

# IHOBE

## GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE DEMOLICIÓN SELECTIVA EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO



**EUSKO JAURLARITZA**



**GOBIERNO VASCO**

LURRALDE ANTOLAMENDU  
ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN DEL  
TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE

**ihobe***line*  
900 15 08 64

Euskal Enpresarako Doako Ingurumen Argibide Zerbitzua  
Servicio de Información Ambiental Gratuito para la Empresa Vasca

# GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE DEMOLICIÓN SELECTIVA EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO



**Edita:**

IHOBE - Sociedad Pública de Gestión Ambiental

**Diseño y maquetación:** Dual XJ - Comunicación & Diseño

**Traducción:** Elhuyar

© IHOBE 2004

**Depósito Legal:** BI-xxxx-05

Esta Guía ha sido realizada para IHOBE por Fundación Labein.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS**

No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir parte alguna de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado –electrónico, mecánico, fotocopiado, grabación, etc.–, sin el permiso escrito del titular de los derechos de la propiedad intelectual y del editor.

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>2. NORMATIVA APLICABLE A LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN</b>	6
2.1 Ley 10/1998 de Residuos	6
2.2 Catálogo Europeo de Residuos (CER)	7
2.3 Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición	7
2.4 Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco	7
<b>3. MATERIALES QUE APARECEN EN DEMOLICIONES DE DIFERENTES TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DEL PAIS VASCO</b>	8
3.1 Edificación residencial	9
3.2 Edificación industrial	11
3.3 Infraestructura de obra civil	14
3.4 Obras menores	16
<b>4. EL PORQUÉ DE LA DEMOLICIÓN SELECTIVA</b>	17
<b>5. DEFINICIÓN DE DEMOLICIÓN SELECTIVA</b>	17
<b>6. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA DEMOLICIÓN SELECTIVA</b>	18
<b>7. ETAPAS DE UNA DEMOLICIÓN SELECTIVA</b>	19
7.1 Trabajos preliminares a la demolición selectiva	19
7.1.1 Estudio previo del edificio	19
7.1.2 Elaboración del proyecto de demolición selectiva	19
7.1.3 Operaciones previas	19
7.2 Ejecución material de demoliciones selectivas	20
7.2.1 Vaciado y desmontaje	20
7.2.2 Demolición mecánica de la estructura	23
7.2.3 Limpieza del solar y tratamiento de la fracción pétreo	24
<b>8. FACTORES ECONÓMICOS A CONSIDERAR EN UN PROCESO DE DEMOLICIÓN SELECTIVA</b>	25
<b>9. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE UNA DEMOLICIÓN SELECTIVA</b>	28
9.1 Fracción pétreo	28
9.1.1 Aprovechamiento como material granular en obra civil	29
9.1.2 Aprovechamiento como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural	31
9.1.3 Aprovechamiento como materia prima para la fabricación de clínker de cemento	32
9.2 Madera	34
9.3 Metales	35
9.4 Plásticos	36
9.5 Papel, cartón y vidrio	36

<b>10. INSTRUMENTOS DIRIGIDOS A FOMENTAR PRÁCTICAS DE DEMOLICIÓN SELECTIVA EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DEL PAÍS VASCO</b>	37
10.1 Tasas disuasorias y mecanismos de control	37
10.2 Acuerdos Voluntarios entre empresas del sector	38
10.3 Instrumentos divulgativos	38
<b>11. INSTRUMENTOS DIRIGIDOS A FOMENTAR EL RECICLAJE DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN</b>	39
11.1 Aplicación del Real Decreto 1481/2001	39
11.2 Creación de demanda de materiales reciclados	39
11.3 Trabajos de investigación	39
<b>12. SUGERENCIAS PARA LA GESTIÓN EFICAZ DE LOS RESIDUOS DE DEMOLICIÓN</b>	40
12.1 Sugerencias para las empresas de demolición	40
12.2 Sugerencias para las empresas de contenedores	41
12.3 Sugerencias para las plantas de reciclaje de residuos de demolición	41
12.4 Sugerencias para la Administración Pública	41
<b>13. GESTIÓN DE RESIDUOS PROCEDENTES DE DEMOLICIONES EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DEL PAIS VASCO</b>	42
13.1 Gestores de escombros pétreos	42
13.2 Gestores de residuos de madera	43
13.3 Gestores de chatarra metálica	44
13.4 Gestores de residuos de naturaleza plástica	50
13.5 Gestores de residuos de papel y cartón	52
13.6 Gestores de residuos de vidrio	53
<b>14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	54

# 1 Introducción

El crecimiento experimentado por el sector de la construcción durante los últimos años, en actividades tales como la edificación o la construcción de infraestructuras de obra civil, ha aflorado un mayor volumen de edificios e instalaciones objeto de derribo. La escasez de suelo en los núcleos urbanos, junto con la obsolescencia de estructuras industriales y residenciales como consecuencia de cambios económicos y sociales, demandan cada vez más una demolición, previo paso a la construcción de un nuevo edificio o infraestructura.

Este incremento en el número y envergadura de las demoliciones, principalmente en zonas urbanas, supone la generación de ingentes volúmenes de residuos de diferente naturaleza, gran parte de los cuales presentan un contrastado potencial de aprovechamiento, mayor a medida que aumenta la selección en origen. Traducido a cifras, los residuos de demolición representan en torno a un 70% del total de residuos de construcción y demolición (RCD) generados, de los cuales un 60% corresponden a derribos de edificios, y el 10% restante a obra pública. Asimismo, se estima en torno a un 15% los residuos generados en obras menores.

La gestión de estos residuos de demolición se ha caracterizado, tradicionalmente, por su deposición bien en vertederos de inertes autorizados, bien en escombreras ilegales. Si bien únicamente la fracción pétreo ha de ser considerada como inerte, es práctica generalizada derribar sin selección alguna, dando lugar a un escombros formado a partir de materiales de diferente naturaleza. Dicha práctica se debe, principalmente, a que resulta más barato y más rápido acometer una demolición sin separar los diferentes materiales constituyentes del edificio. Sin embargo, la cada vez mayor conciencia medioambiental de la sociedad, junto con la transposición de Directivas Comunitarias a nuestra legislación, el desarrollo de Planes de Residuos específicos y el desarrollo de estudios de investigación y desarrollo, están permitiendo crear un escenario orientado a incentivar formas de gestión preferentes, tales como la recuperación o el reciclaje de materiales, que permitan aumentar el ciclo de rotación de los materiales una vez finalizada su vida útil.

Dependiendo del tipo de edificación que se vaya a derribar y de la antigüedad de la misma, en el residuo resultante predominarán unos materiales u otros. En cualquier caso, para la mayoría de los materiales que surgen en un derribo, existen técnicas de reciclaje que permiten obtener nuevos productos con un potencial de aprovechamiento en diferentes aplicaciones. Así, del reciclaje de la fracción pétreo se obtiene material granular apto para ser reincorporado en el ciclo constructivo. De la misma forma, otras fracciones residuales también son susceptibles de ser recicladas a través de sus correspondientes

circuitos de reciclaje: reciclado de madera como materia prima para la fabricación de tableros aglomerados, reciclado de chatarra férrea para la fabricación de acero, etc.

- **Con todo, la calidad técnica y medioambiental de los productos reciclados dependerá, en gran medida, del grado de limpieza del escombros generado en los procesos de demolición. Es esencial, por lo tanto, partir de un escombros limpio al objeto de obtener un producto reciclado de calidad, sin incurrir en grandes costos de tratamiento. En este contexto, surge la necesidad de extender prácticas de demolición selectiva, o lo que es lo mismo, una selección en origen de los diferentes materiales originados en el proceso de demolición.**

Las ventajas medioambientales son evidentes. Se disminuye el volumen de residuos a eliminar en vertederos, toda vez que se aprovecha este material con el consiguiente ahorro de recursos naturales.

Sin embargo, para que surja una práctica sistemática de demolición selectiva y reciclaje de los residuos generados en las demoliciones deben converger dos circunstancias. Por un lado, que las diferentes administraciones incentiven su fomento mediante la oportuna reglamentación, control y vigilancia. Por otro lado, que exista un óptimo marco socioeconómico en cuanto a concienciación, aceptación por parte de los diferentes agentes implicados (promotores, demolidores, transportistas y gestores).

En el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Comunidad Autónoma del País Vasco), han ido surgiendo, en los últimos años, iniciativas dirigidas a ofrecer a los diferentes agentes involucrados en la gestión de los residuos, tanto de construcción como de demolición, instrumentos que permitan alcanzar los objetivos establecidos en los diferentes Planes y Estrategias Ambientales. Infraestructuras de tratamiento de escombros para la producción de áridos reciclados, proyectos de investigación industrial, aprobación de Ordenanzas donde se establecen tasas disuasorias de vertido para escombros mezclados en ciertos municipios, son instrumentos de diferente índole acometidos hasta la fecha en nuestra comunidad.

En este sentido, la presente Guía pretende ser un **documento técnico que facilite**, a los diferentes agentes involucrados en la generación y gestión de residuos de demolición, **una metodología orientada a alcanzar una mayor selección** en origen, así como **un mejor conocimiento de las posibilidades de gestión** de los diferentes materiales resultantes del derribo de estructuras en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

## 2 Normativa aplicable a los residuos de demolición

Previo paso a abordar temas más técnicos sobre demolición selectiva y aprovechamiento de residuos, se ha creído conveniente recopilar las referencias más significativas que configuran el marco legislativo aplicables a la gestión de RCD. Todo ello, al objeto de recoger una serie de consideraciones que pudieran ser de interés para los usuarios del presente manual.

### 2.1 Ley 10/1998 de Residuos

En línea con la Directiva 91/156/CEE, la Ley 10/1998 configura el régimen jurídico básico aplicable a los residuos en el estado Español. Concretamente, para los residuos de construcción, demolición o rehabilitación domiciliaria, caben destacar las siguientes consideraciones:

Atendiendo al principio de jerarquización de opciones en la gestión de residuos, todo residuo potencialmente reutilizable, reciclable o valorizable deberá ser destinado a estos fines, en detrimento de su eliminación. Este principio reviste mayor importancia en el caso de los RCD, dada la variedad de materiales que los constituyen, y el contrastado potencial de aprovechamiento de un alto porcentaje de dichas fracciones.

La gestión de los residuos y escombros con origen en obras menores de construcción y reparación domiciliaria son competencia de los entes locales.

La gestión de aquellos residuos de construcción o demolición que no procedan de obras menores es competencia de los poseedores del residuo, quienes están obligados gestionarlos por sí mismos o entregarlos a un gestor autorizado.

Finalmente, se ha creído conveniente recoger una serie de términos definidos en la Ley, y que de forma recurrente formarán parte del lenguaje del presente manual:

- **Residuo:** Cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de la Ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias.
- **Residuos urbanos o municipales:** Los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan

la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. Tendrán también la consideración de residuos urbanos los siguientes: residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, animales domésticos muertos, muebles, enseres y vehículos abandonados, así como residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

- **Residuos peligrosos:** Aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Se consideran, también, residuos peligrosos los calificados así por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.
- **Prevención:** El conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.
- **Productor:** Cualquier persona física o jurídica cuya actividad, excluida la derivada del consumo doméstico, produzca residuos o que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla, o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. Tendrá también carácter de productor el importador de residuos o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea.
- **Poseedor:** El productor de los residuos o la persona física o jurídica que los tenga en su poder y que no tenga la condición de gestor de residuos.
- **Gestor:** 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.
- **Gestión:** La recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- **Reutilización:** El empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originalmente.
- **Reciclado:** La 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. En todo caso, estarán incluidos en este concepto los procedimientos enumerados en el anexo II. A de la Decisión de la Comisión (96/350/CE) de 24 de Mayo de 1996, así como los que figuren en una lista que, en su caso, apruebe el Gobierno.
- **Recogida:** Toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- **Recogida selectiva:** El 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:** El 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 períodos de tiempo inferiores a los señalados en el párrafo anterior.
- **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.
- **Vertedero:** Instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.

## 2.2 Catálogo Europeo de Residuos (CER)

La última versión del Catálogo Europeo de Residuos (CER) aprobado por la Decisión 200/532 de la Comisión,

y en vigor desde el 1 de enero de 2002, establece, en su capítulo 17, una serie de categorías que se recogen a continuación, a nivel de 4 dígitos:

### 17: Residuos de la Construcción y Demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas):

- 17 01: Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.
- 17 02: Madera, vidrio y plástico.
- 17 03: Mezclas bituminosas, alquitrán y otros productos alquitranados.
- 17 04: Metales ( incluidas sus aleaciones).
- 17 05: Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.
- 17 06: Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.
- 17 08: Materiales de construcción en base a yeso.
- 17 09: Otros residuos de construcción y demolición.

## 2.3 Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición

El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006, publicado en el BOE de 12 de julio de 2001, tiene por objeto establecer las bases y metas ecológicas para la correcta gestión de los RCD.

## 2.4 Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco

El Plan establece como objetivo para el año 2006, la gestión selectiva de al menos un 30% del total de los RCD generados en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

# 3 Materiales que aparecen en demoliciones de diferentes tipologías constructivas en la Comunidad Autónoma del País Vasco

Los materiales que constituyen los residuos que afloran en las demoliciones presentes son una huella fehaciente de las singularidades sociales y económicas que se fueron sucediendo durante el transcurso del pasado siglo XX en cada uno de los Territorios Históricos de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Durante dicho período, cada territorio fue adoptando estructuras productivas y modelos de desarrollo propios, los cuales condicionaron la arquitectura industrial y urbana de sus municipios. Así, aquéllos que más impacto recibieron del proceso de industrialización constituyen, en la actualidad, los principales focos de generación de residuos de demolición. Por el contrario, municipios tradicionalmente ligados a estructuras productivas primarias apenas han visto alterado su paisaje donde predominan edificios tradicionales, y por ende, no son focos generadores relevantes de residuos de demolición.

La industrialización en Bizkaia se caracterizó por una concentración geográfica y sectorial basada, básicamente, en el sector siderometalúrgico. A lo largo del Nervión y su estuario (Ría de Bilbao) surgió una arquitectura predominantemente industrial. Asimismo, al amparo de este paisaje industrial, básicamente durante el período 1.950/1975, se erigieron viviendas hacinadas, de escasa calidad, cuyo principal propósito no era otro sino dar respuesta a la masiva demanda de la masa de emigrantes atraída por la ola de prosperidad económica de la zona.

La industrialización de Gipuzkoa fue más pausada y armónica, basada en una modernización gradual de sus industrias tradicionales. Frente a la concentración industrial y urbana vizcaína en torno a la ría, Gipuzkoa se caracteriza por una dispersión geográfica, que ha creado distintos enclaves industriales en torno a los ríos Deba, Oria y Urola, así como en el área que integran los municipios de Hernani, Pasaia e Irun.

Araba, por su parte, inició su proceso de industrialización a final de la década de los 50. Se concentró, además de en el valle del Nervión por extensión de la industria vizcaína, en el municipio de Vitoria-Gasteiz, que experimentó un espectacular aumento de la población, toda vez que se incidió en un modelo planificado de crecimiento. Se evitaron, así, los deterioros urbanísticos característicos de las provincias costeras.

A mediados de la década de los 70, se hizo patente la crisis de sectores industriales con gran peso en la eco-

nomía de la región. Fruto de dicha crisis, a lo largo de años sucesivos, surgió el cese de actividades con el consecuente abandono de instalaciones, muchas de las cuales perduran hoy en día.

La decadencia de importantes áreas de pasado industrial, el eminente deterioro de viviendas ligadas a la clase obrera de mediados del siglo pasado, los cambios introducidos por la planificación urbanística en muchos de los municipios vascos desde principios de la década de los 90, la ejecución de modernas infraestructuras, así como la expansión del sector de la edificación durante los últimos años, son razones que ayudan a entender no sólo el alto porcentaje de generación de residuos de demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco, sino también el origen y naturaleza de los mismos.

Por lo tanto, consecuencia de las circunstancias sociales y económicas expuestas, se puede afirmar que los residuos de demolición que con más profusión se generan actualmente en la Comunidad Autónoma del País Vasco tienen su origen en las siguientes tipologías constructivas:

- Edificación residencial
- Edificación industrial

Dependiendo de la tipología de edificio a derribar, en el residuo resultante predominarán materiales de una naturaleza u otra. Si bien es prácticamente imposible encontrar dos demoliciones que generen el mismo porcentaje de materiales, se puede establecer una relación entre la tipología constructiva, su antigüedad, y los materiales que predominan en los principales elementos de la misma. Por otro lado, la aparición de ciertos residuos peligrosos en un derribo también está asociada con el tipo de actividad que albergaba el edificio, así como a las tradiciones constructivas de diferentes períodos de tiempo.

Por otro lado, los residuos generados tanto en reparaciones de **obra civil**, como en **obras menores** merecen atención especial por sus características intrínsecas.

Un conocimiento más detallado de la naturaleza y clasificación de los residuos de demolición contribuirá a planificar y regular desde su inicio los flujos de materiales aflorados hacia formas de gestión correctas.

### 3.1 Edificación residencial

Considerando el tiempo de vida útil manejado para la edificación residencial, que por lo general oscila entre 50 y 100 años, se puede afirmar que las demoliciones de viviendas que se vienen acometiendo durante los últimos años en la Comunidad Autónoma del País Vasco corresponden a construcciones erigidas en un período comprendido entre principios del siglo XX y finales de la década de los cincuenta, si bien existen construcciones de menor edad que han sido objeto de derribo por motivos de diversa índole.



Fig. 1: Edificación residencial típica de mediados del siglo XX

Así, los materiales que afloran en los residuos de viviendas derribadas en la actualidad están íntimamente ligados a una evolución de las técnicas constructivas a lo largo del siglo pasado. Dicha evolución se puede resumir en torno a las siguientes ideas:

- Los elementos estructurales (pilares, vigas, forjados y escaleras) de viviendas de principio del siglo XX son principalmente de madera. Aisladamente, surgen en determinados edificios, soluciones estructurales a partir de muros de carga de fábrica de ladrillo y piedra. A partir de la década de los veinte comienza a introducirse paulatinamente el hormigón armado en los diferentes elementos estructurales, convirtiéndose en el sistema estructural más empleado a partir de 1.950.
- El elemento más extendido en la construcción de los cerramientos es el ladrillo cerámico con revoco

y enfoscados de mortero. Puntualmente, surgen en edificios ligados a estratos sociales altos fachadas de sillería de piedra natural. Es a partir de la década de los ochenta cuando se empiezan a introducir materiales de naturaleza plástica, junto con el ya mencionado ladrillo cerámico, al objeto de asegurar un correcto aislamiento térmico en los cerramientos. De forma análoga, las particiones interiores se han caracterizado, en nuestro país, por la utilización de elementos prefabricados de naturaleza cerámica.

- En cuanto al material de cubierta en edificación residencial es la teja, de naturaleza cerámica, la que ha destacado sobre cualquier otro tipo de alternativas.
- Los elementos de carpintería interior (marcos, puertas, ventanas, suelos) se han utilizado de madera preponderantemente. A partir de las últimas décadas del pasado siglo, surgen alternativas a la madera, en elementos como marcos y ventanas, basados en metales (aluminio) y materiales plásticos (PVC).
- El enlucido de yeso es el acabado que con más frecuencia se ha venido utilizando como revestimiento de paredes y techos interiores. En cocinas y baños el revestimiento de paredes y suelos se realiza a partir de azulejo y baldosa cerámica.
- Los materiales que se presentan en las conducciones abarcan desde metales como el plomo o hierro, en edificios vetustos, hasta metales como el cobre, en edificios más jóvenes. En canalones, tragantes y bajantes, son típicos materiales como el cinc, plomo, la fundición, o el fibrocemento, así como el PVC a partir de las dos últimas décadas del siglo.
- Elementos que contengan amianto, elementos de impermeabilización de base alquitrán, elementos de madera tratada, así como tubos o lámparas que contienen mercurio son algunos de los residuos que mayor potencial de riesgo afloran en los derribos actuales de edificaciones residenciales.

Por otro lado, a la hora de adoptar determinadas decisiones relacionadas con la gestión y seguimiento de los diferentes materiales de un residuo de demolición, suele ser interesante, previo al derribo, estimar las cantidades de materiales de diferente naturaleza que se deriven de aquél. Dado que el sector, históricamente, no se ha caracterizado por utilizar técnicas de demolición dirigidas a seleccionar los materiales en origen, hay un vacío en cuanto a bases de datos que permitan realizar estimaciones acertadas en nuestra región.

En ausencia de datos más concretos, para cada una de las tipologías identificadas en nuestro entorno, se incluirán tablas, basadas en estudios de caracterización [1], que permitan estimar cantidades de los materiales que vayan a aparecer.

**Tabla 1:** Evaluación teórica de volumen aparente (m<sup>3</sup> RCD/m<sup>2</sup> obra) de RCD procedente del derribo de viviendas de estructura de hormigón.

VIVIENDAS Y EDIFICIOS SINGULARES DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN						
		CÓDIGO	TIPO*	C.E.R.	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	GESTIÓN
<b>A</b>	<b>RCD: NATURALEZA NO PÉTREA</b>					
	Madera	<b>MAD</b>		17 02 01	0,004	RECICLADO
	Vidrio	<b>VID</b>		17 02 02	0,003	RECICLADO
	Fibra de vidrio	<b>AIS</b>			0,001	RECICLADO
	Termoplásticos	<b>PLA</b>		17 02 03	0,001	RECICLADO
	Termoendurecibles	<b>PLA</b>		17 02 03	0,005	RECICLADO
	Cobre-Bronce-Latón	<b>MET</b>		17 04 01	< 0,001	RECICLADO
	Aluminio	<b>MET</b>		17 04 02	0,005	RECICLADO
	Hierro-Acero	<b>MET</b>		17 05 05	0,020	RECICLADO
	Cableado eléctrico	<b>CAB</b>		17 08 08	0,002	RECICLADO
	Papel-Cartón	<b>PAP</b>			0,001	RECICLADO
	Textil	<b>TEX</b>			0,001	RECICLADO
	Derivados del yeso	<b>YES</b>		17 01 04	0,001	RECICLADO
	Otros productos reciclables	<b>DES</b>			0,005	RECICLADO
	Desechables	<b>DES</b>			0,015	VERTEDERO
	<b>TOTAL NO PÉTREOS</b>				<b>0,064</b>	
<b>B</b>	<b>RCD: NATURALEZA PÉTREA</b>					
	<i>MATERIAL PREDOMINANTE</i>					
	Áridos	<b>ARI</b>	3	17 05 01	0,005	RECICLADO
	Hormigón armado	<b>HOR</b>	2	17 01 01	0,450	RECICLADO
	Hormigón sin armar	<b>HOR</b>	2	17 01 01	0,050	RECICLADO
	Pétreos	<b>PET</b>	3	17 05 01	0,010	RECICLADO
	Cerámicos	<b>CER</b>	1	17 01 2/3	0,150	RECICLADO
	Asfaltos-Bituminosos	<b>ASF</b>	5	17 03 00	0,005	RECICLADO
	<i>MEZCLAS</i>					
	Hormigón-Pétreos-Cerámicos		4-A	17 07 01	0,150	RECICLADO
	H-P-C con Áridos naturales		4-B	17 07 01	0,000	RECICLADO
	H-P-C con Áridos artificiales		4-C	17 07 01	0,004	RECICLADO
	Mezclas con bituminosos >10%		5-A	17 07 01	0,000	
	Mezclas con bituminosos <10%		5-B	17 07 01	0,005	RECICLADO
	<b>TOTAL PÉTREOS</b>				<b>0,829</b>	
<b>C</b>	<b>POT.PELIGROSOS. RTP</b>					
	Mat. Derivados del amianto	<b>RTP</b>		17 01 05	0,001	TRAT. ESPECIALES
	Plomo-Zinc	<b>RTP</b>		17 04 03	< 0,001	TRAT. ESPECIALES
	Pinturas-Barnices-Disolventes	<b>RTP</b>			0,000	
	Baterías	<b>RTP</b>			0,000	
	Tubos fluorescentes	<b>RTP</b>			0,001	TRAT. ESPECIALES
	Líquidos Curados-Decapados	<b>RTP</b>			0,000	
	Lubricantes-Filtros	<b>RTP</b>			0,000	
	Aceites-Grasas	<b>RTP</b>			0,000	
	<b>TOTAL RTP</b>				<b>0,002</b>	
	<b>TOTAL ESTIMACIÓN (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)</b>				<b>0,895</b>	

\* Clasificación de áridos reciclados según UNE 146131 (ver apartado 9.1).

### 3.2 Edificación industrial

Los edificios industriales se han construido para dar respuesta a las necesidades de albergar físicamente los procesos productivos de las empresas. Los edificios industriales construidos en la Comunidad Autónoma del País Vasco, a principios de siglo, se caracterizan por la diáfania de su espacio interior y su planta libre de obstáculos, que facilita el transporte de materiales propios del proceso productivo mediante grúas puente, así como por un diseño estructural adecuado para posibilitar la estabilidad de la maquinaria pesada. La disposición en horizontal obedece a un tipo de planta rectangular que puede alargarse según convenga a las necesidades productivas. La cubierta, generalmente a dos aguas y ocasionalmente en diente de sierra, dispone de monteras elevadas sobre la cumbrera para facilitar la ventilación y aperturas translúcidas que introducen en la nave una iluminación cenital. La estructura metálica portante comprende hileras de pilares capaces de soportar cerchas de gran luz y vigas carril sobre las que han de circular las grúas puente, que obligan a reforzar la estructura mediante complicados arriostramientos, mostrando un acabado en celosía metálica, cerrada perimetralmente con ladrillo visto.

Este modelo de configuración, que se repite en un elevado número de edificios industriales, conseguía un contenedor adecuado para procesos productivos como los desarrollados en nuestro entorno (trenes de laminación, talleres de montaje, forja o calderería, almacenes,

etc) donde eran necesarios amplios espacios para ejecución horizontal del trabajo.

Análogamente a lo comentado en el apartado de edificación residencial, los materiales que asoman en las demoliciones de edificios industriales son un indicio de las técnicas constructivas del momento en que se construyeron, tal y como se recoge a continuación:

- Durante todo el siglo XX, se utilizan indistintamente estructura metálica y de hormigón armado en la edificación industrial. A partir de la década de los setenta, se introducen gradualmente elementos prefabricados de hormigón armado en las estructuras de edificios y naves industriales.
- Los cerramientos de las naves industriales en la Comunidad Autónoma del País Vasco se han construido, principalmente, de ladrillo cerámico con revoco de mortero. En el último tercio del siglo pasado se introducen los bloques de hormigón prefabricado como material de cerramiento. También es frecuente encontrar edificios industriales con cerramientos metálicos.
- El elemento de cubierta más extendido hasta la década de los cincuenta es la teja de naturaleza cerámica. A partir de la década de los sesenta, se introducen las placas de fibrocemento como elemento de cubierta de muchas naves industriales. La exposición a los agentes climatológicos y/o degradantes atmosféricos confieren al fibrocemento la capacidad de desprender fibras, considerándose



Fig 2: Edificio industrial de estructura y cerramiento metálico.



Fig 3: Edificio industrial de estructura de hormigón prefabricado.



Fig 4: Edificio industrial de cerramiento de ladrillo y revoco de mortero.



Fig 5: Edificio industrial con cubierta de fibrocemento.

éstos elementos de riesgo alto. Como consecuencia de este potencial de riesgo, el uso de placas de fibrocemento comienza a reducirse paulatinamente desde el año 1.985 hasta finales de la década de los noventa.

Por otro lado, ligado a la actividad industrial, existe una probabilidad mayor de encontrar partes, elementos o instalaciones asociados al edificio que contengan sustancias tóxicas o peligrosas. Se enumeran, a continuación, los más significativos:

- Soleras, particiones, tanques, depósitos o cualquier otro elemento contaminado con sustancias peligrosas asociadas a actividades industriales (hidrocarburos, metales pesados, etc). Para ampliar el conocimiento sobre gestión medioambiental de este tipo de elementos contaminados, se remite al lector a la guía técnica, editada por IHOBE, S.A., sobre "Criterios ambientales para la recuperación de ruinas industriales" [11]. Aunque no es objeto de la presente guía, no debe olvidarse la posibilidad de que el suelo sobre el que se ha desarrollado la actividad industrial esté afectado por contaminación.
- Elementos constructivos e instalaciones industriales que contienen amianto. Todas las variedades de amianto se caracterizan por su incombustibilidad, un buen aislamiento térmico y acústico, y su resistencia a altas temperaturas, al paso de la electricidad, a la abrasión y a los microorganismos. Estas propiedades han hecho del amianto un elemento muy útil en la industria de la construcción. El periodo de máxima utilización es el comprendido entre los años 1.960 y 1.984. A medida que el amianto se utilizaba, fueron conociéndose los riesgos que representaba para la salud la inhalación de

sus fibras y, lentamente, se ha ido procediendo a la prohibición de sus distintos usos. En España, la prohibición de fabricación y comercialización de la última variedad de amianto, el crisotilo, fue fijada para el 14 de junio de 2.002.

- Equipos de aire acondicionado que contienen clorofluorocarburos (CFC). Los CFC son los máximos responsables de la destrucción de la capa de ozono del planeta.
- Tubos fluorescentes y lámparas que contienen mercurio. El mercurio es un metal altamente tóxico y peligroso.
- Transformadores, condensadores, u otros equipos que contienen policlorobifenilos (PCB). Los PCB son sustancias altamente volátiles y persistentes, con un contrastado potencial cancerígeno que pueden llegar a dañar el sistema inmunológico, reproductivo, neurológico y al hígado.
- Revestimientos pintados con pintura de plomo. Durante años las pinturas han contenido carbonato de plomo. Desde hace muchos años se sabe que los trabajadores que se exponen en sus lugares de trabajo a concentraciones elevadas de ese metal, pueden sufrir intoxicaciones que se manifiestan como problemas estomacales (cólicos), sanguíneos (anemia) o nerviosos.
- Materiales alquitranados utilizados en pavimentaciones, e impermeabilizaciones, como consecuencia de sus características cancerígenas.

Análogamente a lo realizado en el apartado de edificación residencial, se presenta, a continuación, una tabla con datos para la estimación de cantidades de los materiales que pueden surgir de una demolición de un edificio industrial.

**Tabla 2:** Evaluación teórica de volumen aparente (m<sup>3</sup> RCD/m<sup>2</sup> obra) de RCD procedente del derribo de construcciones industriales.

EDIFICACIÓN INDUSTRIAL DE ESTRUCTURA METÁLICA Y ESTRUCTURA DE HORMIGÓN						
		CÓDIGO	TIPO*	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		GESTIÓN
				Metálica	Hormigón	
<b>A</b>	<b>RCD: NATURALEZA NO PÉTREA</b>					
	Madera	MAD		0,004	0,002	RECICLADO
	Vidrio	VID		0,003	0,001	RECICLADO
	Fibra de vidrio	AIS		0,002	0,000	
	Termoplásticos	PLA		0,003	0,002	RECICLADO
	Termoendurecibles	PLA		0,005	0,002	RECICLADO
	Cobre-Bronce-Latón	MET		0,001	0,000	RECICLADO
	Aluminio	MET		0,002	0,008	RECICLADO
	Hierro-Acero	MET		0,150	0,000	RECICLADO
	Cableado eléctrico	CAB		0,001	0,001	RECICLADO
	Papel-Cartón	PAP		0,001	0,000	RECICLADO
	Textil	TEX		0,001	0,000	RECICLADO
	Derivados del yeso	YES		0,0013	0,002	RECICLADO
	Otros productos reciclables	DES		0,010	0,010	RECICLADO
	Desechables	DES		0,100	0,050	VERTEDERO
	<b>TOTAL MIXTOS</b>			<b>0,285</b>	<b>0,128</b>	
<b>B</b>	<b>RCD: NATURALEZA PÉTREA</b>					
	<i>MATERIAL PREDOMINANTE</i>					
	Áridos	ARI	3	0,400	0,400	RECICLADO
	Hormigón armado	HOR	2	0,150	0,400	RECICLADO
	Hormigón sin armar	HOR	2	0,100	0,050	RECICLADO
	Pétreos	PET	3	0,010	0,050	RECICLADO
	Cerámicos	CER	1	0,250	0,050	RECICLADO
	Asfaltos-Bituminosos	ASF	5	0,000	0,050	RECICLADO
	<i>MEZCLAS</i>					
	Hormigón-Pétreos-Cerámicos		4-A	0,010	0,005	RECICLADO
	H-P-C con Áridos naturales		4-B	0,000	0,000	
	H-P-C con Áridos artificiales		4-C	0,050	0,040	RECICLADO
	Mezclas con bituminosos >10%		5-A	0,000	0,000	
	Mezclas con bituminosos <10%		5-B	0,001	0,020	RECICLADO
	<b>TOTAL PÉTREOS</b>			<b>0,971</b>	<b>1,065</b>	
<b>C</b>	<b>POT.PELIGROSOS. RTP</b>					
	Mat. Derivados del amianto	RTP		0,003	0,001	TRAT. ESPECIALES
	Plomo-Zinc	RTP		0,001	0,000	
	Pinturas-Barnices-Disolventes	RTP		0,000	0,000	
	Baterías	RTP		0,001	0,000	
	Tubos fluorescentes	RTP		0,002	0,001	TRAT. ESPECIALES
	Líquidos Curados-Decapados	RTP		0,000	0,000	
	Lubricantes-Filtros	RTP		0,000	0,000	
	Aceites-Grasas	RTP		0,000	0,000	
	<b>TOTAL RTP</b>			<b>0,007</b>	<b>0,002</b>	
	<b>TOTAL ESTIMACIÓN (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)</b>			<b>1,263</b>	<b>1,195</b>	

\* Clasificación de áridos reciclados según UNE 146131 (ver apartado 9.1).

### 3.3 Infraestructura de obra civil

Se entiende como infraestructura de obra civil todas aquellas construcciones dirigidas a facilitar la comunicación y transporte de personas, animales, vehículos, ferrocarril, así como de naves aéreas o marítimas. De entre las diferentes tipologías de obra civil, la construcción y rehabilitación de vías peatonales y de tráfico rodado son las actividades que más residuos generan. Cabe destacar que este tipo de obra posibilita la reutilización de ciertos residuos generados en la propia obra como material de relleno, disminuyendo así las cantidades destinadas a puntos de vertido.

Los principales materiales que constituyen las vías peatonales son de naturaleza pétreo (material granular, hormigón en masa o ligeramente armado y material cerámico). Por su

parte, las carreteras con pavimento flexible utilizan material granular pétreo en las capas estructurales y mezcla de material granular de naturaleza pétreo junto con material bituminoso derivado de compuestos del petróleo para el firme de rodadura. Las carreteras con pavimento rígido se construyen a partir de una mezcla de cemento con áridos seleccionados de naturaleza pétreo.

Adicionalmente, las vías de circulación cuentan con estructuras de seguridad, de señalización y alumbrados conformadas a partir de materiales, básicamente, metálicos.

La tabla siguiente presenta una estimación de los residuos que predominan en actuaciones de reparación en vías peatonales y de tráfico rodado:



Fig 6: Infraestructura de obra civil.

**Tabla 3:** Evaluación teórica de volumen aparente (m<sup>3</sup> RCD/m<sup>2</sup> obra) de RCD procedente de reparaciones de vías peatonales y tráfico rodado.

INFRAESTRUCTURA DE CARRETERAS (EXCLUYENDO TIERRAS)						
		CÓDIGO	TIPO*	C.E.R.	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	GESTIÓN
<b>A</b>	<b>RCD: NATURALEZA NO PÉTREA</b>					
	Madera	MAD		17 02 01	0,000	
	Vidrio	VID		17 02 02	0,000	
	Fibra de vidrio	AIS			0,000	
	Termoplásticos	PLA		17 02 03	0,001	RECICLADO
	Termoendurecibles	PLA		17 02 03	0,000	
	Cobre-Bronce-Latón	MET		17 04 01	0,000	
	Aluminio	MET		17 04 02	0,000	
	Hierro-Acero	MET		17 05 05	0,001	RECICLADO
	Cableado eléctrico	CAB		17 08 08	0,000	
	Papel-Cartón	PAP			0,000	
	Textil	TEX			0,000	
	Derivados del yeso	YES		17 01 04	0,000	
	Otros productos reciclables	DES			0,001	RECICLADO
	Desechables	DES			0,001	VERTEDERO
	<b>TOTAL MIXTOS</b>				<b>0,004</b>	
<b>B</b>	<b>RCD: NATURALEZA PÉTREA</b>					
	<i>MATERIAL PREDOMINANTE</i>					
	Áridos	ARI	3	17 05 01	0,100	RECICLADO
	Hormigón armado	HOR	2	17 01 01	0,050	RECICLADO
	Hormigón sin armar	HOR	2	17 01 01	0,250	RECICLADO
	Pétreos	PET	3	17 05 01	0,000	RECICLADO
	Cerámicos	CER	1	17 01 2/3	0,005	RECICLADO
	Asfaltos-Bituminosos	ASF	5	17 03 00	0,050	RECICLADO
	<i>MEZCLAS</i>					
	Hormigón-Pétreos-Cerámicos		4-A	17 07 01	0,000	
	H-P-C con Áridos naturales		4-B	17 07 01	0,000	
	H-P-C con Áridos artificiales		4-C	17 07 01	0,650	RECICLADO
	Mezclas con bituminosos >10%		5-A	17 07 01	0,000	RECICLADO
	Mezclas con bituminosos <10%		5-B	17 07 01	0,450	RECICLADO
	<b>TOTAL PÉTREOS</b>				<b>1,555</b>	
	<b>TOTAL ESTIMACIÓN (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)</b>				<b>1,559</b>	

\* Clasificación de áridos reciclados según UNE 146131 (ver apartado 9.1).

### 3.4 Obras menores

En los residuos de obra menor abundan materiales cerámicos, yeso, madera y metal como consecuencia de actuaciones típicas como son el derribo de tabiques, la retirada de azulejos y baldosas, la reforma de techos y paredes, la renovación de tarimas y puertas de madera, así como la reforma de grifería y tuberías. Es de destacar, también, la presencia de residuos peligrosos como pueden ser restos de tela asfáltica y material alquitranado, asociados a la reforma de tejados.

La limitación de espacio en las obras menores provoca que el residuo generado se acopie, por lo general,



Fig 7: Residuos de obra menor.

en contenedores metálicos instalados en la vía pública. Para una obra determinada se suele habilitar un único contenedor donde se deposita todo un residuo mezclado. Además, por el mero hecho de situar un contenedor en la vía pública, el ciudadano lo utiliza como medio para depositar todo tipo de residuos domésticos como pueden ser muebles, electrodomésticos, basuras, etc.

Por tanto, dada la particularidad de los procesos de generación y gestión de los residuos de obras menores, las empresas de contenedores constituyen una pieza clave que puede actuar como interlocutor a la hora de ordenar la gestión de este flujo residual.



Fig 8: Vertido de escombros de obra menor.

## 4 El porqué de la demolición selectiva

El apartado anterior ha puesto de manifiesto un amplio abanico de materiales de diferente naturaleza que constituyen los edificios y los elementos de su interior. Así, un edificio que vaya a ser demolido se convierte en una fuente de recursos materiales, muchos de los cuales pueden reincorporarse al ciclo productivo bien de manera directa mediante la reutilización de ciertos elementos constructivos, bien de manera indirecta a través de los correspondientes procesos de tratamiento. Ahora bien, los productos procedentes del tratamiento de los residuos de demolición deben ajustarse a unas especificaciones técnicas y medioambientales como paso previo a ser aprovechados en aplicaciones constructivas o industriales. Cuanto mayor grado de mezcla presente el residuo de partida, más comprometida se verá la viabilidad técnica y medioambiental del producto reciclado. Técnicamente, porque la mezcla de un material con otro de diferente naturaleza penaliza algunas de las propiedades exigidas para una determinada aplicación. Medioambientalmente, porque la mezcla de residuos peligrosos con residuos

no peligrosos confiere al conjunto la categoría de peligrosos con el consecuente riesgo hacia el medio y la salud humana.

Bajo esta coyuntura, se antoja necesario aunar esfuerzos dirigidos a conseguir una mayor selección en origen de las diversas fracciones materiales que conforman el residuo de demolición. Por lo tanto, el proceso de demolición tradicional, generador de un único residuo sin clasificar, ha de evolucionar hacia procesos que contemplen una mayor separación de materiales a pie de obra. Es lo que se denomina demolición selectiva.

Si bien no es práctica habitual acometer procesos de demolición de forma selectiva, se tiene constancia de un incremento en el número de actuaciones de demolición selectiva por parte de alguna empresa del sector. Extender y normalizar esta práctica contribuiría a mejorar el mercado del reciclaje en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

## 5 Definición de demolición selectiva

- La demolición selectiva se define como aquel conjunto de operaciones realizadas de forma gradual y coordinada dirigidas a fomentar el máximo aprovechamiento de los materiales que constituyen el residuo de demolición, minimizando así la fracción destinada a vertedero.

Partiendo de la definición anterior, se pueden establecer diferentes modelos de ejecución según sea el contexto y los objetivos perseguidos en cada demolición. Con todo, ha de alcanzarse un compromiso entre aspectos medioambientales y económicos durante todo el proceso.

# 6 Ventajas e inconvenientes de la demolición selectiva

Tal y como se ha venido argumentando, la demolición selectiva se presenta como una alternativa a la demolición tradicional con el objetivo fundamental de optimizar el aprovechamiento de los residuos que surgen en cualquier tipo de derribo.

La demolición selectiva presenta varias ventajas frente a un proceso convencional de derribo, toda vez que se enfrenta a una serie de desafíos. Entre las ventajas, caben destacar las siguientes:

- Reducción de la cantidad de residuos de demolición a vertedero.
- Disminución del impacto visual de áreas degradadas por el vertido de residuos.
- Generación de recursos materiales reciclados de mayor calidad.
- Mejora en la gestión de los residuos peligrosos de demolición.
- Fomento de empleo asociado al propio proceso de demolición selectiva así como a las actividades de reciclaje subyacentes.
- Durante las etapas de vaciado, desmontaje y selección de materiales no se requiere personal altamente cualificado, abaratando, así, los costes de personal.

Los desafíos que ha de encarar la demolición selectiva son significativos, pero fácilmente superables de producirse cambios legislativos y de diseño en la edificación. Cabe mencionar los más relevantes:

- Los edificios existentes no se han diseñado para facilitar las acciones de desmontaje que requiere el

proceso de demolición selectiva, lo cual repercute en el tiempo y costes del mismo.

- Las tasas de vertido de RCD aún no son lo suficientemente disuasorias para el sector.
- La demolición selectiva requiere, en general, tiempos adicionales (en torno a cuatro veces más) con respecto a una demolición tradicional.
- Las construcciones anteriores a la década de los ochenta contienen mayor porcentaje de residuos peligrosos.
- El proceso de demolición selectiva introduce un mayor número de riesgos laborales al contar con más recursos humanos.
- Los códigos de edificación y la normativa de materiales de construcción no incentivan, muchas veces, el uso de materiales reutilizados o reciclados.

En términos generales, el principal obstáculo con el que se enfrenta la demolición selectiva, hoy en día, es el hecho de que tanto arquitectos como constructores visualizaban, en el pasado, sus creaciones como permanentes, y no preveían acciones de desmontaje al final de la vida útil de la construcción. En la actualidad, aunque tímidamente, se empieza a contemplar, durante la fase de diseño, aspectos que faciliten el proceso de demolición selectiva.

Al mismo tiempo, la política de algunas administraciones está empezando a incentivar prácticas de demolición selectiva, bien de manera indirecta, incrementando considerablemente el precio de vertido por residuo mezclado, bien de manera directa, prohibiendo la entrada en vertedero de materiales con posibilidades de aprovechamiento.

# 7 Etapas de una demolición selectiva

## 7.1 Trabajos preliminares a la demolición selectiva

### 7.1.1 Estudio previo del edificio

Esta tarea tiene como objeto recoger información sobre diferentes aspectos del edificio a demoler selectivamente y del entorno que permitan:

- Identificar, clasificar, estimar, y planificar la gestión de los residuos que se vayan a generar.
- Identificar aquellas soleras, particiones, tanques, depósitos o cualquier otro elemento que por estar contaminadas requieran una limpieza previa a la demolición.
- Optimizar el proceso de demolición selectiva, determinando las técnicas de desmontaje y demolición más adecuadas.
- Establecer las medidas de seguridad laboral y colectiva más adecuadas.

El estudio previo consistirá, básicamente, en un peritaje técnico del edificio, además de un análisis de planos y datos que sobre el mismo pudieran existir.

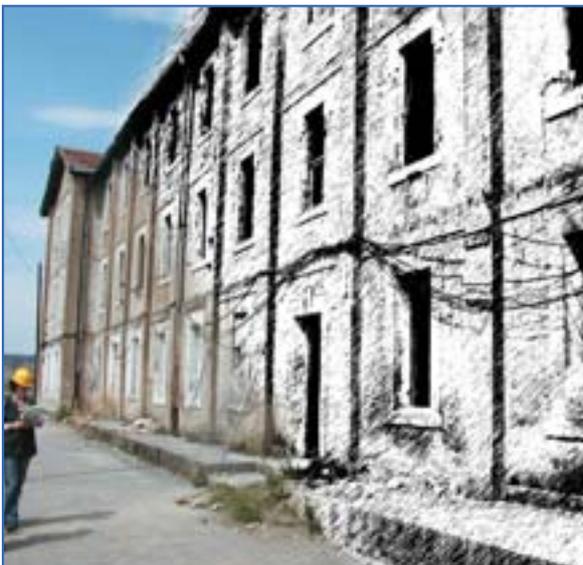


Fig. 9. Auditoría preliminar del edificio.

En el caso de que el edificio a demoler se encontrara en un emplazamiento sobre el que se hubieran desarrollado actividades potencialmente contaminantes del suelo, se recomienda, siempre que sea posible, llevar a cabo la investigación de la calidad del suelo previamente a la demolición.

### 7.1.2 Elaboración del proyecto de demolición selectiva

A diferencia de un proyecto de demolición tradicional, el proyecto de demolición selectiva habrá de estar dirigido hacia la consecución de un alto grado de recuperación y reciclaje de los residuos que se vayan a generar.

La memoria del proyecto habrá de recoger los siguientes aspectos:

- Estado actual del edificio a demoler donde se incluyan los detalles más relevantes identificados en el estudio previo que condicionen la definición de la metodología a seguir.
- Metodología del proceso de demolición selectiva donde se describan detalladamente las diferentes etapas y métodos de retirada de los elementos y materiales del interior del edificio, las técnicas más adecuadas de demolición estructural, la gestión de los residuos en la obra, las opciones de gestión previstas para cada uno de los residuos que se vayan a generar, así como las medidas de seguridad a adoptar en las diferentes etapas del proceso de demolición selectiva.

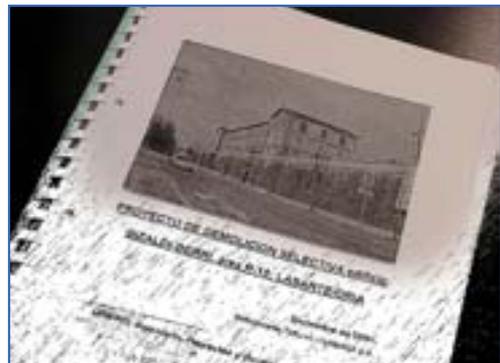


Fig 10: Proyecto de demolición selectiva.  
Foto cortesía de Grúas Usabiaga S.A.

Además de la memoria, un proyecto de demolición selectiva contendrá todos aquellos documentos inherentes a cualquier proyecto constructivo, tales como planos, pliego de condiciones, presupuesto, estudio de seguridad e higiene, etc.

### 7.1.3 Operaciones previas

El principal propósito de los trabajos previos no es otro sino asegurar la seguridad tanto de los operarios que participen en el proceso, como de los viandantes y estructuras colindantes.

Entre las operaciones a realizar, cabe destacar las siguientes:

- Retirada y condena de acometidas (electricidad, teléfono, gas, etc) por parte de personal cualificado y autorizado de las compañías suministradoras, así como tapado del alcantarillado y vaciado de los posibles depósitos de combustibles. Se podrá mantener la acometida de agua al objeto de evitar la formación de polvo durante la ejecución de los trabajos de demolición selectiva.
- Apeo y apuntalamiento de forjados, en previsión de posibles cambios tensionales como consecuencia de diversas actuaciones sobre elementos constructivos, así como de la acumulación de materiales en una determinada zona de la estructura.
- Limpieza y eliminación de todos aquellos elementos que pudieran estar contaminados.
- Desinfección de aquellos edificios singulares que pudieran contener parásitos, roedores, insectos, etc.
- Instalación de medidas de protección colectiva tanto con relación a los operarios encargados de la demolición, como a terceras personas o edificios colindantes.
- Instalación de medios para la evacuación de los elementos y materiales que vayan surgiendo del proceso de demolición selectiva.

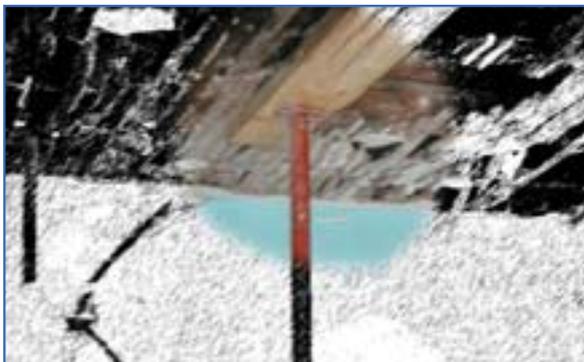


Fig. 11. Apuntalamiento de forjado.



Fig. 12. Condena y retirada de acometidas.

## 7.2 Ejecución material de demoliciones selectivas

### 7.2.1 Vaciado y desmontaje

Las diferentes operaciones a realizar en esta etapa de desmontaje y vaciado de enseres, equipos, instalaciones y materiales de revestimiento, acabado y decoración, habrán de ser estudiadas y diseñadas para cada proyecto particular, puesto que es prácticamente imposible encontrar dos edificios con la misma casuística en cuanto a equipos y materiales a separar selectivamente.

Con todo, este apartado pretende establecer unas pautas de carácter generalista dirigidas a obtener la mayor selección de materiales en origen, así como a no comprometer la calidad de las fracciones mayoritarias (sobre todo, de la fracción pétreo) de cara a su utilización. Cabe aclarar, que el orden en la ejecución de las sucesivas operaciones no tiene por qué ajustarse estrictamente al aquí expuesto, si bien los trabajos propuestos se consideran como mínimos para alcanzar un exitoso aprovechamiento de los materiales seleccionados.

Así, las principales operaciones a considerar en esta etapa de vaciado y desmontaje se enumeran a continuación:

#### 7.2.1.1 Desmontaje y retirada de residuos tóxicos y peligrosos

Aquellos elementos o equipos que contengan residuos potencialmente peligrosos deberán gestionarse a través de empresas autorizadas. En el apartado 3 del presente manual se ha abordado el análisis de los materiales potencialmente peligrosos asociados a diversos elementos de un edificio a demoler.



Fig. 13. Retirada de placas de fibrocemento.

Especial relevancia cobran aquellos elementos (cubiertas, instalaciones, acabados o bajantes) que contengan amianto o fibrocemento. Estos materiales liberan fibras al ser manipulados, las cuales son cancerígenas por inhalación.

Es necesario estudiar, programar y controlar de forma precisa y con antelación suficiente, el desamiantado de instalaciones y elementos constructivos al objeto de evitar la contaminación ambiental con fibras de amianto. Los trabajadores que realizan estos trabajos deben estar formados sobre el protocolo de trabajo y la importancia de seguirlo correctamente.

Por su parte, los elementos de fibrocemento, una vez desmontados, se apilan y embalan con plástico de suficiente resistencia mecánica, previo paso a su deposición en vertedero.

### 7.2.1.2 Vaciado de muebles, enseres o equipos industriales y de oficina

Esta operación consiste básicamente en el desmontaje y retirada de aquellos muebles, enseres o equipos móviles que se encuentran en el interior del edificio.

Aquellos elementos que por su peso o volumen no sean manipulables, para su evacuación hacia los correspondientes contenedores o zonas de acopio, se reducirán de tamaño. La evacuación del residuo resultante se realizará bien por medios manuales, bien mediante minicaradoras en función de la propia disposición y estado del edificio a vaciar.

Aquellos equipos industriales de gran envergadura habrán de ser retirados con la ayuda de maquinaria adecuada.

Los materiales más comunes en este tipo de elementos son la madera y los metales. Se habilitarán contenedores o zonas de acopio diferenciadas para mobiliario o equipos de naturaleza diferente. La gestión de los mismos habrá de estar orientada bien hacia su recuperación, bien hacia el reciclaje de sus materiales, en función del estado de degradación en el que se encuentren.



Fig 14: Vaciado de muebles y enseres.



Fig 15: Vaciado de equipos industriales.

### 7.2.1.3 Desmontaje y evacuación de materiales de acabado y decoración

Esta operación incluye la retirada de materiales de naturaleza no pétreo comúnmente utilizados en el acabado y decoración de interiores.

Atendiendo a su naturaleza, caben destacar aquellos elementos que con mayor frecuencia se presentan en el interior de los edificios:

- Coberturas plásticas o textiles de suelos, paredes o techos.
- Embellecedores de plástico, metal o madera.
- Perfilería auxiliar metálica.
- Elementos de carpintería de madera (marcos, puertas, ventanas, rodapiés, tarimas, etc.).
- Elementos de carpintería metálica (marcos, puertas, ventanas).
- Cristal procedente de espejos, ventanas y puertas.
- Molduras de escayola con origen en techos.

La gestión de la gran mayoría de los elementos enumerados en este apartado (carpintería, cristal, perfilería) habrá de estar dirigida a labores de recuperación de los mismos o reciclaje de los materiales que los constituyen, en función del estado de conservación en que se encuentren. Aquellos materiales que no puedan reciclarse (yeso, ciertas coberturas) habrán de orientarse hacia opciones de valorización energética o vertido controlado.



Fig 16: Retirada de coberturas plásticas.



Fig 17: Desmontaje de perfilera auxiliar.

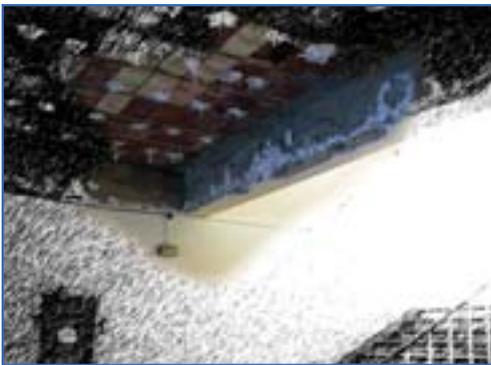


Fig 18: Desmontaje de falsos techos con contenido de yeso.



Fig 19: Desmontaje de elementos de carpintería de madera (marcos, puertas, etc.).

- Especial importancia cobra la separación de aquellos elementos de madera, plástico, papel o cartón, dado que la mezcla de estos materiales con la fracción pétreo (predominante en la mayoría de las construcciones de nuestro entorno) condiciona la calidad del árido reciclado procedente del tratamiento de escombros de demolición. Materiales como los citados son aporte de materia orgánica, la cual es susceptible de sufrir transformaciones físico-químicas. Es deseable, por lo tanto, reducir al máximo la presencia de materia orgánica en los áridos reciclados procedentes del tratamiento de escombros de demolición, al objeto de garantizar la calidad de los mismos, creando a su vez la suficiente confianza para su uso en aplicaciones potenciales como la construcción de carreteras. Asimismo, materiales como el yeso, presente en acabados tales como techos o paredes, son aporte de compuestos de azufre. Dichos compuestos, en elevadas cantidades, pueden llegar a comprometer la durabilidad de estructuras de hormigón. Por este motivo, es común controlar el contenido de compuestos de azufre en todo tipo de material granular utilizado en aplicaciones constructivas.

### 7.2.1.4 Desmontaje y evacuación de instalaciones de suministro

Esta operación tiene por objeto la retirada de todo tipo de elementos, mecanismos, conducciones o aparatos relacionados con el suministro de servicios (agua, teléfono, electricidad, gas) que frecuentemente se contratan durante la vida útil de un edificio.

El proceso de desmontaje habrá de centrarse, principalmente, sobre todas aquellas conducciones de fluidos, cables, elementos de fontanería o grifería, así como cualquier otra instalación que quede vista. La retirada de conducciones empotradas, además de resultar complejo, puede condicionar la resistencia y estabilidad del elemento constructivo como consecuencia de pérdidas de sección excesivas en el mismo proceso.

Dado el predominio del metal en elementos de conducción de fluidos y electricidad, las opciones de gestión de aquéllos pasan preferentemente por el reciclaje. De existir condicionantes en el reciclaje de los materiales, los elementos mencionados se conducirán a los correspondientes vertederos.

### 7.2.2 Demolición mecánica de la estructura

Una vez desmontados y vaciados los elementos no portantes e instalaciones del interior del edificio, únicamente queda la demolición de los elementos estructurales, de partición y de cubierta que conforman el esqueleto y envolvente del edificio.

Tal y como se ha avanzado en el apartado de descripción de tipologías constructivas, tres son los materiales básicos que constituyen las estructuras de edificios vetustos en nuestra región; a saber, madera, metal y hormigón armado. Asimismo, tanto en cubiertas como en cerramientos y particiones interiores predomina el material cerámico sobre otro tipo de material.

Cabe aclarar, por último, que asociado a la estructura están la solera y los elementos de cimentación, mayormente de hormigón armado. Los elementos de cimentación, en particular, quedan enterrados y englobados en torno a las diferentes capas que constituyen el terreno. Puesto que no es objeto de este manual tratar la problemática asociada a la gestión de las tierras de excavación, el proceso de demolición selectiva, a efectos de

- En este contexto, se escogerá el mecanismo de demolición que mejor se adecue a cada caso particular. En el caso de estructuras mixtas donde aflore madera estructural habrá de primar la utilización de medios mecánicos con accesorios que permitan la separación de dichos materiales de entre la fracción pétreo. El proceder anterior obedece a un doble motivo: por un lado, se persigue no comprometer la calidad del árido reciclado que surja de la fracción pétreo tal y como se ha adelantado anteriormente, y por otro lado, se ejerce un mayor control sobre los residuos de madera susceptibles de llevar asociados algún tratamiento que contiene sustancias peligrosas para protegerla de organismos xilófagos o de agentes abióticos.

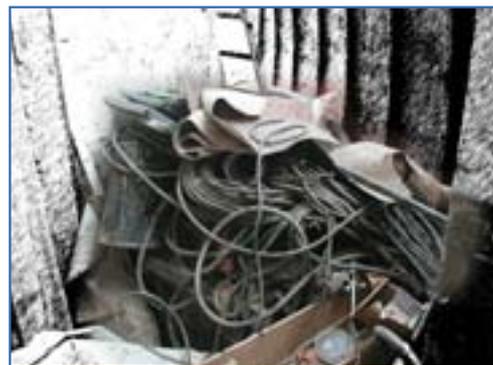


Fig 20: Desmontaje de cables eléctricos.



Fig 21: Desmontaje de instalaciones.



Fig 22: Demolición mecánica de la estructura con recuperación de elementos de madera estructural.

Foto cortesía Grúas Usabiaga, S.A.

este documento, finalizará en la solera de la cota inferior de la construcción.

### 7.2.3 Limpieza del solar y tratamiento de la fracción pétreo

A consecuencia del proceso de demolición mecánica de la estructura, surge un volumen importante de escombros el cual debe ser retirado del solar sobre el que se levantaba el edificio derribado.

En primer lugar, si además de la fracción pétreo, se han ido acopiando elementos de metal o madera, éstos deberán gestionarse de manera independiente teniendo en cuenta la clasificación, naturaleza y posibilidades de aprovechamiento del residuo.

Por su parte, la fracción pétreo, que de haber seguido los diferentes pasos aquí expuestos presentará un despreciable grado de mezcla con materiales de diferente naturaleza, deberá dirigirse, preferentemente, hacia procesos de reciclaje que den lugar a áridos reciclados cuyo potencial de aprovechamiento se abordará en capítulos posteriores.

El reciclado del escombros pétreo bien puede realizarse in situ mediante equipos móviles más o menos primarios, bien en plantas fijas más sofisticadas una vez transportado el escombros hasta las mismas. A medida que se persiga una salida de mayor calidad para el árido reciclado, el tratamiento del escombros habrá de acometerse en plantas fijas.



Fig 23: Limpieza del solar: retirada de escombros pétreo y residuos de madera.  
Foto cortesía Grúas Usabiaga, S.A.



Fig 24: Reciclado de escombros pétreo: planta móvil y planta fija.



Fotos cortesía Grúas Usabiaga, S.A. y BTB, S.A.

# 8 Factores económicos a considerar en un proceso de demolición selectiva

Uno de los aspectos más importantes, por no decir el principal, de cualquier proceso constructivo es el económico. Todas aquellas alternativas que incurran en un incremento del tiempo y coste total del proceso no son económicamente viables. Así, las empresas de demolición, no ajenas a la máxima anterior, han basado sus procesos en la utilización de **sistemas y equipos capaces de agilizar y abaratar el proceso de derribo**, así como en el **vertido a bajo coste** (cuando no a coste cero) del escombros resultante. En una coyuntura como la anterior, alternativas de demolición selectiva adolecen de competitividad y sentido para las empresas.

Sin embargo, a medida que se penaliza y limita la deposición de escombros mezclados, tanto en planta de tratamiento como en vertedero, la demolición selectiva comienza a ser una alternativa viable; tanto más cuanto mayor sea el tipo de limitación o el precio del vertido del residuo mezclado.

El presente apartado pretende profundizar en la estructura de costes de un proceso de demolición, analizando cómo influye la selección en origen en diversas partidas presupuestarias. Las partidas más significativas a abordar son las siguientes:

**Mano de obra:** Dado que la selección en origen lleva asociado operaciones de vaciado y desmontaje de elementos atendiendo a la naturaleza de los materiales que los constituyen, los gastos de personal en un presupuesto de una demolición selectiva serán mayores que en un presupuesto de una demolición análoga sin selección en origen. No obstante, conviene puntualizar algunos aspectos. Por un lado, la mayor parte de las operaciones de vaciado y desmontaje no requieren mano de obra cualificada, lo cual implica unos costes de personal más baratos para este tipo de operaciones. Por otro lado, dependiendo de la disposición del edificio a vaciar, las operaciones de retirada de los diferentes materiales pueden ayudarse mediante sistemas mecánicos de pequeña envergadura, lo cual reduce tiempos y por lo tanto, costes de personal. En definitiva, la planificación inicial de las técnicas y recursos a emplear en las operaciones de desmontaje y vaciado preliminares pueden reducir sensiblemente los costes y tiempos de un proceso de demolición selectiva.

**Transporte del residuo generado:** La selección en origen de residuos de diferente naturaleza, junto con un conocimiento profundo de las diferentes opciones de gestión del entorno de la demolición, son dos hechos que podrían reducir sensiblemente los costes

por transporte del residuo producido. Materiales como los metales, papel, vidrio o madera, que afloran comúnmente en demoliciones selectivas, resultan apetecibles para muchas empresas de reciclaje cuyo margen de negocio está fundamentado básicamente en la venta del producto reciclado. Una negociación adecuada con diferentes gestores de residuos puede eliminar ciertos gastos de transporte, al ser el propio gestor el que asume dicho traslado de material hasta su planta, si bien se suele establecer un precio de alquiler por el contenedor habilitado para la deposición del material. Por otro lado, la fracción pétreo, que en muchos derribos supone entre un 75% y un 95% en peso del total del residuo generado, debe trasladarse bien a puntos autorizados de vertido (plantas de tratamiento, áreas de transferencia, vertederos de inertes), bien a solares u obras civiles donde se demande material de relleno, cuando la fracción pétreo se trata en equipos móviles propiedad de la empresa que ejecuta la demolición. Con el fin de no penalizar excesivamente el transporte de escombros limpios a los puntos autorizados de vertido, e incentivar más la selección en origen, debe existir una amplia red de infraestructuras de vertido en torno a los grandes núcleos urbanos de nuestro País. Cuanto más integrados en el núcleo urbano estén los puntos de entrega de las fracciones residuales, mayor será el ahorro asociado al transporte de escombros. Si es la propia empresa de demolición la que decide tratar el escombros y emplear el material reciclado como relleno en obras próximas al derribo, el ahorro en la partida de transporte vendrá dado por la diferencia entre el coste de transporte al punto de entrega más cercano y el coste de transporte al solar a rellenar.

**Gestión de residuos:** De forma análoga a lo argumentado en la partida de transporte de residuos, el coste por la gestión de algunos de los residuos que surgen en una demolición selectiva, tales como residuos de madera, metal, papel, cartón, o vidrio, puede ser cero o negativo (coste negativo = beneficio). Por otro lado, en aquellos contextos donde se penalice el vertido por escombros mezclados, el ahorro en la gestión de residuos vendrá dado por la diferencia entre la operación resultante de multiplicar el peso total del residuo por la tasa disuasoria asociada a escombros mezclados y aquella resultante de multiplicar el peso total por una tasa bonificadora asociada a escombros limpios. Finalmente, si la propia empresa acomete la gestión de la fracción pétreo, habrá de tenerse en cuenta el gasto asociado al proceso de tratamiento (maquinaria, personal, transporte de maquinaria al solar de tratamiento).

Al objeto de ilustrar lo expuesto hasta el momento, se recurrirá a un estudio de costes realizados en una demolición selectiva acometida en Lasarte-Oria (Gipuzkoa) durante el año 2002, en el marco de un proyecto de investigación industrial financiado por el Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno Vasco. Dicho estudio compara los gastos asociados a diferentes partidas de una demolición selectiva con tratamiento de la fracción pétreo a cargo de la propia empresa de demolición, con los gastos asociados a una demolición idéntica

pero sin selección en origen y con vertido de escombros mezclado en dos vertederos guipuzcoanos: el vertedero de inertes de Aizmendi (Mancomunidad de San Marcos), que a fecha de 2.002 aplicaba una tasa disuasoria por escombros mezclado (madera, papel y cartón) de 90 euro/tonelada, y el vertedero de Lurpe-Mutiloa (Cespa) con tasa de 12 euro/tonelada por escombros mezclado.

La siguiente tabla recoge el desglose de los costes de ejecución:

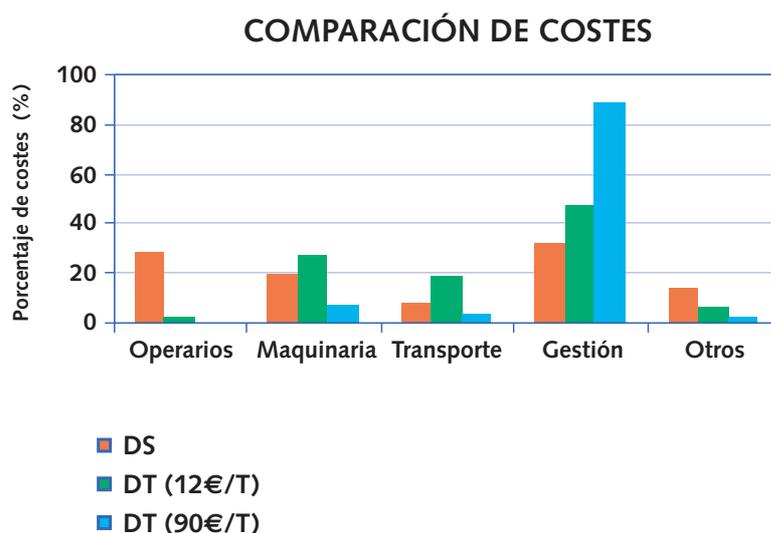
**Tabla 4:** Comparación de costes bajo diferentes supuestos de demolición.

Método de demolición	Costes de demolición de 1738 m <sup>2</sup> de superficie habitacional (€)					
	Mano de obra	Maquinaria de demolición	Transporte de residuos	Gestión de vertido	Otros (alquileres)	TOTAL
DS*	27.722	18.839	7.590	** 30.825	13.128	98.104
DT* (Tasa: 12€/tm)	1.149	17.194	11.435	29.547	3.633	62.959
DT* (Tasa: 90€/tm)	1.149	17.194	7.748	221.600	3.633	251.326

\* DS: Demolición Selectiva / DT: Demolición sin selección en origen.

\*\* Se incluye el gasto de tratamiento (maquinaria y personal) de la fracción pétreo.

La Figura 25 recoge una comparación porcentual de los costes desglosados anteriormente:





Los datos anteriores permiten extraer las siguientes conclusiones particulares:

- De entre las cinco partidas analizadas, la tasa de vertido es el factor condicionante que justifica la ejecución de una demolición selectiva frente a una tradicional.
- Si se penaliza la tasa de vertido no clasificado (tal y como ocurre en el vertedero de Aizmendi), la demolición tradicional resulta del orden de 2,5 veces más cara que la demolición selectiva. A este respecto, cabe añadir que la tarifa aprobada para el año 2004 correspondiente a mezcla de escombros pétreo mezclado con material reciclable como papel, cartón o madera en el vertedero de Aizmendi asciende a 190 euro/tonelada, lo cual implicaría que la demolición selectiva acometida en Lasarte-Oria resultaría del orden de 5 veces más barata que una demolición sin clasificación en origen.
- Si no se penaliza de forma importante la deposición de escombros sin clasificar (es el caso del ver-

tedero de Lurpe en Mutiloa), la demolición selectiva resulta ser del orden de 1,5 veces más cara que la demolición tradicional.

- La mano de obra es la partida que mayores costes generan en la demolición selectiva, a diferencia de lo observado en los dos supuestos de demolición tradicional donde la mano de obra consume gastos insignificantes con relación al resto de partidas.
- Se evidencia un ligero incremento en los costes de transporte en el caso de transportar los escombros al vertedero de Lurpe (Mutiloa) al ser mayor la distancia desde el solar derribado en Lasarte.

En definitiva, de expuesto en este apartado se puede concluir que un **análisis** detallado de las **posibilidades de reciclaje del entorno** cercano a la demolición, de las **distancias a cubrir** hasta los centros de reciclaje y vertido, de los **precios de vertido**, así como de las **técnicas y medios de desmontaje a emplear** son algunas de las claves a considerar a la hora de evaluar la viabilidad de un proceso de demolición selectiva.

# 9 Aprovechamiento de los residuos resultantes de una demolición selectiva

Consecuencia del propio proceso de demolición selectiva, surgen materiales de diferente naturaleza con un contrastado potencial de aprovechamiento en diferentes actividades productivas y constructivas. De la fracción pétreo (hormigón, cerámicos, sillería, mampostería) se obtienen áridos reciclados para diversas aplicaciones en el sector de la construcción. Materiales como el acero o el aluminio se destinan al sector de la fundición. Otros materiales como la madera, plástico, vidrio, componentes de cableado eléctrico también tienen establecidos sus propios circuitos de tratamiento y aprovechamiento. Es objeto del presente apartado ampliar el conocimiento sobre las posibilidades de aprovechamiento de los principales residuos que van obteniéndose durante el proceso de demolición selectiva.

## 9.1 Fracción pétreo

Se entiende como fracción pétreo la procedente de elementos de hormigón armado, hormigón en masa, cerámicos, u otras naturalezas de origen mineral. Esta fracción representa entre el 75 y 95% en peso del residuo generado según la tipología y edad del edificio derribado.

De la fracción pétreo se obtienen áridos reciclados mediante un proceso de tratamiento físico-mecánico en instalaciones destinadas a tal fin.

Las aplicaciones de los áridos reciclados en el sector de la construcción pueden ser tan amplias como las de los áridos naturales, siempre y cuando aquéllos cumplan las especificaciones normativas y de calidad requeridas en cada aplicación. La calidad del árido reciclado se aproximará a la del árido natural, más cuanto mayor sea la intensidad selectiva en la demolición. La mezcla de algunos materiales como madera, plásticos, cartón o yeso penalizan algunos de los requerimientos exigidos en el control de calidad del material para determinadas aplicaciones, tal y como ampliaremos a continuación.

El aprovechamiento de los áridos reciclados en construcción contempla, de forma general, los siguientes grandes campos de aplicación:

- Ejecución de infraestructura de obra civil: material granular para capas estructurales de firme de carreteras (bases y subbases), material granular para relleno de explanadas, etc.
- Fabricación de hormigón estructural y no estructural.
- Fabricación de clínker de cemento.

De entre todas las aplicaciones descritas en el párrafo anterior, las que muestran en un primer momento mayor receptividad, y así lo avalan los distintos estudios y proyectos acometidos en el ámbito nacional e internacional, son las aplicaciones relacionadas con la obra civil, puesto que, en líneas generales, los requisitos exigibles a los materiales son menos restrictivos que para otras aplicaciones. Por el contrario, tanto para la fabricación de hormigón, como para la fabricación de clínker de cemento, el nivel tecnológico requerido, así como las exigencias técnicas, son por lo general más estrictas.

Cabe destacar, también, que los consumos anuales de materias primas en cualquiera de las aplicaciones referidas con anterioridad son muy elevados, de modo que podría consumirse la totalidad del material reciclado generado en la Comunidad Autónoma del País Vasco, siempre que se den las circunstancias favorables desde el punto de vista técnico, económico, medioambiental y legislativo.

Al objeto de analizar las posibilidades técnicas y el impacto medioambiental asociado a los áridos reciclados procedentes del tratamiento del escombros de construcción y demolición, el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco ha acometido un amplio estudio tecnológico a partir de diferentes tipos de árido reciclado obtenidos en la región. Si bien dicho estudio es objeto de otra publicación, se ha creído conveniente presentar algunos de los resultados y conclusiones obtenidas en los sucesivos subapartados.

El estudio, anteriormente citado, se ha articulado partiendo de la clasificación establecida en el Anexo A de la UNE 146.131. Dicha clasificación se expone a continuación:

**Tipo 1: Árido reciclado procedente del tratamiento de RCD, con contenido en productos CERÁMICOS > 90% en peso.**



Fig 26: Árido reciclado Tipo 1.



Fig 27: Árido reciclado Tipo 2.

**Tipo 2: Árido reciclado procedente del tratamiento de RCD, con contenido en productos HORMIGÓN > 90% en peso.**

**Tipo 3: Árido reciclado procedente del tratamiento de RCD, con contenido en productos PÉTREOS > 90% en peso.**

**Tipo 4: Árido reciclado procedente del tratamiento de RCD:**

- 4-A: Mezclas de cerámicos, hormigón y pétreos en otros porcentajes
- 4-B: Mezclas de Tipos 1, 2, 3 y 4-A con áridos naturales
- 4-C: Mezclas de Tipos 1, 2, 3, 4-A y 4-B con áridos artificiales



Fig 28: Árido reciclado Tipo 4A.

**Tipo 5:**

- 5-A: Mezclas de Tipos 1, 2, 3, 4 con proporciones > 10% en peso de materiales BITUMINOSOS
- 5-B: Mezclas de Tipos 1, 2, 3, 4 con proporciones < 10% en peso de materiales BITUMINOSOS

Quedan establecidas, así, las diferentes combinaciones de árido reciclado que pueden comercializarse a partir del tratamiento de los residuos de construcción y demolición.



Fig 29: Árido reciclado Tipo 5.

### 9.1.1 Aprovechamiento como material granular en obra civil

La utilización de árido reciclado en infraestructura de obra civil comprende desde aplicaciones como capas granulares estructurales (bases, subbases) y rellenos de explanadas que requieren materiales con requerimientos específicos hasta aplicaciones menos exigentes como relleno de zanjas, pistas forestales, caminos rurales, etc.

Las especificaciones exigidas a los materiales quedan recogidas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)", así como en las distintas Órdenes Circulares que modifican ciertos capítulos del documento original. A este respecto, es oportuno comentar que la Orden Circular O.C.10/2.002, en vigor desde octubre de 2.002, introduce, explícitamente, la posibilidad de utilizar residuos valorizados para capas estructurales de firmes. En el apartado 510.2.1, "Características generales de los materiales", se dice textualmente lo siguiente: "(...) Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en este artículo, y se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares".

La Orden FOM/891/2.004, de 1 de marzo de 2.004, actualiza artículos del PG-3, introduciendo la posibilidad de uso de materiales granulares reciclados en capas de firmes de carreteras.

A continuación se presentan, a modo de referencia, algunos de los resultados obtenidos durante la caracterización técnica de áridos reciclados producidos en la Comunidad Autónoma del País Vasco, según las especificaciones de los artículos 510 y 330 relativos a capas estructurales (zahorras) y rellenos (tipo terraplén), respectivamente. Cabe añadir que el material ensayado se ajusta

a un huso granulométrico ZA 25 correspondiente a tamaños de árido comprendidos entre 0 y 40 mm. Al tratarse de árido reciclado ajustado a una granulometría continua, se asegura un aprovechamiento del 100% del material de naturaleza mineral.

El artículo 510 del PG-3, que regula el uso de los materiales en capas estructurales de firme de carreteras, hace referencia a toda una serie de requerimientos que se recogen en la Tabla 5:

**Tabla 5: Caracterización de áridos reciclados según el Art. 510 del PG-3.**

Especificación Art. 510 PG3	Tipo de árido reciclado UNE 146131				
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 4A	Tipo 5A	Límite PG3
Azufre Total UNE EN 1744-1	0,88%	0,66%	2,46%	1,02%	<1%
Coefficiente de limpieza NLT-172	1,10%	1,10%	0,96%	1,20%	<2%
Equivalente de arena UNE EN 933-8	56%	63%	61%	59%	T0 a T1: EA>40 T2 a T4: EA>35
Plasticidad UNE 103104	NP	NP	NP	NP	NP
Resistencia a la fragmentación UNE EN 1097-2	31%	37%	41%	40%	T3, T4 y arcenes: < 40% para áridos reciclados procedentes de hormigón de 35 MPa
Coefficiente de forma UNE EN 933-3	44%	4%	12,5%	11,40%	<35%
Angulosidad UNE EN 933-5	78,80%	71,10%	80,70%	80,50%	>50%

De la tabla anterior se pueden sacar algunas conclusiones parciales:

- Los Tipos 1 y 2, materiales más clasificados, presentan, en general, mejores resultados que los Tipos 4 A y 5 A, que contienen mezclas de origen mineral (pétreos y yeso) y elementos orgánico minoritarios (madera y plásticos) como consecuencia de las prácticas de demolición actuales.
- Las propiedades limitantes apuntan hacia el contenido total de azufre, y la resistencia a la fragmentación (coeficiente de Los Ángeles). El contenido total de azufre está íntimamente relacionado con el grado de mezcla del escombros de partida. Cuanto mayor cantidad de yeso presente el escombros, mayor resultará el contenido de azufre total. Asimismo, cabe destacar que el cemento presente en los áridos reciclados de hormigón contiene en su composición yeso como material regulador del fra-

gado, si bien la aportación de éste al contenido de azufre total es sensiblemente menor que el procedente del yeso. Por su parte, la resistencia a la fragmentación está más relacionada con la naturaleza de las diferentes fracciones minerales que conforman el árido reciclado, si bien la aparición de bolos de yeso en los Tipos 4 A y 5 A también contribuyen a aumentar la fragmentación de la muestra (el yeso es un mineral blando). Por lo tanto, introduciendo prácticas de demolición selectiva que contemplen la separación de ciertos elementos elaborados básicamente con yeso (escayolas, falsos techos de cartón-yeso, etc), se contribuirá en la mejora de las propiedades del árido reciclado.

Análogamente, el artículo 330 del PG-3, que regula el uso de los materiales en relleno tipo terraplén, hace referencia a toda una serie de requerimientos que se recogen en la Tabla 6.

**Tabla 6:** Caracterización de áridos reciclados según el Art. 330 del PG-3.

Especificación Art. 330 PG3	Tipo de árido reciclado UNE 146131						
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 4A	Tipo 5A	Límites PG3 para suelos seleccionados	Límites PG3 para suelos adecuados	Límites PG3 para suelos tolerables
Plasticidad UNE 103104	NP	NP	NP	NP	LL<30 IP<10	LL<40	LL<65
Contenido en Materia Orgánica UNE 103204	0,88%	0,47%	0,44%	0,47%	<0,2%	<1%	<2%
Contenido en Yeso NLT 115	2,57%	0,32%	1,20%	2,37%	-	-	<5%
CBR al 100% compactación UNE 103502	65,4	106,9	89,6	78,5	CBR>20	CBR>5	CBR>3

A tenor de los datos recogidos en la tabla anterior, caben realizar los siguientes comentarios:

- Los áridos reciclados, independientemente de su procedencia, evidencian unas buenas propiedades mecánicas como material de relleno en cimientos o núcleos de explanadas donde se posibilita el uso de suelos tolerables, adecuados o seleccionados con valores de CBR>3. Asimismo, cabe destacar que la aplicación de árido reciclado en este tipo de aplicaciones permite colocar un mayor volumen de material, y en consecuencia reduce el acopio de árido reciclado en las respectivas plantas de tratamiento.
- El contenido de materia orgánica y yeso en el árido reciclado será menor cuanto más intensivo sea el proceso de demolición, al poder separar en origen materiales como madera, plásticos, papel y yeso. Las fracciones de materia orgánica quedan limitadas, de acuerdo a la normativa, al objeto de no comprometer la estabilidad de la infraestructura. Por su parte, la normativa también limita el contenido de compuestos, de azufre y cloro principalmente, con el fin de no comprometer la durabilidad de estructuras y elementos de hormigón colindantes a la infraestructura.

### 9.1.2 Aprovechamiento como material granular en la fabricación de hormigón estructural y no estructural

En Europa son varios los países que producen áridos reciclados para la fabricación de hormigón, si bien se trata de una aplicación minoritaria. La media europea de producción de áridos reciclados para la fabricación de hormigón es del 2,2%. Algunos países, como Holanda y Bélgica, con carencia de áridos naturales, alcanzan un nivel de utilización mayor para la aplicación en cuestión.

Para que los áridos procedentes del reciclado de residuos de construcción y demolición se puedan utilizar en la fabricación de hormigón estructural es imprescindible que las plantas de tratamiento comercialicen **áridos reciclados seleccionados procedentes exclusivamente de elementos de hormigón**.

A la hora de abordar las especificaciones que debe cumplir el árido reciclado para su aplicación en hormigón estructural, ha de tenerse en cuenta la procedencia y proceso del mismo, lo cual deriva en una mayor heterogeneidad en cuanto a composiciones y calidades de los



Fig 30: Aplicación de áridos reciclados Tipo 4 en relleno de solares.



Fotos cortesía LABEIN.

áridos reciclados. Estas singularidades hacen necesario desarrollar trabajos de investigación, previos al desarrollo normativo. Diferentes grupos de investigación de ámbito estatal llevan años desarrollando trabajos experimentales dirigidos a la elaboración de una propuesta de documento normativo que pudiera incluirse en una futura revisión de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Consecuencia de la experiencia acumulada hasta la fecha, se puede apuntar una serie de condiciones a exigir a los áridos reciclados procedentes de escombros de naturaleza pétreo que se vayan a utilizar en la fabricación de hormigón con fines estructurales:

- Los áridos reciclados han de proceder de escombros de hormigón.
- Se ha de utilizar únicamente la fracción gruesa (>4 mm) del árido reciclado, puesto que la fracción fina lleva asociada un mayor número de impurezas que puede comprometer la calidad exigida al árido para la aplicación en cuestión.
- Una de las propiedades que más condiciona el uso del árido reciclado para la fabricación de hormigón es la absorción. La EHE establece un máximo del 5% de absorción. Los elevados valores de absorción que presentan los áridos reciclados, consecuencia de las fracciones de mortero de cemento que forman parte de aquél, obliga a establecer mezclas de árido natural con un contenido máximo de árido reciclado. En este sentido, diferentes normas y referencias técnicas europeas aceptan que un porcentaje de mezcla con un 20% máximo de árido reciclado grueso no altera sustancialmente las propiedades del hormigón. Por su lado, trabajos recientes acometidos en España [15] ratifican un porcentaje máximo del 20% de áridos reciclados en la elaboración de hormigón estructural, limitando la absorción de dichos áridos hasta un máximo del 7%.

Si bien hasta ahora se ha hecho referencia al hormigón estructural, cabe mencionar que en la fabricación de elementos no estructurales de hormigón se pueden alcanzar porcentajes de sustitución mayores. La introduc-

ción de áridos reciclados en elementos de hormigón no estructurales orientados, tanto a edificación como a urbanización de áreas, contribuye a mejorar el uso sostenible de los recursos constructivos.

### 9.1.3 Aprovechamiento como materia prima para la fabricación de clínker de cemento

Al objeto de interpretar la viabilidad de utilización de áridos reciclados en sustitución de la materia prima tradicional (marga, caliza, hierro) para la fabricación de cemento, es preciso conocer brevemente el proceso productivo empleado por una cementera.

El clínker es un material compuesto, principalmente, por óxidos de calcio, silicio, hierro y aluminio. Estos óxidos constituyen diferentes fases que endurecen en presencia de agua y aire. El clínker se obtiene por la cocción de una mezcla de caliza, marga y ocasionalmente un aporte de hierro. Todos los materiales de partida son molidos en un molino, constituyendo el crudo, el cual se introduce en varias etapas hasta alcanzar en el horno una temperatura de 1.450°C. Una vez en el horno, el crudo alcanza un estado próximo al fundido, produciéndose en varias etapas la reducción de agua, del carbono así como la combinación de los principales óxidos. De este modo se obtienen las fases mineralógicas buscadas, siendo el resultado de todo el proceso el clínker, principal componente del cemento. Finalmente el clínker es molido y mezclado con diferentes adiciones (yeso y otros componentes en diferentes cantidades) para obtener las diferentes clases de cementos recogidos a nivel normativo.

La norma armonizada UNE-EN 197-1 especifica la fabricación de los cementos comunes, su composición, y los criterios de conformidad para poder utilizar técnicamente un cemento. Dicha norma especifica, para el clínker, el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- dos tercios de su masa debe de estar compuesta por silicatos de calcio, estando constituido el resto por fases conteniendo aluminio, hierro y otros compuestos,



Fig 31: Aplicación de áridos reciclados Tipo 2 para la fabricación de hormigón estructural.

- la relación en masa CaO/SiO<sub>2</sub> no debe ser menor de 2,
- el contenido de óxido de magnesio no excederá del 5% en masa.

No existe obligación de utilizar determinadas materias primas, pudiendo ser empleadas distintas materias primas que garanticen el cumplimiento de las condiciones arriba citadas. Por lo tanto, el empleo de materia prima alternativa queda sujeto al cumplimiento con garantía de una composición química de la misma que sea similar a la composición química de la marga, caliza y aporte de hierro habitualmente empleadas en la fabricación del clínker. Las diferencias de composición entre las distintas materias primas empleadas (algo relativamente habitual, incluso utilizando siempre la misma procedencia), se compensan modificando la proporción de las mezclas en el molino de crudo.

El árido reciclado procedente del escombro de hormigón (hormigón elaborado con árido calizo y hormigón

elaborado con árido silíceo) y el procedente de escombro con origen en la fracción cerámica, constituyen un buen sustitutivo de la caliza y marga respectivamente.

Distintas experiencias realizadas en los últimos tiempos en la Comunidad Autónoma del País Vasco demuestran que los áridos reciclados procedentes de residuos de demolición son un buen sustituto de la materia prima tradicional (marga y caliza) en la fabricación de cemento. Asimismo, estas experiencias demuestran que el árido reciclado calizo sustituye en buena medida a la caliza de cantera, mientras que tanto el árido reciclado silicio como el árido cerámico son buenos sustitutos de la marga.

Las dos siguientes tablas muestran esta tendencia apuntada, comparando las analíticas químicas obtenidas durante el presente trabajo con las analíticas químicas de las materias primas habituales en los procesos de fabricación de cemento:

**Tabla 7: Analítica material calizo.**

PARÁMETRO	PARÁMETRO %	HORMIGÓN RECICLADO (árido calizo) %
CaO	53	40,6
SiO <sub>2</sub>	2	16,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	3,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	2,01
Pérdida al fuego + componentes minoritarios	43	34,89

**Tabla 8: Analítica material silíceo.**

PARÁMETRO	MARGA DE CANTE- RA %	HORMIGÓN RECICLADO (árido calizo) %	LADRILLO RECICLADO %
CaO	39	29,3	27,0
SiO <sub>2</sub>	18	43,1	41,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6	1,45	3,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	1,29	2,23
Pérdida al fuego + componentes minoritarios	35	24,23	22,83

La diferencia de composición química de las materias primas, a condición de una igualdad de composición química del producto final (clínker), se consigue con distintos porcentajes de mezcla de los distintos componentes. Este proceso totalmente mecanizado se realiza habitualmente en una cementera.

Por otra parte, en cualquiera de las analíticas químicas de las tres muestras de áridos reciclados (de hormigón calizo, de hormigón silíceo, de cerámica) se observa que el contenido de óxido de magnesio es mucho menor del teórico máximo del 5%.

Por lo tanto, la conclusión es que es factible la utilización de los áridos reciclados en sustitución de la marga y caliza tradicionalmente usada en la fabricación de cemento. El empleo de mayor o menor cantidad de materia prima alternativa dependerá de la composición química que presente esta última. En cualquier caso, y puesto que la fabricación de cemento se produce a gran escala (miles de toneladas diarias) la demanda de materia prima es también muy elevada, por lo que el consumo de áridos reciclados estaría asegurado.

## 9.2 Madera

Si bien el Plan de Residuos de Construcción y Demolición apunta como dato de generación de residuos de madera en estas actividades el 4% en peso del total de residuos, estudios recientes desarrollados a partir de datos facilitados por vertederos de inertes y plantas de tratamiento de la Comunidad Autónoma del País Vasco concluyen porcentajes de generación menores, en torno al 2% del residuo vertido.

Como ya se ha ido describiendo en apartados anteriores, los residuos de madera en la demolición de edificios afloran a partir de **elementos estructurales**, sobre todo en edificaciones urbanas antiguas y construcciones rurales, y mayormente a partir de **elementos de carpintería** (puertas, tarimas, ventanas, marcos, muebles). Asimismo, en edificios industriales los residuos de madera se presentan en forma de **envases y embalajes** abandonados en el interior.

En el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco, la gestión de los residuos de madera procedentes de procesos de derribo se realiza, mayoritariamente, a través de pequeñas empresas dedicadas a la recogida de esta corriente de demolición en puntos de vertido. Cada vez son más los acuerdos entre los puntos de vertido de escombros de demolición y los recicladores de residuos de madera. Los puntos de vertido facilitan la separación de la madera, mientras que las empresas de reciclaje de residuos de ma-

dera se encargan de la recogida, transporte hasta sus plantas, selección por calidades y trituración del residuo.

El material reciclado se deriva en la Comunidad Autónoma del País Vasco hacia las siguientes aplicaciones:

- Valorización como materia prima en la fabricación de tableros aglomerados donde la astilla se debe ajustar a unas exigencias de calidad (tamaño, forma y limpieza) determinadas.
- Valorización energética mediante combustión en sistemas adecuados de diferentes procesos industriales (papeleras, cementeras, etc).

Con relación a los residuos de madera que afloran consecuencia de los derribos, conviene tener presente ciertas consideraciones acerca del potencial de riesgo asociado a los tratamientos químicos recibidos durante las diferentes etapas de transformación de la madera, donde ésta es sometida a diferentes procesos al objeto de protegerla frente a organismos xilófagos (insectos, hongos, xilófagos marinos) u otros agentes abióticos (fotodegradación, fuego, etc) que afecten a su durabilidad.

La entrada en vigor, desde el 1 de enero de 2.002, de la última versión del Catálogo Europeo de Residuos (CER), evidenció la aparición de corrientes residuales que se desdoblaban en dos entradas en función de si conte-



Fig. 32: Residuos de madera con origen en demoliciones y obra menor.



Fig. 33: Recogida y reciclaje de residuos de madera de demolición.  
Fotos cortesía Volbas, S.A. y Escor Vitoria.

nían, o no, sustancias peligrosas. Así, todos aquellos residuos que aparecen en el CER señalados con un asterisco se consideran residuos peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos a cuyas disposiciones quedan sujetos. Dicha clasificación CER supuso el tener que considerar como peligrosos diversos residuos que tradicionalmente se habían venido gestionando como no peligrosos.

Un ejemplo manifiesto de este nuevo enfoque, puede encontrarse en los residuos de madera. Diferentes capítulos del CER clasifican una misma corriente de residuos de madera en función de si contienen o no sustancias peligrosas (capítulos 03, 17 y 20 donde se mencionan residuos de madera). En este contexto, dependiendo de los compuestos aplicados a lo largo de las diferentes etapas de transformación de la madera, ciertas tipologías de residuos de madera podrían suponer un riesgo potencial como consecuencia de una posible migración de ciertas sustancias a lo largo del tiempo, desde esta madera tratada hacia el medio circundante.

Surge la necesidad, por tanto, de establecer criterios para identificar aquellas corrientes de madera residual con mayor impacto sobre la salud humana y el medio ambiente, con el fin de analizar la idoneidad de las actuales prácticas de gestión de los residuos de madera, y en su defecto, estudiar alternativas de gestión que permitan eliminar o reducir hasta límites admisibles los riesgos asociados a dichos flujos residuales.

A este respecto, el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco está elaborando un exhaustivo análisis de diferentes tipologías de residuos de madera tratada que permita tomar decisiones y establecer directrices acerca de la gestión de residuos de madera tratada en la Comunidad Autónoma del País Vasco. El enfoque planteado para dicho estudio se basa en una clasificación de residuos de madera tratada, un inventario de cantidades generadas y formas de gestión en la Comunidad Autónoma del País Vasco, así como una caracterización química de cada tipología.



Fig. 34: Chatarra férrica.  
Foto cortería BTB, S.A.

Con todo, se pretende regular prácticas de gestión nocivas para la salud o el medio ambiente derivadas de la generación de humos tóxicos o de la lixiviación de las sustancias peligrosas del residuo.

Finalmente, cabe incidir en que las prácticas de selección en origen permiten un doble objetivo:

- Gestionar de forma correcta los residuos de madera.
- Evitar la presencia de madera en el árido reciclado al objeto de mejorar la calidad de éste.

### 9.3 Metales

Las estimaciones de cantidades sitúan los elementos metálicos entre un 3% en peso del total del residuo resultante en derribos, y un 1% para procesos de reforma o rehabilitación. Los metales, seleccionados a pie de obra, se pueden vender a un recuperador de chatarra obteniendo así un doble beneficio económico; ahorro de transporte de dicha cantidad metálica y beneficio derivado de la venta de la chatarra.

Entre las categorías de chatarra metálica que puede surgir en los residuos de demolición cabe diferenciar las siguientes:

- Chatarra férrica con origen en elementos de hierro y acero (armaduras de refuerzo del hormigón, perfiles laminados estructurales, elementos auxiliares, electrodomésticos, equipos industriales, etc).
- Chatarra no férrica con origen en elementos de aluminio (muebles, ventanas, perfilera), cobre y sus aleaciones (tuberías, cableado, instalaciones) y plomo (tuberías antiguas).

Tanto la chatarra férrica como la no-férrica se aprovechan totalmente como materia prima en siderurgias y fundiciones. Las operaciones de recogida, limpieza, se-



Fig. 35: Chatarra no férrica.  
Foto cortería BTB, S.A.

lección y adecuación antes de ser destinada a las fundiciones se realizan a través de los recuperadores de chatarra. Los circuitos y mercados de reciclaje de la chatarra están perfectamente establecidos en la Comunidad Autónoma del País Vasco como consecuencia de la amplia tradición metalúrgica del País, la creciente demanda de materia prima y el alto valor añadido del residuo.

## 9.4 Plásticos

En la actualidad, los residuos de naturaleza plástica procedentes de demoliciones suponen porcentajes que rondan el 1% en peso del total del residuo generado. Este porcentaje incrementará en un futuro, cuando sean objeto de demolición edificios de construcción más recientes con mayor presencia de elementos de naturaleza plástica tales como aislamientos, marcos de ventanas, persianas, muebles de cocina, recubrimientos, o elementos decorativos.

Los plásticos se clasifican en función de su estructura en termoplásticos y termoendurecibles. Los primeros son fácilmente reciclables, dado que pueden ser conformados por medio del calor. Los segundos presentan mayor dificultades de reciclaje.

Entre los tipos de materiales plásticos más extendidos en la construcción, caben destacar los siguientes:

- Poliestireno (PS) y poliuretano (PUR). Se utilizan en forma de espumas rígidas como aislantes térmicos de fachadas y cubiertas.



Fig. 36: Plásticos procedentes del tratamiento de los residuos de demolición.

- Polipropileno (PP). Se utilizan en tuberías, principalmente.
- Policloruro de vinilo (PVC). Se utiliza en elementos de carpintería (marcos y ventanas), tuberías, elementos de revestimiento, aislamientos eléctricos, etc.

En la actualidad, los materiales plásticos que surgen en el residuo de demolición, salvo los utilizados para embalaje, no se reciclan como consecuencia del grado de suciedad y contaminación en el que se presentan. Por otro lado, los plásticos tienen un alto poder calorífico dado que son materiales derivados del petróleo. Esta característica permite utilizarlos en sistemas de incineración que recuperan el calor, siempre que se resuelvan los problemas derivados de los humos tóxicos que se originan.

## 9.5 Papel, cartón y vidrio

Estas fracciones materiales suelen suponer un porcentaje en peso menor del 1% del total del residuo de demolición generado. En procesos de demolición selectiva este tipo de fracciones surge en las operaciones previas de vaciado, limpieza y desmontaje de interiores.

Los circuitos y mercados de reciclaje del papel, cartón y vidrio están perfectamente establecidos en la Comunidad Autónoma del País Vasco a través, bien de puntos de recogida municipal, bien de empresas de reciclado privadas.



Foto cortesía BTB, S.A.

# 10 Instrumentos dirigidos a fomentar prácticas de demolición selectiva en la Comunidad Autónoma del País Vasco

Como ha quedado recogido en el apartado 2.4, el "Plan de Gestión de Residuos Peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2003-2006" establece entre sus objetivos, para el año 2006, que un 30% de los residuos generados en obras de construcción y demolición se gestionen de forma selectiva. Para alcanzar dicho objetivo, se antoja necesario articular una serie de instrumentos de diferente índole orientados a extender el número de actuaciones de demolición con selección en origen de los residuos resultantes.

## 10.1 Tasas disuasorias y mecanismos de control

Una política de tasas dirigida a penalizar sustancialmente el vertido de residuos de demolición sin clasificar, es uno de los factores determinantes que animen a las empresas del sector a establecer prácticas de demolición selectiva. Cuanto mayor sea la diferencia entre el importe a pagar por vertido de escombros mezclados con respecto a un vertido de escombros seleccionados, mayor efecto coercitivo se producirá en las empresas de demolición, siempre

y cuando exista un mínimo de medidas de control que eviten el vertido incontrolado del escombros.

En el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco, existen experiencias significativas como la seguida por la Mancomunidad de San Marcos (Gipuzkoa), con una política de aplicación de tasas disuasorias dirigida a una mayor recuperación de residuos potencialmente reciclables, así como a una disminución de dichos residuos en vertedero. Para la consecución de dicho objetivo, desde 1.998 se llevan aplicando las siguientes medidas:

- Instalación de contenedores de 30 m<sup>3</sup> y delimitación de áreas específicas para el depósito clasificado de residuos de cartón, papel y madera.
- Bonificación a la clasificación previa de residuos de madera y cartón: depósitos gratuitos en los correspondientes contenedores instalados para tal fin.
- Elevado incremento sostenido de la tasa aplicable a las mezclas que contengan cartón y/o madera sin clasificar.

Los resultados obtenidos se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 9: Incidencia de la tasa de vertido en la clasificación del residuo.**

	1998	1999	2000	2001	2002
Tasa vertido (€/Tm)	16,83	39,07	46,28	60,10	90,00
Escombros limpio (Tm)	647,360	3.991,400	20.897,580	24.139,150	18.315,610
Mezcla de residuos con papel, cartón o madera (Tm)	13.823,130	15.712,330	20.265,530	14.655,540	9.704,520

Nota: La tasa de vertido contribuye a sufragar los gastos empleados en la recuperación, de la zona de vertido, aquellos residuos de papel, cartón o madera que no han sido separados en origen.

Como consecuencia de las medidas adoptadas, se ha observado un incremento del vertido de escombros limpios, así como una sensible reducción del vertido de residuos mezclados con papel, cartón o madera a partir de un cierto valor de la tasa de vertido.

Con respecto al control en la gestión de los residuos de demolición, tanto de obras mayores como de obras menores, la Administración Local constituye una pieza

clave, al poder asociar la gestión de dichos residuos a la concesión de licencias de obras. Para ello, los ayuntamientos habrán de desarrollar y aprobar mecanismos que garanticen una correcta gestión de los residuos de demolición por parte del productor. Dichos mecanismos de control se podrán articular en torno a procedimientos más o menos complejos, de acuerdo al grado de compromiso y posibilidades de los correspondientes departamentos municipales.

A modo de ejemplo, se incluye un modelo de control municipal, desglosado en los siguientes pasos:

1. Solicitud de la licencia de actividad.
2. Presentación, junto con el proyecto técnico, un anexo que incluya un estudio de tipos de residuos a generar, así como una estimación de cantidades y gestión de los mismos.
3. Establecimiento de una fianza en función de la cantidad de residuos a generar, como condición necesaria a la concesión del permiso de actividad.
4. Devolución de la fianza, condicionada a un análisis comparativo de las cantidades de residuos estimadas inicialmente con las justificadas a través del correspondiente certificado expedido por los correspondientes puntos autorizados de vertido.

## 10.2 Acuerdos Voluntarios entre empresas del sector

Un Acuerdo Voluntario es una declaración de intenciones que se realizan entre empresas y administraciones públicas con el fin de conseguir que aquéllas firmen compromisos dirigidos a minimizar de forma voluntaria un impacto ambiental o para facilitar el cumplimiento progresivo de la legislación vigente.

En este sentido, resultaría fundamental alcanzar un Acuerdo con todas aquellas empresas involucradas en la generación y gestión de los residuos de demolición en la

Comunidad Autónoma del País Vasco (empresas de demolición, empresas de contenedores y gestores), cuyos objetivos han de fundamentarse en seleccionar en origen el mayor número de residuos de demolición, y orientar los residuos clasificados hacia opciones de gestión basadas en la reutilización y reciclaje. Una vez establecida una masa crítica de empresas que sienten las bases de una gestión de residuos de demolición orientada hacia el reciclaje, es de esperar que sea el propio sector quien actúe como mecanismo de control de malas prácticas.

## 10.3 Instrumentos divulgativos

La Administración Medioambiental habrá de facilitar la definición, publicación y difusión de guías marco que contribuyan a ampliar el conocimiento sobre aspectos técnicos, económicos y medioambientales asociados a un proceso de demolición selectiva y a la gestión de diferentes fracciones residuales generadas en dicho proceso. Así, el presente documento constituye una referencia a tener en cuenta en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Por otro lado, en el marco de un Acuerdo Voluntario, habrán de ser las empresas implicadas las que definan otro tipo de necesidades como herramientas informáticas que posibiliten un análisis rápido de las posibilidades y costes de gestión de residuos en el ámbito de la demolición, inventarios actualizados sobre gestores en la Comunidad Autónoma del País Vasco, etc.

# 1 Instrumentos dirigidos a fomentar el reciclaje de los residuos de demolición

La Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020, en el marco de la Meta 2, "*Gestión responsable de los recursos naturales y de los residuos*", establece como compromisos del Programa Marco Ambiental 2002-2006 "*conseguir para el año 2009 la reutilización y reciclaje de al menos el 60% de los residuos de demolición y la separación y gestión del 90% de los residuos peligrosos contenidos en éstos*". Para alcanzar los objetivos planteados, junto con los instrumentos de fomento de las demoliciones de forma selectiva, han de articularse otros específicos dirigidos especialmente a la creación de una demanda sostenida de productos procedentes de la valorización de residuos de demolición.

## 11.1 Aplicación del Real Decreto 1481/2001

El Real Decreto 1.481/2001, publicado en el BOE el 29 de enero de 2002, regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Esta norma incorpora a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 1999/31/CE, relativa al vertido de residuos.

El Real Decreto 1.481/2001 establece en su artículo 6 que sólo podrán depositarse en vertedero residuos que hayan sido objeto de algún tratamiento previo, si bien admite que esta disposición no se aplique a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable. Con todo, parece claro que dicha disposición prohíbe el vertido de residuos mezclados sin ninguna operación previa de tratamiento.

Los criterios de admisión de residuos en vertedero deberán aplicarse a partir del 16 de julio de 2005, con lo cual es de esperar que ciertas fracciones que forman parte del residuo de demolición se desvíen automáticamente hacia circuitos de reciclaje. Para asegurar que un alto porcentaje del escombros pétreo se gestione a través de plantas de reciclaje, habrán de establecerse tasas que penalicen la opción de vertido frente a la de reciclaje. Así, una tasa por vertido de escombros mezclados en una planta de reciclaje ha de resultar más económica que una tasa por vertido de escombros limpios en un vertedero.

## 11.2 Creación de demanda de materiales reciclados

El mercado de materiales reciclados a partir de madera, papel o metales funciona como consecuencia del alto valor añadido de aquéllos como materia prima y a la escasez de los correspondientes recursos materiales (recursos forestales o recursos minerales). Por el contrario, los áridos reciclados, procedentes del tratamiento de la fracción pétreo, adolecen de una demanda tan manifiesta por parte del sector de la construcción, en gran medida como consecuencia de la abundancia en el suministro actual de áridos naturales.

Dado que la fracción pétreo constituye porcentajes elevados en peso y volumen con respecto al total del residuo de una demolición, resulta prioritario dirigir esfuerzos en crear un mercado sostenido para los áridos reciclados. Para ello, grandes promotores públicos tales como Gobierno Vasco, Diputaciones Forales, Ayuntamientos, o Sociedades Públicas, deberían valorar positivamente la utilización de áridos reciclados en sus obras, siempre y cuando cumplan las correspondientes prescripciones técnicas y medioambientales.

## 11.3 Trabajos de investigación

Algunas de las inquietudes e incertidumbres que pueden suscitar los áridos reciclados tanto desde el punto de vista técnico, como desde el punto de vista medioambiental, han de reducirse mediante trabajos previos de investigación que establezcan conclusiones sobre el potencial de aplicación en función de diferentes parámetros como la naturaleza, o calidad del material de partida. En este sentido, cabe destacar un trabajo marco desarrollado durante el año 2004, promovido por IHOB, S.A., que bajo el título de "*Evaluación técnica y medioambiental de residuos para su aplicación en construcción*" pretende sentar las bases metodológicas para la utilización de materiales reciclados y subproductos granulares industriales en determinadas aplicaciones constructivas.

# 12 Sugerencias para la gestión eficaz de los residuos de demolición

A modo de epílogo, y recogiendo de forma resumida algunos de los conceptos expuestos en apartados precedentes, se incluirán diversas sugerencias para una gestión eficaz de los residuos de demolición, dirigidas a todos aquellos agentes que intervienen en el proceso.

## 12.1 Sugerencias para las empresas de demolición

- Elaborar un Proyecto de Demolición dirigido a fomentar las posibilidades de reciclaje de los residuos resultantes.
- Realizar una auditoría previa del edificio que permita identificar tipología de residuos, estimar cantidades a generar, y definir las técnicas de demolición a emplear, así como la gestión de las diferentes fracciones residuales resultantes.
- Planificar minuciosamente las operaciones de vaciado y desmontaje de elementos e instalaciones al objeto de no incurrir en gastos excesivos asociados a dichas labores con presencia predominante de mano de obra.
- Gestionar en obra de forma diferenciada los residuos de madera, metal, vidrio, cartón, papel y plásticos, que tienen amplios circuitos de reciclaje en la Comunidad Autónoma del País Vasco, así como los residuos tóxicos y peligrosos a través de las correspondientes empresas autorizadas.
- Retirar el mayor porcentaje de elementos decorativos que contengan yeso, tales como falsos techos, muebles de pladur, o molduras de escayola.
- Derribar mecánicamente la estructura del edificio separando, del escombro pétreo, elementos estructurales de madera o metal que pudieran formar parte del esqueleto del edificio.



- Llegar a acuerdos con gestores de diferentes residuos al objeto de reducir gastos asociados a transporte y vertido de residuos en plantas de reciclaje.
- Facilitar a la Administración datos en cuanto a generación de residuos y gestión de los mismos que permitan elaborar inventarios detallados sobre la producción y gestión de residuos de demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

## 12.2 Sugerencias para empresas de contenedores

- Buscar alternativas que fomenten un mayor grado de separación de residuos procedentes de obra menor al objeto de facilitar la gestión de los mismos.
- Priorizar la deposición de los residuos en plantas de tratamiento de RCD en detrimento de vertedero de inertes.
- Alcanzar acuerdos sectoriales que permitan regularizar la gestión de los residuos de obra menor.

## 12.3 Sugerencias para plantas de reciclaje de residuos de demolición

- Incentivar la clasificación en origen de residuos de demolición y obras menores.
- Establecer tarifas de vertido que penalicen considerablemente la deposición de residuo mezclado y bonifiquen el vertido de residuo clasificado.
- Facilitar la deposición de residuos de demolición clasificados en el área de influencia de la planta.

- Recuperar al máximo aquellos materiales potencialmente reciclables diluidos en la fracción de escombros mezclado, con el fin de orientarlos hacia circuitos de reciclaje establecidos.
- Potenciar acuerdos entre empresas de demolición, transportistas y empresas de reciclaje al objeto de establecer una red de reciclaje más coordinada y eficaz.
- Orientar el proceso de reciclaje hacia la obtención de áridos reciclados de mayor calidad al objeto de facilitar la venta de los mismos en aplicaciones constructivas.
- Establecer un control de calidad del material reciclado con el fin de generar un mayor grado de confianza en los potenciales consumidores.
- Colaborar en proyectos de investigación orientados a profundizar en la viabilidad técnica y medioambiental de los materiales reciclados en diferentes aplicaciones.

## 12.4 Sugerencias para la Administración Pública

- Articular instrumentos de diferente índole dirigidos a ordenar y regularizar la gestión de los residuos de demolición y obra menor.
- Implantar sistemas fiscales y de control que incentiven la demolición selectiva.
- Consumir áridos reciclados en obras públicas.
- Valorar positivamente, en la promoción pública de edificación y obra civil, los procesos de demolición selectiva y la utilización de áridos reciclados.
- Realizar campañas de divulgación sobre las posibilidades del reciclaje de los residuos de demolición.

# 13 Gestión de residuos procedentes de demoliciones en la Comunidad Autónoma del País Vasco

Este apartado pretende facilitar al usuario del presente manual información actualizada de empresas vascas dedicadas a la gestión de cada una de las fracciones materiales originados en un proceso de demolición selectiva, priorizando, en la medida de lo posible, sobre opciones de reciclaje frente a opciones de vertido. Para completarla u obtener una lista más actualizada consultar la página: [www.euskadi.net/medio\\_ambiente](http://www.euskadi.net/medio_ambiente).

## 13.1 Gestores de escombros pétreo

**Tabla 10:** Plantas fijas productoras de árido reciclado en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO
PLANTA DE TRATAMIENTO DE VITORIA-GASTEIZ*	Sin definir Araba	Sin definir
BTB, S.A.	Barrio Orkonera, s/n 48530 ORTUELLA	94 664 04 23
VOLBAS, S.A.	Alto de Enekuri, s/n 48950 ERANDIO	94 447 89 32

\* La planta de tratamiento de Vitoria-Gasteiz prevé el inicio de su actividad en el segundo semestre del año 2005.

**Tabla 11:** Empresas con plantas móviles productoras de árido reciclado en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO
EXCAVACIONES ARRIAGA, S.A.	C/ Jundiz, 4 01015, VITORIA-GASTEIZ	945 29 07 04
EXCAVACIONES DANOK-BAT, S.A.	Polígono Elotxolerra C/ Nafarroa, s/n 48150, LOIU	94 471 10 44
RECISUELOS, S.A.	Alameda de Urquijo, 10 48008, BILBAO	94 487 22 00
GRÚAS USABIAGA, S.A.	Carretera Zaldibia, s/n 20240, ORDIZIA	943 16 13 23
EXCAVACIONES Y CONTRATAS SARASOLA, S.A.	Paseo de Ondarreta 14 20018, DONOSTIA	943 21 96 92

## 13.2 Gestores de residuos de madera

**Tabla 12:** Empresas con plantas de reciclaje de madera en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
ARREGI ETXABE JUAN JOSE, S.A.	Cantera Peñascal, Bº Oztaran, 27 URNIETA		Madera	●
BAÑU-ETXE, S.L.	Bº Markole, s/n ARETXABALETA	943792329	Chatarra Fe, Chatarra No Fe, Papel Cartón, Plástico y Madera	●
BIOENERGIA RENOVABLE DE VIZCAYA, S.L.	Avda. Altos Hornos de Bizkaia, 33 BARACALDO	946713833	Madera, viruta y astillas	
CONTENEDORES ESCOR VITORIA, S.L.	Estévez Vázquez VITORIA-GASTEIZ	945290390	Recogida basuras, papel, cartón, madera	●
CONTENEDORES FELMAR, S.L.	Portal de Gamarra, 11 - Pab. 4 VITORIA-GASTEIZ	945276743	Madera, Papel, Cartón y Plástico	
CONTENEDORES GALARTZA	Antigua Ctra. Altzauri, s/n ARRASATE	943700792	Madera, papel cartón	
DESPANORSA - Donosti	Pol. 27, Paseo Ubarburu, 44 DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943454528	Papel, cartón, madera, plástico	●
DESPANORSA - Vitoria	Pol. Ind. Ali Gobeo, Vitoriabi- dea, 19 VITORIA-GASTEIZ	945-242250	Papel, cartón, madera, plástico	●
DIFER, C.B.	MUSKIZ	946706696	Madera	
DIONISIO CABALLERO GODOY	Ibaiondo, 1 IRURA	943691401	Palets y embalajes de madera. Recuperación	
EGUR BIRZIKLATU 2000, S.L	Bº Zestalbo, s/n ZEBERIO	946333018	Madera triturada	●
EGUTEGUI S.L. (Reciclados Egutegi,- Transportes Egues)	C/San Martin, 43 - 5º DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943464996	Madera, cartón, plástico, goma, residuos orgánicos e inertes	
FAGOR	OÑATI	943037101	Madera aglomerada	
IBON MENDEZ BARROS	C/Alluitz, 3 - 3º C DURANGO	946815683- 606639364	Aprovechamiento de la madera de palets y cajas ya usadas	
INDUSTRIAS DE MADERA AGLOMERADA, S.A. (INAMA)	Bº San Roman, 27 MUXIKA	946251500	Madera, serrín	
PALENOR, S.L.	Po, Ind. Torrelarragoti, Vial C ZAMUDIO	944522710	Recuperación y reciclaje de palets, embalaje de madera, y trituración de madera de deshecho.	
PALES EGURRA, S. L.	Pol. Ind. Uai IURRETA		Embalajes de madera	
PALETS DEL TXORIERRI, S.L.	Pol. Torrelarragoiti, P-3 ZAMUDIO	944522000	Palets de madera, tapas de madera	
PALETS DEL VALLE, S.L.	Arana y Lupardo, 5 UGAO-MIRABALLES	946333018	Madera	●
PALETS LORE BAT, S.A.	Ctra. Goizueta, Bº Epele, 7 HERNANI	943557136	Papel, cartón, plástico, palets, maderas, embalajes, materiales metálicos, textiles..., .....	
PALETS VICTORIA (Zaratamo)	Pol. Moyordin, s/n ZARATAMO	946713833	Madera, Cartón, Plástico	

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
PAPELES NERVION, S.L. - Bilbao-Deusto	Ribera de Zorrozaurre, 45 BILBAO	944476330	Recuperación metales, madera, papel, cartón, plástico	●
RECILAN	ALZA		Chatarra, plásticos, cartón, papel, madera	
RECIMADERA, S.L.	C/Zuazobidea, 4 Pab. 2 VITORIA-GASTEIZ	945291557	Triturado de madera para aglomerado	
RECUPERACION DE PALETS ALAVESES, S.L.(Vitoria)	C/Zuazobidea, 4, Pab. 1 VITORIA-GASTEIZ	945293132	Madera	
RECYPILAS, S.A.	Ctra. De la Cantera, 11 ERANDIO	944711395	Neumáticos, catalizadores, pallets madera, lunas, focos, embalajes de cartón, plástico y madera	
TRATAMIENTOS INTERNOS MEDIOAMBIENTALES SIGLO XII, S.L. - TRAIMA	Avda. Fuente Vieja, 33 - 2º MUSKIZ	946338260	Madera, papel cartón, escorias, metales	
TRITUNOR, S.L.	Po. Ind. Torrelarragoiti, Pab. 5 16-17 ZAMUDIO	944538180	Papel, cartón, plástico, embalaje madera y palets	

● Gestores autorizados por el Gobierno Vasco a fecha de 21 de enero de 2005.

### 13.3 Gestores de chatarra metálica

La chatarra férrica se gestiona a través de los parques chatarreros que acondicionan el residuo para su posterior venta a fundiciones y siderurgias.

**Tabla 13:** Empresas con plantas de reciclaje de chatarra no férrica.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
EURO METAL RECYCLING	Alto de Salcedillo, s/n VALLE DE TRAPAGA	944863810	Cables eléctricos	●
INDUMETAL RECYCLING, S.A.	Ctra. De la Cantera, 11 SON- DIKA	944710018	Cables eléctricos	
RECUPERACIONES FERRICAS DE ARAIA - REFESA	Pol. Ins. Asparrena SAN ROMAN DE SAN MILLAN	945314564	Cables eléctricos	●

● Gestores autorizados por el Gobierno Vasco a fecha de 21 de enero de 2005.

Tabla 14: Empresas con plantas de fragmentación.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
DECONS Agurain, S.A.	Pol. Ind. Agurain, Parcela, 9 SALVATIERRA	945301921	Fragmentado VFU	●
DEYDESA 2000, S.L.	Pol. Ind. Gojain, C/San Antolin, 6 LEGUTIANO	945465412	Chatarra fragmentada, férricos y no férricos, metales	●
FRAGNOR	Bº Erkoles, s/n AMOREBIETA-ECHANO	946309413	Fragmentado de VFU. Cogido de los residuos: CER 160106, 160117, 160118 Y 150104	
RECUPERACIONES FERRICAS DE ARAIA - REFESA	Pol. Ins. Asparrena SAN ROMAN DE SAN MILLAN	945314564	Recogida, clasificación, limpieza y fragmentado de VFU y residuos Siderometalúrgicos	●

● Gestores autorizados por el Gobierno Vasco a fecha de 21 de enero de 2005.

Tabla 15: Empresas con plantas de reciclaje para metales.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
A. R. METALURGICOS, S.L. (HIERROS MIÑANO)	Ctra. Vitoria-Bilbao, Km. 9 - Mi- ñano Mayor VITORIA-GASTEIZ	945299924	Chatarra férrica y no férrica	●
ACEROS RECARI, S.L.	C/Arzubia, 4 ABADIÑO	946811679	Chatarra férricas - Aceros inoxidables	
ALBERTO REBOLO NEIRA	Avda. Julian Gaiarre, 7-A-3ª BILBAO		Compra venta chatarra, metales	
ALFREDO DIEZ TOCA Y Mª JOSE VILLAHIZAN GONZALEZ, C.B.	Pol. Sangroniz, 1 Iberre Kalea 12 SONDIKA	944710477	Recogida, clasificación chatarra.	
ASOCIACION DE FABRICANTES PARA LA EXPORTACION, S.A. (AFESA)	Pol. San Lorenzo, 2 y 10A BEDIA	944239700	Chatarra, cartón, madera, plástico	
BAÑU-ETXE, S.L.	Bº Markole, s/n ARETXABALETA	943792329	Chatarra Fe, Chatarra No Fe, Papel Cartón, Plástico y Madera	●
BILDU, S.A.	Urola Industrialdea, Pb. 19-20 LEGAZPIA	943731795	Chatarra, metales, recortes	●
COMERCIAL ALTUNA Y FERNANDEZ, S.L.	ERMUA	943174748	Chatarra, desperdicios hierro, virutas, recortes, chapas	
COMERCIAL MEVAN, S.A.	Pol. Lapatz, C/Basaetxe BASAURI	944496512	Metales no férricos (chatarra, cobre, aluminio, plomo etc.)	
COMERCIAL TREVIÑO, S.L.	Zehar kalea, s/n ERMUA	943170121	Chatarra, hierro, virutas, recortes de chapas	
CONTENEDORES GALINDO, S.A.	Ctra. San Vicente, 59-Bajo TRAPAGARAN	944034004	Chatarra, metales férricos y no férricos, prensado VFU	
CHATARRAS ABRALDES, S.A.	Avda. de Enekuri, s/n ERANDIO	944475249	Chatarra	
CHATARRAS BILBAO, S.L.	Pol. Leguizamon, Tomas Meabe, 14 ETXEBARRI-DONEZTEBEKO E.	944212480	Chatarra, metales	

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
CHATARRAS CIFUENTES, S.L.	Bº Vista Alegre, 10 MUXIKA	946255879	Chatarra, metales férricos	
CHATARRERIA CUESTA, S.L.	Pol. Zubiondo, Parcela A-4 HERNANI	943551640	Chatarra, metales férricos y no férricos	
CHATARRERIA HERMOSILLA	Miravalle, 7 VITORIA-GASTEIZ	945261010	Residuos metálicos (chatarras) férreos y no férreos	
CHATARRERIA RACI, S.L.	Barrenkale, 7 - 3º URRETXU	943720539	Chatarra, metales	
CHATARRERIA RODRIGUEZ HNOS, S.A.	Bº Altos Hornos BERGARA	943761787	Granalla y óxidos férricos	
DESGUACES LEZO, S.L.	LEZO	943527698	Materia férrica. Descont. VFU. Recup. Piezas. VFU y Neumáticos	
DEYDESA 2000, S.L.	Pol. Ind. Gojain, C/San Antolin, 6 LEGUTIANO	945465412	Chatarra fragmentada, férricos y no férricos, metales	●
ECOMET XXI, S.L.	Pol. Zabalondo, C/Erreduena, Pab-DD-1 MUNGIA	946155977	Chatarra, metales	
ELMET, S.L.	BERANGO		Cobre, metales	
ESTAÑOS MATIENA, S.A.	Pol. Ind. Joxe Mari Korta, Parc. 9 ZUMAIA	943311211	Metales, chatarra no férrica	
EUFRASIO MORADILLO, S.A.	Pol. Goitondo, s/n MALLABIA	943171038	Chatarra férrica y no férrica, metales	
EURO METAL RECYCLING	Alto de Salcedillo, s/n VALLE DE TRAPAGA	944863810	Cable eléctrico, chatarra complejas	●
EXCOMER, S.L.	Pol. Ind. Ventas, C/Gabiria, 47 IRUN	943627355	Comercio al por mayor de chatarra y metales de deshe- cho. Transformación de tubos, rollos de acero, fabricación de chapas, perfilado y pintado	
FCO. GARCIA PIRON Y OTRO, C.B.	Plaza los Tres Pilares, 4 BILBAO	944156642	Metales, chatarra férrica y no férrica	
FERROVAS, S.L.	Pol. Ind. Zubieta, s/n AMOREBIETA-ECHANO	944992199	Chatarra, metales	
GEREPAL Alipio Antolín, S.L.		979727166	Chatarra férrica y no férrica, metales	
GORKA MUNDUATE OTERMIN	Pol. Ibabe, 24 LAZKAO	943880144	Chatarra, metales	
HIERCOR, S.A.	Pol. Anduaga, Bloque 5 EZKIO- ITSASO	943725175	Chatarra férricas y no férricas así como desguaces industriales	
HIERROS ALAVA, S.L.	Pol. Ind. El Campillo, 4 ABANTO Y CIERVANA	946363465	Almacenaje de materias férricas y no férricas	●
HIERROS ANETXE, S.L.	Marques de Valdespina, 10 Bajo ERMUA	609453946	Venta mayor de metales viejos	
HIERROS AÑORGA, S.L.	Pol. Ibarluce C/Zikuñaga, 61-A HERNANI	943330755	Venta, recogida de chatarra	●
HIERROS BARRIONUEVO	Bº Zubiate, 3 LEMOA	946314613	Chatarra férrica y no férrica	●

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
HIERROS ENCARTACIONES, S.L.	Ctra. Bilbao-Balmaseda, Km. 9 - Pab. A ALONSOTEGUI	944980425	Hierros, metales, chatarra en general	●
HIERROS EZQUERRO, S.A.	Pol. Ind. Jundiz C/Gereztea, 3 VITORIA-GASTEIZ	945290005	Chatarra, metales	●
HIERROS FERNANDEZ, C.B	Bº Altamira, s/n MUSKIZ	946706696	Residuos férricos. Metales	
HIERROS ITURBE, S.L.	Ctra. Azkarate - Elgoibar junto salida Olaso AZKOITIA	943850993	Metales, chatarra	●
HIERROS KORTEDERRA, S.L.	Kortederra, 37 MUXIKA	946730557	Materiales férricos y no férricos	●
HIERROS M.C., SOC. CIVIL	Pol. Ind. Los Llanos, C-7 IRUÑA DE OCA	620230299	Residuos metálicos férricos y no férricos	
HIERROS MAISA, S.L.	Pol. Ind. Itziar, Parc. 5 Nave, 8 DEBA	943702510	Chatarra, viruta y recorte de hierro y acero	●
HIERROS NAPARRA, S.A.	Hazkarruntz Industrialdea BERGARA	943765728	Recuperación de residuos férricos	●
HIERROS RIEZU, S.A.	Pol. Ind. Eitua, s/n BERRIZ	946824131	Chatarra en general. Metales férricos	●
HIERROS SAINZ, S.A.	Alto de Areitio, 16 MALLABIA	943171400	Férricos y no férricos, aceros especiales, aceros inoxidables, cobre, aluminio	●
HIERROS SERVANDO FERNANDEZ, S.L.	Pol. Ind. Goitondo Goikoa MA- LLABIA	943174759	Chatarra	●
HIERROS Y METALES ARAMENDI, C.B.	Anduaga Industrialdea EZKIO-ITSASO		Chatarra férrica y no férrica, metales	
HIERROS Y METALES CILVETI ANAIK, S.L.	C/Portuetxe, 85 DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943312400	Recogida y clasificación de cha- tarra y elementos metálicos.	●
HIERROS Y METALES CILVETI, C.B.	C/Portuetxe, 90 DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943216909	Recogida y clasificación de chatarra y metales férricos y no férricos.	
HIERROS Y METALES GANZARAIN	Gudarien Etorbidea, z/g, Pol. 8 - Pab. 1 ANDOAIN	943590290	Recuperación chatarra férrica y no férrica	
HIERROS Y METALES JUANIKORENA	Pol. 27, Mateo Errota, 17-18 DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943472905	Chatarra	
HIERROS Y METALES ORBEGOZO, S.L.		943490923	Metales chatarra	
HIERROS Y TRANSPORTES PINILLA, S.L.	LEGAZPIA	943734139	Chatarra	
HIERROS Y RECUPERACIONES GUTRAM, S.L.	Camino de Nozedal, 69 ORTUELLA	946353790	Chatarra, metales	
HIRUMET, S.L.	Ctra. Durango-Elorrio, s/n ATXONDO	946582412	Residuos metálicos férricos	●
IBERINOX 88, S.A.	Pol. Ind. Lapatza, C/Araztoi, 2 BASAURI	944058414	Metales, acero inoxidable	●
INDUMETAL RECYCLING, S.A.	Ctra. De la Cantera, 11 SONDIKA	944710018	Chatarra eléctrica y Electrónica E.E.E. Cables eléctricos	

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
IÑAKI DE LA LLERA - HIERROS Y METALES	Ctra. Murguia, Km. 5 VITORIA-GASTEIZ	945287879	Chatarra, metales	
IÑIGO ECHEVERRIA DEL BURGO	C/Gernika, 8 -2-D ANDOAIN		Chatarra, metales férricos y no férricos	
JESUS M <sup>a</sup> CORDON OLIVAN	Pol. Ind. Goitondo Goikoa ERMUA	943174581	Metales férricos y no férricos	●
JOSE ANTONIO ETXEBESTE ETXEBERRIA (CHATARRERIA ZUBITXO)	Pol. 110, C/Txatxamendi 22 LEZO	943526490	Metales, chatarra férrica y no férrica	
JOSE IGNACIO MARTIN COELLO	Otxarkoaga BILBAO	944122404	Metales, baterías, plástico, pvc	
JOSE RAMON GOROSTEGI	Pol. Ind. Larrea, 34 VILLABONA	629512230	Chatarra, metales	
JUAN MIGUEL ALEGRE - RESIDAL	Sorgintxulo, 2, Of-3 RENERIA	943528370	Chatarra, metales	
LAJO Y RODRIGUEZ, S.A. (LYRSA)	Ctra. Bergara, 29 VITORIA-GASTEIZ	945121550	Chatarra Fe. Chatarra no Fe. Hierros. Metales	●
MARINO BERRIO, S.L.	Bº del Rio, 57 - Santiago de Cartes SANTIAGAO DE CARTES	942891033	Metales, chatarra	
METALBEMA, S.L.	Ctra. Durango-Elorrio, s/n ATXONDO	946582412	Clasificación de chatarras metálicas no férricas	●
METALES BASETXE, S.L.	Pol. Lapatza, C/Vega de Ugarte, s/n BASAURI	944496512	Metales, chatarra	
METALES BOLINAGA, S.L.	Salbador, 7 ELGETA	943768064	Chatarra metálica férrica y no férrica	
METALES BOLUETA, S.A.	Pol. Legizamon, C/Bizkaia, 6 ETXEBARRI-DONEZTEBEKO E.	944490604	Residuos: termometalurgia del aluminio, zinc, cobre metales no férreos	
METALES PELAZ, S.L.	Cantera Errepidea, 2-A ERANDIO	944530603	Compraventa y almacenamiento de chatarras	
METALTUR RECYCLING, S.L.	Pol. Ind. Sondikalde, C/Portu Bidea, 12 Nave 6-7 SONDIKA	944711700	Metales férricos y no férricos	●
MIGUEL ALONSO OYARBIDE (HIERROS Y METALES)	Pol Katategi, 13 IRURA	943692679	Chatarra y metales	
NACARTXE, S.A. RECICLAJE DE METALES	Ctra. Vitoria, 5 Naves 1-2 DURANGO	946203225	Componentes metálicos (motores y cajas de cambio, etc..)	
PAPELES NERVION, S.L. - Bilbao-Deusto	Ribera de Zorrozaurre, 45 BILBAO	944476330	Recuperación metales, madera, papel, cartón, plástico	●
PAPELES NERVION, S.L. (Amorebieta)	Boroa, s/n AMOREBIETA	946730001	Papel, Cartón, Chatarra, Textiles, Plástico, Vidrio, Basuras	●
PEDRO GAZTELUMENDI ARRILLAGA	Bº Olaberria, 111 IRUN	943621055	Chatarra, metales	●
PEDRO JOSE ESNAOLA, S.A.	Pol. Ind. Guardi, s/n IDIAZABAL	943802030	Hierro, desguace y demolición industrial	●
PROSINOR, S.L.	Ctra. El Juncal-Trapaga, s/n TRAPAGARAN	944862728	Residuos férricos y no férricos	

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
RECILAN	ALZA		Chatarra, plásticos, cartón, papel, madera	
RECUPERACIONES ALVAREZ, S.L.	C/Fueros, 2 ZALDIBAR	946824491	Desperdicio de metales en formato de viruta, recortes y chapa	
RECUPERACIONES ESMA, S.L.	Ctra. Goikoa Erandiondo, s/n ERANDIO	944533112	Chatarra férricas	
RECUPERACIONES FERRICAS DE ARIA - REFESA	Pol. Ins. Asparrena SAN ROMAN DE SAN MILLAN	945314564	Recogida, clasificación, limpieza y fragmentado de VFU y residuos Siderometalúrgicos	●
RECUPERACIONES GOIHERRI, S.L.	B° Aiegi, Pab. 12 LEGORRETA	943806429	Chatarra férrica y no férrica	
RECUPERACIONES GOMEZ, S. C.	Camino Santa Lucia, s/n OYON		P/C. Chatarra. Trapos, papel cartón	
RECUPERACIONES METALURGICAS GOMEZ, S.L.	Zubleta, s/n BARAKALDO	944995904	Compra material obsoleto metálico para su achatarramiento y posterior fundición	
RECUPERACIONES RODRIGUEZ, S.L.	Carlos Elguezua, 1 EIBAR	608773099	Chatarra, desperdicios de hierro, virutas, recortes	
RECUPERACIONES Y TRANSPORTES MUSKIZ, S.L.	B° Santelices, 11 MUSKIZ	946707255	VFU descontaminados, empaquetado y transporte. Metales férricos	
RECUPERACIONES Y TROCEADOS, S.A.L.	B° Elizalde, 47 IZURZA	946818979	Recuperación de hierros y metales industriales	
RECYCLAIR, S.L.	Pol. Ind. Agurain, Parc-11 SALVATIERRA	945301919	Metales férricos no férricos, chatarra	
REFINERIA DE ALUMINO IGORRE, S.L.	Industrialdea IGORRE, Pab. F-8 IGORRE	944761253	Chatarra de aluminio	
REIMASA	Ribera de la Ria, s/n SESTAO	944722251	Chatarra férrica y no férrica	●
REINOXMETAL 2002, S.L.	B° Arbide, s/n ARRANKUDIAGA	946322015	Metales	●
REINOXMETAL, S.A.	B° Arbide, s/n ARRANKUDIAGA	946322015	Metales no-férricos, acero inoxidable y aleaciones de níquel	●
RENORT, Reciclajes Industriales, S.L.	C/Paseo del Prado, 12 OYON	945622100	Cartón, papel, plástico, chatarra y metales	
RESA ZAMBRANA, S.C.	ZAMBRANA	941337158	V.F.U. Hierro. RCD	
REYDESA recycling, S.A.	Pol. Ind. Gojain, C/San Antolin, 16 LEGUTIANO	945466130	Metales no férricos de la clasificación de la chatarra. Equipos eléctricos y electrónicos fuera de uso (inertes)	●
SAEZ DE MATURANA, S.A.	Portal de Betoño, 26-A VITORIA-GASTEIZ	945260886 945260886	Materiales férricos y no férricos	
SIMON ECHEVERRIA ECHEPARE	Kontxeju Txiki Etxebe, s/n LASARTE	943361209	Chatarra, metales	
SUMINISTROS ALVAREZ IGUARAN, S.A. (SAISA)	BILBAO	944442396	Chatarra férrica (paquete de automoción y motores de coches descontaminados)	

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
TRANSPORTES Y RECUPERACIONES ZAMUDIO, S.L.	Avda. Pinoa, s/n ZAMUDIO	944521135	Recuperación de chatarra procedentes de talleres de calderería, matricería, mecánica y desguaces	
TRATAMIENTOS INTERNOS MEDIOAMBIENTALES SIGLO XII, S.L. - TRAIMA	Avda. Fuente Vieja, 33 - 2º MUSKIZ	946338260	Madera, papel cartón, escorias, metales	
V. BARANDIARAN	LEZO	943524580	Chatarra Fe, Chatarra No Fe, papel, material informático	
VICTOR ETXEBARRIA ETXEBARRIA Y OTRO, C.B.	Pol. Zugutxu, Pab. 13 GALDAKAO	944561504	Chatarra, hierro, virutas, recortes, chapas, etc..	
VIDAURRE HERMANOS, S.A.	Pol. Ind. Goitondo Goikoa MA-LLABIA	943171193	Chatarra férrica y no férrica	●

● Gestores autorizados por el Gobierno Vasco a fecha de 21 de enero de 2005.

### 13.4 Gestores de residuos de naturaleza plástica

Tabla 16: Empresas con plantas de tratamiento de plásticos.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
ALIGOPLAST, S.A.	Po. Betoño, Barrachi, 10 Interior VITORIA-GASTEIZ	945281066	Plásticos, Envases	●
ARREGI ETXABE JUAN JOSE, S.A.	Urtaki Industrigunea, 28 ADUNA	943690545	Papel cartón, plástico	●
BAÑU-ETXE, S.L.	Bº Markole, s/n ARETXABALETA	943792329	Chatarra Fe, Chatarra No Fe, Papel Cartón, Plástico y Madera	●
BILBOPLASTIK, S.L.	Derio Bidea, 40 MUNGIA	946744005	Plástico y termoplásticos, PVC, PE, PP, PS, PC, ABS, PET, PA	
BILTZAILE BERRIAK, S.L.	Pol. Ind. Erratzu, Nº 224 URNIETA	943551799	Plásticos	●
CONTENEDORES FELMAR, S.L.	Portal de Gamarra, 11 - Pab. 4 VITORIA-GASTEIZ	945276743	Madera, Papel, Cartón y Plástico	
DEBEKO RECYCLING, S.L.	Avda. Bizkaia, 9 ERMUA	630267101	P/C.Plásticos, Textiles, Palets, Envases	
DESPANORSA - Donosti	Pol. 27, Paseo Ubarburu, 44 DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943454528	Papel, cartón, madera, plástico	●
DESPANORSA - Vitoria	Pol. Ind. Ali Gobeo, Vitoriabi-dea, 19 VITORIA-GASTEIZ	945-242250	Papel, cartón, madera, plástico	●
DESPANORSA -Legorreta	Bº Berostegui, s/n LEGORRETA	943806270	Papel, cartón, plástico	
EGUTEGUI S.L. (Reciclados Egutegi,- Transportes Egues)	C/San Martin, 43 - 5º DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943464996	Madera, cartón, plástico, goma, residuos orgánicos e inertes	

● Gestores autorizados por el Gobierno Vasco a fecha de 21 de enero de 2005.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
EKOPLAS BALENCIAGA, S.L.	Bidekurtze, 3 ARRANKUDIAGA	946481986	Plásticos: Polietilenos de alta y baja densidad, ABS, PET, PP, polipropileno, etc....	
INDULITA, S.L.	Pol Ind. 108, Pab. Iturrin, 29 LEZO	943494369	plastico, polietileno	
INDUSTRIAS QUIMICAS TEXTILES, S.A. (INQUITEX)	Bº Soravilla, s/n ANDOAIN	943304242	plastico, PET, poliamida-6, poliester	
INTERENVASES, S.A.	Pol. Ind. Asparrena, C/Bariceta, 8 ASPARRENA	945314760	Recuperación de residuos de envases industriales (plásticos y metálicos)	●
JESUS MARIA URETA ARANA	Bº San Pedro, s/n GALDAMES		Plástico	
JOSE IGNACIO MARTIN COELLO	Otxarkoaga BILBAO	944122404	metales, baterías, plastico, pvc	
PALETS LORE BAT, S.A.	Ctra. Goizueta, Bº Epele, 7 HERNANI	943557136	Papel, cartón, plástico, palets, maderas, embalajes, materiales metálicos, textiles..., .....	
PALETS VICTORIA (Zaratamo)	Pol. Moyordin, s/n ZARATAMO	946713833	Madera, Cartón, Plástico	
PAPELES NERVION, S.L. - Bilbao-Deusto	Ribera de Zorrozaurre, 45 BILBAO	944476330	Recuperación metales, madera, papel, cartón, plástico	●
PAPELES NERVION, S.L. (Amorebieta)	Boroa, s/n AMOREBIETA	946730001	Papel, Cartón, Chatarra, Textiles, Plástico, Vidrio, Basuras	●
PLASTICOS ALTZAGA	Plaza Santi Brouard, 1 - 3º Dcha ERANDIO	944671884	Plásticos: Polietileno, ABS, PVE, Polipropileno, Poliestereno, PET, Pollicarbonato, etc.	
PLASTICOS BUGEDO, S.A.	Pol. Ind. Granada, Avda. Bilbao, 16 ORTUELLA	946641155	Recuperaciones de plástico	
RECILAN	ALZA		Chatarra, plásticos, cartón, papel, madera	
RECYPILAS, S.A.	Ctra. De la Cantera, 11 ERANDIO	944711395	Neumáticos, catalizadores, pallets madera, lunas, focos, embalajes de cartón, plástico y madera	
RENORT, Reciclajes Industriales, S.L.	C/Paseo del Prado, 12 OYON	945622100	Cartón, papel, plástico, chatarra y metales	
RICARDO PEREZ PONS ALVEAR Y Mª ASUNCION ADRADE MONTES, C.B.	Bº Urkizu, 27 IGORRE	946319000	Plastico, PE alta y baja, granza	
SACOS Y CARTON SANTIBAÑEZ, S.C.	Pol. Ind. Betoño, C/Capelamendi, 4, interior VITORIA-GASTEIZ	945-256106	Papel y cartón, plásticos. Compraventa de sacos	●
TRADE RECYCLING, S.L.	Bº Zubiate, 3 Pabellón LEMOA	946314408	Trituración y micronización PVC rígido y otros termoplásticos, plastico	
TRITUNOR, S.L.	Pol. Ind. Torrelarragoiti, Pab. 5 16-17 ZAMUDIO	944538180	Papel, cartón, plastico, embalaje madera y palets	

## 13.5 Gestores de residuos de papel y cartón

Tabla 17: Empresas con plantas de tratamiento de papel y cartón.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
ARREGI ETXABE JUAN JOSE, S.A.	Urtaki Industrigunea, 28 ADUNA	943690545	Papel cartón, plástico	●
BAÑU-ETXE, S.L.	Bº Markole, s/n ARETXABALETA	943792329	Chatarra Fe, Chatarra No Fe, Papel Cartón, Plástico y Madera	●
BEOTIBAR RECYCLING, S.L.	Bº Boroa, s/n AMOREBIETA	946308438	Papel-Cartón	●
CONTENEDORES ESCOR VITORIA, S.L.	Pol. Jundiz, Lermendabide, 9 VITORIA-GASTEIZ	945290390	Recogida basuras, papel, cartón	
CONTENEDORES FELMAR, S.L.	Portal de Gamarra, 11 - Pab. 4 VITORIA-GASTEIZ	945276743	Madera, Papel, Cartón y Plástico	
CONTENEDORES GALARTZA	Antigua Ctra. Altzauri, s/n ARRASATE	943700792	Madera, papel cartón	
DESPANORSA - Donosti	Pol. 27, Paseo Ubarburu, 44 DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943454528	Papel, cartón, madera, plástico	●
DESPANORSA - Vitoria	Pol. Ind. Ali Gobeo, Vitoriabi- dea, 19 VITORIA-GASTEIZ	945-242250	Papel, cartón, madera, plástico	●
DESPANORSA -Legorreta	Bº Berostegui, s/n LEGORRETA	943806270	Papel, cartón, plástico	
PALETS LORE BAT, S.A.	Ctra. Goizueta, Bº Epele, 7 HERNANI	943557136	Papel, cartón, plástico, palets, maderas, embalajes, materiales metálicos, textiles..., .....	
PAPELES NERVION, S.L. - Bilbao-Deusto	Ribera de Zorrozaurre, 45 BILBAO	944476330	Recuperación metales, madera, papel, cartón, plástico	●
PAPELES NERVION, S.L. (Amorebieta)	Boroa, s/n AMOREBIETA	946730001	Papel, Cartón, Chatarra, Texti- les, Plástico, Vidrio, Basuras	●
RECILAN	ALZA		Chatarra, plásticos, cartón, papel, madera	
RECUPERACIONES GOMEZ, S. C.	Camino Santa Lucia, s/n OYON		P/C. Chatarra. Trapos, papel cartón	
RENORT, Reciclajes Industriales, S.L.	C/Paseo del Prado, 12 OYON	945622100	Cartón, papel, plástico, chatarra y metales	
SACOS Y CARTON SANTIBAÑEZ, S.C.	Pol. Ind. Betoño, C/Capelamen- di, 4, interior VITORIA-GASTEIZ	945-256106	Papel y cartón, plásticos. Compraventa de sacos	●
SOPRES, S.L. (Sociedad de procesos de recuperativos)	Kareaga, 72 BARACALDO	944902383	Recogida de papel y cartón y verificación del producto	●
TRATAMIENTOS INTERNOS MEDIOAMBIENTALES SIGLO XII, S.L. - TRAIMA	Avda. Fuente Vieja, 33 - 2º MUSKIZ	946338260	Madera, papel cartón, escorias, metales	
TRITUNOR, S.L.	Pol. Ind. Torrelarragoiti, Pab. 5 16-17 ZAMUDIO	944538180	Papel, cartón, plástico, embalaje madera y palets	
V. BARANDIARAN	LEZO	943524580	Chatarra Fe, Chatarra No Fe, papel, material informático	
VICENTE TOQUERO LOSANTOS	ORTUELLA	946641417	Papel y cartón	

● Gestores autorizados por el Gobierno Vasco a fecha de 21 de enero de 2005.

### 13.6 Gestores de residuos de vidrio

**Tabla 18:** Empresas con plantas de tratamiento de vidrio.

EMPRESA	DIRECCIÓN	TELÉFONO	RESIDUO	AUTORIZADO*
HIERROS Y METALES CILVETI ANAIK, S.L.	C/Portuetxe, 85 DONOSTIA-SAN SEBASTIAN	943312400	Recogida y clasificación de chatarra y elementos metálicos, vidrio.	●
PAPELES NERVION, S.L. (Amorebieta)	Boroa, s/n AMOREBIETA	946730001	Papel, Cartón, Chatarra, Textiles, Plástico, Vidrio, Basuras	●
RECUPERACIONES DE VIDRIO AGUADO, S.A.	Bº Gardea, 12 LLODIO	946720502	Reciclado y recuperación de vidrio	●
VIDRALA, S.A.	LLODIO	946719752	Envases de vidrio hueco	

● Gestores autorizados por el Gobierno Vasco a fecha de 21 de enero de 2005.

# 14 Referencias bibliográficas

- [1] AUTORES VARIOS: *"Manual de demoliciones, reciclaje y manipulación de materiales"*. Fueyo Editores. 2003.
- [2] PÉREZ MARTÍN, J.L.; LÓPEZ RODRÍGUEZ, F; PASCUAL MARTÍNEZ, J; UBEDA DE MINGO, P; FERNÁNDEZ ÁLVAREZ, S: *"Restauración y rehabilitación"*.
- [3] MONTERO, M: *"El país de los vascos"*. 1994.
- [4] ITeC, INSTITUT DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA: *"Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición"*. 2000.
- [5] AENOR: *"Guías para una edificación responsable con el medio ambiente en un entorno natural"*. 2002.
- [6] VEGAS, I: *"Viabilidad ambiental y económica de un proyecto de demolición selectiva: hacia una óptima gestión de los RCD"*. Residuos nº 76. pp 42-46. 2004.
- [7] GRÚAS USABIAGA, S.A.; LEMONA INDUSTRIAL, S.A.; RECISUELOS, S.A.; EXCAVACIONES ORUEZABAL, S.A.; FUNDACIÓN LABEIN: *"Diseño de guía metodológica para el desarrollo de demoliciones selectivas en el entorno de la Comunidad Autónoma del País Vasco y posterior aprovechamiento de los materiales resultantes-DEMOSEL"*. 2002.
- [8] DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO VASCO: *"Plan de gestión de residuos peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2003-2006"*. 2003.
- [9] IHOBE, S.A. (www.ihobe.net): *"Monografía sobre residuos de construcción y demolición"*. 2004.
- [10] SANZ, E: *"Experiencias en el reciclaje y tratamiento de los RCD en España: los costes"*. Jornada Internacional sobre gestión de residuos de construcción y demolición. 2002.
- [11] IHOBE, S.A. (www.ihobe.net): *"Criterios ambientales para la recuperación de ruinas industriales"*. 2000.
- [12] BOE 96 de 22/04/98: *"Ley 10/1998 de Residuos"*. 1998.
- [13] BOE 166 de 12/07/01: *"Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006"*. 2001.
- [14] MURRAY, V: *"A strategy for construction, demolition, and excavation waste as recycled aggregates"*. WRAP (www.wrap.org.uk). 2003.
- [15] SÁNCHEZ DE JUAN, M; ALAEJOS, P: *"Influence of recycled aggregate quality on concrete properties"*. RILEM Conference on the Use of Recycled Materials in Building and Structures. Volume I. pp 545-553. 2004.
- [16] KEUEN, F: *"Developments in the Netherlands on construction and demolition waste"*. XII Interforum for C&DW Recycling. 2003.