

Monografía

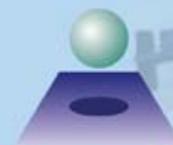
sobre residuos de construcción y demolición



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

LURRALDE ANTOLAMENDU
ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN
DEL TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE



IHOBE

Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa
Sociedad Pública de Gestión Ambiental



Edita:
IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

Diseño:
Dual XJ. Comunicación & Diseño

Traducción:
Elhuyar

© IHOBE 2004

Depósito Legal: BI-XXXX-04

Monografía

sobre residuos
de construcción y demolición



1. <u>El contexto en la Comunidad Autónoma del País Vasco</u>	6
1.1 <u>Los Residuos de Construcción y Demolición y el Sector de la Construcción</u>	6
1.2 <u>El Sector de la Construcción en la Comunidad Autónoma del País Vasco</u>	7
2. <u>Residuos de Construcción y Demolición: una corriente prioritaria</u>	9
3. <u>Aspectos legislativos</u>	11
3.1 <u>Catálogo Europeo de Residuos</u>	11
3.2 <u>Medidas utilizadas en la Unión Europea para influenciar sobre la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición</u>	12
4. <u>Inventario y caracterización de los Residuos de Construcción y Demolición en Europa</u>	15
4.1 <u>Origen de los Residuos de Construcción y Demolición</u>	15
4.2 <u>Inventario de los Residuos de Construcción y Demolición</u>	15
4.3 <u>Caracterización de los Residuos de Construcción y Demolición</u>	17
5. <u>Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición</u>	20
6. <u>Tecnologías de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición</u>	23
7. <u>Análisis de los sectores industriales implicados: productores de áridos y constructoras</u>	26
8. <u>La Economía del Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición</u>	27
8.1 <u>El reciclaje propiamente dicho</u>	27
8.2 <u>La demolición selectiva</u>	31
9. <u>Los Residuos de Construcción y Demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco</u>	33
9.1 <u>Inventario de Residuos de Construcción y Demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco</u>	33
9.2 <u>Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco</u>	33
10. <u>La fracción de Residuos de Amianto</u>	34
10.1 <u>Aspectos Legislativos</u>	34
10.2 <u>Inventario, Caracterización y Gestión de los Residuos de Amianto</u>	35
10.3 <u>Los Residuos de Amianto en la Comunidad Autónoma del País Vasco</u>	36
11. <u>La fracción de los Residuos de Madera</u>	37
11.1 <u>Aspectos Legislativos</u>	37
11.2 <u>Inventario y Caracterización de los Residuos de Madera</u>	38
11.3 <u>Gestión de los Residuos de Madera</u>	39
11.4 <u>Los Residuos de Madera en la Comunidad Autónoma del País Vasco</u>	39
12. <u>Conclusiones y Recomendaciones</u>	42
12.1 <u>Residuos de Construcción y Demolición en general</u>	42
13. <u>Anexo</u>	45

Tablas

Tabla 3.1.	Impuestos al vertido de Residuos de Construcción y Demolición en los Estados Miembros de la Unión Europea	13
Tabla 3.2.	Recaudación de impuestos de acuerdo a diferentes factores económicos como % del PIB, 1990 y 1997 en la Unión Europea	14
Tabla 4.1.	Materias primas utilizadas en el sector de la construcción (cantidades aproximadas tomadas parcialmente de Wolters, 1995)	15
Tabla 4.2.	Datos de generación de residuos de Residuos de Construcción y Demolición (millones de toneladas)	16
Tabla 4.3.	Composición de los Residuos de Construcción y Demolición en la Comunidad Autónoma de Madrid	17
Tabla 4.4.	Tipos de peligrosidad en los Residuos de Construcción y Demolición	17
Tabla 4.5.	Algunos elementos potencialmente peligrosos en los Residuos de Construcción y Demolición	18
Tabla 5.1.	Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en los Estados Miembros de la UE	20
Tabla 6.1.	Plantas de machaqueo y clasificación de Residuos de Construcción y Demolición fijas y móviles en los Estados Miembros	25
Tabla 8.1.	Precios de aceptación de los Residuos de Construcción y Demolición en las Plantas de Reciclaje Belgas	28
Tabla 8.2.	Precios para los áridos derivados de Residuos de Construcción y Demolición en Bélgica	28
Tabla 8.3.	Precios de Aceptación de los Residuos de Construcción y Demolición en las plantas de reciclaje alemanas	30
Tabla 8.4.	Precios para los áridos derivados de los Residuos de Construcción y Demolición en Alemania	30
Tabla 8.5.	Estructura de costos para la demolición selectiva y la demolición convencional	31
Tabla 11.1.	Generación de residuos de madera en la CAPV según estudios del Gobierno Vasco y de ANFTA (Ton/año o m ³ /año)	40
Tabla A.1.	Peligrosidad potencial de varios grupos de residuos de madera en la antigua República Alemana	46

Glosario de Términos

ANFTA	Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros
APME	Asociación Europea de Fabricantes de Plásticos
RC&D	Residuos de Construcción y Demolición
BIR	Bureau Internacional para el Reciclaje
CAPV	Comunidad Autónoma del País Vasco
CER	Código Europeo de Residuos
CFC	Sustancias clorofluoro carbonadas
EAJ	Hornos de Arco Eléctrico
EEA	Agencia Europea del Medio Ambiente
IPTS_IRC	Institute for Prospective Technological Studies
PAH	Hidrocarburos poliaromáticos
PCB	Policloruro de bifenilo
PVC	Polivinilo de cloro
RFA	Residuos fragmentados de Automóviles
RFA	Residuos de Fragmentación del Automóvil
RP	Residuos Peligrosos
TAC	Comité Técnico para el Progreso y Adaptación de la Ciencia y Tecnología
UE	Unión Europea





1. El contexto en la Comunidad Autónoma del País Vasco

1.1 Los Residuos de Construcción y Demolición y el Sector de la Construcción

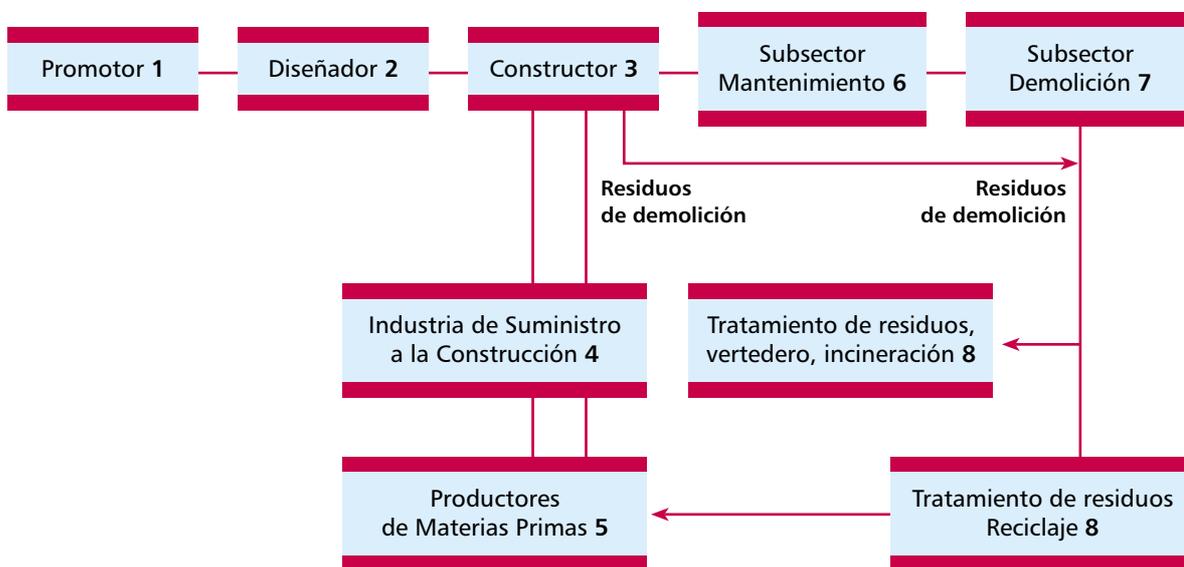
La producción de residuos de Construcción y Demolición está íntimamente ligada a la actividad del sector de la construcción, si bien la generación de residuos propiamente dicha tiene que ver, en su inmensa mayoría con el hecho de la demolición de edificaciones e infraestructuras que han quedado obsoletas. La obsolescencia de los edificios e infraestructuras está ligada en gran medida con el envejecimiento y en este sentido, dada su considerable longevidad, la tipología y por ende el modo de gestión de los residuos de construcción y demolición presentan un componente de carácter histórico que es preciso tener muy en cuenta.

Pero no es el envejecimiento el único factor que induce a la demolición de las obras de construcción. Los gran-

de construcción, se puede considerar que la generación de este tipo de residuos es responsabilidad del mismo en la práctica totalidad. Otra cosa es que hasta el momento los datos estadísticos sólo reflejan los resultados globales de la actividad del sector y sus subsectores principales y por lo tanto no queda reflejada de forma específica la actividad de la demolición.

Por otra parte, tal y como se muestra en la Fig. 1, son muchos los actores que operan dentro de la cadena de la construcción en una red de exigencias establecidas por la normativa, las guías técnicas y los estándares de calidad. Más aun, con respecto al reciclaje de los residuos que como se verá más adelante, constituye el tema central en la gestión de los mismos, son elementos tractores subyacentes, la disponibilidad de espacio para el vertido y disponibilidad de recursos naturales en cada país específico.

Figura 1. La cadena de la construcción.



des cambios en el funcionamiento de la economía global (de carácter tecnológico orientación de mercados etc., provocan de una forma cíclica la obsolescencia de edificaciones industriales, comerciales, obras de infraestructura urbana, viaria etc., dando lugar a una actividad de demolición intensa a lo largo de los años que siguen y durante los cuales se aborda la adaptación de la economía a las nuevas condiciones.

De todas formas, en la medida en que las demoliciones son operaciones llevadas a cabo por el sector de la

A partir de la figura 1 se aprecia que la promoción del reciclaje (con lo que tiene de innovación) en el sector de la construcción resulta bastante complicado. Así, por ejemplo: un suministrador de materia prima secundaria (áridos reciclados a partir de residuos de construcción y demolición) en principio de calidad adecuada, tiene que superar todo tipo de barreras, incluso cuando la cuestión económica no presente ningún problema. El contratista tiene que estar convencido de que estos materiales cumplen con las especificaciones impuestas por el promotor. Los diseñadores deben de estar convencidos de que la uti-

lización de materiales secundarios no afecta a las prestaciones que debe de dar la obra. El promotor puede incluso ver un riesgo en el uso de estos materiales. Los estándares de calidad existentes pueden estar redactados de forma que (incluso por omisión) no permiten el uso de materiales secundarios.

Resumiendo, una condición previa para conseguir una reutilización amplia de los materiales secundarios que pudieran producirse a partir de los residuos de Construcción y Demolición es conseguir una buena interacción entre los promotores, los diseñadores, los contratistas la industria de suministro de materiales y los suministradores de materiales secundarios.

1.2 El Sector de la Construcción en la Comunidad Autónoma del País Vasco

El Sector de la Construcción en la Comunidad Autónoma del País Vasco generó en 1998 un valor añadido bruto (VAB) de 355,5 mil millones de pesetas, un 6,9 % del VAB total de la economía de esta Comunidad Autónoma y dio empleo a 63.000 personas, es decir, un 8,1 % del empleo total¹.

Desde el punto de vista del flujo de materiales en el Sector, los áridos suelen representar alrededor de un 74 % del total de los materiales empleados, mientras que otro 10% corresponde a carbonato cálcico, arcillas, piedra y yeso natural. El 10% restante estaría formado por metales, madera y plásticos.

El consumo anual de áridos en la Comunidad Autónoma del País Vasco se estimó en²:

- 15,9 millones de toneladas para el año 1999, y
- 16,3 millones de toneladas para el año 2000.

Esto representa un consumo *per cápita* de entre 7,5 y 7,7 ton/hab/año, cifras que encajan bien con las estimaciones hechas para la Unión Europea en su conjunto para la que se estima un consumo de 6 ton/hab/año ó 2.000 millones de toneladas totales.

En términos económicos, el VAB, producido por el Sector en la Comunidad Autónoma del País Vasco se reparte entre los subsectores que se describen abajo de la siguiente manera:

- **Edificación:** 74,4%.
- **Viviendas familiares (53,8%):** 40,5%
- **Edificación no residencial**

y colectiva (46,2%): 34,37%

– **Obra Civil:** 25,60%

La cantidad de residuos de construcción y demolición que se generan en la Comunidad Autónoma del País Vasco se estima (ver cap. 9) que se pueden situar entre 1 millón y 1,5 millones de toneladas al año. Si la estimación de esta cifra ya presenta muchas dificultades, el reparto de la misma entre los subsectores antes descritos resulta aún más difícil.

Entre un 66 y un 77% (ver Tabla 4.2) de los residuos de construcción y demolición corresponden a la subcorriente de hormigón tejas, ladrillos etc..., es decir, esta constituye la corriente mayoritaria que si está exenta de otro tipo de materiales puede ser reciclada en su totalidad destinándola a la fabricación de áridos secundarios, algo que ya se ha conseguido en varios países de la Unión Europea.

De acuerdo con las estimaciones anteriores esta subcorriente podría representar en la Comunidad Autónoma del País Vasco una cantidad anual de entre 700.000 y 1.150.000 toneladas anuales. Potenciar el reciclaje de este material representa el mecanismo tractor más importante para una buena gestión del conjunto de los residuos de construcción y demolición. Efectivamente hacer económicamente viable este reciclaje motivaría la separación del resto de los materiales tales como metales, madera, vidrio, plástico y substancias peligrosas con el doble efecto de facilitar el reciclaje de los mismos y el cumplimiento de la normativa relativa a los residuos peligrosos.

El éxito en el reciclaje de los áridos depende de dos cuestiones básicamente. Los áridos secundarios deben de, por un lado encontrar una aplicación en la que sean admitidos siendo competitivos con los áridos naturales; y por otro, es preciso eliminar las barreras que encuentran para su aceptación, principalmente la relacionada con las actitudes contrarias a su utilización que se suelen dar, como ya se ha explicado, en distintas partes de la cadena de la construcción.

El consumo total de áridos en la Comunidad Autónoma del País Vasco está muy por encima de las posibilidades de producción de áridos secundarios (16/1 aprox.), con lo cual la máxima sustitución posible se sitúa en un 6,25%. Sin embargo aplicaciones de gran consumo como son la fabricación de hormigón, prefabricados y morteros con un consumo de 10,5 ton/año, parece que quedan fuera de las posibilidades de estos áridos secundarios³.

¹ Informe del Sector de la Construcción en la CAPV 1998. EUSTAT.

² Fuente: ANEFA (Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos).

³ IPTS, Institute for Prospective Technological Studies. Refiriéndose a la experiencia holandesa "sin embargo, la mayoría de los residuos de construcción y demolición se utilizan en las bases y subbases de carreteras, siendo marginal la utilización que se hace en aplicaciones de mayor calidad como es el caso de hormigón para viviendas".

La aplicación más inmediata podría estar en las bases y subases de carreteras y explanadas. Según estimaciones de ANEFA, el consumo en bases y subases se situó en el año 2000 en 3,8 millones toneladas. Aquí la sustitución alcanzaría un 26%, es decir, aparentemente no parecería que deba de existir ningún problema de mercado siempre y cuando el precio final del árido secundario sea competitivo con el del árido natural. Sin embargo todavía queda la duda de que el material fuera aceptado tanto para la creación de las bases y las subases o su aplicación quede limitada a las subases.

Una vez identificados los posibles usos de los áridos secundarios procedentes de los residuos de construcción y demolición queda por diseñar las acciones que se deben emprender para eliminar las barreras antes citadas con las que se encuentran a la hora de ser admitidos en estas aplicaciones. La acción principal tiene que ver con la calidad del material conseguido, la certificación de esta calidad y la inclusión de los mismos en las Normas pertinentes.

Hasta el momento, a nivel europeo se está esperando los resultados del Comité Técnico CEN 154 que debe desarrollar las especificaciones de comportamiento de los materiales secundarios reciclados a partir de los residuos de construcción y demolición. Este Comité técnico ya ha elaborado los borradores de cinco normas a nivel de pre-norma europea (prEN) que pueden considerarse como definitivas en la práctica. A nivel estatal apenas se ha avanzado en cuanto a la normalización de los áridos secundarios. Recientemente han sido únicamente nombrados en el Pliego de prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3) normativa relativa a la construcción.

Dentro de la Comunidad Autónoma del País Vasco, la Diputación de Bizkaia ya normaliza el uso de escorias de

acería de horno de arco eléctrico a través de Pliegos de Prescripciones Particulares que regulan el uso de este material en capas estructurales de firme (explanada mejorada, sub-base, base y mezclas bituminosas en caliente), lo cual marca un precedente en la normalización de la utilización de áridos secundarios. El Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco está redactando una norma de firmes flexibles semirrígidos, la cual incluirá un apartado de Prescripciones Técnicas Particulares para el uso de estas escorias en firmes de carreteras cuyo ámbito de aplicación sea la Comunidad Autónoma del País Vasco. Siguiendo el ejemplo de las escorias sería deseable que las instituciones vascas competentes iniciaran los trabajos necesarios para la normalización del uso de los áridos secundarios procedentes de los residuos de construcción y demolición.

Finalmente, es de resaltar que ya existe en la Comunidad Autónoma del País Vasco una cierta actividad recicladora de residuos de Construcción y Demolición. En concreto existen, al menos, 6 plantas de trituración móviles que producen áridos secundarios *in situ* y su número continúa aumentando en parte debido a las dificultades de encontrar lugares de vertido a precios competitivos.

Mención aparte merece la Planta de Reciclaje de Materiales de Construcción que la sociedad B.T.B está construyendo en Bizkaia. Se trata de una planta centralizada que recibirá residuos de demolición tanto de hormigón limpio como mezclados y que tras la separación de los componentes no pétreos (madera, metal y plásticos) procederá a su trituración para la producción de áridos secundarios. La planta tiene una capacidad de tratar 300.000 ton/año en un turno y se estima que producirá unas 250.000 ton/año de áridos secundarios, 27.000 ton/año de madera 14.000 ton/año de metales y 10.500 ton/año de plásticos y otros.



Residuos de Construcción y Demolición: una corriente prioritaria

Sobre la base de la legislación comunitaria desarrollada hasta el momento (Tratado de la Unión Europea, Quinto Programa de Acción Medio Ambiental - Hacia la sostenibilidad y legislación de residuos), la Resolución del Consejo del 7 de mayo de 1990 inició el Programa de Corrientes de Residuos Prioritarias dentro del cual se comenzó con proyectos específicos tan pronto como a principios de 1991.

Con el fin de identificar aquellos residuos que se consideraban como prioritarios se procedió al envío de cuestionarios a los Estados Miembros, y sobre la base de las respuestas obtenidas se iniciaron los siguientes proyectos de Corrientes de Residuos Prioritarios:

- Neumáticos Usados;
- Vehículos Fuera de Uso;
- Disolventes Clorados;
- Residuos Hospitalarios;
- Residuos de Construcción y Demolición; y,
- Residuos de Equipos Eléctricos y Electrónicos.

La estrategia adoptada para el caso de los Residuos de Construcción y Demolición consistió en implicar a todos los actores presentes en esta corriente mediante la constitución del Grupo de Proyecto de Construcción y Demolición en el año 1992, en el cual participaron 80 miembros en representación de las siguientes organizaciones y Grupos:

- Industria de la construcción.
- Fabricantes de materiales.
- Vendedores y organizaciones mercantiles.
- Arquitectos.
- Consumidores.
- Recicladores y recuperadores.
- Organizaciones de gestión de residuos.
- Agencias de Medio Ambiente.
- Autoridades locales y regionales.
- Estados Miembros.
- EFTA.
- Comisión Europea.

El Grupo de Proyecto mantuvo reuniones de trabajo desde agosto de 1992 hasta junio de 1995 y el resultado de sus trabajos comprende 3 Documentos de Proyecto:

- **Parte 1** - Documento Informativo.
- **Parte 2** - Documento Estratégico.
- **Parte 3** - Recomendaciones del Grupo de Proyecto.

Posteriormente la Comisión Europea encargó un estudio sobre "*Prácticas de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición sus Impactos Económicos*" que fue llevado a cabo por Symonds Group Ltd (Reino Unido) en asociación con ARGUS (Alemania), COWI (Dinamarca) y PCR Bouwcentrum (Holanda), comenzando en enero de 1998 y acabando en marzo de 1999. El tema





de los residuos de Construcción y Demolición y más específicamente el reciclado de áridos, fue objeto de discusión en el Foro sobre la Competitividad de la Industria del Reciclaje organizado por la DG III (Empresa) y la DGXI (Medio Ambiente) y que tuvo lugar en Bruselas entre enero de 1999 y enero del año 2000.

La elección de los residuos de construcción y demolición como una corriente prioritaria obedece a una serie de razones:

- Los áridos de construcción constituyen después del aire y el agua el primer producto natural en cuanto a consumo se refiere:

■ **"6 ton/ciudadano de la Unión Europea o 2.000 millones de toneladas año en la Unión Europea"**

- Esta cifra da una idea de la participación de la construcción en la *intensidad material* de la economía. Un alto nivel de reciclaje puede conseguir un efecto beneficioso relativamente en la reducción de esta intensidad material de la economía. Para Países con escasos recursos naturales de materiales de construcción (p.e., Holanda y Dinamarca) el reciclaje de parte de los residuos de Construcción y Demolición (en adelante *RC&D*) como áridos resulta estratégicamente importante.
- Los residuos de construcción y demolición representan, en cuanto a cantidad generada, una de las

corrientes de residuos mayores. El depósito en vertedero de estos residuos representa un problema, sobre todo en los países europeos más densamente poblados.

- Además de la sub-corriente de hormigón, ladrillos, tejas etc., de la que se pueden obtener áridos de construcción secundarios, existen corrientes importantes como el plástico y la madera que pueden ser objeto de reciclaje o valorización energética con la particularidad de que ya existe una demanda para estos materiales secundarios. Además de estos últimos, son muchos los materiales que de ser recogidos selectivamente presentan un valor de mercado obvio.
- Los residuos peligrosos contenidos en los residuos de construcción y demolición mezclados, resultantes de demoliciones no selectivas no presentan una gestión adecuada.
- El impacto ambiental de la producción de áridos naturales a partir de canteras resulta en general superior al correspondiente del reciclaje del material de Construcción y Demolición para fines similares.
- Finalmente y con carácter general, la jerarquía definida en la Estrategia Oficial de la Comunidad en cuanto a gestión de residuos, exige avanzar hacia modelos de gestión considerados mejores que el depósito en vertederos. Es lógico que la corriente de residuos posiblemente más importante desde el punto de vista de la cantidad generada se vea afectada por el mandato contenido en la estrategia.



3. Aspectos legislativos

3.1 Catálogo Europeo de Residuos

Desde el punto de vista de su clasificación los Residuos de Construcción y Demolición (incluyendo la Construcción de Carreteras) aparecen como tales a nivel de dos dígitos en el capítulo 17 del CER.

El CER fue aprobado inicialmente por la Comisión Europea en el año 1994⁴. Posteriormente el 3 de mayo de 2000 se publicó una nueva Decisión⁵ que modificaba el Catálogo Europeo de Residuos, ampliando las categorías consideradas y modificando el carácter peligroso de algunos de ellos. Esta modificación se basaba en un análisis de unas 250 de las casi 5.000 comunicaciones recibidas por la Comisión desde los Estados miembros durante el periodo transcurrido desde la publicación del Catálogo y la fecha de la publicación de la citada Decisión, junio de 2000.

El TAC⁶ de Residuo continuó con la discusión de la totalidad de las comunicaciones recibidas llegando finalmente a un nuevo acuerdo para modificar la Decisión 2000/532/CE a partir de lo cual se ha adoptado las Decisiones 2001/118, 119 y 573/CE/CE de 16 de Enero de 2001 que modifica a la anterior y establece el nuevo Catálogo Europeo de Residuos que entrará en vigor el 1 de enero de 2002.

El nuevo CER divide a la corriente de RC&D en 8 sub-corrientes a nivel de cuatro dígitos:

- **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.

A nivel de 6 dígitos la 2ª versión del CER identifica un total 34 corrientes que corresponden tanto a materiales específicos como a mezclas o denominaciones de carácter genérico. A estas 34 corrientes hay que añadir cuatro más que son entradas espejo que definen otras tantas corrientes de residuos peligrosos cuando la corriente original contiene sustancias peligrosas.

Finalmente la versión del CER citada presenta 16 corrientes de residuos peligrosos:

- **17 01 06*:** Mezclas de o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y material cerámico que contienen sustancias peligrosas.
- **17 02 04*:** Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas.
- **17 03 01*:** Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
- **17 03 03*:** Alquitrán de hulla y productos alquitranados.
- **17 04 09*:** Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas.
- **17 04 10*:** Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán y/o sustancias peligrosas.
- **17 05 03*:** Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas.
- **17 05 05*:** Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas.
- **17 05 07*:** Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas.
- **17 06 01*:** Materiales de aislamiento que contienen amianto.
- **17 06 03*:** Otros materiales aislantes que consisten en o contienen sustancias peligrosas.

⁴ Decisión 94/3/CE por la que se establece la lista de residuos de conformidad con la letra a) el artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos.

⁵ Decisión 2000/532/CE de la Comisión de 3 de mayo de 2000, que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece la lista de residuos de conformidad con la letra a) el artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos.

⁶ TAC: Comité Técnico para el Progreso y Adaptación de la Ciencia y Tecnología.

- **17 06 05***: Materiales de construcción que contienen amianto.
- **17 08 01***: Materiales de construcción a base de yeso contaminado con sustancias peligrosas.
- **17 09 01***: Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
- **17 09 02***: Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (p.e. sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores con PCB).
- **17 09 03***: Otros residuos de construcción y demolición mezclados que contienen sustancias peligrosas.

3.2 Medidas utilizadas en la Unión Europea para influenciar sobre la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición

El *Informe Symonds*⁷ realiza un análisis de las diferentes medidas legislativas llevadas a cabo en Europa con objeto de influenciar sobre la gestión realizada con los residuos de Construcción y Demolición.

En dicho informe se analiza hasta trece tipos de medidas diferentes que se aplican en el conjunto de los Estados Miembros de la Unión Europea. Las medidas más significativas y por lo tanto con mayor impacto sobre la gestión de los RC&D son las siguientes:

Restricciones o prohibiciones sobre el vertido

Holanda prohíbe el vertido de RC&D reciclables desde 1997. En Alemania, siguiendo el mandato contenido en la *"Ley de Ciclos"*⁸ los residuos recuperables de C&D no deben de ser vertidos. En Flandes hay una prohibición de verter este tipo de residuos mezclados que comenzó en julio de 1998. Austria obliga por ley a separar (demolición selectiva) y reciclar estos residuos desde 1993. Finalmente Suecia prohibirá el vertido de residuos combustibles a partir del 2.002 y de materia orgánica a partir del 2.005 lo cual influirá sobre el vertido de los residuos mezclados de Construcción y Demolición.

Impuestos sobre el vertido

En estos momentos la mayoría de los Estados Miembros han adoptado la medida de exigir un impuesto sobre el vertido de residuos en general y de los RC&D en particular. Aunque la naturaleza del impuesto (finalista o no) varía de unos Estados Miembros a otros, se trata de un

costo añadido al precio de admisión en vertedero. La Tabla 3.1. muestra la situación europea en cuanto a los impuestos sobre el vertido que están actualmente en vigor en los diferentes Estados Miembros.

Hay que hacer notar que desde 1997 son varios los países europeos que han introducido impuestos sobre el vertido o los han incrementado.

Resumiendo, nueve estados miembros han establecido un régimen impositivo sobre los residuos que van a vertederos. Adicionalmente Alemania, que no tiene impuestos sobre el vertido prohíbe el vertido de aquellos residuos que son reciclables entre los que se incluyen los residuos de C&D. De todas formas este país está considerando la introducción de un impuesto sobre el vertido de residuos peligrosos e industriales voluminosos.

Como puede verse, la introducción de impuestos sobre el vertido de residuos se ha extendido a lo largo de estos últimos años lo cual concuerda con la tendencia generalizada a establecer e incluso incrementar la cuantía de los impuestos medioambientales como parte de una reforma más amplia de las políticas fiscales que incluye la reducción de impuestos directos y/o contribuciones a la seguridad social. Los efectos globales de esta política fiscal pueden verse en la Tabla 3.2 obtenida de Eurostat.



⁷ Informe Symonds "Construction and Demolition waste management practices and their economic impacts" February 1999, DGXI, European Commission.

⁸ Waste Avoidance, Recycling and Disposal Act, 7/10/96.

Tabla 3.1. Impuestos al vertido de Residuos de Construcción y Demolición en los Estados Miembros de la Unión Europea.

Estado Miembro	Impuestos y comentarios		
Dinamarca	45,2 €/ton con carácter general para todos los residuos. Impuesto no-finalista establecido en 1987 e incrementada en 1997. Además se grava la extracción de gravas con un impuesto sobre recursos naturales con 1,35 €/ton aprox.		
Holanda	En Holanda se introdujo un impuesto general de carácter disuasivo para el vertido de 13,8 €/ton. A partir de aquí los impuestos sobre vertido varían de provincia a provincia desde las 22,8 €/ton a las 13,8 €/ton. Desde 1997 hay una prohibición total de verter residuos de Construcción y Demolición.		
Suecia	Suecia ha introducido en el año 2000 un impuesto general al vertido de 30,12 €/ton.		
Finlandia	15 €/ton desde el 1 de enero de 1997.		
Bélgica:	16,1 €/ton impuesto federal por declaración para importación/exportación.		
• Flandes	3,6-22,2 €/ton como carga asignada para temas especiales para residuos que van a vertido o incineración.		
• Valonia	9,6-74,45 €/ton sobre residuos peligrosos (el destino de estos impuestos son gastos ambientales).		
Austria	El gravamen del vertido en Austria está ligado a la Ley de Limpieza de Suelos Contaminados y distingue entre vertederos conformes con el "estado del arte" de la tecnología y los no conformes, siendo además progresiva su aplicación en el tiempo. El impuesto también difiere según de que tipo de residuo se trate. Las cifras que se dan a continuación corresponden a los Residuos de Construcción y Demolición:		
	Fecha de aplicación	Vertedero no conforme	Vertedero conforme
	1 de enero de 1997	4,3 €/ton	4,3 €/ton
	1 de enero de 1998	5,7 €/ton	5,7 €/ton
	1 de enero del 2001	7,2 €/ton	5,7 €/ton
	1 de enero del 2004		7,2 €/ton
Alemania	Propuesta de impuesto: • Residuos peligrosos: 96,3 €/ton. • Residuos industriales voluminosos: 75 €/ton.		
Reino Unido	10 €/ton para residuos activos. Se prevé un incremento hasta las 14,5 €/ton. 2,9 €/ton para residuos inactivos. El impuesto entró en vigor en 1996. La recaudación se emplea para mejorar la gestión de los residuos. El gobierno está considerando imponer un impuesto sobre los áridos extraídos de canteras.		
Italia	1 €/ton para residuos inertes que van a vertedero. Para otro tipo de residuos el impuesto puede llegar hasta las 10 €/ton.		
Francia	Hay un impuesto general de 6 €/ton para residuos que van a vertederos Clase I y Clase II. No hay impuesto para residuos que van a vertederos Clase III (inertes). 12 €/ton para los residuos industriales tratados.		
España, Irlanda, Portugal y Grecia	No hay impuestos sobre el vertido.		
Luxemburgo	No se tiene información al respecto.		

Fuente: Informe Symonds. The Ecotax Database of Forum for Future. DG Environment, salvo que se especifique la fuente.

Tabla 3.2. Recaudación de impuestos de acuerdo a diferentes factores económicos como % del PIB, 1990 y 1997 en la Unión Europea.

Unión Europea	1990	1997	Incremento
Capital	7,2	7,5	3,6 %
Consumo	10,9	11,4	4,0 %
Empleo	22,3	23,5	5,3 %
Medio Ambiente	2,5	2,9	13,7 %

Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente 2.000 Recent Developments in the use of environmental taxes in the European Union.



Otras medidas

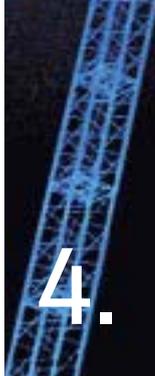
Del resto de medidas analizadas en el Informe la mas ampliamente utilizadas tanto por los diferentes Estados Miembros como en el ámbito de la Unión Europea es la de las ayudas a I+D junto a diversos proyectos de demostración y la redacción de planes de gestión de residuos incluyendo objetivos de reciclaje creciente y vertido decreciente.

Se han establecido *Acuerdos Voluntarios* relativos al tema pero de distinta naturaleza en Alemania (nivel es-

tatal y local), Holanda, Flandes y Valonia, Austria, Dinamarca y Suecia.

El intercambio electrónico (comercio electrónico) relativo al reciclado de RC&D se da en Alemania, Reino Unido, Flandes, Austria y Suecia. Y el intercambio convencional en Dinamarca y Finlandia

La medida más efectiva es una combinación de medidas, particularmente las encaminadas a poner restricciones al vertido y establecer costos de depósito en vertedero altos.



Inventario y caracterización de los Residuos de Construcción y Demolición en Europa

4.1 Origen de los Residuos de Construcción y Demolición

El origen de los residuos de construcción y demolición tal y como su nombre indica provienen de la construcción y demolición de edificios e infraestructuras. No obstante su composición varía en función del tipo de infraestructuras de que se trate.

El sector de la construcción y edificación puede dividirse de acuerdo al objeto de la construcción en:

1. Sector de la edificación – vivienda y edificios utilitarios – el cual incluye:
 - El sector de la vivienda que se dedica a la construcción, mantenimiento y renovación de viviendas;
 - El sector de edificación utilitaria que construye mantiene y renueva oficinas, edificios industriales y similares.
2. Sector de infraestructuras que incluye:
 - Construcción de carreteras;
 - Otras infraestructuras especiales (artefactos tales como, puentes y túneles, canales etc.).

La composición de los residuos de C&D, refleja en sus componentes mayoritarios el tipo y distribución porcentual de las materias primas que utiliza el sector, si bien hay que tener en cuenta que éstas pueden variar de un país a otro en función de la disponibilidad de los mismos y los hábitos constructivos. Los materiales minoritarios dependen, en cambio, de un número de factores mucho más amplio como pueden ser el clima del lugar, el poder adquisitivo de la población, los usos dados al edificio etc.

Por otro lado, como ocurre con todos los residuos procedentes del fin de vida de los bienes de consumo, la composición de las edificaciones varía a lo largo del tiempo y con ello también cambia la composición de los residuos de Construcción y Demolición según sea la edad del edificio o estructura que es objeto de demolición.

En la Tabla 4.1 se reproduce una posible distribución del porcentaje en volumen de las distintas materias primas utilizadas en la construcción.

Tabla 4.1. Materias primas utilizadas en el sector de la construcción (cantidades aproximadas tomadas parcialmente de Wolters, 1995).

Material	% en volumen
Arena	60
Grava	14
Caliza (Producción de cemento)	6
Arcilla	6
Piedra natural	4
Yeso natural	1
Metales	4
Madera	2
Petróleo (plásticos)	3
Total	100

Fuente: Informe Symonds.

4.2 Inventario de los Residuos de Construcción y Demolición

El informe Symonds divide los residuos de C&D en lo que ellos llaman residuos de C&D "básicos" (core) y el resto. Los residuos básicos incluyen la mezcla de materiales que se obtiene cuando se demuele un edificio o un elemento infraestructura. Los residuos de C&D básicos excluyen los provenientes de la planificación viaria (carreteras) suelos excavados (sean o no contaminados) conexiones externas entre utilidades y servicios (tuberías de drenaje, agua, gas y electricidad) y vegetación superficial. El informe se concentra fundamentalmente en los residuos básicos de Construcción y Demolición.

La información más fiable sobre las cantidades de residuos de C&D generadas en Europa son las que aparecen en el informe citado anteriormente y dentro de estas las mejores estimaciones corresponden a la parte de residuos que en el mismo se denominan como básicos⁹.

La Tabla 4.2. recoge los datos de generación de residuos de construcción y demolición para los 15 estados de la Unión Europea.

⁹ En enero del 2.002 la Agencia Europea de Medio Ambiente ha publicado el informe "Review of Selected Waste Streams" que da cifras más recientes sobre cantidades generadas de residuos de C&D. Los cambios más importantes aparecen en países como Finlandia y Alemania con generaciones per cápita 1.500 y 2.700 ton/año. Sin embargo estas cifras incluyen cantidades enormes de tierras excavadas, o como en el caso alemán, también enormes cantidades de materiales de minas de superficie.

Tabla 4.2. Datos de generación de residuos de Residuos de Construcción y Demolición (millones de toneladas).

Estado Miembro	Año estadístico estimación	Hormigón, ladrillos, tejas, etc. (inertes)	Otros residuos básicos de C&D	Sub-total (resid.) básicos C&D	Población millones (1997)	Residuos básicos de C&D (kg./per/año)	Suelo, piedras, etc.	Carreteras (asfalto básicamente)	Total
Alemania	1994-6	45,0	14,0	59,0	82,0	720	215,0	26,0	300,0
Reino Unido	1996	s/r	s/r	30,0	58,9	509	29,5	7,5	67,0
Francia	1990-2	15,6	8,0	23,6	58,4	404	s/r	s/r	s/r
Italia	1995-7	s/r	s/r	20,0	57,5	348	s/r	s/r	s/r
España	1997	s/r	s/r	12,8	39,3	325	s/r	s/r	s/r
Holanda	1996	10,5	0,7	11,2	15,6	718	6,3	2,7	20,2
Bélgica	1996	6,4	0,3	6,8	10,2	666	27,0	0,9	34,7
Austria	1997	3,6	1,1	4,7	8,1	580	20,0	1,7	26,4
Portugal	1997	S/r	s/r	3,2	9,9	325	s/r	s/r	s/r
Dinamarca	1996	1,8	0,8	2,7	5,3	509	7,7	0,4	10,7
Grecia	1997	1,1	s/r	1,8	10,5	172	s/r	s/r	s/r
Suecia	1996	1,1	0,6	1,7	8,8	193	1,5	2,7	5,9
Finlandia	1997	0,5	0,8	1,3	5,1	255	8,0	0,1	9,4
Irlanda	1995-7	0,4	0,2	0,6	3,7	162	1,3	0,0	1,9
Luxemburgo	1997	s/r	s/r	0,3	0,4	700	s/r	s/r	s/r
TOTAL	-	-	-	179,7	373,7	481	-	-	>450

*s/r. Sin respuesta.

Fuente: Informe Symonds.

La fiabilidad de los datos varía mucho de un Estado a otro dependiendo del nivel que la política de gestión de los residuos de Construcción y Demolición ha alcanzado en los mismos y de los métodos de estimación empleados. Holanda y Dinamarca, y posiblemente también Alemania, presentan los datos de mayor fiabilidad.

Para España, Portugal y Luxemburgo los datos se han calculado suponiendo una generación *per cápita* (estimada en 325 kg/capita/año para España y Portugal a partir de cifras dadas por el Gobierno de Cataluña y en 700 kg/cápita y año para Luxemburgo) y multiplicando por la población total.

Previamente a realizar un análisis sobre dicha tabla es necesario hacer algunas observaciones:

- La validez de la cifra utilizada para Italia puede ser puesta en duda cuando se compara con los datos históricos si bien parece que hay un componente político fuerte en la misma (el estamento político parece que se resiste a autorizar obras públicas en respuesta a los escándalos de corrupción y los casos de denuncias judiciales).

- La cifra francesa sólo tiene en cuenta la demolición de edificios y no incorpora los residuos de demolición de obras de infraestructuras. Se piensa además que esta misma cifra será revisada hacia arriba representando un incremento del 36%. Si a esto se añade la generación de residuos debida a la obra pública, Francia produciría una cantidad de residuos básicos de Construcción y Demolición muy similar a la del resto de Países del norte europeo.
- Las bajas cifras de Suecia y Finlandia en cuanto a generación *per cápita*, incluso comparadas con el tercer país escandinavo (Dinamarca), reflejan por un lado el mayor uso de madera en la construcción y por otro, la baja densidad de su población y la situación relativa de la actividad de la construcción entre ellos. El resto de cifras de generación *per cápita* bajas se han deducido sobre la base de estimaciones partiendo de la cifra catalana (Portugal y España) o a partir de estadísticas oficiales para el caso de Irlanda.

4.3 Caracterización de los Residuos de Construcción y Demolición

Como ya se ha mencionado anteriormente la composición de los residuos de Construcción y Demolición, refleja en sus componentes mayoritarios el tipo y distribución porcentual de las materias primas que utiliza el sector de la construcción, si bien hay que tener en cuenta que éstas pueden variar de un país a otro en función de la disponibilidad de los mismos y los hábitos constructivos.

El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006¹⁰, presenta una composición para los residuos de construcción y demolición de acuerdo con estudio que se llevó a cabo en la Comunidad Autónoma de Madrid que puede verse en la Tabla 4.3.



Tabla 4.3. Composición de los Residuos de Construcción y Demolición en la Comunidad Autónoma de Madrid.

Material	% en peso
Escombros	75
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54
Hormigón	12
Piedra	5
Arena, grava y otros áridos	4
Resto	25
Madera	4
Vidrio	0,5
Plástico	1,5
Metales	2,5
Asfalto	5
Yeso	0,2
Papel	0,3
Basura	7
Otros	4

Fuente: Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2001-2006).

Nota: Ambas tablas tienen básicamente un valor indicativo.

La Unión Europea (y la mayoría de los Estados Miembros) está orientando la política de gestión de los residuos de C&D hacia un reciclaje masivo de los mismos, por esta razón parece conveniente abordar el tema de la composición de los mismos teniendo en cuenta este sesgo, es decir relacionándolos con asuntos tales como la separación selectiva, la recogida selectiva (demolición selectiva) y también la peligrosidad de parte de los mismos.

Tabla 4.4. Tipos de peligrosidad en los Residuos de Construcción y Demolición.

Corrientes de residuos	Ejemplos
1 Algunas corrientes de RC&D son peligrosas debido a que los materiales utilizados originalmente contenían proporciones altas de materiales que eran por sí peligrosos.	Son ejemplos los fibrocementos, el plomo, los alquitranes y residuos de preservantes, adhesivos, colas y sellantes y ciertos plásticos.
2 Algunos materiales se convierten en peligrosos como consecuencia directa del medio en el cual han estado durante muchos años.	Un ejemplo sería el de una industria en la que se han producido reacciones de superficie entre el material original inerte de los edificios y agentes químicos procedentes de procesos internos o próximos, arrastrados por el aire (o el agua) y que han convertido en peligrosos a parte de los materiales de fábrica de la industria.
3 Algunas corrientes de RC&D se convierten en peligrosas si materiales peligrosos se dejan en ellos y/o subsecuentemente se mezclan con ellos.	El ejemplo clásico es el de envases de pinturas arrojados al montón de ladrillos y hormigón, convirtiendo a todo el montón en peligroso.

Fuente: Informe Symonds.

¹⁰ Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2001-2006).

Un posible agrupamiento en este sentido de los residuos de Construcción y Demolición podría ser el siguiente:

- (i) *Peligrosos y potencialmente peligrosos.*
- (ii) *No inertes que justifican una separación y recogida selectiva.*
- (iii) *Inertes que justifican una separación y recogida selectiva.*

(i) peligrosos y potencialmente peligrosos

En la Tabla 4.4. se muestra cómo pueden convertirse en peligrosos o potencialmente peligrosos los residuos de Construcción y Demolición.

Hay que hacer notar que el tipo de edificación/estructura y la época en que fue construida son los factores que más influyen en la presencia de residuos peligrosos, tanto en cantidad como en su tipología.

Un análisis detallado de estos aspectos queda fuera del alcance del presente trabajo, dada la complejidad del mismo, y sobre todo, la falta de información y datos.

De forma más detallada, la Tabla 4.5. lista una serie de elementos potencialmente peligrosos que pueden aparecer en los Residuos de Construcción y Demolición y que incluyen los residuos que se producen en la fase de construcción propiamente dicha.

Tabla 4.5. Algunos elementos potencialmente peligrosos en los Residuos de Construcción y Demolición.

Producto/material	Componentes potenc. peligrosos	Propiedades potenc. peligrosas
Aditivos para el hormigón	Hidrocarburos disolventes	Inflamables
Materiales a prueba de humedad	Disolventes, bitúmenes	Inflamables, tóxicos
Adhesivos	Disolventes, isocianatos	Inflamables, tóxicos, irritantes
Masillas/sellantes	Disolventes, bitumenes	Inflamables, tóxicos
Acabado de carreteras	emulsiones de alquitrán	Tóxico
Amianto	Fibra inhalable	Tóxica, cancerígeno
Fibras minerales	Fibras inhalables	Irritantes de piel y garganta
Madera tratada	Cobre, arsénico, alquitrán, pesticidas, fungicidas	Tóxico, ecotóxico inflamable
Sobras de resistentes al fuego	Compuestos halogenados	Ecotóxico
Pinturas y recubrimientos	Plomo, cromo, vanadio, disolventes	Tóxico, inflamable
Equipos de transformación	PCBs	Ecotóxico
Iluminación	Sodio, mercurio, PCBs	Tóxico, ecotóxico
Sistemas de acondicionamiento de aire	CFCs	Disminución de la capa de ozono
Sistemas contra incendios	CFCs	Disminución de la capa de ozono
Fábrica de edificio contaminada (incluida contaminación debida a su utilización previa)	Radionucleidos	Tóxicos
	Metales pesados incluidos cadmio y mercurio	Tóxicos
	Biopeligrosidad (ántrax)*	Tóxico
Productos animales*	Biopeligrosidad (ántrax)*	Tóxico
Botellas de gas	Propano, butano, acetileno	Inflamables
Resinas/rellenos, precursores	Isocianatos, anhídrido ftálico	Tóxico, irritante
Aceites y fueles	Hidrocarburos	Ecotóxicos, inflamables
Placas de tabicar	Origen posible de sulfuro de hidrógeno en vertederos	Inflamable, tóxico

* Se utilizaba pelo de caballo en los enlucidos como ligante en los enlucidos. Puesto que la enfermedad del ántrax estaba muy extendida hasta el siglo XIX y las esporas del ántrax son muy robustas y tienen una vida muy larga, las paredes enlucidas con anterioridad al siglo XIX deben de ser manejadas con cuidado cuando se procede a demoler estos edificios.

Fuente: Informe Symonds.

Ciñéndonos a los residuos producidos durante la demolición los materiales peligrosos que pueden aparecer durante esta operación son:

- materiales en base amianto;
- fibras minerales (aislamiento);
- madera tratada;
- material eléctrico conteniendo componentes tóxicos;
- refrigerantes en base a CFCs;
- sistemas de prevención de incendios en base a CFCs;
- residuos y productos peligrosos que pueden aparecer en el desmantelamiento y demolición de edificios o ruinas industriales.

Los materiales tóxicos contenidos en los edificios/estructuras a demoler deben de ser eliminados de manera selectiva con el fin de que:

- se asegure su gestión adecuada;
- no conviertan en peligrosos otros residuos que en origen no lo son;
- no interfieran en la reciclabilidad de las corrientes reciclables.

De las siete fracciones de residuos potencialmente peligrosos que pueden aparecer durante la demolición merecen especial atención las correspondientes a materiales en base a amianto y madera tratada. La primera porque exige una gestión especial y la segunda porque representando un recurso, bien como materia prima secundaria, o bien de carácter energético, constituye una corriente emergente de la que se tiene una mala información pero para la que se va perfilando un interés creciente por parte del mercado del reciclaje. En capítulos posteriores se estudiarán más a fondo ambas corrientes.

Los residuos peligrosos que pueden aparecer en el desmantelamiento de edificios y ruinas industriales representan un amplio abanico cuya naturaleza depende tanto del material utilizado en la construcción como del tipo de actividad que se desarrolló en el edificio en cuestión. La Guía Técnica, "*Criterios Ambientales para la Recuperación de Ruinas Industriales*" proporciona los criterios de actuación para la gestión de este tipo de residuos/materiales.

(ii) No – inertes para los que se justifica la separación y recogida selectiva

Algunos materiales pueden ser inertes o relativamente no peligrosos *in situ*, pero pueden convertirse en peligrosos o no inertes dependiendo del método de eliminación. Por ejemplo, algunas maderas tratadas o recubiertas pueden dar lugar a emisiones tóxicas cuando se queman. La madera no tratada, perfectamente adecuada para ser incinerada en el caso de que no pueda ser reutilizada o reciclada, debe ser eliminada de la fracción inerte debido a que su presencia en el material granulado triturado (áridos) devalúa el valor de este material secundario. Lo mismo sucede con los residuos plásticos y textiles que abundan en la mayoría de los residuos de la demolición.

El yeso puede dar lugar a sulfuro de hidrógeno gas cuando se deposita en vertedero. Por otro lado, también rebaja la calidad de los áridos de construcción si se encuentra presente en cantidades excesivas. No existe un valor comúnmente aceptado para la cantidad de yeso admisible en los áridos derivados de los residuos de Construcción y Demolición así como tampoco respecto a los porcentajes de este material aceptables en vertedero.

Finalmente existen otro tipo de materiales y productos cuya separación selectiva se justifica en función del valor económico que pueden presentar. Son ejemplos de estos materiales, los paneles de madera tallados, las puertas, las unidades de cristal doble selladas (especialmente las que tienen marcos de madera dura o PVC).

(iii) Inertes para los cuales se justifica el triaje o la recogida selectiva

La justificación principal para la separación selectiva de materiales inertes contenidos en la corriente destinada a machaqueo es económica. Los metales presentan un valor de reventa bien establecido, y en algunas zonas y determinados momentos, materiales tales como ladrillos y tejas presentan una demanda considerable. Lo mismo puede decirse de los ladrillos refractarios que mayoritariamente son reciclables para la producción de nuevos refractarios.

5.

Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición

El destino de los residuos de Construcción y Demolición se está moviendo rápidamente en Europa desde el relleno y vertido, hacia el reciclaje. El principal elemento tractor ha sido el incremento del costo del vertido y/o su prohibición como medio de internalización de costos ambientales, en algunos países europeos.

La fracción del residuo que en estos momentos es objeto de especial atención como material a ser reciclado, la denominada como Escombros en el PNRC, que representa alrededor del 75-80% del total de los residuos de Construcción y Demolición. Sin embargo debido al gran volumen que representan el total de estos residuos, las fracciones minoritarias como la madera y el plástico al-

canzan en los países más avanzados en la gestión de este tipo de residuos, una importante relevancia.

Es decir, el reciclaje de los residuos de C&D como áridos ha impulsado a su vez el reciclaje de otros materiales contenidos en los residuos básicos tales como la madera, los metales, los plásticos etc. En el capítulo 3.2. se ha descrito la definición de residuos básicos.

Partiendo de las estimaciones hechas por el Informe Symonds se ha preparado una tabla (Tabla 5.1.) simplificada que da una idea de la gestión de los residuos de C&D en los distintos Estados Miembros de la UE para los cuales se dispone de datos al respecto.

Tabla 5.1. Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en los Estados Miembros de la UE.

		Hormigón, ladrillos Tejas, etc.	Residuos básicos de C&D	Carreteras (principalmente asfalto)	Otros
Holanda	Reutilización %	0	0	72	
	Reciclaje %	93	90	28	madera 50%, metales 100%
	Incineración %	1	1	0	plástico 12%
	Vertedero %	6	9	0	10% madera incinerada
Bélgica	Reutilización %	1/1/1	1/1/2	0	madera 5%
	Reciclaje %	97/91/82*	94/85/81*	100	90 % metales 10% plásticos
	Incineración %	0	1/3/0	0	60% plásticos 50% madera
	Vertedero %	2/8/16*	4/11/17*	0	55% madera y 60 plástico incinerados
Dinamarca	Reutilización %	1	6	74	40% aislantes 38% metales
	Reciclaje %	97	75	26	98% metales 60 % madera 55% vidrio
	Incineración %	0	3	0	30% plásticos 15% madera
	Vertedero %	2	16	0	25% madera
Finlandia	Reutilización %	4	3	95	40% suelos y piedras
	Reciclaje %	76	42	5	75% metales 29% vidrio
	Incineración %	0	24	0	69% madera
	Vertedero %	20	31	0	70% vidrio 90% plástico 92% RC&D mezclados

* X/Y/Z Datos para Flandes / Bruselas / Valonia respectivamente.

		Hormigón, ladrillos, Tejas, etc.	Residuos básicos de C&D	Carreteras (principalmente asfalto)	Otros
Austria	Reutilización %	n.d.	n.d.	n.d.	
	Reciclaje %	50	41	65	
	Incineración %	n.d.	n.d.	n.d.	
	Vertedero %	50	59	35	85% RC&D mezclados
Reino Unido	Reutilización %	n.d.	n.d.	n.d.	41% suelos y piedras
	Reciclaje %	n.d.	45	80	
	Incineración %	n.d.	n.d.	n.d.	
	Vertedero %	n.d.	55	20	
Suecia	Reutilización %	0	1	60	25 % Vidrio
	Reciclaje %	20	20	0	70% metales 10% vidrio
	Incineración %	0	17	0	75% Madera 20% Plástico
	Vertedero %	80	62	40	100% Aislantes 80% plástico 65% vidrio
Alemania	Reutilización %	n.d.	n.d.	n.d.	
	Reciclaje %	18	17	80	
	Incineración %	n.d.	n.d.	n.d.	
	Vertedero %	82	83	20	86% RC&D mezclados
Francia	Reutilización %	n.d.	n.d.	n.d.	
	Reciclaje %	15	n.d.	n.d.	
	Incineración %	n.d.	n.d.	n.d.	
	Vertedero %	85	n.d.	n.d.	
Italia	Reutilización %	n.d.	6	n.d.	
	Reciclaje %	n.d.	3	n.d.	
	Incineración %	n.d.	n.d.	n.d.	
	Vertedero %	n.d.	91	n.d.	
Irlanda	Reutilización %	0	1	0	
	Reciclaje %	5	0	0	50% Suelos y piedras
	Incineración %	0	0	0	
	Vertedero %	95	99	100	100 % Madera, vidrio, plástico, metal, etc.
Resto	No hay datos para el resto de los Estados Miembros				

*n.d.: no disponible.

**Es necesario hacer constar que existe una gran variabilidad en cuanto a la calidad de los datos correspondientes gestión en los distintos Estados Miembros.

Fuente: Informe Symonds.



En la Tabla 5.1. se observa una clara división entre Países en cuanto al modo de gestión de los residuos de construcción y demolición. Un agrupamiento de Estados miembros en este sentido daría el siguiente resultado:

- **Holanda, Bélgica y Dinamarca** superan la cifra del 90% de reciclaje para la fracción de *hormigón, ladrillos, tejas, etc...* dentro de la corriente básica de RC&D. Holanda y Bélgica mantienen este altísimo grado de reciclaje para el resto de las fracciones que componen la corriente de residuos básica y también reciclan el 100% del asfalto procedente del residuo de construcción de carreteras.

La escasez de materias primas para la obtención de áridos vírgenes, y la dificultad de encontrar emplazamientos para vertederos están sin duda en el origen de esta política de reciclaje que, como se ha visto anteriormente, ha sido complementada con medidas de carácter legal y económico.

- **Finlandia, Austria y el Reino Unido** reciclan el 40 - 45% de los residuos básicos de C&D y entre el 50 y el 76% (Austria y Finlandia) de la corriente de *hormigón, ladrillos, tejas, etc.* El elemento tractor para impulsar el reciclaje parece que reside en una política de gestión de residuos que utiliza instru-

mentos de tipo económico (impuestos sobre el vertido) y legales (obligación de demoler selectivamente, acuerdos voluntarios, planificación y control).

- **Suecia, Alemania y Francia** reciclan el 15 - 20% de los residuos básicos de C&D. La baja cuota de reciclaje en Alemania contrasta con el elevado número de machacadoras operativas que hay en este país (1.000 con capacidad media de triturar 120.000 T/año)¹¹. Lo contrario sucede con los datos para el Reino Unido, donde se estiman solamente entre 50 - 100 machacadoras y sin embargo se reportan reciclajes en torno al 45% de los RC&D. Hay que tener en cuenta el hecho general de que los estados Miembros de mayor tamaño encuentran muchas dificultades a la hora de recopilar datos estadísticos fiables sobre este tipo de residuos.
- **Italia, Irlanda** reciclan entre el 6 y el 9% de los RC&D básicos. Ambos países parece que en estos momentos están impulsando el reciclaje de estos residuos.
- **Otros.** Portugal, Grecia y España presentan una situación de reciclaje que puede calificarse de marginal.

¹¹ Ver nota 9.



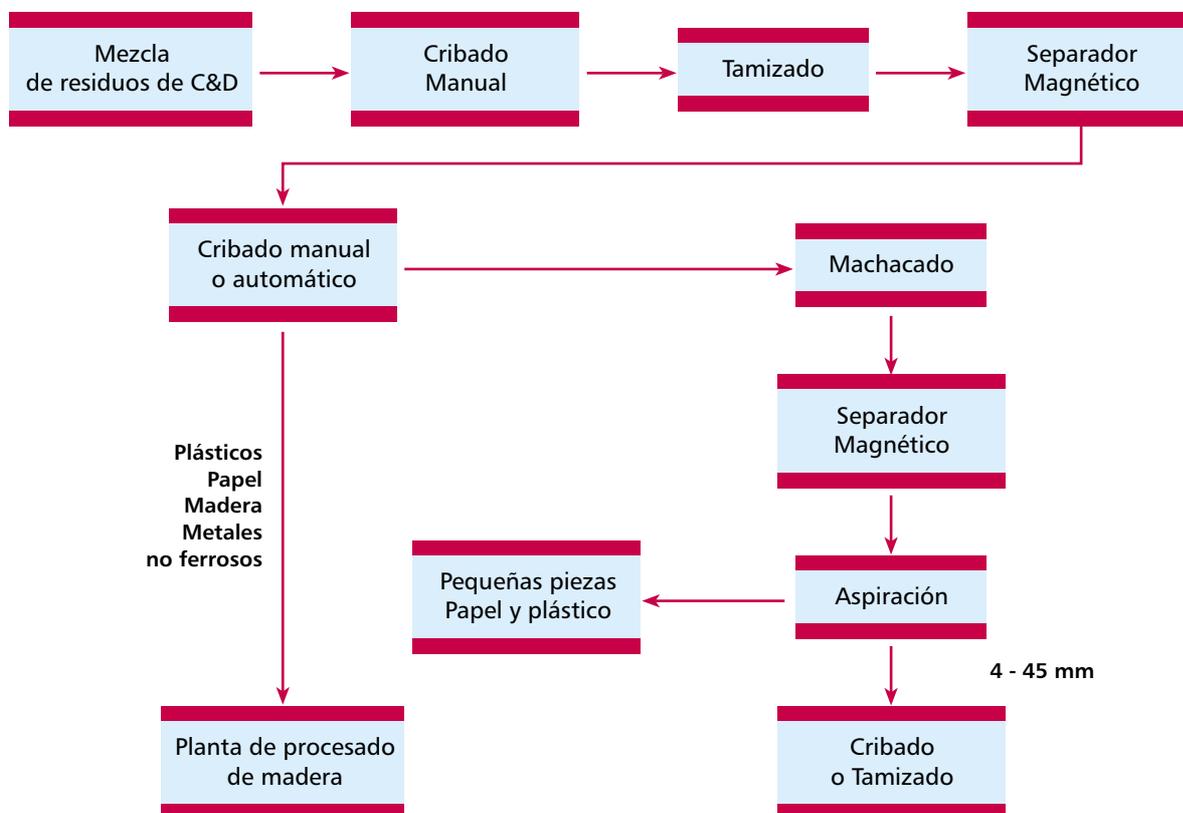
6.

Tecnologías de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición

Teniendo en cuenta el alcance y las limitaciones de esta monografía el presente capítulo se limita a una sucinta descripción global de las etapas por las que pasan los Residuos de Construcción y Demolición en dos tipos de plantas centralizadas de reciclaje que recibirían una, residuos mezclados exentos de componentes

La "mezcla de los residuos de construcción y demolición" es entonces sometida a un machaqueo y a una separación magnética antes de ser pasada por un separador de aire que elimina la fracción ligera (pequeñas piezas de papel, plásticos que se escapan de la primera clasificación).

Figura 2. Proceso de gestión de los residuos inertes de Construcción y Demolición (mezcla de residuos de construcción y demolición).



peligrosos, y la otra una fracción limpia conteniendo ladrillos, tejas, hormigón armado y hormigón sin armar.

El esquema de proceso y flujo de materiales de la planta completa que recibiría los residuos mezclados aparece en la Figura 2.

La fracción de material denominada "Mezcla de residuos de Construcción y Demolición" es generalmente cribada manualmente incluso antes de que se haya pasado por un tamiz y por un separador magnético. Esto es seguido de una separación manual con objeto de eliminar los plásticos, madera, papel y otros residuos no metálicos.

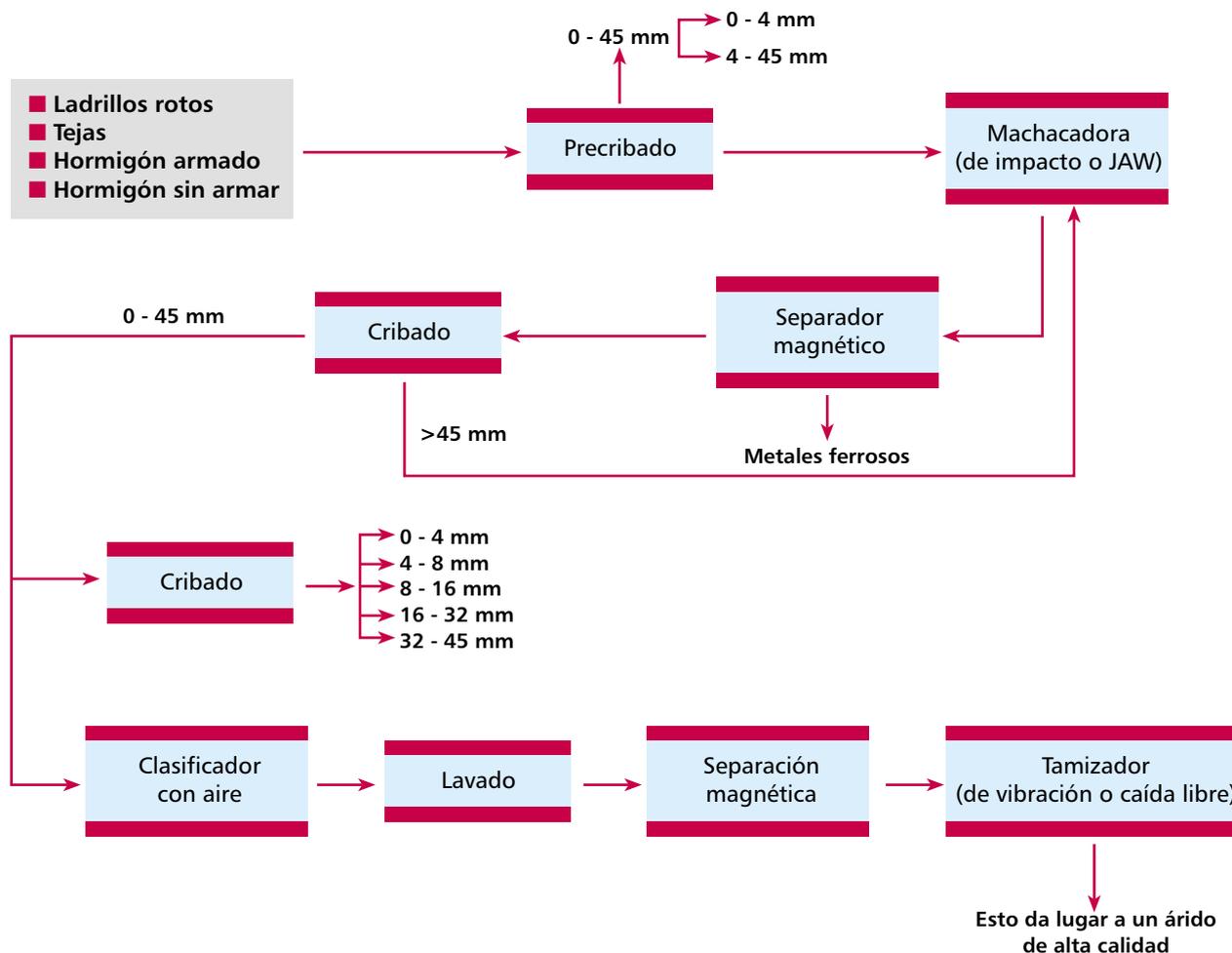
Algunos centros de reciclaje disponen también de plantas de procesamiento de madera y de compostaje.

El proceso de una planta que recibiría la fracción limpia de ladrillos, tejas, hormigón armado y sin armar puede verse en la Figura 3.

La fracción inerte cuando entra en el centro de reciclaje es pesada, inspeccionada y colocada en fracciones diferenciadas de:

- Ladrillos rotos y tejas
- Hormigón armado

Figura 3. Proceso de gestión de los residuos inertes de Construcción y Demolición (Ladrillos rotos, Tejas, Cemento Armado, Cemento sin armar).



- Hormigón sin armar
- Mezclas de Residuos de Construcción y Demolición

La fracción de ladrillos rotos, restos de hormigón armado y sin armar son cribados para eliminar la fracción que presente tamaños comprendidos entre 0 - 45 mm (divididos a su vez en dos subfracciones 0 - 4 y 4 - 45 mm).

La fracción que presenta tamaños de partícula >45 mm es conducida a una machacadora. El material resultante del machaqueo se envía a separador magnético con objeto de eliminar los metales férricos antes de ser cribados en fracciones comprendidas entre 0 - 45 y >45 mm. La fracción que presenta tamaños de partícula superiores a 45 mm es almacenada para ser nuevamente sometida a un machaqueo.

La fracción comprendida entre 0 - 45 mm es separada nuevamente mediante un cribado en subfracciones de 0 - 4 mm, 4 - 8 mm, 8 - 16 mm, 16 - 32 mm y 32 - 45 mm. Estas subfracciones en algunos casos son recombinadas

nuevamente en función de la demanda del mercado.

La fracción que sale de la machacadora (0 - 45 mm) en lugar de ser clasificada en fracciones, tal y como se acaba de describir, puede ser sometida a un clasificador de aire, seguido de un lavado, una separación magnética y finalmente una nueva clasificación mediante tamizado.

Las figuras 2 y 3 muestran sendos diagramas de proceso para el reciclado de RC&D, partiendo bien de estos residuos mezclados o de la fracción de ladrillos, tejas y hormigón. En ambos casos se parte de que después de la demolición que ha dado lugar a los residuos se ha practicado una separación selectiva de todos los componentes peligrosos presentes en el edificio objeto de demolición.

Además del reciclado en plantas centralizadas, es muy común en la Unión Europea el uso de plantas móviles para la producción de áridos secundarios a partir de áridos demolidos in situ. Estas plantas no son más que una de las partes de que constan los procesos más completos de las plantas centralizadas, básicamente el machaqueo y la criba del material triturado.

En todos los casos el material que entra a la planta debe estar libre de sustancias peligrosas lo cual exige siempre un mínimo de selectividad en las operaciones de demolición, toda vez que el cribado manual en las plantas de reciclaje presenta una incidencia muy fuerte sobre el precio de aceptación del residuo en la planta.

A continuación se muestran el número y capacidad de instalaciones de machaqueo operando en cada uno de los Estados Miembros.

Tabla 6.1. Plantas de machaqueo y clasificación de Residuos de Construcción y Demolición fijas y móviles en los Estados Miembros.

Estados Miembros	Nº total estimado	Comentarios
Alemania	Hasta 1.000	La cantidad de RC&D reciclados se estima en 8 millones de t/año, pero el informe <i>Brite EuRam</i> * estima la capacidad de una planta de machaqueo clásica en 120.000 t/año, aunque la producción actual se sitúa en unas 40.000 t/año.
Reino Unido	Quizás 50 – 100	Esta es una estimación del equipo del estudio. Existen un total de > 360 machacadoras con licencia pero esta cifra incluye a todas las machacadoras operando en canteras. Bajo estos supuestos las machacadoras típicas de RC&D presentan una producción entre 40 - 80.000 t/año.
Francia	Unas 50	Estas 50 se refieren a centros fijos. La capacidad total se estima en 5 millones de t/año, produciendo una media de 100.000 t/año por machacadora.
Italia	Probablemente 60 – 100	El número de Recicladores especializados en C&D con plantas fijas se estima no superan los 10. El resto 50 - 100 son pequeñas machacadoras móviles.
España	Más de 10	Plantas móviles trabajando <i>in situ</i> . Capacidades desconocidas.
Holanda	120	Unas 20 están en los emplazamientos de construcción y las 100 restantes en centros fijos de reciclaje de RC&D. Capacidad total alrededor de 1.625 millones de t/año (Capacidad específica media alrededor de 135.000t/año).
Bélgica	92	80 machacadoras/recicladoras con una capacidad de 5 millones de t/año y 40 plantas de separación en Flandes. Ninguna en Bruselas. 12 plantas de reciclaje en Valonia con una capacidad de 0,9 millones de t/año.
Austria	150	Capacidad total 5 millones de t/año, producción típica 20.000 t/año, por lo que las plantas están operando al 60% de su capacidad. Machacadoras aprox. 2:1 fijas:móviles.
Portugal	s/r	Pocas sí alguna machacadora.
Dinamarca	Unas 30	Capacidad total de machaqueo de unos 3 millones d t/año, con una producción típica de 100.000 t/año. Machacadoras aprox. 1:1 fijas:móviles* La planta fija de la ciudad de Copenhague tiene una capacidad de 400.000 t/año.
Grecia	s/r	Casi seguro no hay machacadoras.
Suecia	10	8 móviles, 2 fijas – capacidad desconocida, pero producción típica de 25.000 t/año.
Finlandia	10	Se refiere a instalaciones de recogida de hormigón/obra de fábrica, número de fijas/móviles desconocido.
Irlanda	< 8	< 6 móviles, 2 fijas en preparación.
Luxemburgo	s/r	No se recibieron datos de Luxemburgo.
EU – 15	Unas 1.500	Capacidad típica 100.000 t/año por machacadora, pero las maquinas están operando por debajo de estos niveles.

Fuente: Informe Symonds, excepto el dato del Estado Español que se ha obtenido comunicación personal de Labein.



Análisis de los sectores industriales implicados: productores de áridos y constructoras

El reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición pone el énfasis sobre la corriente de *hormigón, ladrillos, tejas, etc...* que además de representar la mayoría (70 - 80%) del residuo total, permite conseguir áridos secundarios con relativa facilidad utilizando tecnologías existentes. Además el reciclaje de esta sub-corriente está siendo el elemento tractor para promocionar el reciclaje de otras corriente que aparecen durante la demolición, como son el hierro y otros metales, el vidrio, el plástico, los materiales aislantes, la madera, etc.

Las medidas tendentes a favorecer el reciclaje del *hormigón, ladrillos, tejas, etc...* empleadas en los Estados Miembros son variadas y presentan eficacias diferentes. Para mejorar el entendimiento de las eficacias obtenidas conviene conocer el Sector implicado en la obtención de áridos secundarios derivados de los RC&D.

A lo largo de las muchas sesiones del Foro sobre la Competitividad de la Industria del Reciclaje que organizado, por la DG Empresa y la DG Medio Ambiente se celebró en Bruselas entre enero de 1999 y enero de 2000, el sector representado por las asociaciones Europeas de Constructores (CEPMC) y Productores de Áridos (UEPG) trazó el perfil del sector que recicla este residuo y que puede resumirse como sigue:

- Las estadísticas en el sector tienen un nivel de desarrollo bajo.
- El proceso de reciclaje está traccionado en la actualidad por las fuerzas del mercado, pero en varios Estados Miembros, precisamente en aquellos en los que mayores cotas de reciclaje se ha alcanzado, se utilizan instrumentos económicos y de legislación ambiental para corregir los fallos de funcionamiento del mercado.
- La separación selectiva *post demolición* puede resultar muy dificultosa y puede mejorarse mediante la práctica de *demoliciones selectivas planificadas*.
- Los precios de los áridos secundarios derivados de los RC&D pueden resultar positivos o negativos dependiendo de las circunstancias. Los costos de transporte dependientes de las distancias resultan el factor más importante.
- El sector no ha desarrollado suficientemente estándares para sus productos a nivel europeo, aunque



el producto reciclado es de suficiente calidad para un buen número de usos.

- Los consumidores no están motivados para utilizar el material reciclado, en general, debido a problemas de imagen y a veces por la calidad inferior del producto.
- El sector opina que es necesario acudir a la intervención legislativa para provocar el crecimiento del reciclaje con el fin de forzar la reducción del volumen de residuo que va a parar a los vertederos.
- En relación con la utilización de diversos tipos de instrumentos, la opinión del sector quedó expresada como sigue:
 - Hace falta utilizar instrumentos de carácter legal para prevenir el vertido de materiales que son reciclables.
 - Es deseable utilizar un instrumento económico como el impuesto sobre el vertido. El sector pidió una aplicación radical del mismo citando el ejemplo de Dinamarca.
- El sector es partidario de acelerar el trabajo de estandarización sobre áridos derivados de los RC&D en el comité del CEN 154¹².
- Se debe abordar una actividad I+D orientada a crear nuevos mercados por aplicación del producto.
- El sector está a favor de los sistemas de certificación y la *contratación pública*.
- El sector pone mucho énfasis en la necesidad de mejorar la *imagen* de los áridos derivados de los Residuos de Construcción y Demolición.

¹² Este Comité está a punto de finalizar 4 Normas a nivel *prEN* para otras tantas aplicaciones de áridos incluyendo los áridos secundarios.



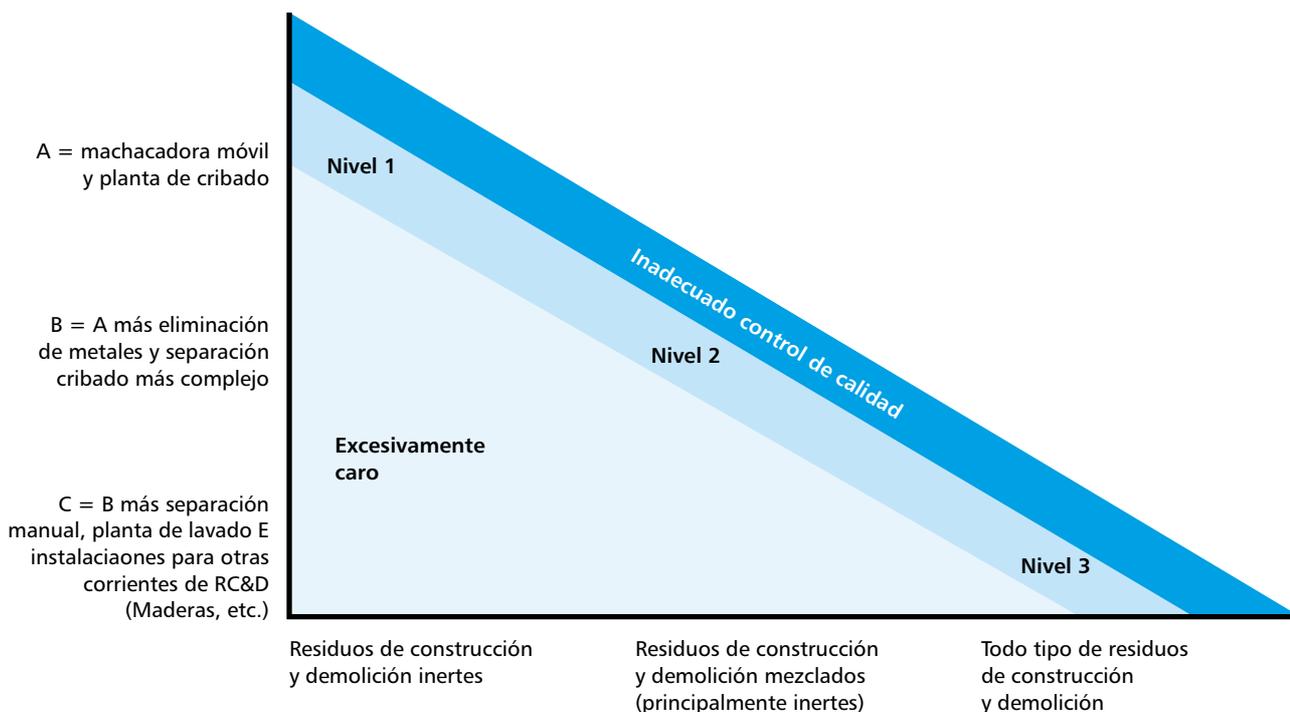
La Economía del Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición

8.1 El reciclaje propiamente dicho

El reciclaje de la fracción de *hormigón, ladrillos, tejas, etc.*, funciona bajo diferentes situaciones de mercado en los distintos Estados Miembros de la Unión Europea aunque a la vista de las características de los mismos es posible un agrupamiento que facilita el análisis. Con el fin de facilitar este agrupamiento el *Informe Symonds*¹³ analiza tres grupos de tecnologías en

- (i) Los precios de depósito en vertedero son bajos y las sanciones por incumplimiento o no existen o son generalmente pequeñas.
- (ii) Los áridos naturales son baratos.
- (iii) Como consecuencia de lo anterior existen muy pocas machacadoras dedicadas a la producción de áridos derivados de residuos de Construcción y Demolición.

Figura 4. Técnicas de reciclaje en función de las circunstancias.



uso y los relaciona con el tipo de material que tratan. La Figura 4 esquematiza esta relación.

El análisis continúa evaluando las circunstancias que se dan en varios grupos de Estados Miembros que utilizan cada uno de estos Niveles de tecnología sin que esto quiera decir que un determinado país objeto de análisis como usuario del Nivel 3 no utilice también los Niveles 1 y 2.

a) "Nivel 1" de tecnología

Entre las características claves que tipifican a los Países y regiones que utilizan predominantemente el "Nivel 1" de tecnología están las siguientes:

El principal ejemplo de país que utiliza tecnologías de nivel I es España. España, únicamente presenta machacadoras móviles, a pesar de que algunas de ellas están instaladas permanentemente en sitio fijos (vertedero).

Analizando la situación en Barcelona y Madrid el *Informe Symonds* llega a la conclusión de que las machacadoras en operación sólo pueden conseguir un precio de 3,00 €/ton (transporte excluido – 3,00 €/ton) para áridos derivados de RC&D de calidad equivalente para su uso como sub-base en carreteras. Con estos niveles de precios los recicladores no pueden permitirse pagar ningun-

¹³ Informe Symonds "Construction and Demolition waste management practices and their economic impacts" February 1999, DGXI, European Commission.

na renta por un solar ni invertir en equipos más sofisticados, lo cual significa que o bien utilizan espacios gratuitos (vertederos o similares) u operan con machacadoras móviles. Incluso en estas condiciones les resulta muy difícil competir con los áridos naturales por lo que además de utilizar el "Nivel 1" el número de recicladores resulta muy bajo.

b) "Nivel 2" de tecnología

En los Estados Miembros en los que el reciclado de los materiales inertes de C&D se practica utilizando una combinación de tecnologías de "Nivel 1" y "Nivel 2" la actividad económica ha sido traccionada generalmente por consideraciones de eficiencia en el uso de recursos, esto es, el reciclaje se ha promovido como una vía para:

- reducir la necesidad de extraer tanto árido natural de las canteras,
- reducir también la necesidad de utilizar tanto espacio para vertederos.

A continuación se hace un breve análisis de aquellos países en los que se utiliza este nivel de tecnología.

Francia

A partir de un informe de ADEME¹⁴ de 1997 y del Informe a partir del *Brite EuRam CTT-0048*, también de

1997, ya citado, la situación francesa (limitada básicamente al área de París) se resume de la siguiente manera en esta época:

- Los centros de reciclaje fijos cargan hasta 5,5 €/ton la recepción de la fracción inerte de Residuos de Construcción y Demolición, en comparación con los 12-13 €/ton que cuesta el vertido de estos residuos.
- El precio que ponen los recicladores a los áridos derivados de loa RC&D es de 6 €/ton, frente a los 4 €/ton que cuestan los áridos naturales. Esto implica de manera que la competitividad del material reciclado descansa casi exclusivamente en los menores costes de transporte derivados de la cercanía entre los lugares de producción y aplicación.

Italia

Existen 10 centros de reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición relativamente grandes en Italia, predominantemente situadas en el Norte gestionadas por el *Conzorcio Comense Inerti* que pertenece a un grupo formado por más de 100 empresas constructoras. El costo del vertido para los RC&D es de 2,25 €/ton, precio en el cual se incluye el impuesto de 1 €/ton.

Los áridos naturales adecuados para la construcción de carreteras se venden a un precio entre 4,15-5,20 €/ton, sin embargo los contratistas no están dispuestos a

Tabla 8.1. Precios de aceptación de los Residuos de Construcción y Demolición en las Plantas de Reciclaje Belgas.

Material	Euro/ton
Hormigón (sin armar)	Libre de cargas
Hormigón armado	1,25-2,5
Hormigón fuertemente armado	6,25-12,50
Albañilería	2,50-6,25
RC&D mezclados (incluyendo madera y plásticos)	2,50-12,50

Fuente: Brite EuRam.

Tabla 8.2. Precios para los áridos derivados de Residuos de Construcción y Demolición en Bélgica.

Material/uso/aplicación	Euro/ton
Hormigón y material de albañilería mezclado y triturado para utilización como material de sub – base	5,25
Hormigón triturado, cribado un tamaño de 4 – 32mm. Para ser utilizado en fabricación de hormigón	5,75-6,50 (2,50 menos que los áridos naturales)
Material de albañilería triturada (0-56mm) para relleno de obras de ingeniería y aparcamientos de coches	3,75
Arena cribada y triturada, para sub-base de pavimento o embarcaderos	1,25-2,50
Aridos de asfalto reciclado para carreteras y aparcamientos de coches	3,75-5,75

Fuente: Brite EuRam.

¹⁴ ADEME: Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie.

pagar más de 2,5 €/ton por los áridos derivados de los Residuos de Construcción y Demolición.

Bélgica

La situación de precios en Bélgica viene reflejada en las tablas 8.1 y 8.2, que han sido elaboradas a partir del informe *Brite EuRam*¹⁵ (1997) sobre residuos de Construcción y Demolición. A pesar de su relativa antigüedad no es probable que hayan cambiado demasiado.

Los precios de aceptación en vertedero rondan los 16 €/ton en Flandes lo cual proporciona a los gestores de los centros de reciclaje cierto margen de maniobra.

Como puede verse el caso no se rige por los mismos motivos que el resto de países que utilizan los niveles de tecnologías 1 y 2. No se puede decir que solamente una gestión de recursos eficiente traccionada por el mercado haya conseguido los altos porcentajes de reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición en Bélgica sólo porque la prohibición de verter residuos de Construcción y Demolición mezclados entró en vigor en julio de 1998. Mucho antes de que este tipo de acciones reguladoras entren en vigor se conoce la intención de hacerlo por parte de las autoridades medioambientales y esto es suficiente para influir poderosamente sobre los actores que buscan situarse lo antes posible frente a la situación que se avecina.

Reino Unido

En el sur-centro de Inglaterra el costo de entrega para los áridos naturales (utilizado como material para sub-base) es (mediados de 1998) de unos 13,75 €/ton o 2.287 ptas./ton (10,15 €/ton para la materia prima y 3,6 €/ton por transporte típico de 25 km.), frente a 12,30 €/ton para los áridos derivados de RC&D (8,7 y 3,6 por transporte). Estamos por supuesto en una zona con los precios de áridos más altos de Europa.

Puesto que en el caso de materiales de sub-base el costo adicional asociado a la utilización de áridos derivados de RC&D es próximo a cero, es posible concluir que 1,45 €/ton (10,15-8,7) es el descuento que el usuario de áridos está dispuesto a pagar por los áridos naturales.

Los costos de vertedero en esta zona de Inglaterra son para materiales de este tipo de 16 €/ton (2.600 ptas./ton), la actividad recicladora en Inglaterra está completamente dirigida por el funcionamiento del mercado libre. Está por lo tanto inmersa en un nivel alto de competitividad que la hace sensible a pequeñas diferencias de costo. Esta parece ser la explicación de porque los machacadores opinan que no se pueden permitir pagar la renta correspondiente al suelo necesario para establecer centros de reciclaje fijos, cuando el análisis de costos in-

dica que éste no es un costo importante en la preparación de áridos comparado con otro tipo de costos.

A unos 150 km. al Oeste de esta zona existen varias canteras de piedra y los precios de los áridos naturales son más bajos de manera que los derivados de RC&D no pueden competir con ellos ni siquiera en aplicaciones como la de sub-base de carreteras.

c) "Nivel 3" de tecnología

En general los Estados Miembros donde se aplica la tecnología del "Nivel 3" es probablemente correcto decir que la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición se ha visto desde siempre como un problema de gestión de residuos y que la implantación de instrumentos económicos (como por ejemplo: mayores cargas al vertido de los residuos) han seguido el sistema tradicional de regulación por mandato y control (command and control).

A pesar de todo y como puede verse en la información contenida en la Tabla 3.1., mostrada en el capítulo 3, los precios de aceptación de residuos en vertedero varía ampliamente en estos Países. Los impuestos sobre el vertido son de 45 €/ton en Dinamarca, 30 €/ton en Suecia, 19 €/ton en Finlandia y 13,60 €/ton en Holanda y de entre 5,79 y 7,24 €/ton en Austria. Holanda además prohíbe el vertido de los Residuos de Construcción y Demolición reciclables y lo mismo hace Alemania.

En Alemania a parte de la prohibición de verter tanto los RC&D minerales como los RC&D mezclados (no separados), los altos precios de vertido para los residuos no inertes proporcionan un fuerte incentivo económico para separar las distintas fracciones de residuos.

A continuación se analiza la situación de los países que utilizan este tipo de tecnologías.

Alemania

La mayor de las empresas recicladoras de RC&D en Alemania, Remex, opera 40 centros de procesamiento de residuos minerales de Construcción y Demolición, 10 plantas de separación y cuatro plantas en las que puede aceptar y procesar tanto RC&D mezclados como minerales. Algunos de estos centros se establecieron con la aprobación de las autoridades municipales, como proveedores monopolísticos de un servicio. Estos monopolios han ido rompiéndose y junto con el aumento de la competencia parece que la industria está volviendo al "Nivel 2" de tecnología. Los áridos derivados de los RC&D en Alemania se utilizan para las sub-bases de carreteras, parques de automóviles, campos deportivos, ayuda para el control de inundaciones, mejora de suelos, ingeniería de vertederos

¹⁵ Informe *Brite EuRam*: Use of Recycled Materials as Aggregates in the Construction Industry - State of the Art in Europe. Brite EuRam III. Contract BRRT-CT-0048. 1997.

(recogida de gases) y aplicaciones similares. Aunque el interés por su utilización en la fabricación de hormigón existe todavía esta ligazón puede considerarse marginal.

Las Tablas 8.3. y 8.4. reflejan la situación de precios (antes de 1997) en Alemania en áreas densamente pobladas, como el valle del Ruhr y Rhein. Todavía se pueden conseguir precios más altos en áreas como Mecklenburg-Vorpommern (*Nort de Berlín*).

Holanda

Además de que los precios de vertido son muy altos en Holanda (entre 40 y 127 €/ton con un nivel típico de 80 €/ton), el único residuo de Construcción y Demolición que puede verterse es aquel que no es reciclable.

En Holanda los áridos derivados de los RC&D van destinados mayoritariamente para su utilización como material de sub-base de carreteras, aplicación esta de la que han desplazado completamente a los áridos naturales. Los precios para los áridos derivados de los RC&D se sitúan alrededor de 4,5-5,4 €/ton a lo que se debe añadir un coste de transporte medio de 2,5 €/ton. El precio medio de transporte es un 30% inferior al que se paga en el Reino Unido, debido probablemente a la posibilidad de utilizar el transporte fluvial que tiene aquel País. El principal competidor de los áridos derivados de RC&D es la escoria de horno alto con un precio de 6,80-7,70 €/ton excluido el transporte.

Dinamarca

Los costos totales de vertido son muy altos en Dinamarca. En el área de la ciudad de Copenhague el precio es de 100 €/ton. Incluso la incineración de las partes combustibles presentan un costo alto (67 €/ton). En cambio el precio para recibir el hormigón en la planta de reciclaje de Copenhague es de 8,7 EUR/ton y de 7,4 €/ton para ladrillos y tejas. Esta planta recicló 700.000 toneladas de Residuos de Construcción y Demolición en 1996, año en el que los áridos derivados de RC&D sustituyeron al 25% del total de material empleado en la construcción en el área de Copenhague.

El árido proveniente del machaqueo del hormigón que es adecuado para utilizar lo como sub-base de carreteras se puede comprar en esta planta a un precio de 6,6 €/ton y el proveniente del machaqueo de ladrillos y tejas a 2,9 €/ton. Frente a estos precios el árido natural que también se ofrece en la propia planta de reciclaje cuesta 8,85 €/ton.

El resultado económico de la planta de reciclaje de Copenhague se puede mostrar diciendo que la Planta captura 15 €/ton valor de venta añadido, esto es, 6,6 €/ton en facturación, -9 €/ton costos de entrada (recepción). A pesar de que los costos de tratamiento son altos en Dinamarca (7,5-10 €/ton) parece que el proceso de reciclaje principal aplicado a los residuos básicos de Construcción y Demolición es rentable en este País.

Tabla 8.3. Precios de Aceptación de los Residuos de Construcción y Demolición en las plantas de reciclaje alemanas.

Material	Euro/ton
Residuo de C&D mineral limpio	3,00-5,00
Material de albañilería	7,50-10,00
RC&D mezclados (menos del 20% de contenido mineral)	50.00-75.00

Fuente: Brite EuRam.

Tabla 8.4. Precios para los áridos derivados de los Residuos de Construcción y Demolición en Alemania.

Material/uso/aplicación	Euro/ton
Material de sub-base no triturado precibado (0-45mm)	1,00-1,50
Material no triturado precibado	2,50
Material triturado y cribado, para pavimento, sub-base o embarcaderos	1,50-2,50
Aridos triturados de calidad (0,45mm ó 5-45mm) pare ser utilizado como material de base	3,00- 5,00
Aridos triturados de calidad (> 45mm)	4

Fuente: Brite EuRam.

Las realidades en el ámbito empresarial descritas aquí confirman las conclusiones desarrolladas en el *In-forme Symonds* que se resumen en lo siguiente.

Previamente a que pueda esperarse que el reciclaje de los residuos de Construcción y Demolición alcance niveles significativos parece que se deben dar las cuatro condiciones que se transcriben a continuación:

- (i) Los vertederos deben de estar bien gestionados y el vertido clandestino debe de ser raro y estar sancionado.
- (ii) El propietario de residuos de C&D conteniendo residuos peligrosos o de residuos mezclados deberá enfrentarse a costos significativos a la hora de depositarlos en vertedero (con el fin de evitar la contaminación y disuadirlo de mezclar).
- (iii) Debe de existir la posibilidad de tratamiento (machaqueo y separación) antes de su reutilización o reciclado para la fracción principal inerte de los residuos de C&D.
- (iv) Debe de haber al menos una aceptación tácita (por parte de los consumidores, especificadores y otros "actores similares") de que los áridos derivados de los residuos de C&D adecuadamente preparados pueden ser utilizados para desplazar a los áridos naturales. Los áridos derivados de los residuos de C&D no deben de ser discriminado únicamente sobre la base de su origen.

Efectivamente, las regiones donde se aplica el "Nivel 1" de tecnología cumplen alguna (pero no todas) las condiciones, mientras que aquellas en las que el "Nivel 2" es la norma, se cumplen las cuatro pero sin ir más lejos. El "Nivel 3" se utiliza en aquellos Estados Miembros que han utilizado controles administrativos con el fin de exigir cotas de reciclaje de RC&D superiores a las que las fuerzas del mercado por sí solas pueden alcanzar y en particular exigen (o al menos propician) el reciclaje de la madera y los plásticos.

Aunque no se puede tratar de correlacionar de forma matemática los niveles de reciclaje de RC&D con los pre-

cios de vertido en los distintos Estados Miembros, debido a que otro tipo de diferencias también influyen en el tema, la ligazón entre ambas cosas parece clara. Tomando como ejemplo el caso del Reino Unido, es evidente la introducción del impuesto sobre el vertido en 1996 (un impuesto moderado de 2,9 €/ton sobre los residuos inertes) provocó un cambio de largo alcance que movió la gestión de los RC&D de los vertederos hacia el reciclaje.

Resulta arriesgado dar cifras sobre porcentajes de sustitución posible de áridos naturales por áridos derivados de RC&D. La ciudad de Copenhague con cotas de reciclaje del 90% de los residuos básicos de C&D en 1996 llegó a un porcentaje de sustitución de áridos naturales en la actividad constructora de la ciudad del 25%.

8.2 La demolición selectiva

La demolición selectiva representa un paso previo al reciclaje que favorece enormemente las posibilidades de reciclaje de los materiales contenidos en los residuos de Construcción y Demolición, tanto porque proporciona más y mejores salidas en el mercado a los materiales reciclados como porque extiende las posibilidades de reciclaje a un mayor número de aquellos.

Uno de los pocos estudios donde se comparan las características de planificación, técnicas utilizadas, tiempos invertidos y resultados económicos para los dos tipos de demoliciones, es decir, demolición selectiva versus demolición convencional, es el producido por IFARE-DFIU/CSTB¹⁶ y financiado en parte la Agencia Medioambiental francesa ADEME.

En este estudio se presentan los resultados de demoler selectivamente 4 edificios frente a demoler de forma convencional otros cuatro.

Dos aspectos llaman la atención al comparar ambas formas de demoler:

- La *duración de los trabajos* de demolición que es considerablemente superior en el caso de la demo-

Tabla 8.5. Estructura de costos para la demolición selectiva y la demolición convencional.

Costos en euros				
Método de demolición	Desmontaje/ Demolición	Valorización/ eliminación	Transporte	Total
Demolición selectiva	45.682	3.451	8.587	57.721
Demolición convencional	13.175	7.264	7.965	28.404

Fuente: IFARE – DFIU/CSTB.

¹⁶ Deconstruction selective – Etude scientifique de la deconstruction selective d'un inmueble a Mulhouse. IFARE – DFIU/CSTB. 1996.

cción selectiva (50 días frente a 12 en la experiencia piloto).

- La estructura de los costos con el resultado final de que la demolición selectiva cuesta el doble que una demolición normal. En la Tabla 8.5. se muestra la estructura de costes tanto para la demolición selectiva como para la convencional.

Sin embargo son muchas las consideraciones que el estudio realiza al respecto. Con respecto al tema de la duración el estudio recalca que podría haberse reducido significativamente aumentando los efectivos de mano de obra y optimizando la selección de las técnicas empleadas. Para el estudio en cuestión la duración de los trabajos representaba un tema secundario.

La principal causa de la diferencia de costos reside en la mano de obra empleada en la demolición selectiva que es notablemente superior a la correspondiente en la demolición convencional. Debe de hacerse notar que en Francia no existía, en el momento en que se llevó a cabo esta experiencia, ninguna medida, ni legal (prohibiciones o limitaciones al vertido) ni económica (impuestos al vertido), similar a las que se han descrito para otros países. El estudio tampoco analiza el posible impacto económico que puede representar la optimización de las técnicas a emplear en la demolición selectiva.

Hay que hacer notar que teniendo en cuenta el encuadre experimental de los trabajos, la demolición selectiva se planteó y se llevó a cabo de una manera sistemáticamente dirigida a separar en origen el mayor número posible de los materiales.

Algunas conclusiones derivadas de la experiencia son las siguientes:

- El desmontaje y separación sistemáticos ha permitido la reutilización directa de elementos de construcción (vigas de madera, ladrillos, planchas, cuadros de ventanas en piedra, rampas de escaleras) que representa el 4% de la masa total del edificio cuya reventa ha generado unos recursos netos que representan el 9% del costo de la demolición selectiva.
- La fracción mineral reciclada en una instalación de machaqueo móvil a partir de los residuos de la demolición selectiva, se distingue por tener un contenido en materia orgánica y yeso próximas a cero y unas características intrínsecas 10 puntos superiores a las de los granulados reciclados a partir de demoliciones convencionales. El estudio no analiza la ventaja económica que representa esto dentro de la cadena de reciclaje de los residuos de C&D.
- Solamente los materiales separados que no podían ser objeto de reciclaje fueron destinados al vertido

y representaron un 6% de la masa total de demolición, fundamentalmente yeso y materiales residuales (plásticos, papeles pintados, telas bituminosas).

- Por el contrario para la demolición convencional, que incluía una separación grosera de materiales *in situ*, los materiales reutilizables apenas representan un 0,3% de la masa total.
- Sin embargo, en este estudio particular el costo de demolición selectiva es dos veces superior al correspondiente a la demolición convencional. El sobre costo va ligado a esencialmente a los trabajos de desmontaje, de carácter experimental y en menor medida a los costos de transporte.
- Los costos de demolición selectiva producidos en esta experiencia particular deben de considerarse como un límite superior que sin duda podrá ser reducido en ulteriores demoliciones. La primera razón para esta apreciación reside en que las técnicas utilizadas con fines experimentales para el desmontaje de determinados elementos de construcción (desmontaje de muros y enlucidos), no se corresponden necesariamente con las técnicas mejor adaptadas. Además, el aprendizaje y la experiencia adquirida con la puesta en marcha de estas técnicas deberán permitir reducir sensiblemente los costos y la duración de ciertas operaciones en las próximas aplicaciones. La segunda razón viene del hecho de que el desmontaje sistemático del mayor número posible de elementos de construcción, que permite una valorización "máxima", no se corresponde seguramente, con la mejor relación coste beneficio (incluyendo beneficios medioambientales). Puede ser por lo tanto importante buscar en la planificación de los trabajos de demolición una *combinación óptima* de operaciones de separación en origen (separación de elementos durante el desmontaje) y las operaciones de separación después de la demolición *in situ* o en la planta de reciclaje.
- La planificación de los trabajos constituye por lo tanto una etapa decisiva que teniendo en cuenta su complejidad necesita recurrir a modelos y bases de datos informatizadas apropiadas.
- El contexto económico y reglamentario actual confiere a la demolición convencional una ventaja decisiva que puede verse incrementada con un aumento de las tarifas de vertido. En la medida que la reglamentación francesa permite la utilización de esta fracción mineral de calidad mediocre como material de relleno, incluso un aumento de los precios de vertido podría provocar un incremento de la ventaja de la demolición convencional.



Los Residuos de Construcción y Demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco

La preocupación por los residuos de C&D en la Comunidad Autónoma del País Vasco se retrotrae a la primera mitad de la década de los 90. En el año 1994 la Administración Ambiental Vasca produjo la primera publicación¹⁷ al respecto en la cual se analiza la experiencia hasta aquel momento en tres países europeos (Holanda, Dinamarca y Alemania). Tanto los Países que fueron objeto de análisis como una buena parte del resto de Estados Miembros de la UE, han avanzado mucho desde entonces, los primeros superando con creces los objetivos marcados y el resto entrando, unos de lleno y otros a menor ritmo, en la dinámica del reciclaje de los residuos de C&D, tal y como ha quedado reflejado en los capítulos anteriores del presente informe.

Las medidas de tipo legal y económico que se mencionan en el informe a nivel todavía de propuesta, han sido ya implantadas y el reciclaje ha alcanzado unas proporciones muy elevadas en los países analizados en el informe de 1994 (ver Tablas 3.1 y 5.1).

9.1 Inventario de Residuos de Construcción y Demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco

Las cantidades de residuos de Construcción y Demolición generadas en la Comunidad Autónoma del País Vasco son muy difíciles de estimar *a priori*. De hecho los datos numéricos de cierta fiabilidad aparecen cuando se inicia la actividad recicladora¹⁸. La mejor estimación posible



parece ser la que ya se ha dado por comparación con las mejores cifras disponibles en los países de la Unión Europea, es decir entre los 500 y los 700 kilogramos por habitante y año, lo cual significa que el total de residuos de C&D se puede situar en la Comunidad Autónoma del País Vasco entre 1.000.000 y 1.500.000 toneladas año. De todas formas se ha estimado que existen 3.300.000 m³ de ruinas industriales en la Comunidad Autónoma del País Vasco y se ha calculado una generación de residuos de C&D de 660.000m³/año para el territorio histórico de Bizkaia. Finalmente el Plan nacional de Residuos de Construcción y Demolición plantea dos hipótesis de 450 kg./hab/año y 1.000 kg./hab/año estimando entre 944.000 y 2.098.055 ton/año la generación de este tipo de residuos para la Comunidad Autónoma del País Vasco.

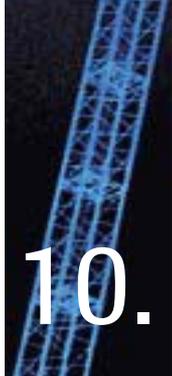
9.2 Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición en la Comunidad Autónoma del País Vasco

Existen al menos seis plantas de machaqueo móviles en la Comunidad Autónoma del País Vasco y puede que se disponga de alguna más en el futuro. Estas plantas difícilmente pueden competir con los precios de vertido y solo pueden actuar en casos especiales muy selectos, a veces incluso con el objetivo de disminuir el volumen de los residuos que van a vertedero. También se ha mencionado en el Capítulo 1 la próxima construcción de una Planta de Reciclaje de Residuos de Demolición con capacidad de tratar 300.000 ton/año en un turno. Por otra parte, para impulsar el reciclaje de los residuos de C&D no es tan importante conocer las cantidades que se generan, ni incluso la planificación física de instalaciones y estrategias de recogida, separación y transporte como la eliminación de las barreras impuestas al reciclaje por el funcionamiento del mercado. La principal barrera que encuentra el reciclaje de los residuos de C&D es la existencia de una alternativa de eliminación a bajo precio en los vertederos¹⁹. La mayoría de los países de la UE han adoptado medidas de tipo económico en forma de impuestos sobre el vertido, bien con carácter general o específico para este residuo, como método de eliminar esta barrera. Algunos han prohibido específicamente el vertido de residuos de C&D reciclables y alguno además obliga por ley a que las demoliciones sean selectivas.

¹⁷ Reutilización de residuos de Construcción y Demolición. Gobierno Vasco. 1994.

¹⁸ Comunicación personal de Labein.

¹⁹ *Recycling Forum on the Competitiveness of the Recycling Industries*. Final report. January 2000.



10. La fracción de Residuos de Amianto

10.1 Aspectos Legislativos

10.1.1 Catálogo Europeo de Residuos

El nuevo Catálogo Europeo de Residuos (CER) que entra en vigor el 1 de enero de 2002, identifica dos corrientes de residuos dentro del Capítulo 17 (residuos de Construcción y Demolición) relativos al amianto, clasificando a ambas como peligrosas.

- **17 01 05***: Materiales de construcción derivados del amianto.
- **17 06 01***: Materiales de aislamiento conteniendo amianto.

10.1.2 Marco legislativo Europeo

En mayo de 1999, el Comité Técnico para la Adaptación al Progreso de la Ciencia y Tecnología (TAC) de la Directiva 76/69/EEC relativa a las restricciones sobre la puesta en el mercado y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos, votó sobre una propuesta de Directiva relativa a una prohibición sobre la mayoría de los usos remanentes del amianto tales como el cemento de amianto (*fibrocemento*). La decisión se tomó sobre la base de la evidencia científica (opinión del Comité Científico sobre Toxicología y Medio Ambiente de septiembre de 1998), que muestra que no existen sustitutos más seguros y que no es posible identificar el nivel de exposición por debajo del cual el amianto no presenta riesgos carcinogénicos.

Esta prohibición deberá entrar en vigor para el 1 de enero del 2005 como muy tarde y afecta a la salida al mercado y uso del amianto y productos conteniendo amianto añadido intencionadamente. Esto significa que el reciclaje de residuos que contengan amianto así como los áridos reciclados que contengan amianto quedan fuera de esta prohibición.

La Directiva 83/477/EEC relativa a la protección de los trabajadores de la exposición al amianto (transpuesta junto a sus modificaciones por ORDENES 31.10.84, 07.11.87 y 26.07.93) establece que los residuos de amianto deben de ser recogidos y eliminados del lugar de trabajo tan pronto como sea posible en envases adecuadamente cerrados y etiquetados (excepto para las actividades mineras). Además, los residuos de amianto deben de ser gestionados de acuerdo con la Directiva 78/319/EEC sobre sustancias tóxicas y peligrosas (*Artículo 6*). (Esta Directiva ha sido retitulada y reemplazada por la Directiva 91/689/EEC sobre residuos peligrosos.

El artículo 12 de la Directiva 83/47/EEC exige la redacción de un plan de trabajo antes del comienzo de los trabajos de demolición y retirada de amianto y/o materiales que lo contengan, de edificios, aparatos e instalaciones. Además el plan debe prever especialmente que el amianto y/o los materiales que lo contengan sea retirado antes de empezar las tareas de demolición.

La Directiva 87/217/EEC relativa a la prevención y reducción de la contaminación ambiental por amianto (transpuesta mediante *Real Decreto 108/91*) establece que todos los residuos de amianto (según la definición dada por la Directiva 75/442/EEC) deben de ser tratados de tal manera que se minimicen las emisiones al aire y al agua. Además los amiantos sólidos deben, en la medida en que sea predecible, ser reducidos y prevenidos en origen. Esto significa utilizar las "*mejores tecnologías disponibles económicamente aceptables*" BATNEC, incluyendo cuando sea apropiado el reciclaje o el tratamiento. Los residuos de amianto deben de ser depositados solamente en vertederos licenciados al respecto. (*Artículos 3 y 8*).

La Directiva exige en el *Artículo 7* que los Estados Miembros adopten las medidas necesarias para garantizar que "*la demolición de edificios, estructuras e instalaciones que contengan amianto así como la retirada del amianto o los materiales que lo contengan... no cause una contaminación importante del medio ambiente y a tal fin se cercionarán de que el plan de trabajo establecido en el artículo 12 de la Directiva 83/477/CEE contemple todas las medidas preventivas necesarias al efecto*".

A la vista del marco legislativo europeo antes descrito se pueden percibir importantes carencias y contradicciones en relación con el tema del amianto. Esto ha llevado a la Comisión a incluir el asunto como un tema de discusión en el TAC. Los aspectos más relevantes de la discusión son:

- Se puede anticipar que se irá encontrando una cantidad creciente de amianto en la corriente de residuos de demolición.
- Existe suficiente evidencia científica de que la manipulación del amianto debe de estar sometida a normas estrictas.
- No existe ninguna norma específica prohibiendo el reciclaje o la reutilización del amianto.
- No existe un requerimiento directo en la legislación comunitaria sobre residuos para eliminar de forma separada el amianto de los edificios antes de su de-

molición. (La Directiva 83/477/EEC, sin embargo, exige de facto el tratamiento separado del amianto). Una recogida separada del amianto permitiría una gestión adecuada de esta corriente de residuos y permitiría prevenir la diseminación de las fibras de amianto en las operaciones de depósito o reciclaje de la mayor de las sub-corrientes de los residuos de demolición.

- No existe por el momento ninguna limitación a la concentración de amianto en los áridos reciclados. Un reciente estudio de TNO concluye que se puede esperar la aparición de un riesgo para los trabajadores y el medio ambiente con concentraciones de amianto superiores a 100 mg/kg. en los áridos. Las autoridades Holandesas tienen la intención de establecer un límite máximo de 10 mg/kg.

La discusión que se ha llevado a cabo en el TAC se ha centrado en dos aspectos concretos:

- La clasificación del cemento que contiene amianto como residuo peligroso que se ha saldado con una decisión afirmativa.
- El encaje de los residuos de amianto en la nueva Directiva sobre vertederos, es decir, qué tipo de vertederos pueden recibir residuos de amianto. La posición de la Comisión Europea es que los residuos de amianto no son inertes (hay peligro de difusión de las fibras en el medio ambiente) y consecuentemente no se pueden depositar en vertederos clasificados para inertes. Sí podrían, desde el punto de vista de la Comisión, ser admitidos en vertederos para inertizados después de pasar por el tratamiento adecuado.

10.2 Inventario, Caracterización y Gestión de los Residuos de Amianto

Los residuos de amianto se clasifican en dos grupos principales:

- Amianto contenido en materiales de aislamiento y calorifugado.
- Amianto-cemento o fibrocemento.

10.2.1 Amianto contenido en materiales de aislamiento y calorifugado

Como ya se ha comentado los materiales aislantes conteniendo amianto están clasificados como residuos peligrosos por la legislación europea y sometidos además a legislación específica en cuanto a su manejo. Además de ser peligroso el amianto es un material friable y por tanto fácil de dispersarse si no se maneja adecuadamente.

ADEME en Francia ha hecho una aproximación de la cantidad de residuos de amianto generados.

ADEME estima para Francia²⁰ que la superficie total aislada se sitúa entorno a los 20 millones de metros cuadrados y de ahí deduce que la cantidad potencial de este residuo se sitúa en unas 200.000 toneladas.

La legislación francesa exige que este tipo de residuos sea depositado en vertederos de Clase I (*Residuos Especiales*) En el año 1996 se eliminaron unas 8.000 toneladas de este residuo mediante depósito en vertedero en Francia.

Sin embargo dada su peligrosidad y la dificultad de su identificación cuando se practican demoliciones no selectivas parece adecuado prestar atención al problema que representan.

Aparte del depósito en vertedero apenas existe otra solución para la eliminación o valorización del amianto de aislamiento. La vitrificación ha sido aplicada en el ámbito industrial, únicamente en una unidad situada en el departamento de las Landas (Francia) pero su costo resulta muy elevado (750-1.352 €/ton). Otros procedimientos como la destrucción de las fibras de amianto por ataque químico (ácido o básico) se encuentran todavía en fase experimental.

10.2.2 Los residuos de amianto cemento

Por Decisión del Consejo de 23 de julio de 2002, el amianto cemento ha quedado clasificado como residuo peligroso en el nuevo CER que ha entró en vigor el 1 de enero de 2002.

ADEME, partiendo de las estadísticas de producción y estimando una duración de la vida media del fibrocemento de 30 a 40 años, ha calculado que existen un total de 20 millones de toneladas de amianto-cemento en Francia. A partir de este dato el Sindicato de Industrias Francesas del fibrocemento calcula una generación anual de residuos de esta naturaleza de 400.000 ton/año.

Todavía se puede dividir los residuos de amianto cemento en tres categorías tal y como se hace en la legislación francesa:

- **Residuos de materiales:** placas onduladas, placas soporte de tejas, pizarras en amianto cemento, productos planos tubos y canalizaciones...
- **Residuos de materiales y equipos:** equipos de protección individual desechables, filtros de polvos...
- **Residuos originados en limpieza, restos y polvo...**

²⁰ Guide des déchets de chantiers de bâtiment. Vol. III. ADEME.

A continuación se analiza brevemente la gestión de cada una de las categorías.

Teniendo en cuenta que el riesgo principal proveniente del amianto se encuentra en la inhalación de fibras, los residuos de material de equipos y limpieza se deben de eliminar de acuerdo con la legislación francesa de la misma manera que los residuos de aislamiento y calorifugado, esto es, en vertederos de clase 1 (*residuos especiales*) o por vitrificación.

Los residuos de materiales pueden ser admitidos en las tres clases de vertederos existentes en Francia (1, 2 ó 3) bajo unas condiciones especiales definidas para la aceptación de estos residuos con independencia del tipo de vertedero de que se trate. Los procedimientos administrativos para la aceptación de estos residuos en vertedero deben ser adaptados, lo que supone una modificación de los decretos de autorización firmados por los alcaldes para los vertederos de clase 1 y los prefectos para los vertederos de clase 2.

No existe ninguna tecnología de valorización de los residuos de amianto cemento que sea operativa en Europa y tampoco se conocen iniciativas en este sentido sobre las que se esté trabajando en la actualidad.

En cualquiera de las operaciones de eliminación de los residuos de amianto-cemento se deben de tener en cuenta que es absolutamente indispensable controlar la emisión de fibras con el fin de evitar los riesgos de inhalación por parte de los trabajadores y personas que se encuentren en la vecindad del lugar donde se está llevando a cabo la operación.

10.3 Los Residuos de Amianto en la Comunidad Autónoma del País Vasco

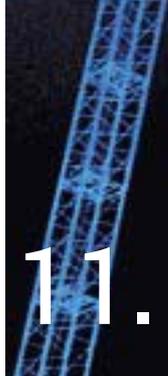
No existe ningún tipo de estimación para la generación de residuos de amianto en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Tomando como referencia las cifras francesas

se puede deducir que el amianto de aislamiento puede generar algunos cientos de toneladas al año en la Comunidad Autónoma del País Vasco, mientras que el amianto cemento que puede aparecer en los residuos de C&D podría situarse entre las 1.000 y las 2.000 toneladas año.

Al igual que en el resto de los estados el manejo de los residuos de amianto en las demoliciones está regulada a través de decretos que transponen las diferentes Directivas que han sido desarrolladas para proteger la salud de los trabajadores particularmente la mencionada Directiva 87/217/EEC y su modificación de 1991. Por otra parte la clasificación del amianto cemento como residuo peligroso sitúa a este material bajo las obligaciones impuestas por la Directiva de residuos Peligrosos.

La Directiva 87/217/CEE exige redactar un plan antes de proceder a los trabajos de demolición en edificios en los que se detecte la presencia de materiales de amianto. Si se avanza en aspectos legislativos relativos a la gestión de residuos de Construcción y Demolición, estos deberán recoger las exigencias de esta Directiva y las Ordenes de transposición correspondientes para el caso de edificaciones a demoler que contengan amianto.

La Comunidad Autónoma del País Vasco ha reglamentado sobre cuatro tipos de vertederos ninguno de los cuales está destinado a recibir residuos peligrosos. La clasificación del amianto cemento como residuo peligroso crea una situación indudablemente incómoda a la hora de decidir la forma de su eliminación final. La solución Francesa permitiendo el depósito del amianto cemento en celdas especialmente preparadas en cualquier clase de vertedero parece una solución razonable que ha sido presentada a la Comisión como una contrapartida a aceptar la modificación del CER incluyendo el amianto-cemento como residuo peligroso. Sin embargo no se trata solamente de aceptar el depósito en celdas especiales en todo tipo de vertederos. También el desmontaje, manejo transporte y forma de depositar las piezas de amianto cemento deben de ser reguladas.



11.

La fracción de los Residuos de Madera

El mayor problema que presenta una gestión óptima de los residuos de madera, tendente a reciclar y obtener la mayor parte de la energía contenidas en la misma radica, en presencia de productos químicos como consecuencia de los diversos tratamientos que ha sufrido una parte importante de la misma.

Tomando el caso alemán donde se ha realizado un esfuerzo de caracterización importante sobre la composición de la madera se puede decir, a modo de ejemplo, que en este país:

- Se han utilizado más de 50 ingredientes activos para el tratamiento de la madera a lo largo de los últimos 50 años, la mayoría preservantes aportados en medios de disolventes orgánicos ligeros.
- Los ingredientes activos más corrientes han sido el *PCP* y γ *BCH*. Aunque el *PCP* está prohibido en Alemania y el γ *BCH* es actualmente un preservante de menor importancia, se puede esperar una amplia presencia de ambos en los residuos de madera. Adicionalmente se puede presumir la presencia de un número de agentes activos orgánicos principalmente clorados.
El mayor problema relacionado con los ingredientes orgánicos clorados es el relacionado con la posible formación de dioxinas durante los procesos de combustión.
- Solamente 14 tipos de sales inorgánicas diferentes se han utilizado en este país. La mayoría de ellos son de gran importancia en las aplicaciones "heavy duty". El mercurio y el arsénico son origen de complicaciones especiales en las operaciones de eliminación (volatilización en los procesos de combustión).

La presencia y concentración de los ingredientes activos varía de acuerdo con el modo de aplicación, requerimientos de retención, composición del preservante y son además de importancia diferente. Además el tipo de preservantes utilizados varía de una zona a otra, por ejemplo entre Landers en el caso alemán.

11.1 Aspectos Legislativos

11.1.1 Catálogo Europeo de Residuos

El catálogo de residuos europeo que se encuentra en vigor en estos momentos clasifica la madera como un residuo no peligroso dentro de las corrientes de construc-

ción y demolición (17 02 01) y de residuos municipales y asimilables (20 01 07). Sin embargo la versión 2ª del catálogo que como ya se ha mencionado que fue sometida a votación en Diciembre del 2.000 presenta tres entradas espejo para la madera:

– 17 RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICION

- 17 08 03*: madera que contiene sustancias peligrosas.
- 17 08 04: otros residuos de madera.

– 19 RESIDUOS DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS

- 19 12 06*: madera que contenga sustancias peligrosas.
- 19 12 07: otros residuos de madera.

– 20 RESIDUOS MUNICIPALES Y ASIMILABLES

- 20 01 37*: madera que contiene sustancias peligrosas.
- 20 01 38: otros residuos de madera.

Una propuesta de cambio tan drástica en la clasificación de los residuos de madera es por un lado señal de la poca atención que se ha prestado a esta corriente y por otro de la toma de constatación de la importancia que tiene debido a factores tales como:

- Un volumen relativamente importante (p.e.: varias veces superior al de los neumáticos usados).
- Posibilidad de reutilización como materia prima en la fabricación de madera aglomerada.
- Posibilidad de aprovechamiento de su valor energético.
- Si se interpreta como un material biodegradable, la nueva Directiva sobre vertederos obligaría a reducir drásticamente el vertido como práctica de eliminación final.

La gestión que actualmente se hace de los residuos de madera en los países europeos está caracterizada por una información insuficiente o falta total de información en relación con la calidad y cantidad de este residuo, la falta de sistemas de clasificación y un uso muy reducido de la madera que queda fuera de servicio. Mientras que los residuos de madera de origen industrial encuentran un mercado positivo y se utilizan para producir productos de madera (p.e.: tableros aglomerados) o para generar energía, los residuos de madera provenientes de los pro-

ductos usados generalmente se eliminan sin que se aproveche el material ni la energía que contienen.

No se conocen publicaciones escritas relativas al estado del arte en relación con los residuos de madera, aunque sí existen estudios que cubren aspectos específicos para algunos Estados Miembros de la UE.

11.2 Inventario y Caracterización de los Residuos de Madera

Como ya se ha mencionado, únicamente se dispone de información sobre cantidades y gestión de la madera para un número limitado de países europeos. Esta información que se da a continuación ha sido resumida por *Angelika Voss* de TNO.

Reino Unido

Un informe de posición sobre valorización y reciclaje de materiales de construcción en la industria de la construcción del Reino Unido (BRE IPXX/99²¹) muestra que se producen 1,1 millones de toneladas anuales de madera de demolición. Unas 800.000 toneladas de madera recuperable se deposita en vertederos (50%), se quema *on site* o *off site*, se incinera con recuperación de energía (6%) o se trocea como para su uso como materia prima (2%). No hay datos para los residuos de madera con otro tipo de origen.

Francia

Existen unos 1,2 millones de toneladas de residuos de madera producidos por la industria, excluidas las serreas, de las cuales unos 0,87 millones de toneladas se valorizan mediante recuperación energética. Los residuos de madera provenientes de envases, tales como palets, cajas y envases ligeros representan alrededor de 1,5 millones de toneladas de las cuales unas 50.000 toneladas son objeto de valorización industrial. Las industrias de construcción y demolición producen aproximadamente 1,6 millones de toneladas de residuos de madera de las cuales muy poco se valoriza.

Holanda

Se estima que en este país se producen entre 2 y 2,5 millones de toneladas de residuos de madera al año. De este total se estima que 0,4 millones provienen de los envases y entre 0,3-0,4 millones de toneladas son madera de demoliciones. En el año 1993 todavía unas 600.000 toneladas fueron depositadas en vertederos (lo cual actualmente está prohibido en Holanda). 150.000 toneladas fueron quemadas en incineradoras municipales y solo se sabe de unas 60.000 toneladas que fueron utilizadas para recu-

peración de energía en plantas eléctricas. La cantidad exportada para su utilización en la industria de aglomerados de madera fue estimada en unas 240.000 toneladas. No se tiene información detallada sobre las calidades de la madera y sus posibilidades utilización para el caso del millón de toneladas restante.

Alemania

La cantidad de residuos de madera generados en Alemania se estiman en 8 millones de toneladas anuales, de las cuales entre 2,4 y 5,9 millones de toneladas se generan en las actividades de construcción y demolición y entre 0,8-1,6 millones de toneladas provienen de los residuos de envases. En 1995 se estimó que 0,7 millones de toneladas de residuos de madera fueron trituradas y la mayor parte fue utilizada por la industria de aglomerados de madera.

Flandes

La cantidad de residuos de madera industrial de diferentes orígenes se estimó para 1995 en 116.000 toneladas. Una recogida selectiva de residuos de madera municipales generó en 1997 unas 92.000 toneladas de residuos de madera de jardines.

Suecia

La cantidad de residuos de madera que ha sido tratada con preservantes a lo largo de los últimos diez años ha sido de entre 400.000 y 600.000 metros cúbicos por año. Durante este periodo aproximadamente un 60% de la producción se ha dirigido al consumo interno.

Resumiendo, la situación actual de la gestión de los residuos de madera es muy diferente en Europa. En algunos países la madera acaba básicamente en los vertederos (p.e.: Irlanda, Hungría) o se quema de forma incontrolada *on site*. En países con una legislación desarrollada el vertido de los residuos de madera ha sido ya prohibido (Holanda) o será prohibido en el futuro próximo (como en Alemania a partir del año 2005). Debido a los altos costes que representa la eliminación de los residuos mezclados en algunos países, se está planteando la demolición selectiva con el fin de facilitar la reutilización de varios de los materiales de construcción entre ellos la madera. En países como Dinamarca y Suecia el uso de la madera para la recuperación de energía están fuertemente subvencionado como consecuencia de los fuertes impuestos a que están sometidos los combustibles. Las diferencias entre países en los estándares para la gestión de los residuos y la calidad de la madera para las opciones de eliminación o reciclado conduce a menudo a exportaciones de residuos de madera desde los países con legislación y gestión más desarrollada y altos precios de

²¹ BRE IPXX/99.

eliminación a países con legislaciones más blandas y mejores condiciones.

La complejidad descrita aconseja que con el fin de avanzar en la planificación de la mejor gestión posible de los residuos de madera es preciso en primer lugar diferenciar la madera tratada de la no tratada. A partir de aquí el trabajo se debe centrar en la problemática que representa la presencia de los ingredientes activos en la madera usada. En el *Anexo 1* se muestra un resumen de la problemática mencionada. Aquí parece conveniente distinguir dos niveles de investigación.

11.3 Gestión de los Residuos de Madera

Tres son los posibles destinos de la madera usada una vez convertida en residuo:

- Depósito en vertedero.
- Recuperación energética.
- Reutilización.

11.3.1 Depósito en vertederos

El depósito de la madera usada en vertedero representa no hacer uso del potencial económico que presenta este material como:

- Materia prima.
- Material fijador de carbono.
- Combustible con apreciable valor energético.

Por otra parte y como ya se ha mencionado en este documento una posible interpretación de la madera como material biodegradable colocaría a este residuo bajo los objetivos de reducción de la cantidad de materiales biodegradables que actualmente se depositan, que exige la nueva Directiva sobre vertederos.

Un problema adicional surge de la probable inclusión de algunas corrientes de residuos de madera como residuos peligrosos de acuerdo con la segunda versión de la revisión del CER.

11.3.2 Recuperación energética

La recuperación energética a partir de los residuos de madera no tratada es una práctica habitual en algunos sectores como el papelero donde se queman las cortezas del descortezado y otros residuos de madera o el sector de la fabricación de tableros aglomerados.

La recuperación energética en incineradoras municipales y plantas de generación de energía eléctrica está cada vez más extendida en la UE.

En Alemania existe una lista oficial de residuos susceptibles de ser utilizados como combustibles alternati-

vos en las plantas de fabricación de cemento. La lista se utiliza como una guía para las autoridades medioambientales encargadas de emitir las autorizaciones en materia de gestión de residuos. La lista incluye la madera incluida la corriente de madera contaminada, si bien esta última restringida a contaminación de carácter orgánico.

Desde el punto de vista medioambiental la parte crítica de la recuperación energética reside en las emisiones atmosféricas producidas por la combustión. La posibilidad de que aparezcan contaminantes indeseables en estas emisiones depende del contenido de elementos químicos en la madera residual, su naturaleza, el sistema de combustión utilizado y/o el tratamiento que se hace de las mismas. La identificación de la presencia de ingredientes activos y su naturaleza así como una buena clasificación de la madera con agrupamientos bien caracterizados resulta vital a la hora de utilizar la vía de recuperación energética como una opción dentro de la gestión de los residuos de madera.

11.3.3 Reutilización

La madera usada presenta dos posibilidades de reutilización principalmente. La primera y más antigua es el aprovechamiento que tradicionalmente se ha hecho de las piezas de madera de mayor valor como son vigas, marcos, etc. construidos con maderas nobles.

Más recientemente la fabricación de tableros aglomerados ofrece la oportunidad de utilizar residuos de madera como materia prima secundaria para este fin.

La calidad de la madera en el primer caso de aprovechamiento de piezas de valor y la caracterización de los agrupamientos en el de reutilización como materia prima secundaria son los elementos claves que pueden permitir el uso de estas vías de gestión de este residuo.

11.4 Los Residuos de Madera en la Comunidad Autónoma del País Vasco

11.4.1 Inventario y Caracterización de los Residuos de Madera

Dos estudios recientes han estimado la cantidad de residuos de madera generados en la Comunidad Autónoma del País Vasco. El departamento de Ordenación del Territorio Vivienda y Medio Ambiente llevó a cabo un estudio relativo a este material en el año 1998, *"Estudio sobre la Problemática de los Residuos de Madera"* en el que se estiman las cantidades y características de los residuos de madera generados, los puntos de generación, los sistemas de gestión actual (reciclaje, valorización, eliminación, etc...) la gestión y normativa en otros países europeos. Finalmente se propone un sistema de gestión.

El estudio considera tres grupos de residuos de madera:

- Residuos de madera procedentes del sector industrial principalmente sector de la madera y sector del mueble incluyendo como otros sectores industriales que utilizan la madera como materia prima para algunos componentes de su fabricación (Juguetes, instrumentos musicales, herramientas manuales, etc.).
- Residuos de madera procedentes del sector comercial.
- Residuos de madera recogidos por los servicios municipales.

Un resumen los datos encontrados aparece en la tabla 11.1 en la cual se ha hecho una pequeña modificación a la hora de presentar los residuos generados por la recogida municipal consistente en agrupar los residuos de muebles y voluminosos bajo un único epígrafe de voluminosos. En esta misma tabla se incluyen los resultados del segundo estudio realizado por la Asociación Nacional de fabricantes de *Tableros ANFTA*²². ANFTA ha realizado recientemente (febrero del 2000) una estimación de las cantidades de residuos generadas en la diferentes Comunidades Autónomas distribuyendo las cantidades por grupos. Los grupos elegidos han sido:

- Madera de los residuos de C&D.
- Puntos limpios
- Residuos sólidos urbanos
- Residuos de la Industria de la primera transformación.
- Residuos de la Industria de la segunda transformación.
- Residuos de Jardinería.

- Envases y embalajes.
- Residuos agrícolas.
- Residuos de la propia ANFTA.

Basta observar la tabla para constatar las enormes discrepancias tanto en cuanto a la selección de los agrupamientos de los residuos de madera como a las estimaciones de generación en cada agrupamiento. La aproximación en los totales es pura coincidencia.

Por otra parte es claro que ambos estudios han desarrollado un concepto diferente de residuo para alguno de los orígenes como es el industrial de primera transformación. De ahí el concepto de residuos que salen de ANFTA en el estudio realizado por esta Asociación. Antes de proceder a un inventario de cualquier tipo de residuos es importante definir el momento en el cual se genera un residuo. Esto es especialmente importante en la industria donde los reciclajes internos pueden quedar considerados como minimizaciones. Incluso si este no es el caso este tipo de reciclaje necesita una consideración especial.

En la revisión del Plan para el cual se están redactando estas monografías interesa más la parte ambiental del problema que el reciclaje de las corrientes de residuos no contaminadas para las cuales el aspecto ambiental apenas representa una barrera y por lo tanto puede ser guiado por las fuerzas del mercado. Por lo tanto ambos inventarios hay que tomarlos como un primer esfuerzo importante pero no suficiente en el camino de establecer una gestión ambiental y económicamente eficaz de los residuos de la madera.

Carecemos por completo de un sistema de clasificación o agrupamiento ligado a la caracterización en la Co-

Tabla 11.1. Generación de residuos de madera en la Comunidad Autónoma del País Vasco según estudios del Gobierno Vasco y de ANFTA (Ton/año o m³/año).

Origen	Gobierno Vasco	ANFTA
Residuos Sólidos Urbanos	12.644 ton/año (incluye voluminosos)	1.910 ton/año (no incluye voluminosos)
Industria de 1º y 2ª transformación	759.928 ton/año	349.260 m ³ /año
Jardinería	19.675 ton/año	No se contabiliza
Envases	14.000 ton/año (generado menos reciclado)	No se estiman para la CAPV
Residuos forestales	No se estiman	383.600 ton/año
Residuos agrícolas	No se estiman	9.900 ton/año
Residuos de C&D	No se estiman	27.730 ton/año
Total**	806.247	704.548

* A esta cantidad habría que añadir probablemente 17.929 m³/año de residuos saliendo de las plantas de ANFTA.

** Para hacer el total se han homogeneizado las unidades a ton/año.

²² Estudio sobre las posibilidades de reutilización de residuos de madera en el sector de fabricantes de tableros aglomerados. Febrero de 2000.

munidad Autónoma del País Vasco lo cual como se ha dicho resulta vital tanto para medir la peligrosidad potencial de las diferentes clases de madera tratadas como para definir los tipos de tratamiento que siendo medioambientalmente correctos optimizan la rentabilidad económico/ambiental de la gestión de este residuo.

11.4.2 Gestión de los Residuos de Madera en la Comunidad Autónoma del País Vasco

11.4.2.1 Vertederos

La mayor parte de la madera usada que se genera en la Comunidad Autónoma del País Vasco excepción hecha de la generada por la industria de la transformación y los palets, probablemente se deposita en vertederos mezclada con otros residuos o se deriva a circuitos de reutilización o valorización sin las debidas garantías de control ambiental. Además, Por el momento falta información sobre un número de posibles agrupamientos de residuos de madera.

Tal y como ha sido comentado más arriba el vertido de la madera no representa la solución de futuro. La gran probabilidad de que la madera contaminada sea clasificada como residuo peligroso supone una dificultad adicional a la utilización de este modo de gestión en la Comunidad Autónoma del País Vasco para la madera, toda

vez de que no se dispone de ningún vertedero para residuos peligrosos.

11.4.2.2 Recuperación energética

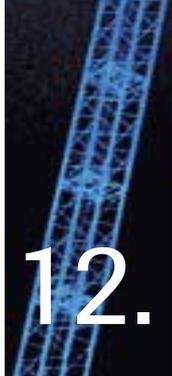
Existe una instalación específica destinada a la recuperación la energía contenida en la madera en la Comunidad Autónoma del País Vasco. No existe ninguna incineradora de residuos municipales con recuperación energética que pudiera utilizar la madera usada como combustible, si bien el Territorio Histórico de Bizkaia tiene planeado instalar una probablemente con capacidad suficiente para absorber toda la madera usada incinerable que se genera en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Finalmente las dos cementeras que operan en la Comunidad Autónoma del País Vasco podrían utilizar parte de los residuos de madera como combustible alternativo. En cambio la industria papelera vasca sí utiliza normalmente residuos de madera limpia como fuel alternativo.

11.4.2.3 Reutilización

Existe una cierta actividad de reutilización de madera en la Comunidad Autónoma del País Vasco que alcanza los palets pero que no está documentada por el momento. Si se utiliza madera usada como material secundario para la fabricación de tableros aglomerados.





12.

Conclusiones y Recomendaciones

12.1 Residuos de Construcción y Demolición en general

- Los residuos de construcción y demolición constituyen una corriente prioritaria que recibe una atención preferente en la mayoría de los Estados Miembros de la Unión Europea.
 - A medida que se tiene un mayor conocimiento sobre los residuos de C&D se pone de manifiesto la *complejidad que presentan en su composición y sobre todo en la articulación de una gestión* que compagine una alta protección del medio ambiente con el aprovechamiento de los materiales y energía extraíbles a partir de los mismos.
 - Nueve países europeos reciclaban en 1998 más del 15% de los residuos de C&D que generaban, tres más del 93% de la corriente de hormigón ladrillos, tejas y material cerámico y los 6 restantes se situaban entre el 15 y el 76% de reciclaje para esta sub-corriente.
 - La sub-corriente de hormigón, ladrillos, tejas y material cerámico se recicla por trituración como áridos. Los áridos secundarios compiten en el mercado con el correspondiente material virgen. Solamente en condiciones ventajosas de falta de áridos naturales o ventajas obtenidas por las distancias de transporte permiten a los áridos secundarios competir con los vírgenes. Todos los Estados Miembros que han conseguido cuotas de reciclaje que pueden considerarse como no marginales (10 EM) han aplicado medidas de tipo económico (la mayoría) o legal y en algún caso ambas.
 - La medida de carácter económico más extendida es la de aplicar algún tipo de impuesto, de carácter general o específico, al vertido de los residuos de C&D, mientras que la medida de carácter legal es la de prohibir de una forma u otra el vertido de los residuos de C&D factibles de ser reciclados.
 - Los impuestos sobre el vertido que se aplican en 9 Estados Miembros van desde un mínimo de 1 €/ton en Italia para residuos inertes a las 45,08 €/ton en Dinamarca para todo tipo de residuos no peligrosos con carácter general.
 - La calidad de los áridos secundarios y los problemas de imagen que afectan a los materiales secundarios provenientes de los residuos constituyen barreras importantes para el reciclaje de aquellos. La calidad se puede mejorar mediante sistemas de separación en plantas fijas con un costo elevado o mediante la demolición selectiva y la separación en origen.
 - Las técnicas de machaqueo utilizadas en la producción de áridos secundarios presentan tres niveles de desarrollo. La oportunidad de utilización de uno de los niveles en particular depende de las condiciones de mercado en que se mueve la actividad de la gestión de los residuos de C&D en cada área concreta.
 - La demolición selectiva permite reutilizar hasta un 9% del material de demolición según una experiencia concreta, y obtener un árido en la trituración posterior de gran calidad. También permite reciclar materiales minoritarios dentro de los residuos de C&D, como son la madera, los metales, etc. La demolición selectiva permite separar con garantía las sub-corrientes de residuos peligrosos que pueden aparecer dentro de los residuos de Construcción y Demolición.
 - La demolición selectiva resulta más cara y de mayor duración que la demolición clásica. Sin embargo ambas cosas pueden reducirse significativamente si se desarrollan sistemas de planificación y técnicas apropiadas.
 - No existe una estimación publicada sobre la cantidad de residuos de Construcción y Demolición generadas en la Comunidad Autónoma del País Vasco, pero parece que la cifra de 500-700 kg./hab./año encontrada en los países de más activos en el reciclaje puede ser un buen referente para el País Vasco. Aunque hay varias máquinas de machaqueo móviles en la Comunidad Autónoma del País Vasco, la actividad que desarrollan parece ser muy escasa, debido a las pocas oportunidades que encuentran en el mercado.
 - El tema de las demoliciones es un tema que compete básicamente a las autoridades locales. Son los municipios los que otorgan las licencias de obras y quienes deben de aprobar los proyectos y vigilar el cumplimiento de lo establecido en las autorizaciones. Es especialmente importante que se vigile y evite el vertido clandestino de los residuos o que las fracciones de residuos peligrosos no se gestionen de acuerdo con la normativa establecida.
- A la vista de estas conclusiones se hacen las siguientes *recomendaciones* con relación a los residuos de Construcción y Demolición y su integración en la revisión del *Plan de Residuos Especiales 1994-2000*:
- El Plan deberá incluir una proposición de implantación de algún tipo de instrumento económico y/o legal como los descritos con el fin de colocar el reciclaje de los residuos de Construcción y Demolición en condiciones

competitivas en el mercado. La elección de o de los tipos de instalaciones de reciclaje debe de quedar en manos de los agentes económicos.

- Se recomienda que el Plan incluya una propuesta de reglamentación de la intervención en el ámbito local (Municipal) en las operaciones de demolición, sugiriendo criterios para la redacción de los proyectos necesarios para obtener la licencia de actividad y especificando las labores de vigilancia que las autoridades municipales deben de ejercer a fin de evitar desviaciones del cumplimiento de las especificaciones del proyecto aprobado durante las labores de demolición y posterior gestión de los residuos resultantes.
- Un aumento de la calidad de los áridos a través de mejores separaciones en origen (demolición selectiva) y en la planta de machaqueo, avanzar en el proceso de estandarización, organizar campañas de información, promocionar el uso de estos materiales en la contratación pública y articular acuerdos voluntarios pueden ayudar a eliminar la barrera de imagen y calidad con la que se encuentra la industria del reciclaje de áridos derivados de residuos de Construcción y Demolición. Se recomienda que estas medidas sean discutidas por los agentes implicados con objeto de incorporar al Plan aquellas que sean consensuadas.
- Se recomienda realizar un esfuerzo de I+D básico en relación con la separación en origen y la apertura de nuevos mercados para los áridos secundarios y más en concreto:
 - Identificar y/o buscar tecnologías de separación que permitan acortar tiempos, abaratar las operaciones de separación que se practican en la demolición selectiva y mejorar la calidad de los materiales secundarios obtenidos,
 - Crear modelos de logística de auditorías de edificios que permitan una determinación rápida de y precisa de los elementos de construcción del edificio así como las masas y composiciones de los materiales --correspondientes.
 - Realizar alguna/s experiencias piloto de demolición selectiva que permitan entre otras cosas determinar la variabilidad de costos y duraciones (tiempos) unitarias de diferentes operaciones en función de las condiciones específicas del trabajo.

Resumiendo:

- Se propone que la revisión del Plan identifique un conjunto de medidas de tipo económico y legal(en el ámbito autonómico y local) que combinadas puedan producir el mejor efecto de incentivación posible del reciclaje de los residuos de Construcción y Demolición jugando dentro de las reglas de mercado.

12.1.1 Residuos de amianto

- El amianto o más concretamente la fibra de amianto es un material peligroso cuya utilización se está prohibiendo para la mayoría de los usos. Recientemente el amianto cemento ha quedado clasificado como residuo peligroso en la última revisión del CER.
- Los residuos de amianto aparecen sobre todo en las operaciones de demolición de edificios y sus cantidades son difíciles de estimar. La generación de aislamientos que contienen amianto en la Comunidad Autónoma del País Vasco se sitúa posiblemente en unos pocos cientos de toneladas en la Comunidad Autónoma del País Vasco, mientras que los de amianto-cemento podría alcanzar entre las 1.000 y las 2.000 toneladas año.
- No existe ninguna reglamentación de carácter medioambiental respecto a los residuos de amianto en la Comunidad Autónoma del País Vasco, pero si están en vigor reglamentaciones relativas a la protección de la salud laboral que establecen la obligación de redactar planes para la eliminación del amianto en las demoliciones de edificios donde este material ha sido utilizado.
- Es claro que los residuos de aislantes que contienen amianto deben de eliminarse en vertederos de residuos especiales. Sin embargo los residuos de amianto cemento podrían ser depositados en celdas especiales construidas en los otros tipos de vertederos.
- Hay un vacío reglamentario en el área del medio ambiente en relación con la gestión de los residuos de amianto

A la vista de estas conclusiones se hacen las siguientes *Recomendaciones* en relación con los residuos de amianto y la revisión del *Plan de Residuos Especiales*:

- Se debe de discutir una propuesta de reglamentación que tendría el carácter de *Guía Técnica para los residuos de amianto-cemento* en la que se recojan:
 - La posibilidad legal de que los cuatro tipos de vertederos reglamentados en la Comunidad Autónoma del País Vasco puedan construir celdas especiales para recibir residuos de amianto-cemento.
 - Las instrucciones y los procedimientos a seguir durante toda la secuencia de acciones en las que se manipula el amianto cemento (las distintas clases de piezas de amianto cemento) desde que se inicia el desmantelamiento hasta que llega a la celda donde va a ser depositado.
 - Las características técnicas que deben reunir las celdas donde se van a recibir los residuos de amianto cemento.
 - El tipo de control y seguimiento que se debe de llevar a cabo para estos residuos y el papel de las autoridades locales dentro del mismo.

12.1.2 Residuos de la madera

- El interés por la gestión correcta de los residuos de la madera es reciente en la Unión Europea. Igualmente por primera vez el CER en su versión 2º ha votado favorablemente a la inclusión de tres entradas de residuos de madera clasificadas como peligrosas.
- Los residuos de madera presentan un interés especial debido a las posibilidades de su utilización como materia prima secundaria para la fabricación de tableros, como combustible secundario en procesos industriales o plantas de generación de energía eléctrica y en menor medida (menor cuantía) como producto directamente reutilizable.
- La nueva directiva sobre vertederos puede afectar a la gestión de los residuos de la madera en la medida de que se trata de un material biodegradable.
- Desde el punto de vista ambiental el principal problema que presenta la madera usada es el de su contaminación por parte de los agentes activos utilizados como preservantes.
- Es difícil identificar visualmente o por métodos sencillos la contaminación de la madera. Esta es la principal dificultad a la hora de garantizar que el tratamiento de reciclaje o eliminación final es el adecuado para el tipo de residuo de que se trata y por lo tanto esta es la mayor barrera para el reciclaje o valorización de la madera usada.
- No existe una clasificación de los distintos tipos de madera en el ámbito europeo y muy pocos países de la UE disponen de un agrupamiento o clasificación para este residuo.
- Se conocen dos trabajos recientes en los cuales se dan unas estimaciones para las cantidades de residuos de

madera generados en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Los agrupamientos realizados por ambos estudios al igual que las cantidades estimadas para los que son comunes difieren notablemente. Ninguno de los dos estudios proporciona información sobre las características de la madera en cada uno de los agrupamientos utilizados en la clasificación.

A la vista de las conclusiones alcanzadas y con vistas a la revisión del *Plan de Residuos Especiales 1994-2000*, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda proceder a realizar un trabajo básico de investigación que lleve a una agrupación de los distintos tipos de madera usada que se pueden encontrar en la Comunidad Autónoma del País Vasco, en función del origen y sobre todo de la peligrosidad potencial que presentan de acuerdo con el tratamiento que han recibido.
- Se recomienda así mismo realizar un trabajo dirigido a clarificar la estructura de la propiedad de la madera generada en la Comunidad Autónoma del País Vasco íntimamente ligado al trabajo previo de investigación básica antes citado.
- Una vez finalizados los dos primeros trabajos propuestos se recomienda realizar un trabajo de identificación de las posibles vías de gestión para las diferentes agrupaciones que contemple la cadena de actividades que va, desde el punto de generación hasta el tratamiento final. A continuación se deberán detectar los puntos débiles y carencias de la cadena como base para una propuesta de medios a utilizar para conseguir una gestión óptima (instrumentos legales, económicos, de I+DT, etc.).





13. Anexo

ANEXO: Estudios de investigación referentes a la madera

Dada la elevada problemática ambiental de la madera es necesario realizar estudios de investigación referentes al tema. A continuación se muestra un resumen de los resultados obtenidos de los diferentes estudios de investigación realizados en Alemania.

A un primer nivel de investigación es importante:

- Ayudar a la identificación de los ingredientes activos que han sido utilizados a ser posible ligados a las diferentes clases de maderas usadas que sea posible definir.
- Indicar los potenciales de riesgo que presenta la presencia de los ingredientes activos en los residuos de madera.
- Facilitar la separación de los distintos tipos de madera.

A. Voß y S. Brigenzu²³ llegaron a identificar y clasificar los preservantes de la madera en dos grandes grupos:

- Preservantes de base inorgánica.
- Preservantes de base orgánica.

Cada grupo se dividió en función de su poder fijador (los de base inorgánica) o en función de que la base fuera un disolvente, se tratara de un aceite derivado del alquitrán o un compuesto clorado. Para cada grupo se identificó el agente activo (mercurio, arsénico, sin mercurio y arsénico, con mercurio y arsénico, compuesto orgánico halogenado etc.). Al tercer nivel de clasificación se identifican los agentes acompañantes (sales de cromo, de cromo y cobre, cromo-cobre y arsénico, PCP, Lindane, Endosulfano, Cloronaftalina...). Finalmente y para cada grupo al tercer nivel se expresan las cargas de preservante en Kg por metro cúbico o cuadrado y los porcentajes de participación de cada componente en el preservante.

Ambos autores analizan la penetración de los ingredientes activos en la madera y los potenciales de toxicidad que representan. Y finalmente hacen una clasificación de los residuos de madera según el origen (construcción paisajista y jardines, construcción vial, actividades profesionales y naves industriales...) y para cada una de los grupos identifican los principales agentes activos y el potencial de riesgo.

En un segundo nivel de trabajo es preciso abordar las posibilidades de clasificar caracterizar los distintos grupos de maderas tratadas.

El primer agrupamiento de la madera usada debería de hacerse utilizando el criterio de la homogeneidad:

1. Grupos homogéneos, caracterizados por:

- Un potencial de riesgo homogéneo.
- Una gran uniformidad de los productos de madera.
- Ausencia de mezcla con madera no tratada o con madera tratada con varios ingredientes u otros contaminantes.

EJEMPLO. “Traviesas creosotadas”

2. Grupos parcialmente homogéneos, caracterizados por:

- Un potencial de riesgo solo parcialmente homogéneo.
- Una composición de productos de madera diferentes y tamaños distintos.
- Una posible mezcla con otro tipo de madera con tratamiento diferente.

EJEMPLO. “En países donde el CCA no es el preservativo de madera predominante, no es posible distinguir los tipos que contienen cromo”

3. Grupos mezclados:

- Caracterizados por un tratamiento no homogéneo. No es posible determinar los diferentes tipos de tratamiento ni en calidad ni en cantidad.
- Los productos de madera provienen de condiciones de servicio diferentes (p.e.: utilización en interiores o en exteriores).
- Se da una mezcla de madera tratada y no tratada.

EJEMPLO. “Madera proveniente de la demolición de edificios”

Un tercer nivel, en el que se caracteriza la madera que queda fuera de uso.

Se deben de dar dos niveles de evaluación dentro de este tercer nivel de trabajos.

Primer nivel de evaluación: el potencial de riesgo

Las posibilidades de un análisis inmediato de la contaminación de la madera usada son muy limitadas. Por esta razón la evaluación del potencial de riesgo depende de una información de carácter indirecto.

- ¿Que tipo de ingredientes activos han sido utilizados en la impregnación los últimos 50 años?
- ¿Cuales son los más importantes?
- ¿Existe alguna posibilidad de definir la aplicación?
- ¿Para un periodo limitado de utilización?
- ¿Para varios grupos específicos?
- ¿Para regiones específicas? ¿Para el material importado?

²³ Characteristic and quantity of impregnated wood waste in Germany. A. Voß y S. Brigenzu. 1997.

El conocimiento sobre el uso de preservantes y sus ingredientes activos tiene que estar conectado con la información relativa a los grupos de madera. Ambos conjuntamente permiten la evaluación del riesgo.

Segundo nivel de evaluación: La estructura logística

- Una gestión de residuos de madera necesita de unos requisitos que son decisivos.
- Inventariar las cantidades de madera que es necesario gestionar.
- Evitar los grupos mezclados.
- Dividir la madera mezclada en varios grupos homogéneos cuando sea útil y en la medida de lo posible.
- Concentrar los residuos de madera, si ello mejora la logística y las condiciones económicas.
- Seleccionar métodos de eliminación o recuperación no contaminantes.
- Establecer de *novo* o mejorar una gestión de residuos de madera existente pasa por tomar en consideración la situación estructural en relación con:
 - la estructura de la propiedad,
 - el tipo de acumulación,
 - la cantidad de residuos de mader

Las estructuras de la propiedad deben de ser analizadas con respecto a su nivel de organización y las cantidades correspondientes al consumo. A título de ejemplo los propietarios de postes y traviesas usados son organizaciones industriales de gran tamaño tales como compañías eléctricas, ferroviarias o administraciones de correos. Este tipo de propietarios puede suminis-

trar grupos de residuos de madera muy homogéneos, mientras que en el caso de los residuos municipales lo habitual es la falta de homogeneidad.

El tipo de acumulación se refiere a los grados de concentración o dispersión local de los grupos de madera. También caracteriza diferencias en la distribución regional u otras peculiaridades.

La cantidad de residuos de madera en cada uno de los grupos del agrupamiento representa un aspecto logístico importante para el transporte, el almacenamiento y las instalaciones de eliminación. La estimación de las cantidades actuales y futuras representa junto con la evaluación del potencial de riesgo uno de los retos más importantes a la hora de planificar la gestión de estos residuos.

Un problema especial que puede surgir en el análisis y evaluación de la situación estructural es el del cambio en la clasificación de la madera desde el momento en que se convierte en residuo al momento en que llega al tratamiento u operación de eliminación final. Por esto resulta muy importante el momento de la clasificación ya que puede influir fuertemente en el resultado. Un grupo parcialmente homogéneo en principio puede convertirse en parte de un grupo mezclado debido al transporte o a la recogida. Proceder a la clasificación tan pronto como sea posible es importante para conseguir una buena gestión de los residuos de madera. En consonancia con el análisis anterior resulta importante realizar una investigación comprehensiva sobre estas estructuras como base para discutir entre todos los actores el modo de planificar la gestión de los residuos de madera. El resultado final de un trabajo de este tipo puede ejemplarizarse en el contenido de la Tabla A.1 que presenta el potencial de riesgo para varios grupos de madera usada en Alemania.

Tabla A.1. Peligrosidad potencial de varios grupos de residuos de madera en la antigua República Alemana.

Grupo	Parte tratada	Otros elementos en el grupo	Ingredientes activos potenciales	Exigencias de retención
Traviesas	Completa		Creosota, (sales inorgánicas)	45 kg./m ³ -175 Kg./m ³
Postes	Completa		CCB, CCF, CCA, creosota, HgCl ₂	6-8 Kg/m ³ 90 Kg/m ³ 0,6-1,0 Kg/m ³
Madera del campo	Muy alta	Estacas Postes de viñedos traviesas, postes, silos de madera. tambores para cables	Etc.	Etc.
Estacas	Muy alta			
Postes de viñedos	Muy alta			
Torres de refrigeración	Muy alta			
Silos de madera	Moderada			
Madera de demolición	Moderada a alta	Madera de embalaje, tambores para cables, torres de enfriamiento, silos de madera		
Residuos voluminosos	Baja	Madera de embalaje, madera de campo		
Madera de embalaje	Muy baja			

Fuente: A Voß, H Willeitner 1997.