (kg)	1500,00
Kg residuo total	6,58

Baldosín Catalán 20x10	
Sup m2	
43,84	
Rendimiento	50,00
Uds empleadas	2192
Total residuo	1,00% 21,920
Peso/ud (kg)	0,60
Kg residuo total	13,15

Nº	Ud	Descripción	Medición					
5,3	M2	Tejado compuesto por capa de aislamiento, tabicones aligerados, tablero de machihembrados, cobertura con tejas cerámicas curvas, incluso parte proporcional de formación de aleros, cumbrera, limas y encuentros especiales, según NTE/QTT. Según DB HS-1 del CTE.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
P. Bajo Cubierta			1	11,20			11,20	
			1	11,85			11,85	
			1	21,11			21,11	
								44,16
Total m2 :								44,16

Debido a la falta de más especificaciones al respecto de los materiales a emplear, y de su puesta en obra suponemos un tabicón aligerado realizado con ladrillo hueco doble de 25x12x8 aparejado y recibido con mortero de cemento de 1cm y un bardo cerámico machihembrado de medidas 90x30x4 con un rendimiento de 3,72ud./m2 y un peso de 8,01Kg/ud. Por éste motivo la estimación de residuos todavía será más imprecisa.

Como observamos en las mediciones y la imagen adjunta hay 3 tejados diferentes. En cada uno de ellos los residuos a calcular serán los producidos por el ladrillo, el mortero de cemento y el tabicón.

Tejado 1: Debido a la forma peculiar de la cubierta con la terraza en el centro se realizarán 4 tabiques conejeros de 3,84m y 2 de 1,37m.

Si colocamos los ladrillos solapados a 1/4 obtendremos un rendimiento de 21ud/m², utilizado para el cálculo:

T1 Ladrillo hueco doble 25x12x8			
Sup m2	Distancia	Longitud	Anchura
11,2	0,9	3,84	4,44
Uds	Longitud	Pendiente	Área
4	3,84	0,25	7,37
2	1,37	0,25	0,47
Rendimiento			21,00
Uds empleadas			165
Total residuo		7,00%	11,528
Peso/ud (kg)			1,65
Kg residuo total			19,02

Mortero de Cemento					
Ud	Longitud	h media	hiladas	Altura	Anchura
4	3,84	0,48	4	0,01	0,08
2	1,37	0,17	1	0,01	0,08
m3 empleados					0,05
Total residuo			1,00%	0,00052	
Peso específico (kg)					1500,00
Kg residuo total					0,78

Tabicón cerámico machihembrado 90x30x4		
Sup m2		
11,2		
Rendimiento	2,78	
Uds empleadas	31	
Total residuo	10,00%	3,111
Peso/ud (kg)	8,01	
Kg residuo total	24,92	

Tejado 2: Debido a la forma peculiar de la cubierta con la terraza en el centro se realizarán 4 tabiques conejeros de 5,18m y 1 de 1,20m

T2 Ladrillo hueco doble 25x12x8			
Sup m2	Distancia	Longitud	Anchura
11,85	0,9	5,18	3,56
Uds	Longitud	Pendiente	Área
4	5,18	0,25	13,42
1	1,2	0,25	0,18
Rendimiento	21,00		
Uds empleadas	286		
Total residuo	7,00%	19,986	
Peso/ud (kg)	1,65		
Kg residuo total	32,98		

Mortero de Cemento					
Ud	Longitud	h media	hiladas	Altura	Anchura
4	5,18	0,65	5	0,01	0,08
1	1,2	0,15	1	0,01	0,08
m3 empleados					0,09
Total residuo	1,00%				0,00091
Peso específico (kg)	1500,00				
Kg residuo total	1,36				

Tabicón cerámico machihembrado 90x30x4		
Sup m2		
11,85		
Rendimiento	2,78	
Uds empleadas	33	
Total residuo	10,00%	3,292
Peso/ud (kg)	8,01	
Kg residuo total	26,37	

Tejado 3: Debido a la forma peculiar de la cubierta con la terraza en el centro se realizarán 2 tabiques conejeros de 3,10m, 4 de 1,65m y 9 de 1,27m

T3 Ladrillo hueco doble 25x12x8			
Sup m2	Distancia	Longitud	Anchura
21,11	0,9	5,18	3,56
Uds	Longitud	Pendiente	Área
2	3,1	0,33	3,17
4	1,65	0,33	1,80
9	1,27	0,33	2,40
Rendimiento			21,00
Uds empleadas			155
Total residuo		7,00%	10,824
Peso/ud (kg)			1,65
Kg residuo total			17,86

Mortero de Cemento					
Ud	Longitud	h media	hiladas	Altura	Anchura
2	3,1	0,51	4	0,01	0,08
4	1,65	0,27	2	0,01	0,08
9	1,27	0,21	2	0,01	0,08
m3 empleados					0,05
Total residuo				1,00%	0,00049
Peso específico (kg)					1500,00
Kg residuo total					0,74

Tabicón cerámico machihembrado 90x30x4	
Sup m2	
21,11	
Rendimiento	2,78
Uds empleadas	
59	
Total residuo	10,00% 5,864
Peso/ud (kg)	
8,01	
Kg residuo total	46,97

Residuos generados						
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción	Medición		
II	M3	17 01 01	Hormigón			
					Parcial	Subtotal
					0,01437	
						0,01437
				Total m3 :		0,01437
Peso/m3 (kg)		1500		Total Kgs		21,55
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción	Medición		
II	ud	17 01 02	Ladrillos			
					Parcial	Subtotal
LH doble 25x12x8					42,34	42,34
Tabicón					17,23	17,23
LH Peso/ud (kg)		1,65		Total Kgs		69,86
Tabicón Peso/ud (kg)		8,01		Total Kgs		137,99
				Total Kgs		207,85

FASE 6. ALBAÑILERÍA

6. Albañilería						
Nº	Ud	Descripción	Medición			
6,1	M2	Cerramiento compuesto por hoja principal de fábrica ladrillo perforado de 1/2 pie, enfoscado de mortero bastardo de 1.5 cm. de espesor por la cara interior de la hoja principal, cámara de aire, aislamiento por el interior a base de lana de roca doblado con tabique de placa de yeso laminado, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según NBE-FL-90, NTE-FFL y NTE-RPE.				
			Uds.	Largo	Ancho	Alto
Fachadas			2	187,00		
						Parcial
						374,00
						Subtotal
						374,00
						Total m2 :
						374,00

LH7	
Sup m2	
374,00	
Rendimiento	32,00
Uds empleadas	11968
Total residuo	3,00% 359,040
Peso/ud (kg)	1,60
Kg residuo total	574,46

Mortero Juntas	
Sup m2	
374,00	
Rendimiento juntas m2	0,00805
m3 empleados	3
Total residuo	2,00% 0,060
Peso específico (kg)	1500,00
Kg residuo total	90,32

Enfoscado Mortero		
Sup m2	Espesor	m3
374,00	0,015	5,61
Total residuo	0,05%	0,003
Peso/ud (kg)	1500,00	
Kg residuo total	4,21	

Tabiquería yeso laminado a una cara 15mm	
Sup m2	
374,00	
Rendimiento placas	0,48
uds empleadas	180
Total residuo	4,00% 7,181
Peso específico (kg)	20,00
Kg residuo total	143,62

No tendremos en cuenta los residuos de canal, montante o lana mineral generados en ésta fase puesto que no afectarán a la cantidad final de residuos pétreos, además la fácil reutilización de los cortes de perfilería y pedazos de lana de mineral en la misma obra minimiza en gran medida la generación de residuos de éstos elementos.

Nº	Ud	Descripción	Medición	
6,2	M2	Cerramiento medianería compuesto por hoja principal de fábrica ladrillo hueco 9cm, enfoscado de mortero bastardo de 1.5 cm. de espesor por la cara interior de la hoja principal, cámara de aire, aislamiento por el interior a base de paneles de poliestireno extrusionado de 4 cm de espesor doblado con tabique placa de yeso laminado, incluso formación de dinteles y jambas, ejecución de encuentros, elementos especiales y recibido de carpintería, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero según NBE-FL-90, NTE-FFL y NTE-RPE.		
			Uds.	Largo
			Ancho	Alto
				Parcial
				Subtotal
				406,24
				406,24
				Total m2 :
				406,24

LH9		
Sup m2		
406,24		
Rendimiento		29,00
Uds empleadas		11781
Total residuo	3,00%	353,429
Peso/ud (kg)		1,80
Kg residuo total		636,17

Mortero Juntas		
Sup m2		
406,24		
Rendimiento juntas m2		0,00805
m3 empleados		3
Total residuo	2,00%	0,065
Peso específico (kg)		1500,00
Kg residuo total		98,11

Enfoscado Mortero		
Sup m2	Espesor	m3
406,24	0,015	6,0936
Total residuo	0,05%	0,003
Peso/ud (kg)		1500,00
Kg residuo total		4,57

Tabiquería yeso laminado a una cara 15mm		
Sup m2		
406,24		
Rendimiento placas		0,48
uds empleadas		195
Total residuo	4,00%	7,800
Peso específico (kg)		20,00
Kg residuo total		156,00

Nº	Ud	Descripción	Medición					
6,3	m	Formación de peldaño con ladrillos cerámicos huecos de 24x11.5x7 cm., recibidos con mortero de cemento confeccionado en obra M-40a (1:6), incluso replanteo, nivelación, parte proporcional de mermas, roturas, humedecido de las piezas y limpieza.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3	16,00			48,00	
			1	21,00			21,00	
								69,00
			Total m :					69,00

Peldaño LH7	
Peldaños de 1,1m de media	
69,00	
Rendimiento	18,00
Uds empleadas	1242
Total residuo	10,00% 124,200
Peso/ud (kg)	1,60
Kg residuo total	198,72

Mortero	
Peldaños	
69,00	
Rendimiento m3 peldaño	0,00699
m3 empleados	0,48245
Total residuo	2,00% 0,00965
Peso específico (kg)	1500,00
Kg residuo total	14,47

Nº	Ud	Descripción	Medición					
6,4	M2	Tabique compuesto por una estructura galvanizada de 70 mm, con canales como elemento horizontal y montantes como elemento vertical, con una separación entre ejes de 60 cm, y placa de yeso laminado y de 15 mm de espesor, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas, roturas, accesorios de fijación y limpieza.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Planta Baja			1	3,95		3,50	13,83	
			1	3,85		3,50	13,48	
			1	1,35		3,50	4,73	
Planta 1ª			1	8,45		2,50	21,13	32,04
			1	6,00		2,50	15,00	
			1	14,20		2,50	35,50	
			1	5,45		2,50	13,63	
			1	1,70		2,50	4,25	
Planta 2ª			1	14,10		2,50	35,25	89,50
			1	5,45		2,50	13,63	
			1	1,50		2,50	3,75	
			1	8,45		2,50	21,13	
			1	6,15		2,50	15,38	
Total m2 :								89,13
Total m2 :								210,67

Tabiquería yeso laminado a dos caras 15mm	
Sup m2	210,67
Rendimiento placas	0,96
uds empleadas	202
Total residuo	1,50% 3,034
Peso específico (kg)	20,00
Kg residuo total	60,67

Nº	Ud	Descripción					Medición	
6,5	M2	Trasdosado semidirecto con placa de yeso laminado de 6 mm de espesor, atornillado con estructura de maestras omega de 70 cm de acero galvanizado adosadas directamente al soporte cada 40 cm, listo para pintar, incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, parte proporcional de mermas roturas y accesorios de fijación y limpieza.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Sótano			2	6,50		2,50	32,50	
			2	13,00		2,50	65,00	
			2	3,95		2,50	19,75	
			2	3,60		2,50	18,00	
			2	3,40		2,50	17,00	
			2	1,65		2,50	8,25	
PB			2	6,55		3,50	45,85	160,50
			2	12,40		3,50	86,80	
			2	5,21		3,50	36,47	
			2	4,60		3,50	32,20	
			2	10,20		3,50	71,40	
P1			2	11,55		2,50	57,75	272,72
			2	5,35		2,50	26,75	
			2	1,70		2,50	8,50	
P2			2	11,51		2,50	57,55	93,00
			2	7,20		2,50	36,00	
P. Cub			2	19,45		2,50	97,25	186,55
			2	3,45		2,50	17,25	
								114,50
Total m2 :								734,27

Trasdosado yeso laminado 6mm	
Sup m2	
734,27	
Rendimiento placas	0,48
uds empleadas	352
Total residuo	1,50% 5,287
Peso específico (kg)	17,00
Kg residuo total	89,87

Nº	Ud	Descripción					Medición	
6,6	M2	Partición de una hoja de ladrillo cerámico perforado de 11.5 cm de espesor, realizada con piezas de 24x11.5x9 cm aparejadas a soga y recibidas con mortero de cemento M-5, con juntas de 1 cm de espesor, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de las piezas y limpieza, considerando un 3% de pérdidas y un 20% de mermas de mortero, según DB SE-F del CTE, NTE-PTL y NTE-RPG .						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Sótano			1	6,50		2,50	16,25	
			1	13,00		2,50	32,50	
			1	3,95		2,50	9,88	
			1	3,60		2,50	9,00	
			1	3,40		2,50	8,50	
			1	1,65		2,50	4,13	
PB			1	6,55		3,50	22,93	80,25
			1	12,40		3,50	43,40	
			1	5,21		3,50	18,24	
			1	4,60		3,50	16,10	
			1	10,20		3,50	35,70	
P1			1	11,55		2,50	28,88	136,36
			1	5,35		2,50	13,38	
			1	1,70		2,50	4,25	
P2			1	11,51		2,50	28,78	46,50
			1	7,20		2,50	18,00	
P. Cub			1	19,45		2,50	48,63	93,28
			1	3,45		2,50	8,63	
							57,25	
Total m2 :								367,14

LH9	
Sup m2	
367,14	
Rendimiento	40,00
Uds empleadas	14685
Total residuo	3,00% 440,562
Peso/ud (kg)	1,80
Kg residuo total	793,01

Mortero Juntas	
Sup m2	
367,14	
Rendimiento juntas m2	0,00805
m3 empleados	2,95544
Total residuo	2,00% 0,05911
Peso específico (kg)	1500,00
Kg residuo total	88,66

Residuos generados							
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción			Medición	
II	M 3	17 01 01	Hormigón			Parcial	Subtotal
						0,00151	
						0,00281	
						0,06540	
						0,00305	
						0,00965	
						0,05911	
						Total m3 :	0,14152
Peso/m3 (kg)		1500			Total Kgs	212,28	
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción			Medición	
II	ud	17 01 02	Ladrillos			Parcial	Subtotal
LH 7						607,44	607,44
Tabicón						793,99	793,99
LH7 Peso/ud (kg)						1,6	Total Kgs 971,90
LH9 Peso/ud (kg)						1,8	Total Kgs 1.429,18
						Total Kgs	2.401,09
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción			Medición	
II	Ud	17 08 02	Yeso			Parcial	Subtotal
Placa 2,6x0,8 -15						7,18080	
Placa 2,6x0,8 -15						7,79981	
Placa 2,6x0,8 -15						8,08954	
Placa 2,6x0,8 -6						14,09798	
						Total uds :	37,16813
Placa 15 mmPeso/ud (kg)						20	Total Kgs 461,40
Placa 6mm Peso/ud (kg)						12	Total Kgs 169,18
						Total Kgs	630,58

FASE 10. REVESTIMIENTOS:

10. Revestimientos							
Nº	Ud	Descripción				Medición	
10,1	M2	Monocapa				Parcial	Subtotal
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	
Alzado Principal			1	188,00			188,00
						Total m2 :	188,00

Mortero monocapa			
Sup m2	Espesor		m3
188,00	0,015		
Uds empleadas			2,82000
Total residuo		1,50%	0,042
Peso m3(kg)			1500,00
Kg residuo total			63,45

Nº	Ud	Descripción	Medición
10,2	M2	Solera semipesada realizada con hormigón HM 20/B/20/IIa formado por una capa de 15 cm. de espesor extendido sobre lámina aislante de polietileno y capa de arena de granulometría 0/5 de 15 cm. de espesor extendida sobre terreno compactado mecánicamente hasta conseguir un valor del 85% del próctor normal, mallazo y con terminación mediante reglado y curado mediante riego según NTE/RSS-5.	
Total m2 :			189,02

Hormigón			
Sup m2	Espesor		m3
189,02	0,15		28,353
Total residuo		0,40%	0,113
Peso/ud (kg)			2300,00
Kg residuo total			260,85

Nº	Ud	Descripción	Medición
10,3	M2	Alicatado con junta mínima (1.5 - 3 mm) realizado con plaqueta de gres de 20x20 cm, de la marca VIVES, colocado en capa gruesa con mortero de cemento y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).	
		Uds. Largo Ancho Alto	Parcial Subtotal
		P.B. Aseo 1 7,76 2,30	17,85
		P 1ª Aseo 1 8,68 2,30	19,96
		P 1ª Aseo 2 5,88 2,30	13,52
		P 2ª Aseo 3 5,96 2,30	13,71
		P 2ª Aseo 4 8,68 2,30	19,96
Total m2 :			85,01

Plaqueta de Gres 20x20	
Sup m2	
85,01	
Rendimiento m2	24,63
Uds empleadas 2094	
Total residuo	6,00% 125,625
Peso/ud (kg) 0,65	
Kg residuo total	81,66

Lechada para juntas	
Sup m2	85,01
Rendimiento kg/m2	0,20
Kgs empleados	17,00
Total residuo	15,00% 2,550
Kg residuo total	2,55

Mortero de cemento		
Sup m2	Espesor	m3
85,01	0,01	0,85008
Uds empleadas		0,85008
Total residuo	1,00%	0,009
Peso m3(kg)		1500,00
Kg residuo total		12,75

Nº	Ud	Descripción	Medición					
10,4	M2	Pavimento cerámico con junta mínima (1.5 - 3 mm) realizado con baldosa de gres de 50x50 cm, modelo MONZA, de la marca VIVES, colocado en capa gruesa con mortero de cemento y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
PLANTA BAJA								
		Almacén de residuos	1	16,87			16,87	
		Espacio diáfano	1	43,98			43,98	
		Portal	1	3,31			3,31	
		Zaguán	1	9,67			9,67	
		V.P.	1	1,91			1,91	
		Aseo	1	3,31			3,31	
		V.P.	1	1,55			1,55	
								80,60
PLANTA 1ª								
		Despacho 1A	1	26,88			26,88	
		Despacho 1B	1	24,40			24,40	
		Despacho 1C	1	32,02			32,02	
		Despacho 1D	1	24,25			24,25	
		Despacho 1E	1	27,97			27,97	
		Aseo 2	1	4,26			4,26	
		Distribuidor	1	8,70			8,70	
		Aseo 1	1	2,01			2,01	
		Z. Común	1	5,92			5,92	
								156,41
PLANTA 2ª								
		Despacho 2A	1	26,88			26,88	
		Despacho 2B	1	24,40			24,40	
		Aseo 4	1	4,26			4,26	
		Distribuidor	1	8,33			8,33	
		Despacho 2C	1	32,02			32,02	
		Despacho 2D	1	24,25			24,25	
		Despacho 2E	1	27,97			27,97	
								148,11
PLANTA BAJO CUBIERTA								
		Sala Diáfana	1	94,73			94,73	

Zona Común	1	4,05	4,05	98,78
Total m2 :				483,90

Pavimento cerámico de Gres 50x50		
Sup m2		
483,90		
Rendimiento m2	3,97	
Uds empleadas	1921	
Total residuo	10,00%	192,108
Peso/ud (kg)	4,20	
Kg residuo total	806,85	

Mortero de cemento		
Sup m2	Espesor	m3
483,90	0,01	4,839
Uds empleadas	4,83900	
Total residuo	1,00%	0,048
Peso m3(kg)	1500,00	
Kg residuo total	72,59	

Lechada para juntas		
Sup m2		
483,90		
Rendimiento kg/m2	0,20	
Kgs empleados	96,78	
Total residuo	15,00%	14,517
Kg residuo total	14,52	

Nº	Ud	Descripción	Medición					
10,5	M2	Pavimento cerámico con junta mínima (1.5 - 3 mm) realizado con baldosa de gres rústico de 31,6x31,6 cm, colocado en capa gruesa con mortero de cemento y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según NTE/RPA-3 y Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
TERRAZA P1			1	10,08			10,08	
								10,08
TERRAZAS BAJO CUBIERTA			1	6,93			6,93	
			1	6,22			6,22	
			1	5,92			5,92	
			1	14,07			14,07	
								33,14
			Total m2 :				43,22	

Pavimento cerámico de Gres 31,6x31,6		
Sup m2		
43,22		
Rendimiento m2		9,92
Uds empleadas		429
Total residuo	7,50%	32,156
Peso/ud (kg)		1,20
Kg residuo total		38,59

Mortero de cemento		
Sup m2	Espesor	m3
43,22	0,01	0,4322
Uds empleadas		0,43220
Total residuo	1,00%	0,004
Peso m3(kg)		1500,00
Kg residuo total		6,48

Lechada para juntas		
Sup m2		
43,22		
Rendimiento kg/m2		0,20
Kgs empleados		8,64
Total residuo	15,00%	1,297
Kg residuo total		1,30

Nº	Ud	Descripción	Medición					
10,6	M	Rodapié de gres con junta mínima (1.5 - 3 mm) de 8x20 cm, colocado en capa gruesa con mortero de cemento y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		PLANTA BAJA					83,28	
		PLANTA 1ª					146,17	
		PLANTA 2ª					145,03	
		PLANTA BAJO CUBIERTA					60,42	
Total m :								434,90
Nº	Ud	Descripción	Medición					
10,7	M	Rodapié de gres rústico con junta mínima (1.5 - 3 mm) de 8x20 cm, colocado en capa gruesa con mortero de cemento y rejuntado con lechada de cemento (L), incluso cortes y limpieza, según Guía de la Baldosa Cerámica (Documento Reconocido por la Generalitat DRB 01/06).	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		P1					13,20	
		PLANTA BAJO CUBIERTA					51,71	
Total m2 :								64,91

Rodapié 8x20	
Longitud m	
499,81	
Rendimiento	24,63
Uds empleadas	12310
Total residuo	2,00% 246,206
Peso/ud (kg)	0,40
Kg residuo total	98,48

Mortero de cemento		
Sup m2	Espesor	m3
39,98	0,01	0,399848
Total residuo	1,00%	0,00400
Peso m3(kg)	1500,00	
Kg residuo total	6,00	

Lechada para juntas	
Sup m2	
39,98	
Rendimiento kg/m2	0,20
Kgs empleados	8,00
Total residuo	15,00% 1,200
Kg residuo total	1,20

Nº	Ud	Descripción	Medición
10,11	M2	Enfoscado sin maestrear bruñado, con mortero de cemento M-15 en paramento vertical exterior, según NTE-RPE-5.	
Total m2 :			188,00

Mortero de cemento		
Sup m2	Espesor	m3
188,00	0,01	1,88
Total residuo	1,00%	0,01880
Peso m3(kg)	1500,00	
Kg residuo total	28,20	

Residuos generados						
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción			Medición
II	M3	17 01 01	Hormigón			
						Parcial
			Mortero			0,02820
			Mortero			0,00850
			Mortero			0,04839
			Mortero			0,00432
			Mortero			0,00400
			Mortero			0,01880
			Lechada			0,00170
			Lechada			0,00968
			Lechada			0,00086
			Lechada			0,00080
			Hormigón			0,11341
				Total m3 :		0,23867
			Densidad Hormigón	2300 kg/m3	Total Kgs H	260,85
			Densidad Mortero	1500 kg/m3	Total Kgs M	187,88
				Total Kgs		448,73
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción			Medición
II	ud	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos			
						Parcial
			Plaqueta 20x20			125,62
			Pavimento 50x50			192,11
			Pavimento 31,6x31,6			32,16
			Rodapié			246,21
			Peso Plaqueta 20x20	0,65	Total Kgs	81,66
			Peso Pavimento 50x50	4,20	Total Kgs	806,85
			Peso 31,6x31,6	1,20	Total Kgs	38,59
			Peso Rodapié	0,40	Total Kgs	98,48
				Total Kgs		1.025,58

Con los datos obtenidos compararemos las cantidades de hormigón, restos cerámicos y acero con las calculadas anteriormente, puesto que los resultados obtenidos en las siguientes fases de la obra no supondrán una variación significativa sobre éstos.

En la siguiente tabla podemos observar el volumen y el peso total de los residuos estimados, el volumen final que se estima tendrán en el acopio y por lo tanto el espacio que ocuparan, y codificación según *Orden MAM*:

RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción		
I	M3	170504	Tierras y piedras procedentes de la excavación distintas de las especificadas en el código 17 05 03.		
				Total Kgs	788.384,30
				Volumen	716,71
			Se considera un esponjamiento del 20%	Vol. Total:	860,06
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción	%	
II	M3	17 01 01	Hormigón		
				Total Kgs	12.894,36
				Volumen	5,47
			Su volumen tras acopio aumentará el 15%	Vol. Total:	6,29
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción	%	
II	Kg	17 04 05	Hierro y Acero		
				Total Kgs	575,86
			Densidad del Acero = 7850Kg/m3	Vol. Total:	0,07
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción	%	
II	ud	17 01 02	Ladrillos		
				Total Kgs	2.671,15
			Una vez acopiado ocupará un volumen de 1m3/500Kg	Vol. Total:	5,34
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción	%	
II	Ud	17 08 02	Yeso		
				Total Kgs	630,58
			Densidad 800Kg/m3	Volumen	0,79
			Como RCD multiplicará su volumen en acopio por 10	Vol. Total:	7,88
RCDs Nivel	Ud	Código MAM	Descripción	%	
II	ud	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos		
				Total Kgs	1.025,58
			Una vez acopiado ocupará un volumen de 1m3/500Kg	Vol. Total:	2,05

Tabla 8: Residuos estimados, volumen y peso total de cada una de las fracciones.

Se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las tierras una vez extraídas aumentarán su volumen un 20% debido al esponjamiento.
- El hormigón, al estar seco en su gran mayoría cuando se convierte en residuo (restos, sobrantes, etc...) también padecerá un aumento de volumen al acopiarlo como residuo del 15%.

-Con el acero, siendo principalmente varillas no tendremos en cuenta el volumen necesario para el acopio a no ser que debamos almacenar armaduras completas o restos de mallas. En ese caso debido al poco espacio disponible en la obra se procederá a la retirada inmediata por parte de un gestor autorizado.

-Los restos de ladrillos y materiales cerámicos ocuparán como residuos un m³ por cada 500Kg,

-Por último el yeso al recibirlo en placas de gran formato, aun siendo posible reaprovechar el sobrante dentro de la misma obra ocupará bastante espacio en el acopio de residuos debido a las formas irregulares y al tamaño de los residuos, llegando a multiplicar por 3 su volumen de fábrica.

Finalmente, al comparar las fracciones obtenidas con lo especificado en la norma, observamos que no tenemos la obligación de realizar una gestión separativa de los mismos.

Tipo de residuo	Estimación residuo obra (t)	Umbral según norma (t)
Hormigón	12,89tn	80tn
Ladrillos, tejas, cerámicos	3,69tn	40tn
Metal	0,57tn	2tn
Madera	n.c.	1tn
Vidrio	n.c.	1tn
Plástico	n.c.	0,5tn
Papel y cartón	n.c.	0,5tn

n.c. = no calculado

Tabla 9: Comparativa de fracciones obtenidas con las especificadas en el R.D.105/2008.

2.2.3 Análisis de los resultados

A continuación se procede a realizar una comparativa entre los resultados obtenidos en el apartado anterior mediante el cálculo pormenorizado y los resultados obtenidos previamente mediante la hoja tipo, observando las desviaciones existentes entre ambos métodos de cálculo:

Tipo de residuo	Estimación pormenorizada (t)	Estimación según hoja tipo (t)	Desviación
Tierras	788	684	-13,20%
Hormigón	12,89	16,47	27,77%
Ladrillos, tejas, cerámicos	3,69	74,11	198,40%
Metal	0,57	3,43	501,75%

Tabla 10: Toneladas de residuo obtenidas y desviación existente entre los métodos de cálculo estudiados.

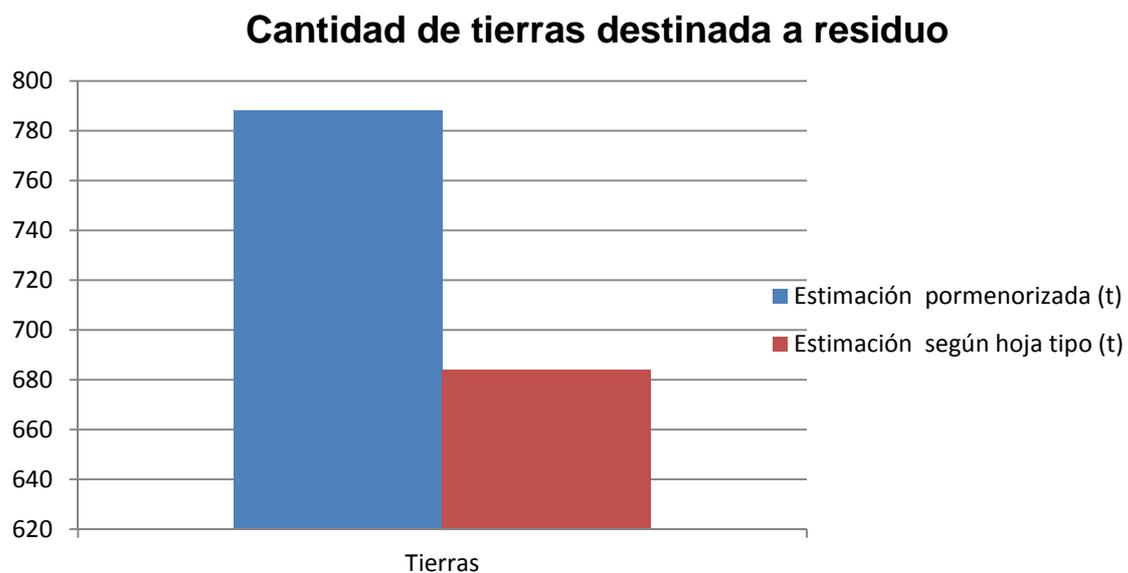


Imagen 22: Cantidad de tierras obtenidas según hoja tipo y estimación pormenorizada.

Cantidades de residuos de hormigón, cerámica y metal

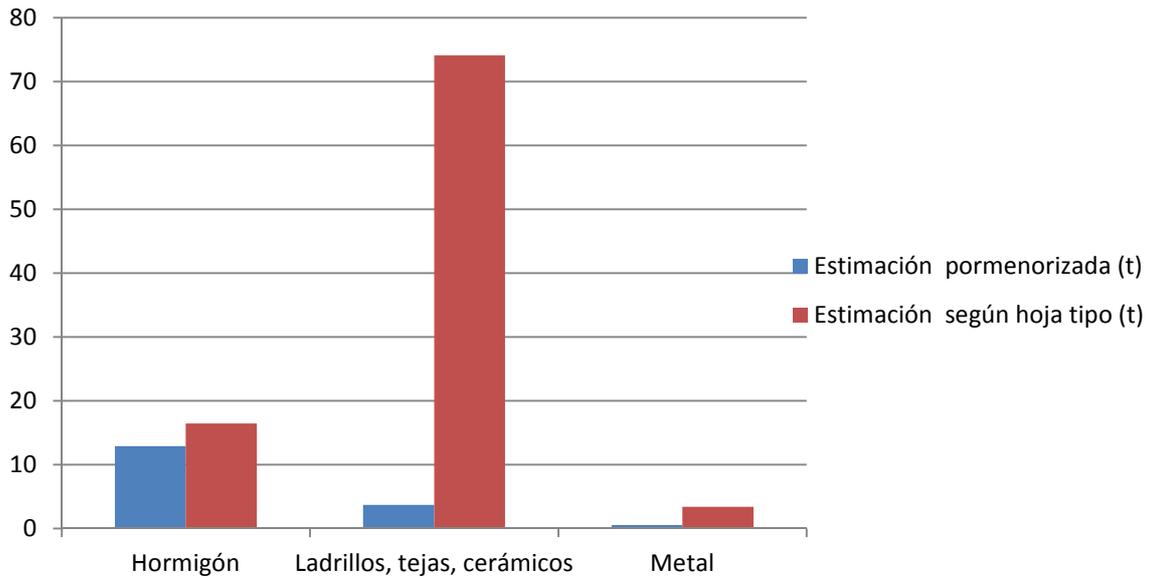


Imagen 23: Cantidades de residuos de hormigón, cerámica y metal, obtenidas según hoja tipo y estimación pormenorizada.

Desviación existente entre los resultados obtenidos con la hoja tipo y los cálculos pormenorizados

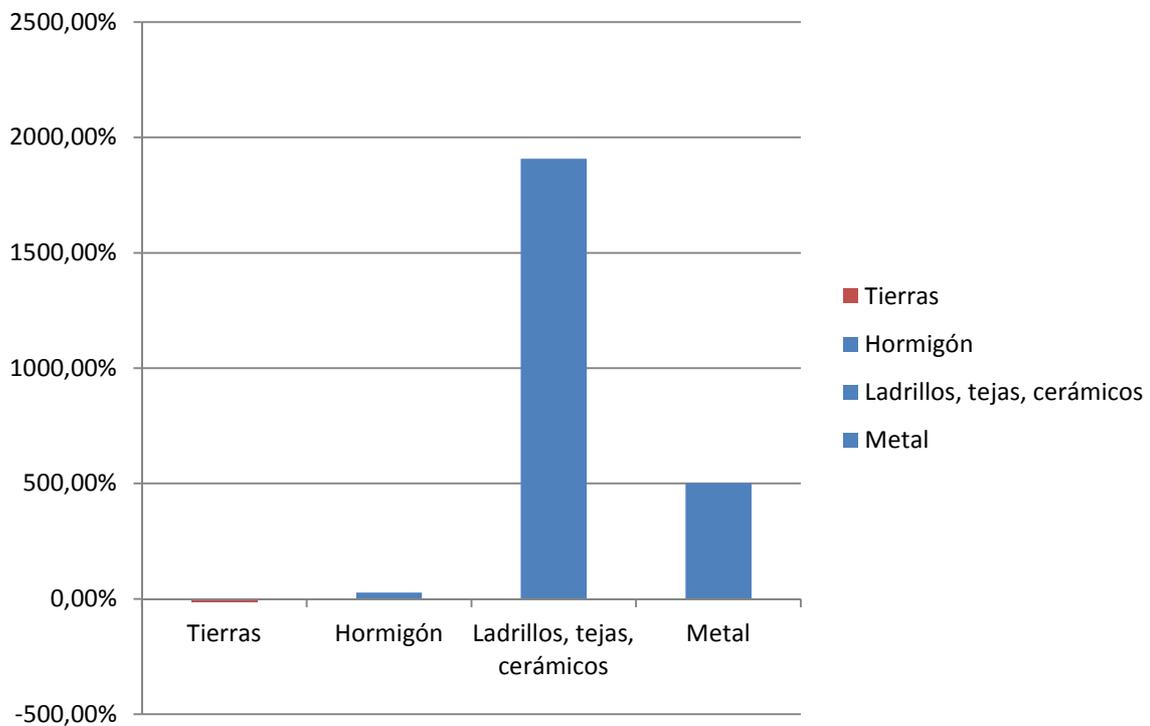


Imagen 24: Desviación de los distintos tipos de residuos obtenidos según las dos estimaciones realizadas.

TIERRAS

Al analizar los resultados anteriores podemos observar una pequeña desviación a la baja en las tierras y pétreos procedentes de la excavación. La gran similitud entre éstos valores es debida a que la base de cálculo es la misma para ambos, es decir, los dos métodos de estimación han tomado como referencia el volumen de tierras a excavar siendo la causa de la desviación las zanjas para la instalación de saneamiento, que la hoja tipo no tiene en consideración.

HORMIGÓN

Las diferencias en el hormigón son de 27,77% al alza. Éste valor ya presenta una diferencia importante y es comprensible al entender que la hoja tipo trabaja con unos valores estimativos comunes a todas las tipologías de obra y al tipo de cálculo realizado para la estimación pormenorizada donde se ha tenido en cuenta el nº de cubas de hormigón necesarias, ajustando el volumen de m³ a hormigonar con el número de cubas y su capacidad, reduciendo al mínimo imprescindible los residuos generados.

LADRILLOS, TEJAS, CERÁMICOS

Casi un 2000% al alza es la diferencia que observamos entre los dos sistemas de estimación. A la hora de configurar un sistema de gestión eficiente éste debe ser uno de los puntos a estudiar con mayor detenimiento.

La gran diferencia de valores observada puede tener su origen en varios aspectos que se han tenido en cuenta a la hora del cálculo pormenorizado:

-Se ha ajustado el formato del ladrillo al paramento a realizar para minimizar roturas de piezas.

-Se ha realizado una eficiente modulación del espacio, eligiendo un tipo de baldosa para solado y revestimiento de zonas húmedas que no precise de cortes (o que precise los mínimos) reduciendo notablemente el volumen de residuo generado.

-Los materiales cerámicos han llegado a la obra el mismo día que se iba a proceder a su colocación, evitando posibles roturas.

METAL

En el metal también observamos desviaciones importantes. Al igual que en el caso del hormigón los valores obtenidos mediante la hoja tipo son valores genéricos para todo tipo de construcciones, por lo que al estudiar detenidamente nuestra obra llegamos a conclusiones muy diferentes.

2.2.4 Distribución según línea temporal

Para poder adaptar y dimensionar eficientemente los medios materiales de los que vamos a disponer para la gestión de los RCDs debemos situar los residuos y las cantidades generadas de los mismos dentro de una línea temporal.

Se va a tener en cuenta que las capacidades de los contenedores de los que se va a disponer en obra serán las siguientes:

- Hormigón y morteros: sacas de 1m^3 ó contenedor de 5m^3 .
- Ladrillos, tejas y cerámica: sacas de 1m^3 ó contenedor de 5m^3 .
- Metales: zona de acopio o sacas de 1m^3 .

Tomando como inicio ficticio de la obra el día 2 de enero de 2013, los residuos generados quedarían distribuidos de la siguiente forma:

2 de enero de 2013

Vaciado del solar y excavación.

Residuos generados: TIERRAS: Peso: 788.371,10Kg
Volumen: $860,04\text{m}^3$

15 de enero de 2013

Excavación de zanjas de saneamiento.

Residuos generados: TIERRAS: Peso: 13,2Kg
Volumen: $0,012\text{m}^3$

Acumulado TIERRAS: $860,052\text{M}^3$

Las tierras se retirarán directamente sobre camión volquete de 13m^3 de capacidad. Serán necesarios 67 viajes de camión.

16 de enero de 2013

Realización de arquetas.

Residuos generados: CERÁMICA: Peso: 62,22Kg
Volumen: $0,12\text{m}^3$

El acopio de los residuos de cerámica se realizará en sacas de 1m^3 colocadas en una zona habilitada de la planta baja tal y como se indica en el plano de planta de los medios materiales disponibles (punto 2.1.3 de éste proyecto). Como en éste punto de la obra no estará la estructura realizada las sacas se colocarán en una parte de la obra lo más cercana posible a la calle sin entorpecer los trabajos ni impedir el acceso y salida de la misma con facilidad.

17 enero 2013

Vertido hormigón de limpieza.

Residuos generados: HORMIGÓN: Peso: 966Kg
Volumen: $0,48\text{m}^3$

Los residuos de hormigón se verterán en un contenedor de 5m^3 de capacidad ubicado en la acera junto a la entrada de la obra tal y como se indica en el plano de planta de los medios materiales disponibles (punto 2.1.3 de éste proyecto).

21 enero 2013

Colocación armaduras cimentación, muros y solera

Residuos generados: METALES: Peso: 173,30+9,35=182,65Kg

24 enero 2013

Hormigonado cimentación, muros y solera

Residuos generados: HORMIGÓN: Peso: 2.507+1.380=3.887Kg
Volumen: 1,94m³

4 febrero 2013

Armado Forjado 1

Residuos generados: METALES: Peso: 78,49Kg

21 febrero 2013

Hormigonado Forjado1

Residuos generados: HORMIGÓN: Peso: 1.444,25Kg
Volumen: 0,72m³

14 marzo 2013

Armado Losa 1 y Forjado 2

Residuos generados: METALES: Peso: 2,6+84,75= 87,35Kg

21 marzo 2013

Hormigonado Losa 1 y Forjado 2

Residuos generados: HORMIGÓN: Peso: 92+1559,52,25=1651,52Kg
Volumen: 0,83m³

11 abril 2013

Armado Losa 2 y Forjado 3

Residuos generados: METALES: Peso: 2,6+79,08=81,68Kg

18 abril 2013

Hormigonado Losa 2 y Forjado 3

Residuos generados: HORMIGÓN: Peso: 92+1.455,03=1547,03Kg
Volumen: 0,77m³

22 abril 2013

Peldaños escalera 1

Residuos generados: CERÁMICA: Peso: 46,08Kg
Volumen: 0,092m³
MORTERO: Peso:3,35Kg
Volumen: 0,0025m³

9 mayo 2013

Armado Losa 3 y Forjado 4

Residuos generados: METALES: Peso: 2,6+78,84=81,44Kg

16 mayo 2013

Hormigonado Losa 3 y Forjado 4

Residuos generados: HORMIGÓN: Peso: 92+1.450,77=1542,77Kg
Volumen: 0,77m³

Acumulado HORMIGÓN Y MORTERTO: 5,51M³

Se retirará el contenedor de 5 m³ de capacidad.

Los 0,51m³ restantes se almacenarán en una saca de 1m³ de capacidad, dejando el espacio en la acera libre del conenedor hasta mediados de Agosto cuando volverá a ser necesario.

20 mayo 2013

Peldaños escalera 2

Residuos generados:	CERÁMICA:	Peso: 46,08Kg Volumen: 0,092m ³
	MORTERO:	Peso:3,35Kg Volumen: 0,0025m ³

6 junio 2013

Armado Losa 4 y Forjado 5

Residuos generados:	METALES:	Peso: 3,64+59,28=62,92Kg
---------------------	----------	--------------------------

Acumulado METALES: 574,53Kg

Periódicamente se procederá a la retirada de los residuos de metal en obra. Se avisará al gestor pertinente para que pase a recogerlos en cuanto sea necesario.

13 junio 2013

Hormigonado Losa 4 y Forjado 5

Residuos generados:	HORMIGÓN:	Peso: 147,2+935,02=1082,22Kg Volumen: 0,83m ³
---------------------	-----------	---

Acumulado HORMIGÓN Y MORTERTO: 1,34M³

Se retirará una saca de 1 m³ de capacidad.

Los 0,34m³ restantes se almacenarán en otra saca de 1m³ de capacidad.

17 junio 2013

Peldaños escalera 3

Residuos generados:	CERÁMICA:	Peso: 46,08Kg Volumen: 0,092m ³
	MORTERO:	Peso:3,35Kg Volumen: 0,0025m ³

11 julio 2013

Peldaños escalera 4

Residuos generados:	CERÁMICA:	Peso: 60,48Kg Volumen: 0,14m ³
	MORTERO:	Peso:4,40Kg Volumen: 0,0037m ³

8 agosto 2013

Cubierta

Residuos generados:	CERÁMICA:	Peso: 94,46Kg Volumen: 0,19m ³
	MORTERO:	Peso:5,52Kg Volumen: 0,013m ³

12 agosto 2013

Tejados

Residuos generados:	CERÁMICA:	Peso: 207,85Kg Volumen: 0,41m ³
	MORTERO:	Peso:21,55Kg Volumen: 0,016m ³

Acumulado CERÁMICA: 1,136M³

Se procederá a vaciar la saca en el contenedor de 5m³ que se ha vaciado de mortero y hormigón.

19 agosto 2013

Cerramientos de fachada

Residuos generados:	CERÁMICA:	Peso: 574,46Kg Volumen: 1,15m ³
	MORTERO:	Peso:94,53Kg Volumen: 0,072m ³
	CARTÓN-YESO:	Peso: 143,62Kg Volumen: 1,24m ³

19 agosto 2013

Cerramientos de medianeras

Residuos generados:	CERÁMICA:	Peso: 636,17Kg Volumen: 1,27m ³
	MORTERO:	Peso:102,68Kg Volumen: 0,078m ³
	CARTÓN-YESO:	Peso: 156Kg Volumen: 1,33m ³

26 agosto 2013

Solera

Residuos generados:	HORMIGÓN:	Peso: 260,85Kg Volumen: 0,13m ³
---------------------	-----------	---

29 agosto 2013

Terrazas Pl. Bajo Cubierta

Residuos Generados:	MORTERO:	Peso: 10,12Kg Volumen: 0,0078m ³
	CERÁMICA:	Peso:10,13Kg Volumen:0,023m ³

2 septiembre

Patio PL. Baja

Residuos Generados:	MORTERO:	Peso: 3,04Kg Volumen: 0,002m ³
	CERÁMICA:	Peso:3,02Kg Volumen:0,0069m ³

16 Septiembre 2013

Tabiquería Sótano

Residuos generados:	CARTÓN-YESO:	Peso: 19,64Kg Volumen: 0,26m ³
	CERÁMICA:	Peso: 173,34Kg Volumen: 0,34m ³
	MORTERO:	Peso:19,38Kg Volumen: 0.015m ³

23 septiembre 2013

Tabiquería P. Baja

Residuos generados:	CARTÓN-YESO:	Peso: 9,23+33,38=41,61Kg Volumen: 0,079+0,33=0,41m ³
	CERÁMICA:	Peso: 294,53Kg Volumen: 0,59m ³
	MORTERO:	Peso:32,93Kg Volumen: 0,025m ³

30 septiembre 2013

Tabiquería P. 1

Residuos generados:	CARTÓN-YESO:	Peso: 25,77+11,38=37,15Kg Volumen: 0,22+0,11=0,33m ³
	CERÁMICA:	Peso: 100,44Kg Volumen: 0,2m ³
	MORTERO:	Peso:11,23Kg Volumen: 0,0086m ³

7 octubre 2013

Tabiquería P. 2

Residuos generados:	CARTÓN-YESO:	Peso: 25,67+22,83Kg Volumen: 0,22+0,23=0,45m ³
	CERÁMICA:	Peso: 201,42Kg Volumen: 0,4m ³
	MORTERO:	Peso:22,52Kg Volumen: 0,017m ³

Acumulado CERÁMICA: 5,11M³

*Se procederá al cambio del contenedor de 5 m³ de capacidad.
Los 0,11m³ restantes se depositarán en el interior del nuevo.*

14 octubre 2013

Tabiquería P. Cub

Residuos generados:	CARTÓN-YESO:	Peso: 14,01Kg Volumen: 0,14m ³
	CERÁMICA:	Peso: 123,66Kg Volumen: 0,24m ³
	MORTERO:	Peso:13,83Kg Volumen: 0,01m ³

21 octubre 2013

Monocapa Fachada

Residuos generados:	MORTERO:	Peso:63,45Kg Volumen: 0,048m ³
---------------------	----------	--

24 octubre 2013

Enfoscado Exterior

Residuos generados:	MORTERO:	Peso:28,20Kg Volumen: 0,021m ³
---------------------	----------	--

28 octubre 2013

Alicatado Aseo P. Baja

Residuos Generados:	CERÁMICA:	Peso:17,15Kg Volumen:0,034m ³
	MORTERO:	Peso: 2,68+0,53=3,21Kg Volumen: 0,002m ³

29 octubre 2013

Solado P. Baja

Residuos Generados:	CERÁMICA:	Peso:134,39+16,41=150,80Kg Volumen:0,3m ³
	MORTERO:	Peso: 14,51+14,99=29,5Kg Volumen: 0,022m ³

4 noviembre 2013

Alicatado Aseos P1

Residuos Generados:	CERÁMICA:	Peso:32,16Kg Volumen:0,064m ³
	MORTERO:	Peso: 5.01+0,99=6Kg Volumen: 0,004m ³

6 noviembre 2013

Solado P. 1 (Incluída Terraza)

Residuos Generados:	CERÁMICA:	Peso:260,80+31,40+9=301,20Kg Volumen:0,6m ³
	MORTERO:	Peso: 28,15+28,68+1,81=58,64Kg Volumen: 0,045m ³

13 noviembre 2013

Alicatado Aseos P2

Residuos Generados:	CERÁMICA:	Peso:32,34Kg Volumen:0,064m ³
	MORTERO:	Peso: 5.04+1=6,04Kg Volumen: 0,004m ³

15 noviembre 2013

Solado P. 2

Residuos Generados:	CERÁMICA:	Peso:246,96+28,57=275,53Kg Volumen:0,55m ³
	MORTERO:	Peso: 26,65+26,1=52,75Kg Volumen: 0,035m ³

15 noviembre 2013

Solado P. Bajo Cubierta (Incluídas terrazas)

Residuos Generados:	CERÁMICA:	Peso:164,70+22,09+29,59=219,38Kg Volumen:0,44m ³
	MORTERO:	Peso: 17,78+20,18+5,97=43,93Kg Volumen: 0,03m ³

Acumulado HORMIGÓN Y MORTERTO: 0,95M³

Se procederá a la retirada de la saca de 1 m³ de capacidad.

Acumulado HORMIGÓN Y MORTERTO: 2,40M³

Se procederá a la retirada del contenedor.

Acumulado CARTÓN-YESO: 4,16M³

El cartón yeso se irá acopiando en una zona destinada para tal fin de 2m² de planta que se vaciará 2 veces mediante carga en camión y vertido en gestor autorizado puesto que ha sido imposible contactar con gestores que faciliten su tratamiento para reciclado.

Finalmente, los medios a disponer y su distribución en el tiempo serán los siguientes:

- Inicio de la excavación: 2 de enero.
- Del 2 al 16 de enero: 67 camiones o viajes de camión a vertedero.
- 17 de enero: alquiler de contenedor de 5m³ de capacidad.
- 17 de mayo: vaciado de 1 contenedor de 5m³ de capacidad. Retirada del mismo.
- 12 de agosto: alquiler de contenedor de 5m³ de capacidad.
- 7 de octubre: vaciado de 1 contenedor de 5m³ de capacidad. Colocación de uno nuevo o vacío.
- 20 de noviembre: retirada definitiva de contenedor de 5m³.
- También serán necesarias 10 sacas de 1m³ de capacidad.



Imagen 25: "Timeline" que ubica en el tiempo los hitos más destacados..

2.3

CONTRATACIÓN DE GESTORES Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS.

Ahora que conocemos la cantidad teórica de residuos que generará nuestra obra, deberemos encontrar a quien le pueden interesar en caso de que tengan algún valor económico, o como gestionarlo con el mínimo coste posible.

Para el siguiente cálculo se han utilizado los precios obtenidos de la base de datos de ITec.

El canon de vertido de escombros sucios es de 20,67€/m³.

17 05 04 Restos de tierras procedentes de la excavación:

Según se indica en el *RD 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*:

Podemos considerar como “residuos inertes aptos” los excedentes no aprovechados de tierras y piedras no contaminadas de excavación y desmonte, codificados de acuerdo con la Lista Europea de Residuos como LER 17 05 04.

En éste caso podremos depositar las tierras procedentes de la excavación en zonas destinadas a obras de restauración del espacio natural afectado por actividades mineras, obras de acondicionamiento (actuaciones encaminadas a la regularización topográfica de superficies), obras de relleno (colmatación de zanjas u otras excavaciones) y fines constructivos.

Para obtener la calificación de residuo inerte apto será necesaria una solicitud, cuya resolución será de 3 meses de duración desde la presentación de la solicitud, por lo que debería presentarse con la debida antelación al inicio de la obra, a la par que se debería buscar un destino válido para los residuos obtenidos.

La solicitud deberá acompañarse de la siguiente documentación (los datos técnicos sobre el residuo los podemos obtener del estudio geotécnico):

- a) Identificación del solicitante y, en su caso, acreditación de la representación que ostenta.
- b) Fuente y origen del residuo.
- c) Código conforme a la Lista Europea de Residuos (Orden 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente).
- d) Información sobre el proceso de producción que genera el residuo (descripción y características de las materias primas y de los productos).
- e) Cantidades previstas a generar del residuo.

f) Utilización prevista del residuo, indicando además ubicación (referencia catastral y coordenadas UTM), duración de la actuación, volúmenes y cantidades de residuo a emplear.

g) Autorizaciones o licencias urbanísticas que sean de aplicación en la utilización prevista.

h) Estudio del emplazamiento de la actuación: afección a espacios naturales, vías pecuarias, clasificación y calificación del suelo afectado, inundabilidad, cuencas drenantes, afección al Dominio Público Hidráulico, geología e hidrogeología local, geomorfología y paisajismo.

j) Contenido de humedad expresado en porcentaje sobre el peso total del residuo. Densidad.

k) Aspecto del residuo (color, forma física).

l) Justificación firmada por técnico competente, acerca de la aptitud geotécnica del residuo para la utilización solicitada.

m) Precauciones adicionales que deben tomarse en la utilización del residuo.

n) Comprobación de la imposibilidad de reciclado o valorización del residuo de acuerdo con las mejores técnicas disponibles.

En caso de que no consigamos obtener la calificación de residuo inerte deberemos pagar el canon de vertido para tierras y materiales pétreos mezclados procedentes de excavación que es de 4,7€/m³.

Por lo que el ahorro obtenido para 860,06m³ de tierra sería de **4.042,28€**.

17 01 01 Hormigón:

El canon de vertido en central de reciclaje del hormigón limpio en masa se encuentra en 7,5€/m³.

Siendo el canon de vertedero de escombros sucios de 20,67€/m³, el ahorro obtenido por la separación en origen sería de 13,17€/m³ resultando un total de **82,04€**

17 01 02 Ladrillos:

La deposición controlada en centro de reciclaje de residuos cerámicos inertes se cifra en 7,68€/m³.

Siendo el canon de vertedero de escombros sucios de 20,67€/m³, el ahorro obtenido por la separación en origen sería de 13,17€/m³ resultando un total de **70,32€**

17 01 03 Tejas y Materiales Cerámicos:

La deposición controlada en centro de reciclaje de residuos cerámicos inertes se cifra en 7,68€/m³.

Siendo el canon de vertedero de escombros sucios de 20,67€/m³, el ahorro obtenido por la separación en origen sería de 13,17€/m³ resultando un total de **26.80€**

17 08 02 Yeso:

El coste de depósito del yeso en un gestor de residuos autorizado es de 184€/tn, resultando en éste caso un costo total de 113,40€. No se han encontrado posibilidades de reciclado del yeso en la provincia de Castellón.

Ahorro final:

Costes de vertido de los residuos			
	Sin gestión	Con gestión	Ahorro
Tierras	4.042,28 €	0,00 €	4.042,28 €
Hormigón	130,01 €	47,17 €	82,84 €
Tejas y cerámicos	110,38 €	70,32 €	40,06 €
TOTAL:			4.165,18 €

Tabla 11: *Ahorro obtenido en los costes de vertido de los residuos.*

2.4

GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

2.4.1 Documentación y gestión administrativa

El Real Decreto 105/2008 establece una serie de obligaciones que afectan a todos los agentes involucrados en el proceso de la construcción y demolición. En particular, sus disposiciones tendrán gran repercusión sobre los Proyectos Técnicos, en la medida en que se exige que se incluya en ellos un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (EGR).

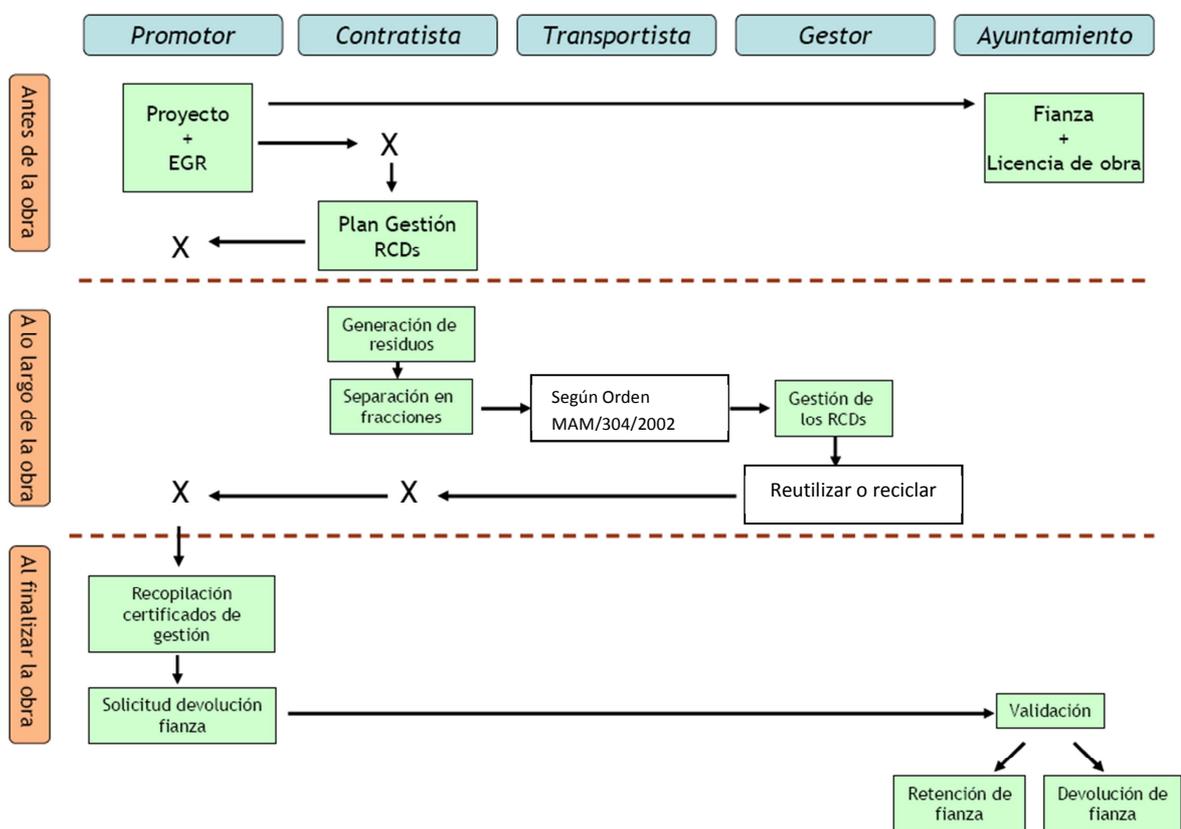


Imagen 26: Flujo administrativo a aplicar por los agentes implicados
Fuente: Fuente: Manual de Gestión RCD's. Gobierno de Cantabria..

Antes de la obra:

A la hora de solicitar la licencia de obra a la administración local el Promotor deberá presentar el Proyecto técnico junto con el correspondiente Estudio de gestión de residuos.

El promotor realiza el encargo de la redacción del Proyecto Técnico y del Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (EGR) a un técnico competente.

Una vez redactado el proyecto técnico y el EGR, el promotor se dirigirá al Ayuntamiento correspondiente para solicitar la licencia urbanística. El Ayuntamiento establecerá una fianza o garantía financiera equivalente basándose en el coste declarado de gestión de los residuos en el EGR. Las obras no podrán comenzar, en ningún caso, antes de que el promotor constituya esta garantía.

La adjudicataria, sobre la base del EGR, deberá elaborar un Plan de Gestión de RCD, que deberá someterlo a la consideración del Promotor para que éste y la Dirección facultativa lo aprueben. El plan, una vez aprobado, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

A lo largo de la obra:

El poseedor está obligado a separar en origen las fracciones de hormigón, ladrillos, tejas, cerámicos, metal, madera, vidrio, plástico, papel y cartón de aquellos residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra.

En la práctica, serán los contratistas (poseedores de RCD) quienes entreguen los residuos a los transportistas y/o gestores. Por tanto, la Dirección Facultativa deberá poner el empeño necesario para que aquellos tengan instrucciones claras. El incumplimiento del Plan por parte de la contrata podrá ser denunciado por la propiedad.

Para aquellos residuos que no se cedan a gestor autorizado, sino que se entreguen para su reutilización, deberá recabarse también prueba documental que acredite el destino del residuo.

Don actuando:	con D.N.I.	y domicilio en
<input type="checkbox"/> En su propio nombre y derecho		
<input type="checkbox"/> En nombre y representación de		con C.I.F.
, domiciliada en		
CERTIFICA:		
I. Que ha recibido de		
, XXX toneladas de piedras y tierras no contaminadas por sustancias peligrosas, procedentes de la obra cuyos datos se indican a continuación:		
Situada en: C/		Municipio
Expediente de obra núm.:		Licencia municipal núm.:
Productor:		D.N.I. NUM:
Domicilio:		
II. Que dichos materiales van a emplearse para		
<input type="checkbox"/> Restauración		
<input type="checkbox"/> Acondicionamiento		
<input type="checkbox"/> Relleno		
En la obra/emplazamiento cuyos datos se indican a continuación:		
Situada en:		Municipio
Expediente de obra núm. (si procede):		Licencia municipal núm. (si procede):
III. Que, a tal fin, se dispone de las licencias y autorizaciones que acreditan la legalidad de la obra/emplazamiento citada en el punto anterior.		
En	, a	de
		de 20
Fdo.:		

Imagen 27: Certificado de empleo de tierras y piedras en actuaciones de restauración, acondicionamiento o relleno

Los contratistas irán cediendo los RCD a gestores, de acuerdo con el EGR y el Plan. Las entregas deberán realizarse siempre acompañadas de un documento fehaciente.

Dado que lo habitual será entregar los residuos a meros transportistas, que actúan por cuenta ajena, los contratistas deberán entregar la documentación a éstos, para que sean ellos quienes la transmitan a los gestores.

El poseedor podrá encomendar la separación en origen de las fracciones citadas anteriormente a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción externa a la obra. El poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa, en la que se certifique la gestión realizada.

Al finalizar la obra:

El Promotor recopilará de los gestores correspondientes los certificados acreditativos de la adecuada gestión de los residuos, para lo que transmitirá las instrucciones necesarias a la empresa contratista. Esta documentación se presentará en el Ayuntamiento para que los servicios técnicos la analicen y, en función de lo que resulte, devuelva o ejecute la fianza depositada.

3.0

CONCLUSIONES

3.1

CONCLUSIONES

Tras el estudio de los datos obtenidos podemos asegurar que los beneficios económicos de la implantación de un sistema de gestión integral con separación previa de residuos llevada a cabo en la misma obra para obras con un volumen de residuo inferior a las fracciones mínimas según normativa no sería viable a nivel económico.

Los beneficios a nivel organizativo y de gestión sí serían destacables, llegando a producir ahorros importantes en tiempo y limpieza.

Otro de los aspectos observados es que no hay ningún sistema de gestión de residuos que permita establecer las cantidades generadas en la línea temporal, dificultando la planificación de los medios materiales a emplear en la gestión de residuos.

También ha resultado muy difícil encontrar datos sobre mercados de subproductos donde poder vender los residuos generados para su posterior reutilización, favoreciendo en contra de lo deseable, su depósito en vertedero. Esto parece deberse al estancamiento actual que sufre la construcción en España, ya que si no hay una posibilidad real de venta de los subproductos obtenidos de los RCDs no hay nadie interesado en su compra.

De los análisis realizados llegamos a varias conclusiones sobre la reducción de residuos en obras a través de varios aspectos influenciados en cada una de las fases de diseño, planificación y ejecución de una obra.

Reducción de residuos en el diseño

Lamentablemente, la gestión de residuos figura como el objetivo que menor atención recibe en el diseño y planificación de los proyectos de construcción, prevaleciendo los costes y tiempos de construcción.

Gran cantidad de los RCDs generados en las obras son atribuibles a la falta de implementación de medidas que reduzcan los residuos en las etapas de diseño. Por lo tanto, el arquitecto puede jugar un papel clave en la prevención de RCDs a través de la selección de materiales recuperados (incluso de la misma obra) y métodos constructivos eficientes, estandarizados o prefabricados pudiendo incluso modular la mayoría de los elementos (como por ejemplo los pavimentos y revestimientos cerámicos de las zonas húmedas) evitando así residuos por cortes en las piezas.

Reducción de residuos a través de la planificación

Lo primero es conocer las cantidades de residuos de cada tipo que se van a generar en cada una de las fases del proceso constructivo (aquí intervienen los diferentes métodos de cuantificación de residuos, todos ellos bastante imprecisos). Con éstos datos en nuestro poder podremos planificar los medios materiales con los que deberemos contar,

su ubicación, su permanencia en el tiempo y su coste de mantenimiento, valorando si es preferible su alquiler o compra.

A través de una planificación eficiente se podrá también reducir la cantidad de materiales presentes en la obra que no vayan a ser utilizados en una fase constructiva en concreto, reduciendo así el riesgo de roturas y desperfectos y aumentando el espacio disponible en la obra, derivando todas estas medidas en una mayor sensación de limpieza y orden.

Reducción de residuos durante la ejecución

Aquí intervienen varios factores que pueden ayudar a reducir los residuos generados:

Por una parte es necesario el control de materiales estableciendo medidas para minimizar las pérdidas o daños mediante un buen diseño y unas condiciones adecuadas de aprovisionamiento, embalaje, transporte, recepción, manipulación, almacenamiento y coordinación. En éste control hay que involucrar a los proveedores para que sirvan los materiales justo a tiempo de su uso, evitando almacenamientos y movimientos innecesarios que pueden provocar desperfectos, y también a los trabajadores mediante jornadas de formación sobre residuos e incluso incluyendo cláusulas contractuales que hagan responsable a cada oficio de los residuos que genere.

Por otra parte tiene gran influencia el “saber hacer” de los operarios a la hora de realizar la mayor parte de las tareas, aunque mediante el contrato citado anteriormente con cláusulas que responsabilicen a cada uno de los oficios de los residuos que generen y penalicen a los que no lo cumplan, se conseguiría si no, una reducción directa de las cantidades de residuos, sí una mayor limpieza y orden que sin ninguna duda influiría en el volumen de residuos final.

Raúl M. Sospedra López

PROYECTO FINAL DE CARRERA

ARQUITECTURA TÉCNICA

2013

