

## CAPÍTULO 5



## MANEJO DE ESCOMBROS Y RESTOS DE DEMOLICIÓN

La gravedad de los desastres naturales difiere de acuerdo con sus características. La mayoría de desastres naturales genera escombros en cantidades que superan la capacidad de los sistemas operativos de manejo de residuos sólidos.

La remoción de escombros es un componente prioritario de las acciones posteriores a los desastres. Gran parte de estos residuos no son peligrosos y algunos pueden ser reciclados. Se describen en el cuadro 6 algunos de los residuos generados en distintos tipos de desastres.

Para el manejo de escombros después de un desastre natural, debe tomarse en cuenta que en la fase inicial todos los esfuerzos estarán concentrados en el rescate de personas, si se considera que para el ser humano es posible sobrevivir hasta siete días con sus noches en estas condiciones. Es necesario, entonces, seleccionar métodos de

**Cuadro 6**  
**Residuos generados por tipo de desastre**

	<b>Escombros de edificaciones dañadas</b>	<b>Sedimentos del suelo</b>	<b>Residuos de maleza</b>	<b>Restos de propiedad particular*</b>	<b>Cenizas y maderas</b>
Huracanes	X	X	X	X	
Terremotos	X	X	X	X	X
Tornados	X		X	X	
Inundaciones	X	X	X	X	X
Erupciones volcánicas		X			X

\* Muebles, artefactos, vehículos, otros similares.

Adaptado de: EPA. **Planning for Disaster Debris**. 1995.

### Cuadro 7 Cifras y desastres

Millones de m <sup>3</sup> de residuos de malezas generados por el huracán Hugo en Carolina del Norte (setiembre de 1989)	1,52 <sup>a</sup>
Millones de m <sup>3</sup> de escombros generados por el huracán Iniki, en Hawai (setiembre de 1992)	3,82 <sup>b</sup>
Millones de m <sup>3</sup> de escombros generados por el huracán Andrés, en Florida (agosto de 1992), solamente en el condado Metro-Dade	32,87 <sup>c</sup>
Millones de m <sup>3</sup> de escombros generados por el terremoto Northridge, en California (enero de 1994)	5,35 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> 2 millones de yardas cúbicas.

<sup>b</sup> 5 millones de yardas cúbicas.

<sup>c</sup> 43 millones de yardas cúbicas.

<sup>d</sup> 7 millones de yardas cúbicas.

demolición rápidos y efectivos que faciliten el rescate de personas. Sin embargo, no debe olvidarse que se debe tener mucho cuidado para evitar colapsos no controlados después del desastre, porque pueden ocasionar mayores daños.

Teniendo en cuenta lo anterior, el manejo de los escombros se puede enfocar desde dos puntos de vista. El primero: definir las obras o acciones de mitigación y de corrección de impactos generados por los escombros. El segundo: definir las acciones para el manejo inte-

gral de los escombros por remover. Debe considerarse siempre la posibilidad de encontrar restos humanos (cadáveres o partes de ellos)<sup>16</sup>.

Las dos tareas más importantes que se deben realizar como parte del manejo integral de los escombros son el aprovechamiento de los materiales valorizables que se encuentran en ellos y la definición de escombreras, lugares técnicamente viables para disponer adecuadamente aquellos residuos que no se pueden aprovechar. Descargar los escombros en el sitio de disposición final de la basura de la localidad no es conveniente, pues esto ocasiona problemas en la prestación del servicio de aseo y propicia que la vida útil de los rellenos sanitarios o los botaderos de basura se acorte considerablemente; por otra parte, si no se planifican las escombreras y no se controla su manejo, pueden proliferar montículos callejeros que posteriormente se convierten en basureros.

#### a. Generación

La evaluación inicial de las áreas afectadas y la estimación de las toneladas que se van a retirar son elementos básicos para las acciones de demolición y manejo de residuos. Estas evaluaciones serán rápidas y se realizarán sobre la base de estimaciones gruesas, ya que las investigaciones detalladas tienden a demorar la respuesta. Se presentan en el anexo B cuatro métodos para estimar la generación de residuos de escombros y restos de demolición: el primero, desarrollado después del terremoto de Nasca, Perú, el 12 de noviembre de 1996; el segundo, presentado en el Simposio sobre Residuos de Terremotos efectuado del 12 al 13 de junio de 1995 en Osaka, Japón; el tercero, utilizado en el terremoto de El Salvador el 13 de enero del 2001 y en el terremoto ocurrido en el Perú (departamentos de Tacna y Moquegua) el 23 de junio del 2001;

<sup>16</sup> Véase el anexo A.

y el cuarto, aplicado después del terremoto acaecido en Colombia, en el Eje Cafetero, en febrero de 1999.

En zonas con elevado desarrollo urbano se estima una generación de 1-2 toneladas por metro cuadrado construido, con un promedio de 1,5 toneladas por metro cuadrado<sup>17</sup>; en zonas residenciales, la proporción es sumamente variable, de 0,5 a 1 tonelada por metro cuadrado construido, lo que depende siempre de la proporción de materiales empleados en cada localidad. Para estimaciones de volumen, se considera que se generan 0,5 m<sup>3</sup> de materiales por cada metro cuadrado de construcción (proyecciones utilizadas en Armenia, Colombia). Frecuentemente, es difícil decidir cuáles de las edificaciones dañadas deben ser demolidas, por las consideraciones de costo, políticas, riesgo estructural, entre otras. Debe evitarse la eliminación de escombros espontánea y sin criterio técnico que la población suele realizar en la vía pública.

En situaciones particulares como las inundaciones, la acumulación de lodos tanto en el interior de las viviendas como en las vías públicas se convierte en un aspecto crítico. Se recomiendan dos líneas de trabajo:

- Remoción manual de residuos en el interior de las viviendas, en coordinación con la población, a la que se brindarán los materiales y las herramientas necesarias.



Generación de escombros después del terremoto de Armenia, Colombia.



Generación de escombros después del terremoto de El Salvador.

OPS/OMS, C. Osorio, 2001

<sup>17</sup> PNUMA/International Environmental Technology Centre. **Earthquake Waste Symposium**. Osaka, 1995, p. 62.

### Generación de escombros en el terremoto de Armenia, Colombia

En el caso del terremoto de Armenia, se estimó que los escombros producto del colapso o la demolición de viviendas y otras edificaciones alcanzaron los 3.000.000 m<sup>3</sup>, además de una generación adicional prevista de 900.000 m<sup>3</sup> en las actividades de reconstrucción (véase el anexo C).

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. **Informe preliminar: Manejo integral de escombros y residuos de construcción.** Washington, D. C., BID, 1999.

### Acumulación de sedimentos por deslizamientos provocados por lluvias intensas y prolongadas, costa central de Venezuela (1999)

Debido a los deslizamientos ocasionados por las torrenciales lluvias en la costa central de Venezuela en 1999, se pudo estimar que solo en el estado Vargas quedaron depositados en las principales vías hasta 3 millones de toneladas de tierra, barro y piedras.

El material proveniente de los deslizamientos causados en las zonas más elevadas de los taludes de la parte norte de la cordillera fue transportado hasta el mar por los nuevos cauces activos de los ríos, lo que formó grandes depósitos deltaicos.

A lo largo de 50 kilómetros de costa se formaron depósitos que afectaron todo el litoral. Ante esta situación, la medida adoptada fue la consolidación de los nuevos deltas mediante obras de protección realizadas con las rocas transportadas por la crecida de diciembre de 1999.

Estas obras tuvieron dos funciones: consolidar los rellenos sedimentarios constituidos y protegerlos de la erosión causada por el transporte litoral debido al oleaje. Para más detalles, se recomienda revisar el estudio de caso presentado en el anexo E.

- Remoción mecanizada en las vías públicas.

La disposición de estos residuos se efectuará junto con los otros escombros y restos de demolición.

También se debe considerar el caso particular de la generación de cenizas por erupciones volcánicas. Para su manejo se recomienda la limpieza coordinada con la población, con frecuencias de recolección no mayores de dos días. El personal y los pobladores que participan en esta tarea deben usar equipo de protección personal, incluidos mascarilla y protector de ojos contra material particulado. Para mayor información, se recomienda ver el estudio de caso en el anexo D.

Casos especiales son los aludes torrenciales, por la cantidad de sedimentos que pueden arrastrar, y los huracanes, por los daños que causan en las viviendas.

### b. Aprovechamiento de residuos valorizables

Las acciones de recolección de escombros y de los restos de las demoliciones buscarán aprovechar los residuos o materiales valorizables. Se debe realizar un programa de reciclaje que permita conocer cuáles serán los materiales que se puedan aprovechar, el equipo necesario para la recolección y transporte de estos materiales, el valor aproximado de los materiales recuperados o reciclados y el mercado para colocarlos, la participación de la comunidad y la viabilidad económica, social y ambiental del programa de aprovechamiento.

En el establecimiento del programa de aprovechamiento se requiere una identificación y un manejo selectivo de los principales componentes de los residuos de escombros y de los restos de demolición. Por ejemplo:

- Materiales o sub-productos valorizables en buen estado que se pueden reusar. Por ejemplo, ventanas, puertas, electrodomésticos, accesorios y equipos de cocina y sanitarios.
- Materiales o sub-productos valorizables que se pueden reciclar. Por ejemplo:



OPS/OMIS, C. Osorio, 1999

Arrastre de sedimentos como consecuencia de los aludes torrenciales en el estado Vargas, Venezuela, 1999.

- Metales. Principalmente, el hierro y el acero, que podrán fundirse posteriormente para su recuperación y aprovechamiento.
- Concreto. Podrá usarse en la recuperación de terrenos, diques, relleños que no soportarán carga y taludes, entre otros, o podrá disponerse en relleños sanitarios para material inerte dispuestos para tal fin.
- Madera. Puede usarse como combustible. Podrá incinerarse y sus residuos serán enterrados en relleños sanitarios convencionales.

Además, para que la tarea del reciclaje sea exitosa, deben identificarse los siguientes riesgos:

- **Certeza del mercado.** Las iniciativas de reciclaje deben estar ligadas a los mercados de material reciclado. También debe tomarse en cuenta el tiempo de aprovisionamiento, envío e instalación de los equipos. El riesgo se reduce si se concatenan adecuadamente los tiempos de desarrollo y planeamiento con los del proceso de reciclaje.
- **Control de calidad.** La calidad del producto final reciclado está estrechamente ligada a la calidad de los escombros que alimentaron la producción. Se recomienda que el material reciclado mantenga la mayor exigencia técnica requerida para material similar nuevo.
- **Certeza del abastecimiento de los materiales.** La eficiencia de la operación de reciclaje depende, entre otros factores, del ingreso de una cantidad y de una calidad previsible de suministros. El riesgo se minimiza si se ponen en marcha mecanismos para asegurar el abastecimiento adecuado del programa de reciclaje.
- **Creación de una estructura institucional para el reciclaje.** Es necesario definir una aplicación futura de la tecnología que se utilice para

### Aprovechamiento de escombros después del terremoto de Moquegua, Perú (23 de junio de 2001)

Después del terremoto ocurrido en los departamentos de Tacna y Moquegua, en el sur del Perú, el 23 de junio de 2001, en muchas localidades se reutilizaron los escombros de las viviendas para crear nuevo material de construcción, principalmente para losas y vías de tránsito peatonal que no demandan alta carga.

atender la emergencia, con el fin de darle valor posterior. Para esto, se deben promover políticas destinadas a impulsar el reciclaje de escombros y a difundir la utilidad de estos en diferentes aplicaciones de ingeniería.

Como una referencia de los materiales que se pueden obtener, se presenta en el cuadro 8 un análisis de los desastres naturales más frecuentes y los residuos e impactos generados.

En el caso de residuos o escombros mezclados, se tratará de efectuar una separación de materiales antes de su disposición final, aunque sin distraerse de los objetivos primarios como la limpieza de las vías y el aseguramiento de las edificaciones no dañadas.

Respecto a las opciones de reciclaje, el material recuperado se puede usar en obras de mejoramiento del sistema de manejo de residuos (recubrimiento de

rellenos o construcción de caminos en el relleno sanitario), en obras civiles (vías de acceso en la zona afectada, diques, taludes, reforzamiento de riberas, etcétera). Se presentan en el anexo H dos cuadros detallados sobre el uso posterior que se les puede dar a estos materiales.

### c. Acumulación temporal

En situaciones de desastre, es posible que se requieran lugares para el acopio o almacenamiento temporal de escombros, debido a la saturación de los puntos de disposición final, al excesivo tiempo de espera en dichos puntos para la descarga de los residuos y al insuficiente equipo para la recolección y el transporte.

El uso de lugares para el acopio temporal de escombros incrementa los costos globales de disposición de estos residuos debido a su doble manejo,



Maquinaria móvil para el reciclaje de escombros.

**Cuadro 8**  
**Análisis de desastres, daños y materiales generados**

Evento	Daño	Residuos generados	Impactos secundarios
Incendios forestales	Sin viento, arrasan con árboles, arbustos y maleza. Con viento, dejan árboles muertos en pie, estructuras y vehículos incendiados, fogatas.	Metal, ladrillos, cimientos, concreto, sedimentos, árboles caídos, madera y troncos chamuscados, bolsas de arena, plástico.	Problemas de erosión.
Inundaciones, tsunamis, fallas de diques (inundaciones de estructuras y flujo de aguas a altas velocidades)	Daños en viviendas: pisos, maderas de paredes, muebles. Sedimentos depositados en propiedades públicas o privadas. Escombros de deslizamientos (suelo, grava, rocas, material de construcción). Residuos sólidos peligrosos domésticos	Arboles caídos, madera de paredes, carpetas, madera de muebles, metales de electrodomésticos, residuos peligrosos, residuos de maleza, bolsas de arena, plástico, residuos orgánicos.	Deslizamiento de suelos.
Terremotos (ondas de choque y desplazamiento del suelo a lo largo de fallas geológicas)	Daños en infraestructura, autopistas de concreto y asfalto, pasos a desnivel. Bloques de concreto, cemento, paredes de concreto armado, vehículos dañados. Asfalto de lugares de parqueo. Restos de edificios, propiedades privadas, sedimentos.	Concreto, ladrillos, cimientos, asfalto, madera de paredes, vidrio, carpetas, asbesto, restos de maleza, plástico, residuos orgánicos.	Daños secundarios como incendios o explosiones.  Residuos generados por nuevas construcciones y reparaciones.
Huracanes (vientos de altas velocidades que elevan el nivel de las mareas en los océanos y crean olas en cuerpos de aguas interiores)	Restos de edificaciones dañadas, sedimentos, árboles, propiedad privada.	Madera de paredes, carpetas, madera de muebles, restos de electrodomésticos, residuos peligrosos domésticos, madera, restos de maleza, bolsas de arena, plástico, residuos orgánicos.	
Tornados (vientos en rotación a altas velocidades)	Daños y destrucción de estructuras, árboles, propiedad privada.	Madera de paredes, carpetas, madera de muebles, restos de electrodomésticos, residuos peligrosos domésticos.	
Erupciones volcánicas	Destrucción de estructuras por acumulación de cenizas, flujos de lava o lodos.	Cenizas y lava.	

Fuente: Adaptado de California Integrated Waste Management Board, **Integrated Waste Management Disaster Plan**. California, 1995.



principalmente en el transporte. Algunas estrategias para reducir los costos asociados al uso de estos puntos son las siguientes:

- Realizar el acopio al costado de carreteras o avenidas principales con acceso adecuado; este punto debe incluir un área de maniobras adyacente para que no se produzcan obstrucciones vehiculares.
- Usar áreas abandonadas o no destinadas para otros usos.
- Usar áreas que estén consideradas en los planes de respuesta de la emergencia (campamentos, hospitales ambulatorios u otros).

### **Criterios básicos de manejo ambiental de escombreras**

1. Definición de las medidas de mitigación y manejo para disminuir el impacto paisajístico, de ruido y calidad del aire. Considerar el uso de barreras visuales.
2. Determinación de obras de drenaje que sean requeridas tanto en el interior de la escombrera como en su perímetro para garantizar la adecuada circulación del agua.
3. No se acepta descargar materiales o elementos mezclados con otros residuos como basura, residuos líquidos, tóxicos o peligrosos.

### **Criterios geológicos para la ubicación de escombreras**

1. Análisis de la geología de la zona para identificar adecuadamente los posibles sitios degradados por la explotación minera indiscriminada, las zonas de suelos poco productivos, las modificaciones morfológicas que pueden utilizarse como escombreras.
2. Geomorfología, ya que es importante conocer el estado original de las formas (valles, colinas, terrazas, pendientes) a fin de evaluar los efectos que se puedan producir en su modificación.
3. Procesos erosivos, tanto de origen natural como humano, y el proceso de denudación del suelo (agotamiento de la capa vegetal).
4. Condiciones geotécnicas (estabilidad, características de los suelos, nivel freático, posibilidad de confinamiento, fallas y cortes, entre otros).

Nota: Adicionalmente se deben considerar los numerales 2, 3, 4, 5, 8 y 12 de las especificaciones para la localización de nuevos rellenos sanitarios en situaciones de desastre, presentados en la subsección "Rellenos sanitarios" del capítulo 4.

## **d. Disposición final**

Para la eliminación de los restos de demolición no aprovechables y los escombros (materiales inertes) será preferible utilizar áreas naturales de acuerdo con los criterios señalados anteriormente para la selección de rellenos sanitarios, aunque en este caso los aspectos de impacto ambiental como la dirección del viento y la contaminación de aguas subterráneas no son significativos, debido a las características inertes de los materiales. No se recomienda el uso de los rellenos sanitarios operativos para la disposición de escombros debido a que las cantidades generadas fácilmente pueden colmatar el volumen que normalmente debe utilizarse para los residuos orgánicos. En la localidad afectada debe averiguarse si existen catastros o puntos identificados previamente para la eliminación de estos residuos, lo que facilitará la tarea.

Estos lugares (escombreras) serán los sitios destinados para la disposición final de los escombros, materiales y elementos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Las escombreras se localizan principalmente en áreas cuyo paisaje se encuentra degradado, tales como minas y canteras abandonadas.

En ocasiones ha dado buenos resultados el empleo de terrenos sin uso para la disposición temporal de residuos de construcción y demolición, como respuesta

inmediata a la emergencia. Por ejemplo, esto se hizo en el terremoto de Hanshin, Awaji, Japón, el 17 de enero de 1995 y el terremoto de El Salvador, el 13 de enero de 1995.

Se debe considerar siempre que por los volúmenes que se van a disponer se requerirán áreas extensas, de preferencia en depresiones naturales fuera de cursos de agua o quebradas. Una alternativa que se debe tener en cuenta es la disposición en el mar, a fin de ganar terreno aprovechable.



C. Meléndez

Disposición de escombros y residuos en la base de una ladera.

Se resumen a continuación las etapas que se deben seguir para un adecuado manejo de escombros y residuos de demolición.

### Etapas del manejo de escombros

1. Verificación del volumen y caracterización de escombros
  - Reuniones con personal de las instituciones locales y especialistas.
  - Verificación del volumen de escombros.
  - Definición de los volúmenes de escombros que van a ser reubicados.
  - Caracterización de los escombros.
  - Desarrollo del plan operativo de remoción y transporte de escombros.
2. Programa de reúso y reciclaje
  - Evaluación del potencial de reúso y reciclaje, desarrollo del programa.
  - Análisis económico del reúso y reciclaje versus desarrollo de un programa de rellenos con residuos sólidos.
3. Disposición final de los escombros
  - Evaluación de las escombreras existentes.
  - Selección de escombreras para la disposición final de los desechos.
  - Establecer una metodología para la localización de sitios.
  - Estudio para la operación de escombreras posibles y selección final de los lugares.

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo. **Informe preliminar: Manejo integral de escombros y residuos de construcción**. Washington, D. C., BID, 1999.