



MASTER EN INGENIERÍA Y GESTIÓN
MEDIOAMBIENTAL

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN
Y DEMOLICIÓN

DOCUMENTACIÓN ELABORADA POR:

IVÁN BOTAMINO GARCÍA

INDICE

1. LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	3
1.1. DEMOLICIÓN. TIPOS Y SISTEMAS APLICABLES.....	3
1.2. DEMOLICIÓN SELECTIVA	7
1.3. DEMOLICIÓN Y AMIANTO	8
2. DEFINICIÓN. CARACTERÍSTICAS. TIPOLOGÍA	13
2.1. GENERACIÓN DE RCDS.....	14
2.2. TIPOLOGÍA DE LOS RCDS	15
3. TRATAMIENTO.....	17
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	17
3.2. DESCRIPCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	18
4. APLICACIONES DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .	22
5. VALORIZACIÓN Y RECICLAJE DE LOS PRODUCTOS MIXTOS DE CONSTRUCCIÓN	23
5.1. MADERA.....	23
5.2. METALES	24
5.3. PLÁSTICO	25
5.4. VIDRIO.....	25
5.5. PAPEL	25
6. VERTEDERO CONTROLADO.....	26
7. PLAN NACIONAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (2001-2006).....	27

1. LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

1.1. DEMOLICIÓN. TIPOS Y SISTEMAS APLICABLES

Se define la demolición como el proceso de eliminación de una estructura, total o parcialmente, para su eliminación o reforma. El conjunto de las técnicas empleadas para llevar a cabo la fragmentación de un elemento constructivo será un “sistema de demolición”.

La técnica de demolición empleada en cada caso dependerá del tipo de materiales que componen la estructura, las causas que originan la demolición, el uso futuro del emplazamiento, y el destino previsto para los residuos generados.

Cuando el alcance de los trabajos implica la destrucción completa de la estructura considerada, se emplea el término de demolición total. Es el procedimiento más frecuente en construcciones industriales, cuando son reemplazadas por otras nuevas o edificaciones con otros usos, como viviendas. Aunque a primera vista puede parecer que se trata de un proceso unitario, en el que se demuelen todos los elementos de la estructura de forma simultánea, con frecuencia esto no sucede así, si no que es el resultado de un conjunto de trabajos parciales de demolición.

Únicamente cuando los residuos generados pueden ser admitidos como un todo uno en un vertedero, la demolición se lleva a cabo de una sola vez, obteniendo un escombros formado por una mezcla de todos los materiales presentes en la estructura. Se trata obviamente de un procedimiento medioambientalmente inadecuado, ya que no se produce valorización ni reciclaje alguno de los residuos generados.

El desarrollo de la demolición por etapas permite seleccionar los materiales obtenidos, en origen, favoreciendo su reutilización y reciclaje según sus características (áridos, madera, metales, etc.).

Se denomina demolición parcial cuando se lleva a cabo la demolición de una parte de la estructura para su rehabilitación o reforma, respetando en mayor o menor medida la configuración original. Un caso bastante habitual es la rehabilitación de edificios

antiguos, en los que tan solo se mantiene la fachada. Es importante resaltar que son las demoliciones con un índice más elevado de accidentalidad.

1.1.1. Demoliciones manuales

Las demoliciones manuales son aquellas que se realizan mediante herramientas manuales, tanto en las operaciones de demolición (martillos picadores y rompedores, picos, pequeñas pinzas hidráulicas, etc.), como de carga y transporte (carretillas elevadoras, etc.).

En muchas ocasiones es el único método aplicable, sobre todo en demoliciones parciales, para no producir daños en la infraestructura remanente tras los trabajos de demolición. Frecuentemente, estas labores manuales son el paso previo a demoliciones mecánicas o por voladura, con el fin de independizar las edificaciones colindantes. Es la técnica de demolición más cara.

1.1.2. Demoliciones mecánicas

Es el resultado de la mecanización de las demoliciones manuales, mediante el accionamiento mecánico de las herramientas de demolición. El operario se transforma en conductor del vehículo, mediante cuyos mandos posiciona la herramienta en el punto de aplicación, y mediante otro mando, acciona la herramienta de demolición propiamente dicha.

En función de las características de los vehículos portantes y de la herramienta de demolición, puede establecerse la siguiente clasificación:

- Demolición mecánica con equipos ligeros. Se trata de pequeños equipos autopropulsados cuyo tamaño máximo no supera las 3 toneladas. Habitualmente portan brazos de tipo retro, en los que se acopla un martillo rompedor o una pinza de demolición. Complementariamente, se emplean pequeñas palas cargadoras y mini volquetes para carga y transporte. Se usan muy frecuente en las rehabilitaciones, siempre que la capacidad portante del piso lo permita.



Fig. 1.1: Equipos de demolición ligeros

- Demolición mecánica con equipos medios. Se trata de equipos de mayor peso, entre 3 y 10 toneladas. Están dotados de martillos más potentes y de pinzas de mayor galga. Solamente son utilizables en pisos bajos o en forjados de gran capacidad portante. Los equipos más habituales son las retroexcavadoras mixtas, de ruedas y orugas, resultantes de la adaptación de la maquinaria de obra civil y minería a la demolición, mediante incorporación de elemento rompedor (martillo o pinza hidráulico). El martillo se emplea habitualmente para la demolición de zapatas, soleras y cimentaciones, mientras que la pinza se emplea sobre los elementos estructurales, tales como vigas, pilares y forjados.
- Demolición mecánica con equipos pesados. Se trata de excavadoras de cadenas, provistas de brazos de gran alcance (hasta 30-35 metros), que portan martillos rompedores de gran potencia, o pinzas hidráulicas de aberturas hasta de 1.500 mm. Los equipos mayores pueden alcanzar pesos de 70-80 toneladas.



Fig. 1.2: Equipo pesado de demolición

1.1.3. Demoliciones con explosivos

Como se ha mencionado, la demolición por voladura suele estar precedida por diferentes trabajos previos de preparación. Al contrario de lo que ocurre en minería y obra civil, el objetivo de la voladura no es fragmentar la estructura existente, si no lograr el colapso de la misma para facilitar los trabajos de demolición posterior, generalmente por medios mecánicos.

Por ello, se emplea un gran número de cargas de potencia muy pequeña, ubicadas en los puntos críticos de la estructura, con el fin de producir su desequilibrio, y consecuentemente, caída en una dirección y forma prefijadas.



Fig. 1.3: Demolición por voladura

1.2. DEMOLICIÓN SELECTIVA

La demolición selectiva o deconstrucción es una modalidad de demolición por fases, orientada a maximizar la reutilización de los residuos generados. Mediante este procedimiento se obtiene un aumento en la cantidad de RCD recuperados, minimizando la fracción no valorizable, cuyo destino es el depósito en vertedero.

Se trata de una selección en origen, ejecutada por fases en función del destino que permita la mayor recuperación de los materiales retirados. Así, pueden distinguirse:

- FASE 1: Recuperación de elementos arquitectónicos. Consiste en el desmontaje del mobiliario, instalaciones (calderas, eléctricas, etc.), cerramientos interiores (puertas, molduras, mamparas), suelos, elementos estructurales (vigas, pilares, cerchas), madera, metales, vidrio (ventanas), para su posterior reutilización en una nueva construcción.
- FASE 2: Recuperación de residuos tóxicos y peligrosos. En esta fase, se procede a la retirada de los RCDs con carácter de residuos peligrosos, cuyo destino final es el gestor autorizado.
- FASE 3: Recuperación de productos mixtos. Consiste en la retirada de los materiales susceptibles de recuperación y reciclaje, tales como los metales

(cobre, bronce, aluminio, plomo, zinc, estaño, hierro y acero), papel y cartón, textiles, vidrio y madera.

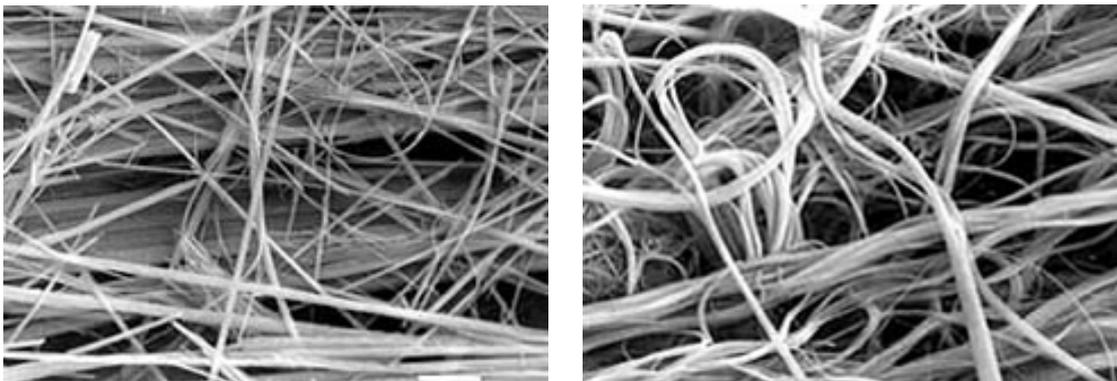
- FASE 4: Reciclaje de los elementos de naturaleza pétreo. Su destino es el envío a plantas de tratamiento para valorización. Los materiales son fundamentalmente áridos, gravas, zahorras, hormigón (armado y en masa), pétreos, cerámicos y asfalto-bituminosos.
- FASE 5: Fracción no valorizable. Corresponde al resto de materiales, cuyo destino es el depósito en vertedero controlado.

Aparentemente, este sistema de demolición puede parecer más caro que la demolición tradicional, lo cual es cierto si únicamente se tienen en cuenta los costes de la demolición propiamente dicha. Sin embargo, si se considera la actuación de forma global, una demolición poco selectiva redundaría en una muy baja tasa de reutilización, con lo que se obtendría un volumen importante de materiales con destino a vertedero, con el coste asociado que esta gestión conlleva. La demolición selectiva permite reducir notablemente el volumen de fracción no valorizable final, reduciendo estos costes. La gestión de los materiales valorizables es habitualmente económicamente favorable. Por todo ello, este tipo de demolición resulta más barato que la demolición tradicional, y obviamente, mucho más adecuada desde el punto de vista medioambiental.

1.3. DEMOLICIÓN Y AMIANTO

1.3.1. Definición. Características generales

El **amianto** o asbesto es un material perteneciente a un grupo de minerales fibrosos formado fundamentalmente por silicatos, caracterizados por un punto de fusión muy elevado y baja conductividad térmica. Se divide en dos grupos minerales: anfíboles (crocidolita y amosita), que poseen fibras rectas y rígidas; y las serpentininas (crisotilo), que presenta fibras finas y flexibles.



Figs. 1.4: microscopio (a) Crocidolita

(b) Crisotilo

Atendiendo a sus características y aplicaciones, se distinguen tres tipos de amianto:

- Crisotilo o amianto blanco, cuya principal aplicación es como aislante térmico. En España se estima que el 90% del amianto utilizado es de esta variedad.
- Amosita o amianto marrón, que es resistente a los ácidos y el calor. Se emplea en juntas de tuberías, aislamientos térmicos, pastillas de frenos, etc.
- Crocidolita o amianto azul, empleado para dar rigidez al fibrocemento y refuerzo de los componentes plásticos. Su uso está prohibido en España desde 1987.

Al ser manipulado, la mayoría de los materiales que contienen amianto liberan fibras, que se mantienen suspensión durante un tiempo, para depositarse posteriormente en el suelo. Estas fibras pueden volver al estado de suspensión por efectos del aire.

El peligro fundamental asociado al amianto reside en la **aspiración de las fibras por parte de las personas**. Las fibras atraviesan el sistema respiratorio para depositarse en los alvéolos. Los macrófagos alveolares son capaces de eliminar las fibras más cortas, pero las fibras largas resisten la acción de los macrófagos, permaneciendo inalteradas, y pudiendo dar lugar a procesos fibrinógenos y cancerígenos. Así, se asocia al amianto a enfermedades como la asbestosis, el cáncer de pulmón y el mesioteloma de pleura.

Por ello, una clasificación útil de estos materiales se basa en la facilidad con que estos liberan polvo y fibras de amianto. Así, se denominan materiales friables a los que se disgregan con facilidad, como ocurre en el caso del amianto proyectado, textiles de amianto, juntas, paneles aislantes y calorifugados. En los materiales no friables, las fibras están mezcladas con otros materiales, habitualmente cemento o cola. La

aplicación más conocida son las placas onduladas de fibrocemento (URALITA). Otras aplicaciones muy extendidas son la fabricación de canalones, depósitos y conducciones de agua, elementos decorativos (maceteros) y baldosas de vinilo. Cuando el amianto no-friable está en buen estado existe menos riesgo para la salud.

Los materiales que presentan un mayor nivel de riesgo son los friables. Existen diferentes técnicas para valorar el grado de riesgo, aunque la más empleada en las actividades de demolición es la establecida por la OSHA (*U.S. Occupational Safety & Health Administration*) que define el riesgo en función del material y el tipo de trabajo realizado.

En España, la legislación principal relacionada con el amianto es el Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto, aprobada por la Orden Ministerial de 31 de octubre de 1984. En diciembre de 2001 se prohibió la comercialización y la utilización de crisotilo (amianto blanco), el único tipo que todavía seguía siendo utilizado en España.

En la actualidad, la legislación fija un valor límite de la concentración de fibras de amianto, medida en relación con un período de referencia de 8 horas diarias, es de **0,60 fibras/cm³** para el crisotilo y de **0,30 fibras/cm³** para las restantes variedades de amianto, puras o mezclas. La nueva directiva europea 2003/18/CE reduce el valor límite de la concentración a **0,10 fibras/cm³** para todos los tipos de amianto. Esta directiva deberá transponerse a legislación española antes del 15 de abril de 2006.

1.3.2. Desamiantado de materiales friables

Esta actividad es la que más riesgo entraña. Es muy importante distinguir entre los tipos de materiales friables a desmontar: amianto proyectado sobre paredes, suelos y techos; calorifugado; ladrillos de amianto, etc.

Los trabajos engloban las siguientes fases:

- Planificación previa. Es la fase más importante. En ella se definen los materiales a retirar, número de trabajadores, metodología, medidas de control, equipos a emplear y el calendario de trabajo.
- Área de trabajo. Corresponde a la zona donde se lleva a cabo la retirada de los residuos de amianto, y está aislada físicamente para evitar dispersión de polvo

y fibras. El área de trabajo se aísla mediante una burbuja impermeable de polietileno. De forma previa al inicio de los trabajos, su estanqueidad se verifica mediante un generador de humos (“test de humos”). Como último paso previo al desamiantado, se genera en el interior de la burbuja una presión negativa, mediante unidades de extracción de aire equipadas con filtros absolutos (HEPA). Al mantener la burbuja en depresión se favorece la circulación desde el exterior de la misma al interior, nunca en sentido contrario.



Fig. 1.5: Burbuja en presión negativa

Todos los trabajadores que entran en la zona de trabajo deben de pasar un proceso de descontaminación en una unidad que deberá ser instalada a tal efecto, que contará con un **módulo de sucio**, donde se desprenden del buzo; un **módulo de ducha**, obligatoria para todos los operarios; y un **módulo de limpio**.

- Retirada del amianto. Debe realizarse evitando la dispersión de fibras en el ambiente. Puede realizarse en **vía húmeda**, mediante humectación periódica de los materiales a retirar; y en **seco**, cuando no se puede humedecer, como en el caso de riesgo eléctrico.



Fig 1.6: Humectación del amianto

- Limpieza final. La operación de desamiantado exige la retirada de todo el amianto existente, por lo que la actuación suele completarse con una limpieza específica de las superficies resultantes del desamiantado y la unidad de descontaminación.

1.3.3. Desamiantado de materiales no friables

La prioridad fundamental reside en no convertir en friables los materiales, para lo cual es necesario asegurar una manipulación correcta de los mismos. Los materiales que se encuentran con más frecuencia son las placas o tubos de fibrocemento.

Estas actividades exigen igualmente un proceso de planificación previa y acondicionamiento de la zona de trabajo, que deberá estar controlada. La burbuja de contención no es imprescindible en todos los casos, pero si la unidad de descontaminación, cuyo uso es igualmente obligatorio para todos los trabajadores.

En la retirada del material deberá intentarse eliminar piezas enteras, sin romperlas. En caso de que se encuentren en mal estado debe procederse a su humectación. Los residuos retirados deben ser acondicionados lo antes posible, en bolsas específicas o envolviéndolos en polietileno. La operación finaliza con las labores de limpieza, al igual que en el caso de los materiales friables.

2. DEFINICIÓN. CARACTERÍSTICAS. TIPOLOGÍA

Los **residuos de construcción y demolición** (RCDs) son los residuos procedentes de los trabajos de construcción, reforma y demolición de estructuras y edificaciones. Su composición varía notablemente en función del tipo de obra de procedencia. Estos residuos figuran en la Lista Europea de Residuos bajo el epígrafe 17 00 00.

En el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, se establece la siguiente composición media, a partir de los datos de un estudio realizado por la Comunidad de Madrid sobre los residuos con destino a los vertederos existentes en esta Comunidad Autónoma:

PRODUCTOS DE ORIGEN PÉTREO	75%	
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54%	CER 17 01 00
Hormigón	12%	CER 17 01 00
Piedra	5%	
Arena, grava y otros áridos	4%	
PRODUCTOS MIXTOS DE CONSTRUCCIÓN	25%	
Madera	4%	CER 17 02 01
Vidrio	0,5%	CER 17 02 02
Plástico	1,5%	CER 17 02 02
Metales	2,5%	CER 17 04 00
Asfalto	5%	CER 17 03 00
Yeso	0,2%	CER 17 01 00
Papel	0,3%	CER 17 07 00
Basura	7%	CER 17 07 00
Otros	4%	CER 17 07 00

La mayoría de los residuos de construcción y demolición son inertes, aunque en ocasiones pueden contener una pequeña fracción de residuos peligrosos y no inertes, tales como el amianto, fluorescentes, disolventes, aditivos del hormigón, pinturas, resinas y plásticos.

Desde el punto de vista ambiental, el principal problema reside en que la gestión habitual consiste en el depósito en vertedero, debido a las favorables condiciones de precio, que hacen que no sea competitiva ninguna otra operación más ecológica. Esta

circunstancia, asociada al hecho de que los RCDs se generan en grandes cantidades, y que habitualmente ocupan un volumen muy elevado, conlleva la rápida colmatación de los vertederos municipales y de los vertederos específicos para RCDs.

En el peor de los casos se vierten de forma incontrolada, con el impacto visual y ecológico consiguiente, y sin que exista control ambiental alguno sobre los terrenos elegidos para el vertido. Además, esta forma de proceder supone un despilfarro de materias primas susceptible en muchos casos de valorización, reciclaje y reutilización.

El modelo de gestión propuesto en el Plan Nacional de RCD prima la reutilización y reciclaje de las fracciones valorizables, en instalaciones específicas para ello. Siguiendo el principio de jerarquía establecido en la Ley de Residuos 10/1998, el depósito en vertedero es la opción menos satisfactoria, que deberá estar restringida a aquellos residuos no valorizables.

2.1. GENERACIÓN DE RCDs

Según un estudio realizado por la Unión Europea en 1999, la producción de RCDs total en los países del EU-15 ascendió a **180 millones de toneladas**, lo que corresponde a un ratio medio de generación de **480 kg/habitante/año**. Las estimaciones oscilan entre un valor mínimo de 170 kg/hab/año, en Irlanda y Grecia, hasta un máximo de 720 kg/hab/año, en Alemania y Holanda.

Respecto a la reutilización y reciclado, la media de la EU-15 se sitúa en el **30%**, con importantes fluctuaciones. En el extremo inferior, con tasas de reciclaje inferiores al 5 % se sitúan España, Portugal, Grecia e Irlanda. En el otro extremo, aparecen países con un elevado porcentaje de reutilización o reciclaje, como Dinamarca (81%), Bélgica (87%) y Holanda (90%).

A nivel nacional, existe igualmente una gran dispersión y heterogeneidad de datos, aunque el Plan Nacional de RCD establece como hipótesis más verosímil una tasa de generación que se situaría entre **520 y 760 kg/hab/año**, horquilla que amplía a efectos de cálculo de infraestructuras mínima y máxima a 450 y 1.000 kg/hab/año.

2.2. TIPOLOGÍA DE LOS RCDS

Una clasificación posible de los diferentes tipos de RCD, que puede servir como orientación para estimar su composición media, está **basada en la obra de procedencia**:

A) Ejecución de reformas y rehabilitaciones en viviendas y locales urbanos

Corresponde a los residuos resultantes de las obras de rehabilitación y reforma, cuya composición depende directamente del tipo de obra y edificio. Generalmente consiste en una mezcla de residuos de cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos y ladrillo.

B) Obras de infraestructuras y mantenimiento de carreteras, viales, zanjas y puentes

La mayor parte de los residuos se reutilizan en la propia obra. De hecho, algunos pliegos de condiciones exigen expresamente la utilización de materiales reciclados. La composición es variada, incluyendo residuos de hormigón, hierro, acero, ladrillos, bloques, tejas, materiales cerámicos, plásticos y materiales no féreos.

C) Demolición completa de obras de fábrica, estructuras de hormigón y viviendas

Esta actividad es la fuente principal de generación de RCD. Los materiales dependen de la edad del edificio y del uso concreto del mismo. La mayoría de los residuos obtenidos son de origen pétreo. El hormigón, la obra de fábrica y los embaldosados representan el 95% del peso total de los edificios antiguos. Este porcentaje asciende al 98% en edificios modernos, con estructura de hormigón armado y cierre con obra de fábrica.

En las obras antiguas son frecuentes los residuos de mampostería, ladrillo, madera, yeso y tejas. En las obras más recientes se obtienen residuos de hormigón, hierro, ladrillo, acero, metales y plásticos.

D) Rechazos o roturas de la fabricación de piezas y elementos de construcción de obra nueva

La naturaleza de los residuos depende directamente del tipo de edificación considerada y las diferentes fases constructivas de la misma. Generalmente, están formados por sobrantes de la construcción (hormigones, morteros, cerámicas, etc.) y los embalajes de los materiales empleados (madera, papel, plásticos). Una estimación del volumen de residuos producido cifra en 0,125 m³ de residuo por m² construido (0,045 m³ de sobrantes y 0,08 m³ de embalajes). En ocasiones, se generan residuos en la fase de almacenamiento previa a la instalación. Como dato curioso, se estima que, por ejemplo, el 5% de las puertas almacenadas se transforman en residuos por deterioro.

Otra posible clasificación, frecuentemente utilizada, se basa en el **grado de limpieza del residuo**, que establece las siguientes tipologías:

- Residuos inertes limpios, corresponden a RCD seleccionados en origen, o de obras que por su naturaleza, no se encuentran mezclados con elementos contaminantes incompatibles.
- Residuos mezclados, son residuos parcialmente seleccionados, que contienen una pequeña fracción de productos mixtos de la construcción.
- Residuos de todo tipo, sin seleccionar, que pueden proceder de obras de cualquier tipo, y contienen una mezcla de elementos de origen pétreo con toda una serie de productos mixtos (papel, madera, plásticos, metales, textiles, RSU, yeso, etc.). En ocasiones pueden contener residuos peligrosos como pinturas, barnices, disolventes, etc. Corresponde al caso del típico contenedor de obra sin selección en el origen.

La naturaleza del residuo determinará las características, elementos y etapas necesarias para su reciclaje y valorización que deben contemplarse en relación al diseño de la Planta de Tratamiento.

3. TRATAMIENTO

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El proceso de valorización y reciclaje de la fracción pétreo de los residuos de construcción y demolición, formada fundamentalmente por hormigón y cerámicos, comprende las siguientes operaciones básicas:

- Reducción de tamaño, mediante trituración y molienda.
- Separación magnética de la fracción metálica.
- Clasificación por tamaño (cribado).
- Limpieza del material (triaje manual, separación)
- Manipulación, transporte y acopio de materiales, mediante maquinaria y cintas transportadoras.

El número de etapas y elementos de la Planta dependerán de las características de los residuos que se reciben en la misma, y de los subproductos reciclados que se pretende obtener.

Las plantas de tratamiento de RCDs son muy similares a las plantas de preparación mecánica de áridos minerales, en el sentido de que en ambas se desarrollan trabajos de trituración, cribado, acopio, etc. Sin embargo, presentan diferencias importantes, que se describen seguidamente:

- Las plantas de escombros poseen una producción nominal equivalente a las plantas de áridos, pero su rendimiento real es mucho más bajo, debido a la presencia de materiales muy heterogéneos en la alimentación.
- Las plantas de RCDs requieren una gran cantidad de espacio para acopio previo de material antes del tratamiento, ya que existe muy poca capacidad de actuación sobre el flujo de entrada, que suele ser muy variable. En ambos casos se requiere espacio para el acopio de los diferentes productos reciclados (según tipología y granulometría).
- Para que el árido reciclado tenga valor como material de construcción, es absolutamente fundamental asegurar su limpieza (plásticos, papel, etc.) para lo cual las plantas de valorización cuentan con cabinas de triaje manual y equipos especiales de clasificación por flotación, contracorriente, etc., no empleados en el sector de la producción de árido.

- El proceso de control de calidad es mucho más exigente en el caso del árido reciclado que en el árido natural.

3.2. DESCRIPCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El diseño y los elementos que componen una Planta de Tratamiento de RCDs varía notablemente en función de las características del residuo (limpio, mixto o todo tipo) que se pretende valorizar, aumentando en complejidad en función de la composición del escombros.

En este apartado se describen los diferentes elementos de una Planta de valorización para recepción de escombros con presencia de materiales mixtos y no valorizables.

3.2.1. Admisión y control

Inicialmente, se procede al pesaje del vehículo en una báscula situada en la entrada de la instalación. Se procederá a realizar el control de admisión de la carga, con el fin de verificar su composición permite su aceptación. Si el residuo no es admisible debe procederse a su devolución. En caso de recepcionarse, si existen elementos no tratables en la Planta, se repercutirá económicamente un sobrecoste al productor.

3.2.2. Descarga y homogeneización

Los residuos son vertidos en la zona de descarga y preselección, donde se lleva a cabo una selección manual y mecánica de las diferentes fracciones que componen el residuo recibido. Cada una de estas fracciones será almacenada en una zona específica, previa a su gestión o tratamiento. Es importante destacar, que se requiere de gran cantidad de espacio, ya que la instalación debe prever las siguientes zonas:

- Zona de descarga y preselección. Se estima que una planta con capacidad nominal de 2.000 m³/día se requiere una zona de descarga de 3.000 m².
- Acopio de material rechazado.
- Acopio de residuos tóxicos y peligrosos.
- Acopio de maderas.
- Acopios de material a reciclar. Es fundamental separar los residuos de hormigón, bituminosos y cerámicos, que deberán acopiarse por separado.

3.2.3. Separación de elementos no valorizables

Como se ha mencionado, en primer lugar se realiza una separación manual de la fracción no valorizable con ayuda de medios mecánicos, pasando el material que se valorizará como árido a la separación secundaria.

Esta separación secundaria suele consistir en el cribado mediante un trommel alimentado por una tolva dotada de un precribador de voluminosos. Habitualmente, el trommel incorpora un sistema de soplado para eliminación de papel y astillas de madera. También puede disponer de un overband para separación magnética de la fracción metálica existente en los residuos.

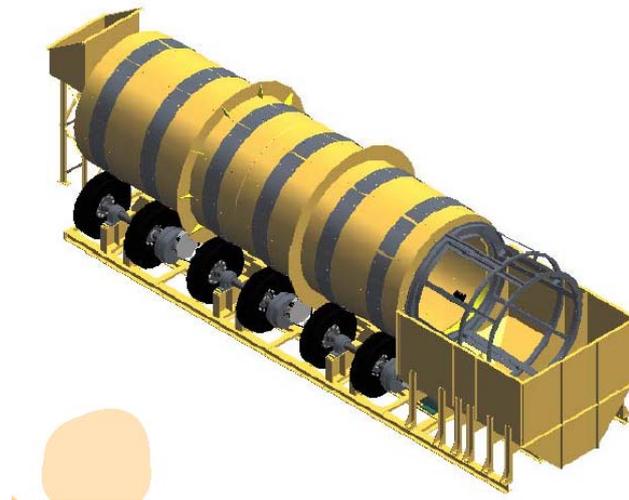


Fig 3.1: Trommel

Como resultado de esta operación se obtienen tres colectivos: precibado (cuyo destino es la trituración), finos con diámetro inferior a las mallas de la virola del trommel (habitualmente rechazo no valorizable), y árido grueso, que pasa a la siguiente fase de separación.

Posteriormente, el árido es conducido a la cabina de triaje, donde se procede a realizar una segunda limpieza manual de los elementos no deseables. El árido limpio obtenido es almacenado en los acopios de material a reciclar, previos a la trituración.



Fig. 3.2: Cabina de Triage Manual

3.2.4. Trituración y clasificación

El árido limpio es sometido a un proceso de reducción de volumen y ajuste granulométrico en función del material reciclado que se desea obtener. La maquinaria empleada en la trituración es la que se utiliza habitualmente en las plantas de preparación mecánica de áridos, tales como los molinos de impacto y las quebrantadoras de mandíbulas. La trituración puede realizarse en una o varias fases.

La selección del equipo de trituración define las características del árido reciclado:

- El proceso de trituración mediante molino de impacto produce un árido con suficientes finos para ser utilizado como base o subbase en carreteras.
- La trituración con quebrantadora de mandíbulas genera un árido con menor proporción de finos.

El árido triturado debe ser clasificado y cribado mediante el empleo de cribas con diferentes diámetros de malla, en función de los subproductos a obtener. En el caso de que no se quiera comercializar un colectivo superior a un diámetro determinado, se instalará una cinta de retorno al triturador.

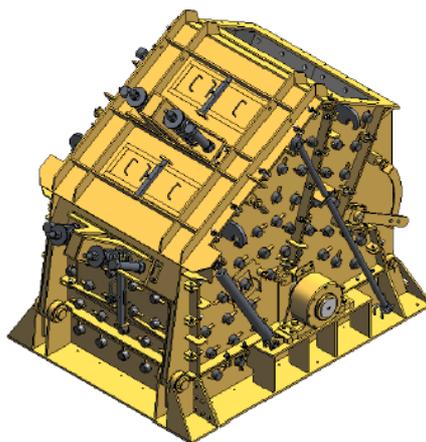


Fig. 3.3: Molino de impactos

3.2.5. Acopios de material reciclado

En la instalación deberán acopiarse los distintos colectivos obtenidos en función de su uso posterior. Por ello, la Planta de Tratamiento deberá disponer de gran cantidad de espacio para dicho almacenamiento.

Por ejemplo, pueden obtenerse los siguientes colectivos:

- Todo-uno (0-45 mm) con un 80% de hormigón.
- Todo-uno (0-45 mm) con un 50% de cerámico.
- Árido (0-20 mm) y árido (20-40 mm)
- Grava (40/X mm).

3.2.6. Servicios, oficinas y talleres

La instalación deberá contar con los habituales edificios de servicio (oficinas, taller, vestuario) para su correcto funcionamiento, así como las instalaciones de suministro habituales (electricidad, agua, teléfono, etc.). El dimensionamiento de la acometida eléctrica y el transformador necesario es muy importante, ya que las máquinas de trituración requieren una potencia bastante elevada.

Es muy recomendable que la instalación cuente con un pequeño laboratorio de control de calidad geotécnico, que permita el control de los subproductos obtenidos.

4. APLICACIONES DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

La aplicación fundamental de los RCDs reciclados es la producción de áridos para la construcción. Por ello, estos áridos deberán cumplir las mismas especificaciones que se exigen a los áridos naturales.

Los áridos reciclados que se producen con más frecuencia son las zahorras para bases y subbases, materiales de relleno, y aplicaciones deportivas y jardinería. En ocasiones se utilizan como materia prima secundaria para la fabricación de cemento.

La norma UNE define los áridos reciclados conforme a su procedencia en las diferentes tipos:

- TIPO 1: Árido reciclado con contenido en cerámicos > 90%. Habitualmente se trata de restos de ladrillos, tejas y bloques de forma lajosa. Posee una baja capacidad portante y un desgaste elevado, que condiciona sus aplicaciones. Empleado fundamentalmente como relleno (drenaje), pistas forestales, jardinería, etc.
- TIPO 2: Árido reciclado con contenido en hormigón > 90%. Formado por restos de hormigón, con elevada resistencia al desgaste. Empleado como zahorra para bases y subbases, árido para morteros y para hormigones, etc.
- TIPO 3: Árido reciclado con contenido en pétreos > 90%. Está compuesto por árido, granito, piedra, etc. Al igual que el de origen natural, se emplea como relleno, zahorra, material para muros y aplicaciones acústicas.
- TIPO 4: Mezcla de tipos 1,2 y 3 con áridos naturales y artificiales
- TIPO 5: Mezclas de tipos 1, 2, 3 y 4 con un porcentaje >10% (5-A) o <10% (5-B) de bituminosos, empleados para la fabricación de aglomerados bituminosos.

Otras aplicaciones de los materiales reciclados son la construcción de vertederos, empleados en el drenaje y el sellado; formación de capas de asiento en pavimentos y superficies para solados.

5. VALORIZACIÓN Y RECICLAJE DE LOS PRODUCTOS MIXTOS DE CONSTRUCCIÓN

En el presente apartado se describen los procesos de reciclaje de la fracción no pétreo, susceptible de valoración: **madera, metales, plástico, vidrio y papel**. Según la composición media de los RCD establecida en el capítulo 2, esta fracción corresponde al 8,8% del total.

En la tabla siguiente se recogen las posibilidades de reutilización para los productos mixtos de construcción.

POSIBILIDADES DE UTILIZACIÓN PARA LOS RCDs NO ÁRIDOS		
Tipo de residuo	Composición RCD (%)	Posibilidades
Madera	4	<ul style="list-style-type: none"> Fácilmente reciclable o bien reutilizable en su forma original, en función del uso al que ha sido sometido y su condición. Proceso de trituración para la fabricación de tablero aglomerado. Guarniciones Barreras de seguridad Elementos completos (vigas y armaduras) Paneles de madera/cemento Laminación para hacer parquet
Metales (sea acero o aluminio)	2,5	<ul style="list-style-type: none"> Fundición para su reintroducción el ciclo productivo como materia virgen: no se conocen limitaciones en las posibilidades de utilización de este residuo.
Plástico	1,5	<ul style="list-style-type: none"> Reciclado mecánico para botellas y objetos huecos fácilmente extraíbles, así como films. Reciclado químico para bolsas, films pequeños y plásticos heterogéneos. Utilización en sistemas de incineración que recuperan el calor.
Vidrio	0,5	<ul style="list-style-type: none"> Empleo mezclado con materia prima en la fabricación de nuevos envases. Otras aplicaciones: árido para hormigón flexible y rígido, drenajes, fibra de vidrio, losetas, recipientes artísticos, material abrasivo, reforzamiento de ladrillos, etc.
Papel	0,3	<ul style="list-style-type: none"> Papel para impresión y escritura Papel prensa Papeles higiénicos y sanitarios Papeles para envases y embalajes

Fig 5.1: Posibilidades de utilización de los productos mixtos de construcción (CONAMA. Grupo de trabajo 14. Documento Final)

5.1. MADERA

La madera es un material fácilmente reciclable o incluso reutilizable en su forma original. Procede de las puertas, ventanas, marcos, estructuras, palets y embalajes. Por ello, la calidad varía notablemente de unos residuos a otros.

Aunque se trata de un material fundamentalmente inerte, debe tenerse en cuenta que si la madera ha sido tratada, puede generar humos o contaminar el medio en un vertido incontrolado, debido a la presencia de barnices, pinturas, etc. Además, debe tenerse en cuenta su propia naturaleza biodegradable.

En muchos de los procesos de valorización, la madera es triturada previamente. Normalmente el proceso consta de un **triaje manual previo**, para eliminación de los materiales no deseados; **trituration del material**, mediante desfibradores; **segunda selección** de materiales no deseados; y **clasificación granulométrica**.

Los métodos principales de valorización de la madera son los siguientes:

- Valorización energética, en diversas aplicaciones como combustión de serrín y astillas en estufas; formación de briquetas para sustitución de la madera; como combustible complementario (p.e. en la Central Térmica de La Pereda, Asturias); y centrales de ciclo simple y combinado.
- Formación de tablero aglomerado. La producción actual en España asciende a 3.000.000 m³.
- Palets y envases. Reutilización directa, o reparación y recuperación
- Otros usos: Formación de pasta de papel, fabricación de mulch (restauración paisajística, aislante acústico, etc.

5.2. METALES

Los metales son materiales que pueden reciclarse y reutilizarse casi de forma indefinida. Considerando todas las fuentes posibles de generación de chatarras, la producción total en España asciende a casi 24 millones de toneladas (de ellas, el 99% es chatarra férrea), con una tasa de reciclaje del 80%.

Según los datos del Plan Nacional de RCD, se producen en España en 0,5 y 1 millón de toneladas anuales, procedentes de los residuos de construcción. Sin embargo, la tasa de reciclaje de la chatarra de los RCD es el 2%.

La fracción metálica de los RCD procede de la estructura (vigas y ferralla del hormigón armado), instalaciones de servicio (tuberías, cables, calefacciones), ventanas, cercos, e incluso depósitos de almacenamiento. Las vigas metálicas y la ferralla del hormigón suelen ser desmontadas y retiradas de los RCD en el propio lugar de la demolición.

La gestión y recuperación de la chatarra se lleva a cabo en los parques chatarreros donde se realiza su clasificación, limpieza de metales, troceo, prensado o embalado, y envasado. Su destino final es como materia prima en las fundiciones.

5.3. PLÁSTICO

En la construcción se aplica una enorme variedad de plásticos, con diferentes grados de reciclabilidad. El más utilizado es el PVC (que es altamente reciclable), con un 53%. El resto de los residuos plásticos de la construcción proviene de los envases y embalajes.

El problema fundamental reside en la existencia de gran variedad de materiales plásticos, cuya reciclaje conjunto produce un importante descenso en la calidad del material procesado. Por ello, la tasa de valorización de plásticos procedentes de los RCD es muy baja.

5.4. VIDRIO

El vidrio se caracteriza por ser un material cuyo reciclaje es relativamente sencillo. Su característica fundamental es que no pierde sus propiedades tras el reciclado. Para ello, es necesario su limpieza y clasificación previa.

El vidrio reciclado se emplea para la fabricación de envases, drenaje, fibra de vidrio, recipientes, material abrasivo, etc.

5.5. PAPEL

En España existe un acuerdo entre la Asociación Nacional de Fabricantes de Pastas y Papel (ASPAPPEL), la Asociación Española de Recuperadores de Papel y Cartón (REPACAR) y la Administración, en el que los fabricantes se comprometen a reciclar todo el papel que se les suministre (con unas determinadas características).

Este hecho, asegura en cierta medida la viabilidad del reciclaje de papel procedente de los RCDs. Como dato orientativo, baste mencionar que en España se emplean como materia prima 8 toneladas de papel reciclado por cada 10 toneladas de papel nuevo fabricado.

6. VERTEDERO CONTROLADO

El rechazo o fracción no valorizable de los RCDs deberá ser eliminada mediante depósito en vertedero controlado. El Real Decreto 1481/2001, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, establece una tipología específica para este tipo de materiales, el **vertedero de residuos inertes**.

La gestión tradicional de estos residuos ha venido condicionada por la derogada Ley 42/ 1975, de 19 de noviembre, sobre desechos y residuos sólidos urbanos, que incluía los escombros procedentes de construcción y obras menores de reparación domiciliaria dentro del ámbito de competencia municipal.

Este hecho provocó la proliferación de innumerables vertederos municipales, planteados desde criterios de ahorro económico, sin ningún tipo de clasificación ni tratamiento previo, y en muchos casos sin ningún tipo de control ambiental. Estos vertederos suelen caracterizarse por una gestión inadecuada, admisión conjunta de todo tipo de residuos (orgánicos, voluminosos e industriales asimilables a urbanos y, en menor escala, peligrosos), falta de existencia de selección de los diferentes tipos de residuos y una vida útil muy corta. Además la práctica totalidad no contempla un programa de sellado y mantenimiento post-clausura.

Con la aplicación del R.D. 1481/2001, la competencia de estos vertederos pasa a las Comunidades Autónomas, lo que ha provocado el sellado y clausura de la gran mayoría de los mismos. Su regulación es absolutamente fundamental en relación con la valorización de los RCDs, debido a que el bajo coste de estos vertederos hace económicamente inviable cualquier instalación de valorización.

Así, únicamente deberá existir una red controlada de vertederos para el depósito del rechazo de los RCDs, que verifiquen los criterios constructivos, explotación, control y vigilancia establecidos en el R.D. 1481/2001. Además, los costes de vertedero deberán estar regulados para primar la valorización y recuperación sobre el vertido

7. PLAN NACIONAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (2001-2006)

Mediante Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaria General de Medio Ambiente, se aprueba el **I Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006**, con el fin de establecer los criterios de gestión y valorización de los RCDs producidos en España. Aunque ha vencido el período de aplicación del mismo, en este apartado se realiza una breve referencia a efectos meramente didácticos, por su similitud con los diversos planes autonómicos desarrollados en este campo.

El Plan establece una valoración de la información disponible a nivel nacional en relación con la producción de RCDs, observándose una elevada dispersión en los datos. Se toma como valor de referencia para el desarrollo de dicho Plan una tasa de generación de **520 a 760 kg/hab/año**, completando el cálculo con una horquilla de seguridad entre dos valores extremos (450 y 1000 kg/hab/año). Aplicando estos valores, se estima que la producción de RCD en España podría oscilar entre **19 y 42 millones en el año 2006**. Complementariamente, el Plan define la composición media de un residuos de construcción y demolición, así como sus principales características.

Respecto a sus objetivos, el texto se basa en el principio de jerarquización definido en la Ley 10/1998, de residuos, de reutilización, reciclaje, valorización y depósito. Como objetivos más importantes establece los siguientes:

- Recogida y correcta gestión del 90% de los RCD en al año 2006.
- Aumento de las tasas de reciclaje de RCD, alcanzando el 60% en el 2006.
- Valorización del 50% de los residuos de envases procedentes de los RCDs, en el año 2001.
- Recogida selectiva del 95% de los RTP contenidos en los RCDs, en el 2002.
- Adaptación de los vertederos de RCDs existentes al R.D. 1481/2001, y clausura de los no adaptables.

Para ello, se definen y valoran las infraestructuras mínimas necesarias para las diferentes Comunidades Autónomas en función de su generación de residuos. El Plan contempla la construcción de plantas de transferencia, plantas de reciclaje (de 100.000, 200.000 y 600.000 t /año) y vertederos controlados (para 50, 100, 200, 300 y

600.000 toneladas /año). Se propone la construcción de 48 plantas de reciclaje, 99 vertederos y 270 centros de transferencia, con una inversión total estimada de más de 400 millones de euros.

En la actualidad, se encuentra en desarrollo un Proyecto de Real Decreto para la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, así como un II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, dentro del Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR), correspondiente al período 2008-2015.