

# RETEMA

Revista Técnica de Medio Ambiente

WWW.RETEMA.ES

Nº 139

NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2009

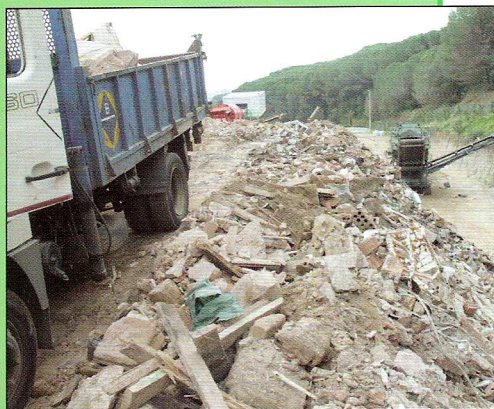


**PROYECTO METABIORESOR • PLANTA DE RCD'S DE COLMENAR VIEJO  
APROVECHAMIENTO DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS DE MERCADOS  
PLANTA DE RCD'S EN MENORCA • GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN  
PLAN DE DESARROLLO SOSTENIBLE INTEGRAL. GESTIÓN SOSTENIBLE DE SERVICIO (GESS)  
RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE CANTERAS DE LOS SANTOS DE MAIMONA**



# SUMARIO

NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2009  
AÑO XXII - Nº 139



PORTADA

## RETEMA

Revista Técnica de Medio Ambiente

*Su revista, por muchas razones*

**EDITA**

C & M PUBLICACIONES, S.L.

**DIRECTOR**

Agustín Casillas González  
agustincasillas@retema.es

**PUBLICIDAD**

David Casillas Paz  
davidcasillas@retema.es

**REDACCION, ADMINISTRACION,  
PUBLICIDAD Y SUSCRIPCIONES**

C/ Jacinto Verdaguer, 25 - 2.º B - Esc. 1.ªda.  
28019 MADRID  
Tels. 91 471 34 05  
Fax 91 471 38 98  
info@retema.es

**REDACCIÓN**

Luis Cordero  
luiscordero@retema.es

**ADMINISTRACION Y SUSCRIPCIONES**

Silvia Lorenzo  
suscripciones@retema.es

**MAQUETACIÓN**

Dpto. Propio.

**IMPRIME**

Eurocolor, Artes Gráficas.

Suscripción 1 año (6 + 2 núm.): 84 € + 4% IVA

Suscripción 1 año resto de europa: 159 €

Suscripción 1 año resto de países (Air mail): 226 €

Depósito Legal M.38.309-1987  
ISSN 1130 - 9881

• La dirección de **RETEMA** no se hace responsable de las opiniones contenidas en los artículos firmados que aparecen en la publicación.

• La aparición de la revista **RETEMA** se realiza a meses vencidos.

© Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización previa y escrita del autor.



**Planta Piloto para la completa recuperación energética de diferentes residuos y subproductos de origen municipal y ganadero. (Proyecto Metabioresor)** **pág 8**

**Planta de tratamiento de RCD's en Colmenar Viejo (Madrid)** **pág 16**

**Aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos generados en una plaza de mercado** **pág 24**

**Planta de valorización de RCD's en Menorca** **pág 34**

**Plan de Desarrollo Sostenible Integral. Gestión Sostenible de Servicio (GESS)** **pág 40**

**Obras en antiguas canteras de los Santos de Maimona (Extremadura)** **pág 66**

**Construcción Sostenible: manejo y gestión de residuos de construcción y demolición** **pág 72**

**Noticias** **pág 89**

NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2009  
AÑO XXII - Nº 139

# WWW.RETEMA.ES





## Construcción Sostenible: manejo y gestión de residuos de construcción y demolición

### RESUMEN

Mediante el análisis de estados de arte en materia de políticas de manejo y gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) que aparecen como información reportada o publicada, en países de Europa y América, se presenta un cuadro comparativo entre algunos países que presentan diferentes grados de desarrollo económico.

**Palabras clave:** Construcción sostenible, reciclado de residuos de construcción, gestión de residuos, reutilización, gestión, legislación.

Yamile Rangel Martínez,  
Francisco Prieto García,  
Otilio A. Acevedo Sandoval,  
Alberto J. Gordillo,  
Cesar A. González Ramírez.  
Centro de Investigaciones  
Químicas.  
Univ. Autónoma del Estado  
de Hidalgo (México)

*molition wastes (RCD), which appear as information reported or published in countries of Europe and America, is a comparative table between some countries which have different levels of economic development.*

**Keywords:** Sustainable construction, recycling of construction waste, waste management, reuse, management, legislation.

### ABSTRACT

*Through analysis of state of art in policy management and management of construction and de-*

### INTRODUCCIÓN.

Los recursos naturales utilizados para el sector de la construcción no son renovables, por lo tanto, es indispensable pensar en su







utilización de forma sustentable, reciclando sus residuos. De aquí se deriva el término "Construcción sostenible" (CS). Esta es la acción que implica un especial respeto y compromiso con el medio ambiente y el aprovechamiento de los materiales desechados. (Casado, 1996) La construcción sostenible se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y demolición de los edificios o de las obras en general. (Lanting 1996), y mas recientemente se da una definición que contiene las anteriores "La Construcción Sostenible se puede definir como aquella que teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales" (Ramírez 2002). Este trabajo se enfoca al análisis y revisión bibliográfica de trabajos realizados sobre a gestión y políticas de los RCD, dentro de la práctica de la CS.

### RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE ESCOMBROS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

Los RCD pueden ser revalorizados de dos formas: por medio de la reutilización y a través del reciclaje. La reutilización consiste en recuperar los materiales, elementos y componentes de las obras para ser de nuevo ensamblados e incorporados en otras edificaciones, o en el comercio de materiales de segunda mano (ITeC, 2000). La reutilización implica que el producto es reincorporado al ciclo de vida (CV) de la

construcción sin mayores modificaciones adicionales. Los residuos pueden ser absorbidos a través del reciclaje, en cuyo caso se reincorporan al CV en la fase de producción primaria, como energía recuperada o materia prima. El reciclaje exige procesamiento adicional de los residuos, aplicando energía e incorporando más materiales. En otras palabras reciclar podría entenderse como "regenerar mediante procesos físicoquímicos de transformación previo al nuevo uso" (Molina, 1997). Tal es el caso del residuo originado en la demolición de concreto, que para ser recuperado requiere de trituración para convertirlo en agregados, o de los restos metálicos, que necesitan ser fundidos. Como es lógico pensar, la preferencia en la revaloración de los RCD se inclina hacia reciclar menos y a reutilizar más, en virtud de que en la reutilización la recuperación de materiales se logra sin agregar más procesos y energía a los residuos para revalorizarlos.

La cuantificación del volumen de producción y composición de los RCD, se enfrenta al problema

de la falta de datos fiables, lo que ha obligado hasta el momento a manejar estimaciones efectuadas a través de cálculos indirectos o basadas en muestras de limitada representatividad.

En publicaciones se registran dos categorías las que consideran el número de habitantes como son:

- La producción de RCD se ha evaluado en cerca de 450 kilogramos por habitante por año a nivel mundial (Molina, 1997).

- La producción de RCD reporta un rango entre 520 y 760 kg/hab/año, sin tomar en cuenta guerras ni desastres naturales (Parra, 2002)

Se observa un rango demasiado grande, por lo tanto, no es posible basarse en este dato.

Y en otra categoría se tiene un estimado por metros cuadrados de construcción:

- Una obra de demolición genera 900 kg/m<sup>2</sup> de residuos, mientras que una obra nueva genera 200 kg/m<sup>2</sup>. Se estima que un 1m<sup>3</sup> de obra construida, genera 0.068 m<sup>3</sup> de RCD, asimismo se estima un peso volumétrico 1.5 ton/m<sup>3</sup>, por lo que 1m<sup>3</sup> de obra construida genera 102 kg







de RCD. (Castells 2000).

Este dato nos puede proporcionar elementos más reales para el cálculo de RCD, sin olvidar que fue tomado de una muestra de limitada representatividad.

La composición de los RCD varía dependiendo del tipo de actividad ya sea demolición o construcción, además de los métodos constructivos utilizados. Los residuos generados durante estas actividades consisten generalmente en padecerías de materiales utilizados para construir tales como madera, tabla roca, residuos de albañilería, metales, vidrios, plásticos, asfaltos, concretos, ladrillos, bloques cerámicos, etc.

De la composición de RCD, el concreto es el más abundante, ya que representa el 67% en peso (Frondistou-Yannas, 1985). Este criterio es compartido por Bossink (1996) que ha desarrollado extensos estudios de esta temática en Europa. Si al concreto le agregamos otros residuos de origen pétreo como los morteros, la cerámica, bloques y piezas ornamentales entre otros, este porcentaje se vería incrementado pudiendo llegar a ser hasta un 85% del total (Molina, 1997).

En América se registran otros porcentajes, en el artículo "Los Residuos Peligrosos en la Industria de la Construcción" (Solórzano, 1996), se observa mayormente material de excavación. (Tabla 1), mientras que en el estudio EWI 1994 de Chile se registran con un porcentaje mayor los áridos (Tabla 2).

De lo anterior resumimos, se desecha en promedio mayor cantidad de agregados y concretos en América, aproximadamente 85% en comparación con Europa donde se registra 75% aproxima-

damente. Esto concuerda con los sistemas constructivos utilizados, en América se utiliza el llamado "sistema tradicional", donde se ocupa gran cantidad de agregados y cemento, mientras que en Europa, por la falta de estos, se ocupan "sistemas alternativos".

La gestión de los RCD constituyen una parte de la CS, en lo que se pretende minimizar los costos ecológicos que supone tanto la extracción de recursos minerales, como el vertido incontrolado de los residuos. El reciclaje y la reutilización de sus productos es una solución para disminuir el impacto ambiental.

En el presente trabajo hace un análisis de las gestiones y políticas implementadas en la Unión Europea, tomando como ejemplo los casos de España, Francia y Dinamarca; en América tomaremos los ejemplos de Estados Unidos, México, y Brasil. De este modo se comparan países con diferentes economías en el tema de gestión y políticas de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

### POLÍTICAS DE RCD EN LA UNIÓN EUROPEA

Con el inicio del Programa de Corrientes de Residuos Priorita-

**Tabla 1. Composición de los residuos de construcción. Solórzano 1996**

Composición Física	%
Material de excavación	44
Concreto	25
Block-Tabique	24
Tabla roca - yeso	5
Otros	2

**Tabla 2. Chile, estudio EWU de 1994**

Composición Física	%
Áridos	78.7
Cementos	11.2
Ladrillos	5.4
Revestimientos plásticos	2.4
Otros	2.4

rios en 1991, la estrategia para el caso de los RCD, el cual consistió en la conformación del "Grupo del Proyecto de Construcción y Demolición" en 1992, con 80 representantes en el tema, los que trabajaron hasta 1995, dando un diagnóstico preciso del problema en la Unión Europea.

Por encargo de la Comisión Europea se realizó en marzo de 1999 un estudio "Prácticas de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición sus impactos económicos" (Symonds, 1999).







En el informe de este autor (Symonds, 1999) se analizan 13 medidas para influenciar sobre la gestión de los residuos, sobresaliendo la restricción o prohibición e impuestos sobre el vertido. La mayoría de los países europeos establecieron impuestos sobre el vertido al respecto, desde 1997, incrementándolos hasta la fecha.

En el reporte Symonds (1999), la gestión de RCD dio como resultado:

- Holanda, Bélgica y Dinamarca.- superan la cifra del 90% de reciclaje de hormigón, ladrillo, tejas, etc. Así como el 100% de asfalto procedente del residuo de construcción de carreteras. Resultan los países que avanzan en la cabeza de la Unión Europea en materia de RCD.

- Finlandia, Austria y Reino Uni-

do.- reciclan entre el 40 y 45% de los RCD básicos y Austria y Finlandia entre el 50 y 76% de reciclaje de hormigón, ladrillo, tejas, etc.

- Suecia, Alemania y Francia.- reciclan entre el 15 y 20% de los RCD básicos.

- Italia e Irlanda.- reciclan entre el 6 y 9% de los RCD básicos. Estos países actualmente están impulsando la gestión de sus residuos.

- Portugal, Grecia y España.- presentan una situación de reciclaje que puede clasificarse de marginal (menor al 5%).

Posteriormente dentro del CER\* (Center for European Reform), formado en julio de 1998, el comité europeo clasifica los RCD, poniendo en vigor en 2001 el Catálogo Europeo de Residuos.

Como consecuencia la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), publica el manual sobre "Prevención estratégica de residuos" en el año 2000, utilizó como ejemplo la composición de los residuos que se generan en la Unión Europea, para dar una idea de cómo se distribuyen los distintos tipos de residuos, estos datos aparecen expresados en forma gráfica en la figura siguiente (figura 1), en donde se puede apreciar la importancia de los residuos generados por la industria manufacturera, así como los relacionados con la construcción y demolición (CD) y la minería, a los cuales habría que sumar los residuos agrícolas y forestales que no aparecen en la imagen, pero representan un 30% del total.

**bioptima**  
III Feria Internacional de Biomasa y Servicios Energéticos  
III International Fair of Biomass and Energy Services

**jaén**  
22/24  
abril

CLIMATIZACIÓN CENTRALIZADA    EFICIENCIA ENERGÉTICA    ENERGÍA SOLAR TÉRMICA    ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTÁICA    BIOMASA Y BIOCARBURANTES    CAMBIO CLIMÁTICO

**Recinto Provincial de Ferias y Congresos de Jaén**  
Prof. Ctra. de Granada s/n, 23003. Jaén.  
T. 953 086 980 - F. 953 245 012  
info@bioptima.es / www.bioptima.es

**Patrocinadores - Sponsors:**

**Colaborador - Collaborators:**





**POLÍTICA Y GESTIÓN DE RCD EN ESPAÑA.**

La legislación vigente sobre RCD determina las responsabilidades de los agentes que intervienen en las diversas fases del proceso de generación, traslado y trata-

miento de estos residuos, regula las actividades de gestión y determina los objetivos a alcanzar. En España las administraciones con competencias relativas a estos procesos son el Estado, las Comunidades Autónomas y los entes locales, en este orden de jerarquía.

La Administración del Estado elabora y promulga las leyes sobre residuos a partir de las cuales aprueba las normativas de residuos, los planes nacionales y los decretos que establecen los criterios y requisitos mínimos de las programaciones autonómicas, así como los requisitos básicos en materia de control de la producción y gestión de estos residuos.

Las administraciones autonómicas elaboran los programas o planes autonómicos sobre los RCD en que se determinan las ubicaciones, tipos y número de instalaciones necesarias, bajo criterios de equidistancia y suficiencia, según la distribución territorial de la producción de los residuos.

La administración local provee de suelo cualificado para el desarrollo de las actividades de gestión y promulga las ordenanzas oportunas para, a través de las tramitaciones de licencias de obras urbanísticas, controlar los flujos de estos residuos y el buen fin de la gestión.

Los ministros del medio ambiente y los consejos de ministros, les compete la aprobación de los reales decretos que regulan la gestión de RCD, se tiene el primer Plan Nacional de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), aprobado en 2001 y en vigencia se encuentra su reforma aprobada en febrero de 2008.

En este decreto aprobado por el Ministerio del Medio Ambiente se presenta el esquema de gestión de RCD (Figura 2)

**SITUACIÓN EN FRANCIA**

La política y la Gestión en Francia está regulada por el *Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement* (Mi-

**Generación aproximada de residuos por sector en la Union Europea**

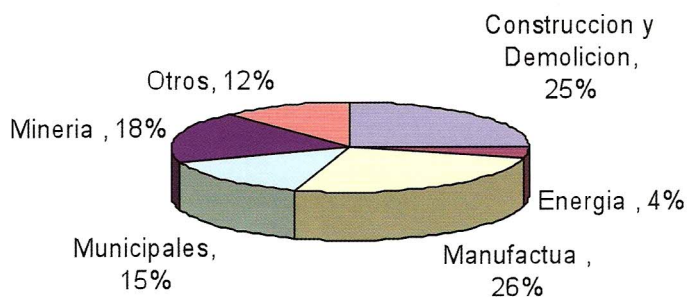


Fig. 1. Fuente: Manual de Referencia de la OCDE, sobre la presión estratégica de residuos. 2000.

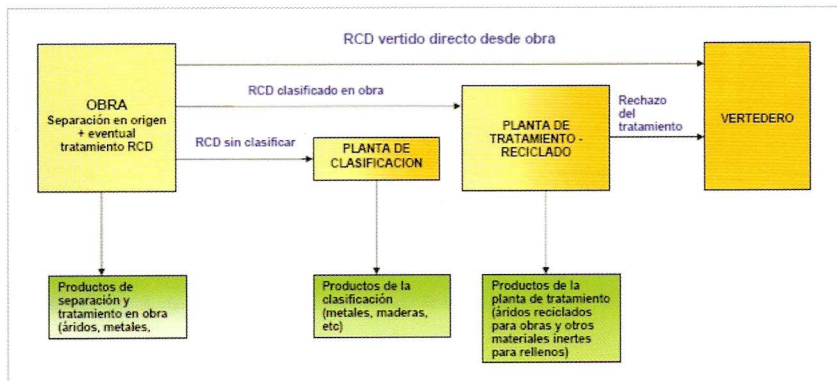


Fig. 2. Modelo conceptual de la gestión de los RCD





nisterio de Ordenación Territorial y Medio Ambiente) y su dirección, *Directions Départementales de l'Environnement*, (Dirección Departamental del Medio Ambiente y la Protección de la Naturaleza), especializadas principalmente en la protección de la Naturaleza y la prevención de la contaminación.

El Ministerio de Equipamiento realizó un estudio en 2004 sobre los RCD, generándose 333 millones de toneladas en ese año, de los cuales son reciclados o reutilizados dos tercios. (Tabla 3).

La primera planta de reciclaje de RCD se instaló en París en 1976, para 1993 ya estaban en operación 20 empresas dedicadas al reciclaje de RCD (Lauritzen, 1993). De la composición de los RCD se observa una producción mayoritaria de materiales inertes. (Hendriks 2000).

El gobierno Francés implementó en 1995, (ley no. 95-101 Protección al Ambiente) un sistema de sanciones económicas a las empresas que no reciclen sus residuos de construcción.

#### SITUACIÓN EN DINAMARCA.

En Dinamarca, en 1996, se produjeron 1.6 millones toneladas de RCD (RENDAN 1998), generados por un aumento significativo de estos residuos (Tabla 5).

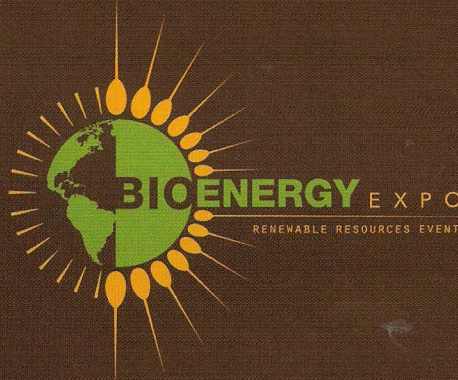
Esta tendencia se ve reflejada hasta el 2007 donde se registra una producción de 4.5 millones de toneladas, por tal el reciclado de RCD en este país es una práctica común, regulada por el Ministerio de Energía y Medio Ambiente, según la ley no. 1757 de 22 de Diciembre de 2006 sobre la protección del medio ambiente y la Orden No. 619 de 27 de Junio de 2000, sobre residuos, donde

## FIERAGRICOLA HOSTS BIOENERGY EXPO. HARVESTING ENERGY VERONA 4/7 FEBRUARY 2010



# BIOENERGY EXPO

Renewable Resources Event [www.bioenergyweb.it](http://www.bioenergyweb.it)



### BIOENERGY EXPO: HALL 10-11 FIERAGRICOLA

Bioenergy Expo is the international showcase for the world of sustainable energy. A meeting with new technologies and leading companies in energy generation from agricultural sources, solar energy, wind and geothermal power-all valorised by specific conventions and an extensive outside dynamic demo area. **Bioenergy Expo: powering innovation.**

organized by:



in cooperation with:







por decreto, se aplica la práctica de "Demolición Selectiva" en situ, cuando la cantidad de residuos son mayores a 5 toneladas, para facilitar los trabajos de reciclaje, a pesar de que esto significo un aumento del 30% en el costo de demolición.

Para alentar a las empresas a realizar esta práctica, el gobierno danés, implementó incentivos económicos por la práctica de Demolición Selectiva y sanciones por el desecho incontrolado. (Hendriks 2000). Alcanzando un alto índice de reciclado el 94% en 2004 según reportes del Ministerio de Energía y Medio Ambiente.

**POLÍTICA Y GESTIÓN DE RCD EN AMÉRICA.**

En países como Canadá, Estados Unidos y Brasil, se lleva un registro de la producción de RCD y el control sobre las plantas de reciclaje, caso contrario, los países de habla hispana, donde la falta de legislación y control sobre estos desechos, dificultan su estudio detallado.

En este trabajo, se presentan los datos documentados sobre el tema a nivel país, y en el caso de México, los datos de producción de RCD sobre algunas zonas del país que si reportan estadísticas al respecto.

**SITUACIÓN EN ESTADOS UNIDOS**

Se cuenta con 3,500 unidades o plantas que reciclan los RCD que representan el 25% del total generado (EPA 1998). La Agencia de Protección Ambiental (EPA) estima que se producen 123 millones de toneladas métricas de construcción relacionados con los desechos de C & D,

**Tabla 3. IFEN-Ministerio de Equipamiento 2004. Producción de residuos de construcción en Francia**

Categoría de residuos	Demolición	Rehabilitación de edificio	Nueva construcción	Obras públicas	Total
<b>Residuos inertes</b>	29,2	8,6	2,7	292,8	333,4
<b>No residuos inertes y no peligrosos</b> Entre ellos:	1,8	3,5	0,4	1,5	7,2
Materiales mezclados e indiferenciados	1,1	3,1	0,1	0,6	4,9
Residuos de madera	0,3	0,1	0,2	0,5	1,1
Metal	0,2	0,2	0,1	0,3	0,7
<b>Los residuos peligrosos</b> Entre ellos:	0,2	1,4	0,1	1,1	2,9
Maderas peligrosas	0	1,4	0,1	1,0	2,5
Total de la construcción					343,5

Millones de toneladas

**Tabla 4. Composición de RCD en Francia. Hendriks 2000**

Material	Composición (%)	Composición (tons)	
Materiales Inertes	Cemento - mortero	13	3.056.140
	Hormigón armado	10	2.309.000
	Cerámica y arcilla	6	1.438.400
	Materiales inertes mixtos	37	8.791.400
Metales	1.5	349.500	
Madera	6	1.453.700	
Materiales de aislamiento	10	2.560.500	
Plásticos y derivados	14		
Varios	2.5		
Total	100		

(1,27 kg [2,8 libras] por persona y por día) se generaron en los Estados Unidos.

Los principales componentes incluyen la madera, hormigón, metal, materiales de cartón, pared de yeso, y el suelo. Entre

otros componentes, tales como embalaje, cable eléctrico, y el aislamiento.

Los desechos grandes y homogéneos (por ejemplo, hormigón, pavimento de asfalto) son con frecuencia reciclados. Algu-





**Tabla 5. Desarrollo en la distribución en los residuos de construcción registrados en plantas trituradoras a partir de 1993 hasta 1996 (Tonelada). RENDAN A/S 1988**

Materiales	1993	1994	1995	1996
Ladrillo	48,881	51,704	64,874	84,705
Concreto	241,071	319,916	401,844	579,054
Asfalto	264,158	363,447	446,538	333,578
Ladrillo y concreto	180,491	200,506	227,136	290,923
Asfalto y concreto	75,688	86,115	142,326	104,690
no especificado	192,057	194,183	175,691	244,197
Total	1,002,346	1,215,871	1,458,409	1,637,147

nos desechos C y D mixtos también se reciclan, y por la separación, se produce a nivel central instalaciones de procesamiento. Los recientes esfuerzos para separar y reciclar los desechos de construcción en el sitio de construcción (Jambeck2003), así como la deconstrucción de los edificios y la reutilización de los componentes del edificio (US 2000), cuentan con una reciente opción de gestión.

La EPA de los EE.UU. no regula específicamente los desechos CD. Es The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) federal de los EE.UU. quien regula la gestión de residuos sólidos

Los contratistas de demolición o renovación de edificios que manejen amianto pueden ser obligados a cumplir las prescripciones específicas de retirada y eliminación cuyos requisitos se encuentran en las Normas Nacionales de Emisión para Contaminantes atmosféricos Peligrosos (NESHAP).

Hasta que no se determine una definición a nivel federal sobre los desechos CD, algunos estados incluyen en sus definiciones los residuos de amianto dentro de la definición de desechos CD. Dado que la mayor parte de los ma-

teriales encontrados en los desechos de CD no contiene amianto y no son peligrosos, los requisitos de gestión para la mayoría de los desechos CD producidos en los Estados Unidos no están cubiertos por los reglamentos federales. (Clark, 2006).

**SITUACIÓN EN MÉXICO**

En la república Mexicana, no se tienen estudios específicos sobre caracterización y generación de RCD a nivel nacional. La gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) no se maneja sosteniblemente, por el contrario, causan altos costos

ecológicos por el vertido incontrolado de los mismos. El reciclaje y la reutilización los convierte en nuevas prácticas y además, es una solución para disminuir el impacto ambiental.

Se comienza a realizar acciones encaminadas al manejo de RCD, mediante la ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal publicada el 22 de abril del 2003 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, la cual trata sobre el control y minimización de los residuos sólidos generados por la industria de la construcción; en el Distrito Federal se aprobó la Norma PROY-NADF-007-RNAT-2004, publicado el 14 de junio de 2006, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, la generación de residuos sólidos urbanos en el Distrito Federal es del orden de 12,000 ton/día, actualmente son depositados en el Relleno Sanitario de Bordo Poniente Etapa IV.

Esta norma clasifica los residuos de construcción en: Residuos aprovechables para el reciclaje, residuos de excavación y residuos sólidos. (Tabla 6).

En lo que corresponde a la generación de residuos de la cons-







trucción, según estimaciones proporcionadas por las delegaciones políticas del Distrito Federal, la generación de estos residuos alcanza valores cercanos a los 3,000 ton/día. (Gaceta oficial del Distrito Federal, 2005).

Comenzó en 2004 la operación de la única planta de reciclaje de RCD en el país, ubicada en la delegación Iztapalapa, la cual recicla 2 mil toneladas diarias, que representa el 30% del escombro generado solo del Distrito Federal

(Concretos reciclados, 2008).

En la actualidad son las universidades las que comienzan con los trabajos de investigación en este campo, como son: Universidad Autónoma de Tamaulipas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Autónoma de Hidalgo, Universidad Autónoma de Quintana Roo y el Instituto Tecnológico de Chetumal.

**Tabla 6. Clasificación de los Residuos de Construcción. Norma PROY-NADF-007-RNAT-2004**

A. Residuos aprovechables para reciclaje	B. Residuos de excavación	C. Residuos sólidos
1. Adocreto 2. Concretos limpios 3. Concreto armado 4. Cerámicos 5. Concretos asfálticos 6. Fresado asfáltico 7. Mampostería 8. Tepetatosos 9. Tabiques 10. Ladrillos 11. Blocks 12. Mortero	1. Suelo orgánico 2. Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos. 3. Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo.	1. Cartón 2. Madera 3. Metales 4. Papel 5. Plástico 6. Residuos de podas, hojarasca y derribo de árboles. 7. Tabla roca 8. Vidrio 9. Otros

### SITUACIÓN EN BRASIL

Un estudio de (Pinto, 1999), estimó que en las grandes ciudades brasileñas, las actividades de construcción son las responsables del 50% de los residuos generados por esta industria, dejando a las actividades de mantenimiento y demolición, el otro 50%. Los RCD se estiman entre un 41 y 70% del total de los residuos sólidos generados en áreas urbanas.

A partir del 2002, se observaron importantes modificaciones a las políticas públicas, apareciendo diversas leyes, normas y especificaciones técnicas, para minimizar los problemas ocasionados por los residuos de construcción y demolición. Estas garantizan una regulación que garantiza la calidad del producto y su estandarización.

El principal instrumento legal de ámbito federal es la Resolución 307 del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) del 5 de julio de 2002, implementado en el 2003, la cual establece los procedimientos que se ejecutaran en los municipios generadores de RCD, indica que los residuos pueden ser dispuestos en contenedores en las áreas de "bota fora"..

Los RCD dependiendo de su clasificación pueden ser utilizados o reciclados como agrega-

**Tabla 7. Cuadro comparativo de la gestión de RCD**

País	Legislación sobre RCD	Dependencia gubernamental encargada	Producción RCD
España	Ley 10/98 de Residuos, Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, Planes Autonómicos de Gestión de Residuos Inertes y Ordenanzas Locales	Ministerio del medio ambiente Subsecretaría del medio ambiente, medio rural y marino	entre 35 y 40 mill tn/año (2004)
Francia	No especificada	Ministerio de ordenación territorial y medio ambiente Dirección departamental del medio ambiente y la protección de la naturaleza	333 mill tn/año (2004)
Dinamarca	- Ley no. 1757 de 22 de Diciembre de 2006 sobre la protección del medio ambiente (modificada) - Orden No. 619 de 27 de Junio de 2000, sobre residuos	Ministerio de energía y medio ambiente	4.5 mill tn/año (2007)
USA	Es The Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)	Legislación por estados	123 mill tn/año (2006)
México	ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal publicada el 22 de abril del 2003	Instituto Nacional de Ecología	1095 mil /año / DF (2003)
Brasil	No especificada	ámbito federal es la Resolución 307 del Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) del 5 de julio de 2002, implementado en el 2003	No especificada





dos para obras civiles, de acuerdo a las normas técnicas. Los municipios deben de presentar proyectos de gestión de RCD (implementado a partir del 2005) para el otorgamiento de su licencia.

Dentro del Programa Brasileño de Calidad y Productividad del Habitat (PBQP-H-2000), tiene entre sus objetivos promover la modernización del sector de la construcción y mejorar la calidad del habitat, mediante acciones que califiquen a las constructoras y proyectistas a mejorar la calidad de los materiales, así como su capacitación, certificación de mano de obra, normalización técnica, certificación de laboratorios y producción de tecnologías innovadoras, entre otras.

### CRITERIOS DE COMPARACIÓN

Se observa un gran avance en la legislación y gestión en Europa, gracias a la iniciativa del estudio de residuos de construcción, desde 1991. El estudio de composición y generación por países, tiene como consecuencia, una conciencia global sobre construcción sostenible; caso contrario en América, donde los estudios de composición y generación no son precisos ya que de forma general no se tiene un control adecuado de estos residuos, y por tal, la legislación al respecto es escasa.

### CONCLUSIONES

La situación económica de los países juega un papel importante en la gestión de los RCD; en nuestros ejemplos, México y Brasil, no cuenta con una cuantificación y composición de los residuos, por tal la legislación no puede ser precisa o inclusive inexistente.

En el caso de Estados Unidos y los países de Europa, cuentan con la legislación, y la cuantificación de los residuos; así como la composición de los residuos de construcción, por tal, implementaron una serie de plantas recicladoras que ayudan a reincorporar estos residuos al ciclo de vida de las construcciones.

Como países de Latinoamérica

ca, países de un estatus económico inferior, es importante realizar mas investigaciones sobre los RCD, para concientizar a los gobiernos del impacto ambiental que causan y la importancia de su procesamiento para su reincorporación al CV de las construcciones, y con ello, la generación de legislación al respecto que regule su gestión.

### REFERENCIAS.

Bossink, B.A.G. y Brouwers, H.J.H. (1996), "Construction Waste: Quantification and Source Evaluation", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.122, Núm.1, pp 55-60, New York.

Casado Martínez, N (1996) Edificios de alta calidad ambiental (Ibérica, Alta Tecnología ISSN 0211-0776)

Castells Xavier Elías, Reciclaje de Residuos Industriales. Estados Unidos, 2000.

Clark Corrie; Jambeck Jenna; Townsend Timothy. A Review of Construction and Demolition Debris Regulations in the United States. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 36:141-186, USA 2006.

Concretos Reciclados. (2008) <http://www.concretosreciclados.com.mx>

Directions Départementales de l'Environnement, (Dirección Departamental del Medio Ambiente y la Protección de la Naturaleza, Francia) [www.ifen.fr](http://www.ifen.fr)

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY: EPA. Characterization of building: Related construction and demolition debris in the United States. Report n. EPA 530-R-98-010. (Monografía on line). 1998. Disponible en: <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/c&d/rpt.pdf>>.

European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/>

Frondistou-Yannas, S.A.(1985). "Concreto Reciclado como un nuevo Agregado", Revista IMCYC, Vol.23, Núm. 175, pp. 53-70, México.

Gaceta oficial del Distrito Federal. 21 de septiembre de 2005. Publicación de la Norma PROY-NADF-007-RNAT-2004

GERD. Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición. <http://www.gerd.es/>

Hendriks C. F., Pietersen H. S. Sustainable Raw Materials: Construction and Demolition Waste. RILEM Publications, 2000

IHOBE Sociedad Publica de Gestión Ambiental, Monografía sobre Residuos de Construcción y Demolición 2004.

Informe Symonds "Construction and Demolition waste management practices and their economics impacts" Febrero 1999, DGXI Comisión Europea

ITeCInstitut de Tecnología de la Construcción de Catalunya (2000) Minimización y gestión de residuos de la construcción. Proyecto LIFE 98/351: Programa de acciones técnicas para fomentar la valorización, minimización y selección de residuos generados en las obras de construcción y demolición, ITeC, Barcelona.

Jambeck, J., Townsend, T., and Ylisen, S.

Recycling of construction debris at the job site: Case studies in Minnesota and Florida. Proc. 14th Annual Waste Reduction, Recycling and Composting and 7th Annual Collection and Transfer Symposium, Solid Waste Association of North America, Orlando, FL, February 24-25, 2003, 89-96.

Lanting, Roel (1996) Sustainable Construction in The Netherlands -A perspective to the year 2010. (Working paper for CIB W82 Future Studies in Construction. TNO Bouw Publication number 96-BKR-) P007

Lauritzen Erik K. Demolition and Reuse of Concrete and Masonry. RILEM Technical Committee 121-DRG., Denmark 1993.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada el 8 de octubre del 2003 en el Diario Oficial de la Federación. México.

Matos, G.; Wagner, L. (1999), "Consumption of Materials in the United States 1990-1995", US, Geological Survey, p.9.

Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de España. Boletín de Prensa. [http://www.gerd.es/index.php?secc=mos\\_not&d oc\\_id=66](http://www.gerd.es/index.php?secc=mos_not&d oc_id=66)

Molina, J.M. (1997). "Recuperación de Materiales de Construcción". Boletín CF+S Especial sobre Residuos. Documento recuperado en <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/lista.html>

Parra, J.L. y Calvo B. (2002). "Situación en España del reciclado de RCD (Residuos de Construcción y Demolición) como áridos. Aplicabilidad a la fabricación de hormigones". En II Jornada Iberoamericana de Materiales de Construcción, La Habana, Cuba.

Pinto, T. (1999) "Metodología para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana", Tesis presentada en la Escuela Politécnica da Universidad de de San Paulo para obtener el título de Doctor en Ingeniería.

Ramírez Aurelio, La construcción sostenible, Consejo de la construcción verde, España 2002.

Solorzano Ochoa Guatavo 1996. "Los Residuos Peligrosos en la Industria de la Construcción". Ingeniería Civil. Revista del Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C. pp 13-16. N° 325, Mayo de 1996.

Sosa Cardentey, Marta María, Rosell Lam, Mercedes y Rodríguez Larraide, Alberto, Estado "del arte" en las producciones de áridos en cuba y propuesta de método para implantar sistemas de calidad en estos procesos, 2002

U.S. Department of Housing and Urban Development. A Guide to deconstruction: An overview of deconstruction with a focus on community development opportunities. Office of Policy Development and Research, Washington, DC, Febrero 2000.