

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.



CAPÍTULO 6

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS EN SITUACIONES DE DESASTRE

a. Residuos sólidos generados en establecimientos de salud

Etapa de clasificación de víctimas (triage). El triage o clasificación de las víctimas es una fuente significativa de generación de residuos peligrosos por su potencial infeccioso, que usualmente no se toma en cuenta (materiales biocontaminados).

Por ser una actividad de rápida respuesta, se recomienda que todos los residuos generados en esta etapa de la atención y en los primeros auxilios, sin excepción, sean almacenados en recipientes debidamente identificados como "residuos biocontaminados", de preferencia en bolsas de color rojo. Se evitará el contacto directo con estos residuos.

Etapa de atención de víctimas. La generación de residuos en establecimientos de salud de primera categoría (hospitales)¹⁸ puede sufrir grandes variaciones. Puede disminuir debido a que gran parte de su personal asistencial es destinado al trabajo de campo, a la evacuación de pacientes y a



Atención médica en campamentos.

¹⁸ En muchos países de América Latina y el Caribe se considera como establecimientos de primera categoría a los hospitales; como de segunda categoría a los centros de salud, las clínicas y los laboratorios de referencia; y como establecimientos menores, a las postas de salud, los botiquines comunales, los laboratorios pequeños, los consultorios y similares. La clasificación depende del tamaño, complejidad y capacidad asistencial del establecimiento.



Autoclave utilizada para el tratamiento de residuos hospitalarios en El Salvador.

Figura 3

Fosa para eliminar cantidades pequeñas de residuos de establecimientos de salud



en un tanque de presión a una temperatura de 132 °C; los residuos están en contacto con este vapor por 90 minutos dentro de un estanque de acero hermético, con el fin de esterilizarlos para después depositarlos en combinación con los residuos comunes en el relleno sanitario¹⁹.

Los residuos biocontaminados tratados serán eliminados como residuos domésticos; los residuos punzocortantes serán desinfectados y los residuos químicos que hayan podido segregarse serán dispuestos en el relleno sanitario en un área especial de seguridad (celdas de seguridad), o se acondicionará un área apropiada para esta función en las zonas de enterramiento dispuestas. Esta área

que se restringe la atención primaria, pero también puede incrementarse notablemente por el aumento de la demanda de atención cuando hay gran cantidad de damnificados.

En los establecimientos de salud, sean permanentes (hospitales y centros de salud existentes) o temporales (hospitales de campaña), el manejo de los residuos sólidos será similar al que se realiza en condiciones normales¹⁹.

El tratamiento se hará de acuerdo con el tipo de residuos. Los residuos biocontaminados serán tratados con tecnologías convencionales (incineración, autoclavado) o con sistemas no convencionales como el mostrado en la figura 2.

El tratamiento de estos residuos aún no es un procedimiento común en la Región debido a los costos de operación de los sistemas y a las dificultades técnicas, aunque se empiezan a implementar progresivamente. Por ejemplo, en El Salvador se utilizan sistemas de esterilización a vapor (autoclaves) que consisten en el tratamiento con vapor saturado

¹⁹ OPS/CEPIS, **Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud**, 1996.

²⁰ Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

deberá estar debidamente aislada y protegida para evitar acciones clandestinas de reciclaje. Los residuos domésticos, incluidos los biocontaminados ya tratados, serán entregados al servicio normal de recolección. La figura 3 muestra una fosa de seguridad para el manejo de pequeñas cantidades de desechos. También se sugiere la adición de cal sobre los desechos depositados en la fosa porque puede ayudar a controlar la emanación de olor desagradable y a eliminar bacterias. Otra opción es cubrir los desechos con una mezcla de tierra con yeso en proporción de 1 a 2 respectivamente.

Las figuras 3, 4 y 5 presentan distintas opciones para la disposición final de residuos sólidos de establecimientos de salud, en caso de no contarse con celdas de seguridad en rellenos sanitarios o si estas son inaccesibles^{21, 22}.

b. Medicamentos

El manejo adecuado de las donaciones es importante, pues en muchos casos, lejos de ser útiles, son perjudiciales. Algunos medicamentos no son apropiados para tratar situaciones generadas por la tragedia, otros son desconocidos, algunos tienen rotulación inadecuada y otros contienen dosificaciones incompletas. Su eliminación debe realizarse con estricta fiscalización, para evitar un mal uso de los mismos. Será recomendable la incineración directa o la disposición en celdas de seguridad.

c. Otros residuos peligrosos

La ocurrencia de desastres afecta ocasionalmente instalaciones industriales, depósitos o comercios en los que se almacenan productos peligrosos para la

Figura 4

Fosa para eliminar objetos punzocortantes

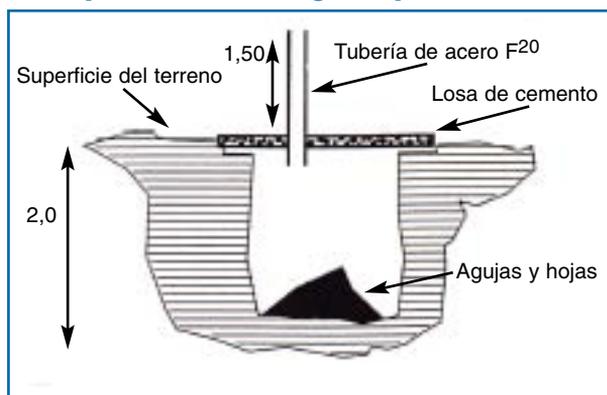
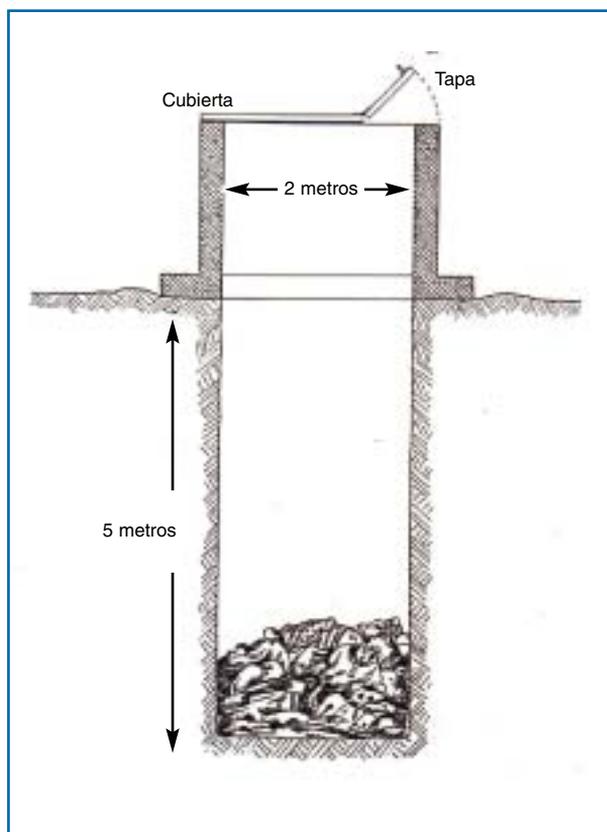


Figura 5

Sitio para la disposición de residuos sólidos de establecimientos de salud



²¹ OPS. **Manejo de los desechos médicos en los países en desarrollo**. Washington, D. C., OPS, 1997.

²² OPS/CEPIS. **Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales**. Washington, D. C., 1997.

salud, entre los cuales destacan las sustancias corrosivas, las explosivas, las inflamables o tóxicas, como los plaguicidas, los solventes y los insumos químicos. En caso de que estos productos queden expuestos, deberán tomarse las siguientes medidas:

- Contactar y convocar a personal especializado en el manejo de estos residuos.
- Aseguramiento del área. Se establecerá una zona de peligro demarcada y vigilada para mantener a la población alejada.
- Aproximación cuidadosa. El personal destacado para atender la emergencia con residuos de este tipo no debe apresurarse en acercarse a la zona. Se debe tomar las mayores precauciones, como ir a favor del viento para evitar el contacto con vapores. Es necesario recordar que existen gases o vapores peligrosos sin olor ni color, más densos que el aire y con tendencia a acumularse en zonas bajas.
- Identificación de productos. Las etiquetas o empaques pueden proporcionar información sobre el tipo de producto con el que nos enfrentamos. Debe evitarse el contacto con el producto y su manejo si este no se ha identificado convenientemente.
- Manejo de la situación. Se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - ¿Se ha producido un incendio o hay peligro de combustión o explosión?
 - ¿Existe un derrame o escape?
 - ¿Cómo está el clima?
 - ¿Cómo es el terreno?
 - ¿Qué está en riesgo: la población, las propiedades o el ambiente?
 - ¿Qué se podría hacer? ¿Es necesaria una evacuación? ¿Es necesario el aislamiento o la preparación de diques de contención? ¿Qué recursos son necesarios, con cuáles contamos?
 - ¿Qué se puede hacer?
- Respuesta. Se establecerá una línea de coordinación y comunicación con el mando general de manejo del desastre.
 - Rescate de afectados y evacuación si es necesaria.
 - Considerar la seguridad de las personas ubicadas en las inmediaciones del área, incluidas las del personal que atiende el problema.
 - Aseguramiento, restricción y aislamiento de la zona.
 - Mantener el control de los accesos de la zona.
 - Investigar los productos almacenados en el lugar.
 - Aproximarse con cuidado, evaluar las condiciones del entorno, la estructura del inmueble, las condiciones del piso, techo y paredes, y la presencia de derrames.

- Evaluación continua de la situación y modificación de la respuesta según sea apropiado.
- Evaluar el riesgo potencial de incendio, derrames, explosiones, cercanía a fuentes de agua y a viviendas.
- Determinación del riesgo, para lo cual se recomienda el uso del formato presentado en el siguiente cuadro.

Cuadro 9
Formato para la determinación rápida del riesgo*

Puntos de evaluación	Incendio	Derrames	Explosión	Toxicidad
Población				
Recursos naturales				
Inmuebles				

* La calificación de la probabilidad del riesgo será alta (tiempo y exposición elevados), media (tiempo o exposición elevados) y baja (tiempo y exposición mínimos).

En caso de no haberse logrado una identificación adecuada del residuo peligroso, debe mantenerse a la población alejada del lugar o se debe proceder al almacenamiento hasta que la sustancia sea apropiadamente identificada.

También debe considerarse que se han registrado casos de aduanas y puertos donde, como consecuencia de un desastre, se pierde todo tipo de control sobre los materiales peligrosos que allí se encontraban (esto sucedió con los aludes torrenciales en la costa central de Venezuela en 1999). Ante esta situación, una alternativa para neutralizar las consecuencias negativas en la salud y el ambiente consiste en el confinamiento en la zona afectada, para lo cual pueden ser útiles el material inerte y los escombros producidos por el desastre.



CAPÍTULO 7

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

a. Uso de formatos para evaluaciones de campo

Las experiencias en la Región indican que es sumamente recomendable el uso de formatos estandarizados para desarrollar la recolección de datos en el campo, a fin de evitar conflictos en el cruce de información, como ocurrió con posterioridad al terremoto de Tacna y Moquegua (Perú), el 23 de junio del 2001.

Entre los formatos que se pueden usar después de la ocurrencia de un desastre natural, tenemos los siguientes:

- Formato de estimación de daños en edificaciones.
- Formato de requerimientos para el manejo de residuos sólidos.

El uso de estos documentos mejorará la intervención posterior respecto al manejo de los residuos sólidos porque facilita el registro de datos durante la operación después de ocurrido un desastre natural. Permitirá, además, futuras actualizaciones de la presente guía. Se presentan modelos para ambos casos en el anexo I.

b. Registros de salud pública

Siempre es recomendable familiarizarse con la situación de salud pública de la zona afectada, previa a la ocurrencia del desastre. De esta manera, es posible proyectar aspectos sanitarios que, en conjunto con el problema de residuos, pueden representar graves riesgos para la población. Por ejemplo, la zona de Moquegua, al sur del Perú, es una zona endémica del mal de Chagas, debido a la presencia del *Triatoma infestans* (conocido como chirimacha en el Perú y como vinchuca en el cono sur), insecto que habita en las paredes de barro de las viviendas; al ser destruidas miles de estas viviendas, debido al terremoto de junio del 2001 y al ser evacuados los afectados, la migración de los insectos en grandes cantidades generó un grave riesgo para las poblaciones vecinas, los albergues y los campamentos. De igual manera, en zonas con alta incidencia de infecciones respiratorias agudas, el problema tiende a agravarse por la gran

cantidad de material particulado (polvo y sedimentos finos) que se mantienen en suspensión en el aire; efecto similar pueden causar las cenizas en zonas expuestas a erupciones. Otro caso similar son los problemas dérmicos y oculares.

Generalmente, conviene fumigar las áreas con escombros, porque a la hora de retirarlos, ya existen focos de fauna nociva como ratas e insectos. La fumigación evitará que estos animales se propaguen a otras zonas.

Otro punto que se debe considerar respecto a los registros de salud pública es que resulta necesario realizar un seguimiento de las afecciones que puedan tener su origen en el inadecuado manejo de residuos sólidos (domésticos, peligrosos, de demolición, entre otros). De esta manera, se contará luego con una herramienta epidemiológica que permita intervenir para mejorar las condiciones de salud ambiental y que podrá utilizarse en el futuro en casos similares.

c. Costos asociados

A fin de brindar una referencia sobre los costos relativos al manejo de residuos sólidos (domésticos, escombros y otros) después de la ocurrencia de desastres naturales, se presentan a continuación ejemplos tomados de experiencias desarrolladas en la Región y en otros ámbitos.

Implementación del sistema de disposición final de residuos sólidos en el área urbana y rural²³

- Elaboración de nueve proyectos de relleno sanitario para el área rural y mejoramiento e implementación del servicio de recolección en dos localidades: 46.000,00 dólares americanos.
- Elaboración de un proyecto de relleno sanitario para el área urbana: 18.000,00 dólares americanos.
- Ejecución de obras para implementar el relleno en el área urbana: 5.000.000,00 dólares americanos.
- Ejecución de obras para implementar rellenos en el área rural: 315.000,00 dólares americanos.
- Promoción, capacitación en operación y mantenimiento y educación sanitaria: 6.000,00 dólares americanos.

Manejo de residuos sólidos²⁴

- Suministro de 100 juegos de equipos y herramientas mínimas para el manejo de desechos sólidos: 5 ganchos para recolectar residuos, 3 palas, 5 rastrillos, 3 pilones de apisonar, 2 barras, una carretilla de mano: 9.000,00 dólares americanos.

²³ OPS. **Salud en Moquegua, una emergencia social: recuperando y mejorando la salud después del terremoto**. Lima, 2001. Anexo C.

²⁴ Cantanhede, Alvaro. Informe de viaje a El Salvador. Propuesta de ejecución de fondos de emergencia, terremoto de El Salvador, 2001. Anexos.

- Suministro de 3.000 cientos de bolsas de plástico blancas, de tamaño mediano, con mensajes educativos, para el almacenamiento familiar de residuos en los albergues²⁵: 18.000,00 dólares americanos.

Equipos para la remoción de 66.000 m³ de escombros (90.860,00 dólares americanos)²⁶

- 3 cargadores frontales con lampones de 3 m³ de capacidad: 18,57 US\$/hora.
- 18 volquetes de 15 m³ de capacidad: 40 US\$/hora.

Nota: montos globales correspondientes a 20 días de trabajo con 10 horas de operación diaria.

Combustible y personal (11.748,00 dólares americanos)²⁷

- Consumo de combustible: 7.548,00 dólares americanos.
- Pago de personal: 4.200,00 dólares americanos.

Nota 1: montos correspondientes a 20 días de trabajo con 10 horas de operación diaria.

Nota 2: Costo por m³ por concepto de carga y eliminación de escombros tipo arena, grava y piedras pequeñas (de una a dos toneladas) para distancias menores de 20 kilómetros: 12,00 dólares americanos. Costo por carga a camión y eliminación de escombros de restos de edificaciones demolidas para distancias menores de 20 kilómetros: 14,00 dólares americanos.

Equipos para remoción de 50.000 m³ de escombros (68.150,00 dólares americanos)²⁸

- 3 cargadores frontales con lampones de 3 m³ de capacidad: 18,57 US\$/hora.
- 18 volquetes de 15 m³ de capacidad: 40 US\$/hora.

Nota: Montos globales correspondientes a 15 días de trabajo con 10 horas de operación diaria.

Combustible y personal (8.811,00 dólares americanos)²⁹

- Consumo de combustible: 5.661,00 dólares americanos.
- Pago de personal: 3.150,00 dólares americanos.

Nota: Montos correspondientes a 15 días de trabajo con 10 horas de operación diaria.

²⁵ Las bolsas de plástico se suministran generalmente en paquetes de 100 unidades.

²⁶ Sandoval, Leandro. Informe de viaje de evaluación. Sismo de Moquegua, 2001, p. 7.

²⁷ *Ibidem*.

²⁸ *Ibidem*.

²⁹ *Ibidem*.

Se presenta finalmente un modelo económico comparativo entre el sistema tradicional de demolición y reconstrucción y el sistema que aplica prácticas de reciclaje³⁰.

- Modelo económico del sistema tradicional

$$\text{Costo total} = \text{Costo (A)} + \text{Costo (B)}$$

- Modelo económico que usa prácticas de reciclaje

$$\text{Costo total} = \text{Costo (A - X)} + \text{Costo (B - X)} + \text{Costo (X)}$$

Donde,

A: costo de materiales naturales y su transporte.

B: costo del transporte y disposición de residuos.

X: costo del proceso de selección y recuperación de residuos.

³⁰ Lauritzen E. K. **Disaster Waste Management.**

A blue-tinted photograph of a dog lying down, possibly on a bed or a soft surface. The dog's head is resting on the ground, and its body is curled up. The image has a strong blue color cast. Overlaid on the right side of the image is a white rectangular box containing the word "ANEXOS" in a bold, blue, sans-serif font.

ANEXOS

ANEXO A

MANEJO DE CADÁVERES DESPUÉS DE UN DESASTRE NATURAL

Cadáveres humanos

Con la excepción de las muertes por epidemias, los riesgos asociados a la presencia de cadáveres en caso de desastres son mínimos, especialmente si las muertes se produjeron por lesiones graves, traumas o causas similares, lo que reduce la posibilidad de que se propaguen enfermedades infecciosas.

Los cadáveres representan siempre un delicado problema social, psicológico y cultural, agravado cuando los restos humanos se presentan en gran cantidad. Antes de su enterramiento o incineración, los cuerpos deberán ser identificados y registrados, para lo cual se tomará toda la información necesaria (ubicación del cadáver, información de parientes y vecinos). Ocasionalmente se requerirán autopsias. Siempre deberán tomarse en cuenta los aspectos culturales y legales asociados.

Se deberá evitar el uso de fosas comunes³¹, ya que por principio se debe conceder a las víctimas una identificación y entierro apropiados. No es solo que existe la necesidad legal y social de identificar a los cadáveres sino que también se debe brindar apoyo moral a los familiares. La angustia de los sobrevivientes ante una catástrofe natural es similar a la de los familiares de desaparecidos en guerras o masacres. Por ello debe desterrarse el mito de que la presencia de cadáveres es un grave problema de salubridad, que a veces promueve el uso precipitado de las fosas comunes; por el contrario, el manejo apropiado de los cuerpos después de los desastres naturales es más bien una cuestión de bienestar mental colectivo, de ética y de dignidad humana³².

De cualquier forma, el manejo de cadáveres debe ser rápido, con el fin de evitar su descomposición al aire libre y la generación de malos olores. Se deben seguir las normas legales de cada país respecto al reconocimiento y entrega de los cuerpos a familiares

³¹ Ministerio de Salud Pública de Cuba. **Salud ambiental con posterioridad a desastres**. Cuba, 1998, p. 19.

³² OPS/Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre. **Desastres: preparativos y mitigación en las Américas, Boletín 80**. Washington, D.C., 2000, pp. 1 y 7.

Aspectos legales para el manejo de cadáveres

El Instituto de Medicina Legal Doctor Roberto Masferrer, del Ministerio de Justicia, fue el encargado de coordinar el proceso de reconocimiento y entrega de los cadáveres a los familiares de las víctimas en El Salvador, después de los terremotos del 2001. Debido a que el 13 de enero era sábado (día no laborable), el personal se presentó tan pronto tuvo noticias de la situación y a las 14.00 inició las actividades de reconocimiento de cadáveres en las diversas dependencias departamentales de dicho Instituto, en las cinco regiones: Metropolitana de San Salvador, Central, Paracentral, Occidental y Oriental; así como en las sub-delegaciones de Santa Tecla, San Miguel y San Vicente. El personal se movilizó por vía terrestre a aquellos lugares donde había un gran número de fallecidos y la población no tenía la capacidad de llevarlos hasta las dependencias del Instituto para su reconocimiento. Los grupos de trabajo estaban constituidos por fotógrafos forenses, médicos forenses y odontólogos. La Fiscalía tenía la responsabilidad de legalizar las defunciones una vez que el Instituto de Medicina Legal expedía la boleta de reconocimiento. En los lugares en que el personal no podía llegar por vía terrestre, la Fiscalía autorizó a la Policía Nacional Civil para que, con el apoyo de la población, realizara la identificación de los cadáveres y elaborara la boleta de reconocimiento. Las actas de defunción eran otorgadas por las alcaldías. En la mayoría de las poblaciones, los centros para identificar los cadáveres se ubicaron en lugares abiertos dentro de la comunidad.

Fuente: OPS. **Crónicas de Desastres: Terremotos en El Salvador 2001**. Washington D. C., 2002.

y buscar soluciones inmediatas para casos particulares (véase el recuadro en la izquierda). Es recomendable que los cadáveres no se acumulen por más de dos días, a menos que se conserven en lugares apropiados como cámaras frías o similares. En el caso de que se requiera mantener los cadáveres por más tiempo y no se cuente con cámaras, se debe buscar locales fríos, ventilados y de acceso restringido.

Los sitios más recomendables para la atención de gran cantidad de personas fallecidas son los coliseos deportivos o canchas múltiples cubiertas porque permiten albergar un buen número de cuerpos³³. De no contarse con un coliseo o si este no es suficiente para albergar una alta cifra de cadáveres, puede optarse por una cancha de fútbol en la cual se puedan instalar grandes carpas para colocar los cuerpos bajo techo. Si los cadáveres están expuestos al sol, se acelera su descomposición y se dificulta la tarea de identificación. Es importante que los lugares escogidos dispongan de agua, luz y de una buena planta eléctrica. En el caso de Armenia, se utilizó el coliseo de la Universidad del Quindío. Esta instalación contaba con un espacio suficiente que permitió la adecuación de las diferentes salas y secciones

para atender correctamente las actividades tanto de identificación y manejo de cadáveres como la atención de los familiares. Se contó con equipos de video-grabación y computadoras que facilitaron la labor de identificación de las víctimas e hicieron menos traumático su reconocimiento. Los deudos también contaron con una Unidad Móvil de Salud Mental.

Es preferible hacer el enterramiento, de haber áreas disponibles, en lugares relativamente alejados y de preferencia en zonas no inundables. Este es considerado el método más efectivo, socialmente aceptable y físicamente posible. En los casos en que las condiciones obligan a sepultar rápidamente a los

³¹ Dirección General para la Atención y Prevención de Desastres de Colombia. **Sala de Atención a Personas Fallecidas en Desastres en Masa. Manual Guía para su Implementación**. Bogotá.

cadáveres, se recomienda el enterramiento individual. Las tumbas deberán por lo menos numerarse y ser señaladas con los datos disponibles. Se guardarán estos datos para investigaciones futuras. En ningún caso es conveniente utilizar las fuentes y corrientes hídricas como sitio de disposición de cadáveres humanos y de animales por diferentes motivos: protección de la salud pública, contaminación del ambiente y protección y conservación del recurso natural.

En la región de América Latina y el Caribe la cremación no es una alternativa común y será considerada como última opción. Esta práctica demanda un alto costo de combustible.

Ocasionalmente, se presentan casos en los cuales entre los escombros se hallan partes de restos humanos. Estos deben ser dispuestos en la fosa común del cementerio más cercano (si se considera que es imposible la identificación). De no haber cementerio, se hará una fosa y se efectuarán entierros por capas. Los restos se cubrirán con cal cada metro de altura; incluso si se trata de una fosa de menos de un metro de profundidad, se colocará una capa de cal antes de la cobertura final con tierra.

Deberá tomarse en cuenta, finalmente, que a veces un desastre natural puede ocasionar que los restos humanos queden desenterrados. Aunque ello no representa un grave problema de enfermedades transmisibles, tiene repercusiones psicológicas y sociales que deben contrarrestarse para calmar a la población.

Para evitar la propagación de enfermedades entre el personal que manipula los cadáveres, los trabajadores deberán lavarse las manos con jabón frecuentemente y utilizar desinfectantes, además de las prácticas habituales de higiene en la atención sanitaria (el uso de mascarillas para polvo, por ejemplo, aunque es de gran impacto visual, no constituye una ayuda en cuanto a la transmisión de enfermedades). Será necesario también desinfectar los objetos personales de las víctimas antes de que sean devueltos a sus familiares.

Animales muertos

La eliminación de cadáveres de animales puede ser una tarea de grandes proporciones en algunos tipos de desastres; en especial, en las inundaciones. El enterramiento puede ser lento y laborioso. Por ejemplo, para el cuerpo de un caballo muerto, se necesita una fosa de 3 metros de profundidad. Cuando hay muchos cadáveres, es muy difícil enterrarlos todos, a menos que se disponga de maquinaria pesada para la excavación.

Es factible quemar animales pequeños, como gatos y perros, pero resulta difícil hacer esto con cadáveres más grandes. Debe emplearse un método combinado de enterramiento e incineración; será preferible enterrar los órganos internos y quemar las carcasas, con ayuda de combustible.

Conviene centralizar las operaciones en cementerios animales debidamente situados y rociar con querosene (o querosén) o petróleo crudo los cadáveres aún no enterrados para protegerlos de las aves de rapiña.

⁴¹ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. **Saneamiento ambiental en casos de desastre**. 1998. Anexo 2, p. 4.

ANEXO B

EJEMPLOS DE MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE GENERACIÓN DE ESCOMBROS DESPUÉS DE UN DESASTRE NATURAL

Método 1

Metodología para el cálculo de generación de escombros de demolición utilizada después del terremoto del 12 de noviembre de 1996 en la ciudad de Nasca, Perú.

La cantidad de escombros generados en situaciones de desastre puede ser calculada de la siguiente manera:

$$Q_{et} = Q_{er} + Q_{exr}$$

Donde:

Q_{et} : cantidad total de escombros

Q_{er} : cantidad de escombros recogidos

Q_{exr} : cantidad de escombros por recoger

Los recibos de pago correspondientes al uso de los equipos de carga y transporte de escombros permiten definir la cantidad de escombros recogidos, como se expone a continuación:

$$Q_{er} = \text{Sumatoria } Q_{eq}$$

Esto quiere decir que la cantidad de escombros recogidos (Q_{er}) es igual a la sumatoria de la cantidad de escombros recogidos por cada equipo (Q_{eq}). Para ello es de gran utilidad definir el tipo de equipos usados, a fin de estimar su capacidad de carga:

$$Q_{eq} = \text{Cap eq} \cdot H \cdot D$$

Donde:

Oeq: cantidad de escombros recogidos por el equipo

Cap eq: capacidad de carga del equipo (kilogramos/hora*)

H: horas trabajadas durante un día de trabajo (horas/día)

D: días trabajados (días)

*Hora: período de tiempo en el que se llena el equipo, se disponen los escombros y se retorna para obtener una nueva carga.

La capacidad de carga de un equipo puede ser estimada como sigue:

$$\text{Cap eq} = \frac{Q \text{ máx de escombros que pueden ser cargados y transportados (kilogramos)}}{n (T_{II} + T_i) + (n-1) T_r \text{ (horas)}}$$

Si se considera lo siguiente:

n: número de veces que se puede cargar el equipo durante el día.

T_{II}: Tiempo que demora el llenado del equipo.

T_i: Tiempo que demora el equipo en disponer los escombros cargados en el equipo.

T_r: Tiempo que demora el equipo en retornar al punto de carga de los escombros.

Por ello es importante que los recibos contengan la información citada, para facilitar el cálculo de los escombros recogidos. En caso contrario, es recomendable que esta información sea registrada sistemáticamente a fin de estimar cuantitativamente la cantidad de escombros generados por la destrucción de viviendas y establecimientos en situaciones de desastre. Se puede relacionar el número de viviendas y establecimientos destruidos que han sido asistidos con la cantidad de escombros recogidos así:

$$Q_{er} = N \text{ establecimientos asistidos}$$

De esta manera, se estima la cantidad de escombros recogidos generados por un establecimiento. Conociendo la cantidad de establecimientos y viviendas que aún no han sido asistidos en relación con la recolección de los escombros generados, podemos definir la cantidad de escombros por recolectar.

Este cálculo es valedero siempre y cuando las viviendas y establecimientos afectados hayan sido construidos de manera similar; es decir, que se hayan utilizado materiales en un rango de composición comparable.

Método 2

Metodología presentada por Erik K. Lauritzen en el Simposio sobre Residuos de Terremotos, desarrollado en Osaka, Japón, el 12 y 13 de junio de 1995. El simposio fue organizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y por el Centro Internacional de Tecnología Ambiental.

La metodología parte de la clasificación de Petrovski para daños provocados por terremotos:

Categorías de daños:

- DC 1:** Daños en todos los vidrios, en el techo y en los marcos de las ventanas, hasta no más del 33%.
- DC 2:** Daños en el techo y en los marcos de ventanas hasta no más del 66%.
- DC 3:** Daños en la estructura de soporte del techo hasta el 50%; agujeros en paredes, daños en el techo y en los marcos de las ventanas, hasta el 100%.
- DC 4:** Daños en la estructura general, hasta el 15%.
- DC 5:** Daños en la estructura general, desde el 15% hasta el 50%.
- DC 6:** Daños en la estructura general, desde el 50% hasta el 100%.

El primer paso consiste en la clasificación de las edificaciones afectadas, de acuerdo con las categorías presentadas.

Ejemplo: 920 edificaciones en la categoría DC 4
 1.000 edificaciones en la categoría DC 5
 850 edificaciones en la categoría DC 6

En segundo lugar, se determina el porcentaje de edificaciones que deben ser demolidas por cada categoría.

Ejemplo: 30% de las 920 edificaciones de la categoría DC 4 serán demolidas.
 50% de las 1.000 edificaciones de la categoría DC 5 serán demolidas.
 80% de las 850 edificaciones de la categoría DC 6 serán demolidas.

Se determina luego el área total que se debe demoler por cada categoría y, proyectando una generación de 1,5 toneladas por metro cuadrado, se determina el tonelaje total de escombros que se va a generar por demolición.

Adicionalmente, se calcula de manera similar la generación de residuos por demoliciones parciales. A partir del registro de clasificación de edificaciones dañadas, se determina el porcentaje de edificaciones que requieren este tipo de manejo. Se estima también el área total por demoler y se proyecta la generación de escombros sobre este cálculo.

El formato 1 del anexo I es un ejemplo de la aplicación de este método, de fácil uso en la evaluación de daños.

Método 3

Metodología para el cálculo de generación de escombros de demolición utilizada después del terremoto del 13 de enero del 2001 en El Salvador y en el terremoto del 23 de junio del 2001 en los departamentos de Tacna y Moquegua, al sur del Perú.

Cálculo. La cantidad de material por remover fue estimada de manera prácticamente visual y de dos formas:

a. Para el caso en que los escombros se encontraban acumulados por una labor previa de la maquinaria pesada, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. de escombros} = 0,26 \times D^2 \times h$$

Donde: D = diámetro de la base del montículo formado

h = altura del montículo formado

b. Para el caso en que los escombros no fueron removidos de la zona donde se encontraban las viviendas, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. de escombros} = 0,851 \times A$$

Donde: A = Área total del terreno (dato muy fácil de indagar)

En ambos casos, el volumen que se obtiene es en metros cúbicos. Esto es compatible con la información que se tenía sobre la capacidad de los vehículos de carga (volquetes), que estaba expresada en metros cúbicos. En los casos en que no se tenía esta información, se procedió inmediatamente a medir las tolvas de los vehículos para conocer su capacidad en metros cúbicos, con la finalidad de tener una medida uniforme.

Maquinaria. Los residuos de los escombros fueron utilizados fundamentalmente para proteger las riberas de los ríos y se emplearon los siguientes equipos:

- compactador pata de cabra;
- tractor oruga tipo D8;
- motoniveladora de 125 HP;
- cargador frontal;
- cisterna de 3.000 galones con rociador, y
- volquete de 15 m³ de capacidad.

En su mayoría, las viviendas de la localidad que colapsaron eran de adobe. Muy pocas eran de material noble o concreto. Se hizo una selección para poder disponer los escombros de la manera óptima. Se ubicó un área especial para disponer los escombros de concreto, con la finalidad de que pudieran ser aprovechados por los pobladores. Muchos de ellos picaban columnas y vigas para recuperar el acero de refuerzo colocado en estos elementos. El con-

creto, una vez picado, fue utilizado para formar los terraplenes de defensa ribereña, mezclado con el material resultante de la trituración del adobe. Se humedeció el material para una mejor compactación.

También se utilizó el material para rellenar algunas depresiones naturales, donde también se destinó maquinaria pesada.

Costos. Los costos fueron establecidos sobre la base de las horas/máquina utilizadas. Hubo mucho control en el uso de la cantidad de maquinaria y en las horas de las mismas. Se trató de establecer tiempos de carga, descarga y transporte del material de un volquete para determinar el número de estos que debían formar un conjunto, a fin de no mantener ocioso el cargador frontal.

El costo horario de la maquinaria utilizada, incluidos el operador y el combustible, fue:

	US\$/hora
Compactador pata de cabra	55,00
Tractor oruga tipo D8	48,00
Motoniveladora de 125 HP	30,00
Cargador frontal	35,89
Cisterna de 3.000 galones con rociador	20,00
Volquete de 15 m ³ de capacidad	26,92

En función de estos costos, el monto aproximado unitario de remoción de escombros por metro cúbico fue de 1,40 US\$/m³.

En algunos casos, se suministró el combustible y se redujo el monto del alquiler. También se proporcionaron operadores. Para estos casos, se tiene que tener mucho control, inclusive con formatos.

A veces existen muchos inconvenientes cuando se alquila maquinaria y a la vez se cuenta con maquinaria gratuita, facilitada por algunas instituciones; en estos casos, la supervisión tiene que ser muy estricta.

Método 4

Metodología para el cálculo de generación de escombros de demolición utilizada después del terremoto del 9 de febrero de 1999 en Colombia, en el Eje Cafetero.

1. Se realizaron visitas y entrevistas con los encargados de los censos para la verificación del número de viviendas afectadas y registradas oficialmente en cada municipio. Cada predio afectado fue clasificado mediante diferentes colores que dependían del grado de daño:

Rojo: colapso; demolición total (100%).

Naranja: demolición parcial, genera un volumen representativo (30%).

Verde: demolición parcial, genera una baja cantidad de escombros o ninguna en absoluto (10%).

2. Se calculó el área promedio de la vivienda por municipio, de acuerdo con el número de pisos. Además, sobre la base de un levantamiento arquitectónico, se estableció que cada metro cuadrado de construcción requiere 0,5 m³ de materiales, los cuales se convierten en escombros en el momento de colapsar o demolerse. A partir de lo anterior, el volumen total de escombros en cada municipio se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen total/mun.} = \text{Área prom.: m}^2 \times 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 ((\text{n.}^\circ \text{ viv. rojo} \times \% \text{ afect.}) + (\text{n.}^\circ \text{ viv. naranj.} \times \% \text{ afect.}) + (\text{n.}^\circ \text{ viv. verde} \times \% \text{ afect.}))$$

Ejemplo:

Municipio de Circasia

Área prom.	n.º viv. afectadas	Grado de afectación	% demolición
100 m ²	489 unidades	rojo	100%
	765 unidades	naranja	30%
	1.988 unidades	verde	10%

$$\text{Vol. total} = 100 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 ((489 \times 100\%)+(765 \times 30\%)+(1988 \times 10\%))$$

$$\text{Vol. total} = 45.865 \text{ m}^3$$

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

ANEXO C

ESTUDIO DE CASO: TERREMOTO DE ARMENIA, COLOMBIA*

Resumen

El 25 de enero de 1999 ocurrió en el Eje Cafetero colombiano un sismo que afectó gravemente a 29 localidades de los departamentos del Quindío, Risaralda, Caldas, Tolima y Valle del Cauca, y dejó un saldo de más de 1.000 muertos, 4.000 heridos y 250.000 damnificados. Las últimas evaluaciones estiman que se destruyeron alrededor de 20.000 viviendas y aproximadamente 60.000 más quedaron averiadas.

Manejo de residuos sólidos

La reactivación del sistema de aseo por parte de las Empresas Públicas de Armenia (EPA) se produjo dos días después del terremoto, con la recolección domiciliar. Se adoptaron jornadas de 18 horas por día, en horarios y rutas especiales; la prestación del servicio se realizó en camiones (volquetes), con recorridos de 12 horas diarias para sitios de difícil acceso, galerías provisionales, apoyo a las labores de socorro y



Daños generados por el sismo del 25 de enero de 1999 en Colombia.

* Adaptado del Informe de Marisol Ramos Niño (Empresas Públicas de Armenia).

repartición de alimentos. También se diseñaron rutas de recolección de escombros, que permitirían el despeje de vías de acceso al sitio de disposición final de los residuos; se organizaron horarios y días especiales (domingos), con el apoyo de las empresas EMSIRVA de Cali, EMAS de Manizales y las Empresas de Aseo de Pereira.



Albergues temporales para atender a la población afectada.

Se rediseñaron las rutas de recolección de residuos dando prioridad a la atención diaria de albergues inducidos y espontáneos, antes que a zonas comerciales y galerías.

A un mes de la emergencia, se recolectaron y dispusieron 12.600 toneladas de residuos. Se pasó de recolectar y disponer 160 toneladas diarias a 420 toneladas por día en promedio.

Se realizaron programas interinstitucionales (Empresas Públicas de Armenia, CRO, Universidad del Quindío, Contraloría Municipal), con el objetivo de desarrollar campañas educativas en albergues temporales sobre el manejo de residuos y el uso racional del agua.

Se utilizaron 14 camiones, 10 compactadores y 4 de tolva abierta y, además, se contó con equipos de recolección de otras empresas. Se utilizaron también contenedores en puntos como mercados y albergues temporales.

Problemas en la recolección

Se identificaron los siguientes problemas durante las operaciones de recolección de residuos:

- Inadecuada presentación de los residuos.
- Clausura de vías de acceso al relleno sanitario.
- Se triplicó el volumen de generación de residuos.
- Residuos de tipo doméstico mezclados con escombros.
- Insuficiencia de personal para la recolección de residuos y escombros.
- En muchas ocasiones había que disponer camiones al servicio del municipio para el desplazamiento de cadáveres y otras actividades ajenas al aseo.



Relleno sanitario para la disposición final de residuos domésticos (Armenia).

Residuos hospitalarios

Se diseñó una ruta especial de residuos hospitalarios con recolección diaria y se acondicionó una celda exclusiva para este tipo de desechos en el relleno sanitario.

Sitios de disposición final

La disposición final se realizó en el relleno sanitario de las Empresas Públicas de Armenia, ubicado entre los barrios El Paraíso, Libertadores y La Esperanza de Armenia, y se habilitaron en coordinación con la CRO cerca de 40 puntos para la acumulación temporal de escombros.

Se identificaron adicionalmente más de 120 botaderos clandestinos dispersos por la ciudad.

Generación de escombros

El volumen total de escombros generados por el proceso de demolición después del terremoto fue de 3.000.000 m³ y se proyectó una generación adicional de 900.000 m³ en el proceso de reconstrucción de viviendas y en el desarrollo de otros proyectos.

De los tres millones de metros cúbicos (3.000.000 m³), 65% —es decir, 1.930.000 m³— se originaron en Armenia; 13% (aproximadamente 400.000 m³) en Pereira; 10% entre Calarcá y La Tebaida, que son municipios con un volumen mayor de 100.000 m³ cada uno. Siete por ciento fue generado por un grupo de siete municipios: Circasia, Quimbaya, Córdoba, Pijao, Caicedonia, Sevilla, Desquebradas y Cajamarca, con un volumen de entre 10.000 y 60.000 m³ cada uno. El 5% restante lo produjeron Salento, Filandia, Buenavista, Génova, Alcalá, Argelia, Bolívar, La Victoria, Obando, Ulloa y Ronesvalles.

Del volumen total se removió rápidamente el 53% (aproximadamente 1.600.000 m³), que se encontraba en escombreras (muchas no adecuadas técnica ni ambientalmente), orillas de ríos y quebradas, montículos en vías y espacio público, mientras que otro porcentaje ha sido reutilizado espontáneamente por la comunidad. El 47% (aproximadamente, 1.400.000 m³) se removió progresivamente, mediante un programa desarrollado específicamente para tal fin.

Para la recuperación de puntos de disposición inadecuada de escombros, se plantearon las siguientes actividades:

- Remover totalmente el material y reubicarlo en un sitio adecuado.

- Desarrollar obras geotécnicas como la construcción de muros de contención, cunetas perimetrales para aguas de lluvia, canalización de aguas superficiales, localización de filtros y arreglo de taludes, entre otras.
- Construir y modificar las redes de alcantarillado y levantamiento de cámaras.
- Desarrollar procesos de compactación y recubrimiento final con suelo orgánico para forestación.
- Fomentar el desarrollo de prados y programas de reforestación.

Para cada lugar, se definieron las obras, las cantidades y los costos aproximados.

Creación de oportunidades de reúso y reciclaje

Se desarrolló un programa de reciclaje y reúso de los escombros que implicó la recuperación de material útil en cada etapa del proceso. La recuperación de materiales se desarrolló en:

- **Los puntos de generación.** La recuperación del material de los edificios afectados por el terremoto ha sido una práctica generalizada. Sin embargo, la manera como esto se ha llevado a cabo ha variado en relación con las circunstancias y restricciones. Los dueños de las edificaciones que no colapsaron con el sismo pero que sufrieron grandes daños estructurales tuvieron tiempo para recuperar los materiales de las edificaciones, antes de que estas fueran demolidas, por lo cual fue común la recuperación de objetos personales, objetos domésticos e instalaciones. En algunos lugares se presentaron actos de pillaje. En otros casos, negociantes adquirieron derechos de demolición de las viviendas y con ello el derecho a quedarse con el todo el material que pudieran obtener. También se recuperó material tanto de los edificios que colapsaron en el terremoto como de los que fueron demolidos posteriormente. Algunos establecimientos en los municipios de mayor tamaño



Generación de escombros por destrucción de edificaciones después del terremoto del 25 de enero de 1999.

continuaron luego con la venta de materiales recuperados de los edificios. Se desconoce la cantidad de materiales recuperados. Sin embargo, las observaciones en los depósitos temporales de las escombreras y las discusiones con las personas involucradas en la remoción de escombros indican que la recuperación de estos objetos se acerca al 100%.

- **Los lugares de almacenamiento temporal.** El potencial de reúso y reciclaje aumenta notablemente si en esta etapa se lleva a cabo la clasificación de materiales durante el proceso de transporte y de almacenamiento. Se observó la presencia de recicladores en los puntos de almacenamiento; adicionalmente, se apreció que a) existe una demanda local de los diferentes materiales, b) hay dificultad de recuperar los materiales deseados.
- **Escombreras.** En algunos casos, se logró mantener la clasificación de materiales que venían desde los puntos de generación o de almacenamiento temporal, factor de suma importancia para lograr beneficios en el reúso o reciclaje. Aunque no se logró en este punto una importante recuperación, se pudieron establecer medidas recomendables como las siguientes:
 - Manejar el concreto y la mampostería de manera aislada.
 - Remover los materiales agregados.
 - Establecer áreas donde los escombros puedan ser procesados y posteriormente, si fuera necesario, almacenados.

ANEXO D

ESTUDIO DE CASO: ERUPCIÓN DEL VOLCÁN REVENTADOR, ECUADOR*

Antecedentes

El volcán Reventador, ubicado a 100 kilómetros al noreste de la ciudad de Quito, erupcionó el 3 de noviembre de 2002, y arrojó una nube de ceniza, gases y vapor que alcanzó una altura de 15 kilómetros.

Según los datos proporcionados por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, la erupción del volcán Reventador emitió 1.000.000 de toneladas de ceniza a la atmósfera (tres veces más de lo que arrojó el volcán Pichincha en 1999).

La ceniza, compuesta de un material muy fino, que afecta las vías respiratorias, alcanzó el día de la erupción $10.000 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ (microgramos por centímetro cúbico); a los dos días, bajó a $650 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Se estimaron de 2 a 3 mm en promedio de ceniza acumulada en las vías, plazas, parques y cubiertas de las casas.

En el área rural fueron afectadas más de 250.000 cabezas de ganado, principalmente porque los pastos se cubrieron de ceniza, así como los cultivos. También se observaron daños en los cultivos de flores, principalmente porque se destruyó la infraestructura de los invernaderos por el peso excesivo de ceniza sobre ellos.

Los hospitales atendieron problemas respiratorios de asfixia atribuidos a la caída de ceniza,



Erupción del volcán Reventador.

* Autor: Ing. Francisco de la Torre.

Figura D.1
Ubicación del volcán Reventador con relación a la ciudad de Quito y su área de influencia



y casos de irritación de la piel. También hubo politraumatismos por caídas durante la limpieza de las cubiertas, e incluso un fallecimiento por esta causa.

Las vías de comunicación se vieron afectadas, principalmente el aeropuerto,

que estuvo cerrado por 8 días, por el gran volumen de ceniza que se tuvo que barrer y recolectar. Las calles estaban llenas de ceniza y tuvo que limitarse la velocidad de tránsito a 20 km/hora para evitar que la ceniza fina se levantara por el paso de los vehículos.



Como medida de protección, se requirió el uso de mascarillas y gafas.

Procesos de limpieza

Se dio alta prioridad a la limpieza del aeropuerto y de las vías públicas,

donde la polvareda impedía la visibilidad. La limpieza de la ceniza demandó gran cantidad de mano de obra, debido al espesor de la capa de ceniza, que, además, al humedecerse, aumentaba su peso significativamente y formaba un lodo pastoso con alta cohesión, lo que dificultaba la limpieza. Las herramientas utilizadas fueron principalmente escobas, palas y fundas, y un equipo de recolección consistente en camiones de volteo (volquetes) y cargadoras.

La participación de la comunidad fue fundamental para las tareas de limpieza. La municipalidad organizó el Día de la Limpieza, denominado minga en el Ecuador. Cada habitante debía limpiar el frente de su domicilio y almacenar la ceniza en fundas plásticas de no más de 30 cm de lado, puesto que envases mayores resultaban muy pesados para el personal de recolección.

Las mingas tuvieron el apoyo de empresas privadas, que destinaron a su personal (y a personal contratado) a barrer áreas públicas. Igualmente, se buscó el apoyo de otras instituciones del gobierno; uno de los más grandes aportes en la recolección de la ceniza fue el ejecutado por el ejército.

Una evaluación de los resultados de las jornadas de limpieza determinó que se recolectaron más de 1.200 toneladas de ceniza por día, con un costo de 15.000 dólares diarios en alquiler de volquetes.

Los reservorios de agua potable fueron cubiertos para evitar su contaminación con ceniza. La Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito (EMAAP-Q) determinó que el único efecto de la ceniza en el agua fue



Proceso de limpieza de aviones; el aeropuerto estuvo cerrado seis días.



Se contrató 800 personas para la limpieza del aeropuerto. Después de que se levantó la capa de ceniza manualmente se realizó un barrido final con barredoras mecánicas.



Ciudadanos realizan la limpieza de la ceniza.



Personal municipal que realizó la limpieza de las vías y del carril del trolebús. Obsérvese el equipo de recolección constituido por una cargadora.

el aumento de la turbiedad previa al tratamiento y que el aumento de la acidez fue mínimo.

Las lluvias que ocurrieron a los pocos días del evento arrastraron ceniza a los sumideros y generaron el riesgo de que se produzca un taponamiento en la red de alcantarillado por la acumulación de la ceniza. Por esta razón la EMAAP-Q contrató a 18 empresas con 360 obreros para la limpieza de estos conductos.

El lavado de los vehículos se incrementó, así como el reemplazo de los filtros de aire por la acumulación de ceniza.

La comunicación con los pobladores y la diseminación de información fueron fundamentales para lograr resultados positivos en la coordinación de las labores de limpieza. Fue importante la información sobre la protección personal, el uso de herramientas adecuadas de limpieza, formas de almacenamiento de la ceniza y

protección frente a los riesgos, fundamentalmente en la limpieza de las cubiertas.

La municipalidad fijó tres sitios para la disposición de la ceniza en la ciudad, sobre la base de la programación realizada en 1999 para la emergencia del volcán Pichincha³⁵, información que fue difundida entre toda la población. Sin embargo, en las zonas periféricas del Distrito Metropolitano de Quito, se depositó ceniza en sitios no autorizados, como terrenos baldíos y quebradas. Complementariamente, como apoyo a los sectores afectados, los agricultores de

³⁵ Cartilla de EMASEO. **Operativo de Emergencia del Volcán Pichincha**. Setiembre de 1999.

la zona de la costa ecuatoriana propusieron el intercambio de bananos por ceniza para utilizarla como abono complementario y para el control de plagas. Por medio de este proceso de intercambio, se llegaron a transportar alrededor de 300 toneladas de ceniza, lo que constituye un buen ejemplo de reciclaje de los residuos sólidos generados en una situación de desastre.

Figura D.2
Información sobre el procedimiento de limpieza de cubiertas con el fin de evitar accidentes.



Los pobladores temían que las cubiertas colapsaran por el peso excesivo de la ceniza.

ANEXO E

ESTUDIO DE CASO: ALUDES TORRENCIALES EN LA COSTA CENTRAL DE VENEZUELA*

Objetivo

Presentar un resumen de la información disponible sobre las consecuencias de los aludes torrenciales producidos en la costa central de Venezuela en 1999 en el manejo de los residuos sólidos.

Desarrollo

A partir de la documentación relacionada con el mencionado evento y la información obtenida a través de consultas con representantes de la empresa de servicios de residuos sólidos en el Estado Vargas, Venezuela —una de las zonas más afectadas, que es el objeto de esta presentación— se tratan los siguientes aspectos:

- aspectos generales;
- consecuencias del evento;
- actividades realizadas para atender el manejo de residuos sólidos, y
- otras actividades.

El evento. Según los datos reportados por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (SEMETRAV), en el período transcurrido entre el primero y el 18 de diciembre de 1999, se generaron precipitaciones anormales y recurrentes sobre extensas áreas de la costa noroccidental y central de Venezuela; parte de ellas se establecieron sobre la cordillera de la costa. En la estación de Maiquetía se registró un total acumulado de 1204 mm de precipitación.

Las precipitaciones de esos días, de naturaleza estacionaria, cayeron sobre terrenos saturados, lo cual desencadenó deslizamientos y derrumbes en múltiples cuencas de la cordillera de la costa, predominantemente en el flanco norte. Las fuertes pendientes que caracterizan buena parte de dicha cuenca favorecieron el arrastre de grandes

* Autora: Rebeca Sánchez, Venezuela, 2003.

masas de sedimentos. La amplitud y duración de las precipitaciones se extendieron a zonas importantes de 9 de los 24 estados de Venezuela.

Los aludes torrenciales que se produjeron en el Estado Vargas en Venezuela, en diciembre de 1999, causaron la peor tragedia natural que se haya producido en ese país. Unas 20 quebradas crecieron simultáneamente y provocaron flujos y avalanchas de barro, rocas y escombros durante los días 15 y 16 de diciembre de 1999. El área afectada se extendió por cerca de 50 km a lo largo de la costa del Litoral Central, desde Catia La Mar hasta Los Caracas. Los damnificados se estimaron en aproximadamente 20.000 personas y los daños materiales superaron los 2.000 millones de dólares.

Consecuencias del evento. Las principales consecuencias del evento en el Estado Vargas se resumen en el cuadro E.1.

Otros datos cuantitativos sobre las consecuencias de la tragedia son los siguientes:

- Área cubierta por piedras, lodo y arena: 807 hectáreas urbanizadas.

Cuadro E.1
Algunas consecuencias del evento en el Estado Vargas

Sector	Consecuencias
Viviendas	Según las empresas Electricidad de Caracas (ELECAR) y la telefónica CANTV, el número de inmuebles residenciales y de servicios para 1999 era de 200.000. Se estima que fueron afectados 76% del total. Por su parte, Defensa Civil reportó que en el Estado Vargas se vieron afectadas 40.160 viviendas unifamiliares, de las cuales unas 20.000 quedaron destruidas. Asimismo, reporta daños no cuantificados en viviendas multifamiliares. CONAVI señala que las edificaciones residenciales afectadas se distribuyen en 432 ranchos, 8.951 casas y 7.000 edificios.
Salud	El 100% de los centros de atención de la salud fueron afectados. De los 5 hospitales existentes, uno resultó con daños mayores y los 4 restantes, con daños menores. De los 36 ambulatorios, 6 resultaron con daños graves y el resto con daños que oscilaban entre menores y mayores.
Educación	Según la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (FEDE), de 116 edificaciones escolares evaluadas, 74 resultaron sin daños, 24 con daños menores, 14 con daños mayores y 4 con daños graves. Adicionalmente, se pudo conocer que de los 11 edificios que conformaban el Núcleo de la Universidad Simón Bolívar, 9 resultaron con daños graves.
Vialidad	Las vías urbanas e interurbanas quedaron fuertemente afectadas. Se estima en 23 el número de puentes con algún tipo de daño. Será necesario reconstruir 24 kilómetros de carreteras y ejecutar reparaciones mayores en la autopista Caracas-La Guaira, la principal arteria vial que comunica la zona con Caracas.
Agua potable	El sistema de aducción Caracas-Litoral, la más importante fuente de abastecimiento, presentó daños severos en una longitud de 1.400 metros de la tubería de 24".
Desagüe	Se estima que el sistema se perdió en 70%.
Electricidad	ELCAR reportó diversos daños en el sistema eléctrico. Se estima una pérdida de operatividad de 20%.
Turismo	En los 27 hoteles que tenían de 1 a 5 estrellas y que estaban registrados en la Asociación de Hoteles de Venezuela, los daños fueron en general menores y básicamente de tipo funcional. De 8 clubes privados, en 4 se reportaron daños graves o mayores. De los 10 balnearios públicos existentes en la zona, solo uno resultó sin daños; en los restantes se reportaron desde daños menores hasta totales.
Manejo de residuos sólidos	El precario servicio de aseo urbano domiciliario existente quedó totalmente interrumpido. El sitio de disposición final, un relleno sanitario medianamente controlado, quedó inco-municado.

Fuente: adaptado de PNUD-CAF (2000).

- Superficie del volumen total estimado de sedimentos: 4 millones de m³.
- Extensión de playas afectadas: 50 km.

Actividades realizadas para atender el manejo de residuos sólidos.

Se ha tratado de separar la información por tipos de residuo: municipal, escombros y residuos peligrosos. Es importante aclarar que existen muchas debilidades para atender la recolección y el tratamiento de residuos sólidos en condiciones normales, más aún en situaciones de desastre.

Residuos municipales. En el momento de la tragedia la situación relacionada con el manejo de residuos sólidos en la zona podía catalogarse como crítica. El sistema de aseo urbano y domiciliario era inadecuado e insuficiente, se carecía de infraestructura para el almacenamiento temporal de residuos y existía un sitio de disposición final que operaba en condiciones medianamente controladas (recubrimiento diario de residuos irregular, escaso o nulo control de gases y lixiviados, deficiencia de maquinarias, entre otros). Todo ello estaba asociado a una falta de conciencia ambiental en la ciudadanía.

La magnitud de la tragedia y la complejidad de la situación para atender el manejo de los residuos sólidos obligaron a las autoridades a declarar el servicio en emergencia e intervenirlo. Reinaba una situación de incertidumbre que aún se mantiene (FUNDACOMUN, 2000).

Se creó la Autoridad Única de Vargas (AUV) como máxima instancia de decisión a nivel estatal, con la misión de coordinar todos los planes y proyectos para la rehabilitación del Estado.

Cuadro E.2

Alianzas establecidas con motivo de la tragedia de Vargas (1999), instituciones involucradas y objeto de su participación

Institución	Objetivo de la participación
Ministerio de Salud y Desarrollo Social Cooperación Cubana	Capacitación, supervisión y coordinación conjunta con FUNDACOMUN para las actividades de fumigación en la zona atendida
Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales	Limpieza de playas, limpieza y reforestación de zonas en Parque Nacional El Ávila
Ministerio de Infraestructura	Información sobre planes de recuperación en la zona seleccionada. Apoyo con maquinaria pesada.
Gobernación del Estado	Coordinación de trabajos de limpieza y recolección.
Alcaldía del Municipio Vargas Empresa Inversiones SABENPE	Coordinación de las operaciones de recolección de residuos sólidos, servicios especiales y transporte hasta el lugar de disposición final existente en el Estado Vargas, relleno sanitario Santa Eduvigis.

La AUV creó una comisión de ambiente presidida por la Fundación para el Desarrollo de la Comunidad y Fomento Municipal (FUNDACOMUN), institución que estableció alianzas con otras instituciones del Estado para atender la problemática ambiental en una zona considerada como prioritaria. Las instituciones involucradas y el propósito de su participación se señalan en el cuadro E.2.

FUNDACOMUN, con el apoyo económico de la embajada de Italia, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), formuló y ejecutó el proyecto "Manejo comunitario de residuos sólidos en el Estado Vargas", con el propósito de contribuir en la rehabilitación de algunas zonas y poblaciones

afectadas. El proyecto tuvo una duración de seis meses. Las parroquias donde se implantó fueron las siguientes:

- Maiquetía: sectores Los Cauchos, El Brillante y Quenepe.
- La Guaira: Sectores Punta de Mulato (parte alta) y El Guamacho.
- Carlos Soublette: sectores Bloque 10 de Marzo y Quebrada Tropical.
- Raúl Leoni: sectores Quebrada Tacagua, Playa Verde hasta Mare Abajo y Bloques de la Aviación.
- Catia La Mar: sectores Quebrada Tacagua y Bloques de la Urbanización Páez, Ezequiel Zamora.
- Macuto: sectores Teleférico, El Cojo, la Veguita y Nuevo Mundo.

La población total de estas parroquias representa 65% de la población del Estado Vargas (312.000 habitantes) y los sectores escogidos en cada una de ellas concentran 35% de ese total (109.200 habitantes).

La estrategia propuesta para abordar el problema consistió en la creación y organización de microempresas asociativas con participación de los damnificados, con lo que se podía lograr una mayor cobertura (con los recursos disponibles) y una mayor ocupación y movilización social.

Se constituyeron y registraron 12 pequeñas empresas, de las cuales 10 se dedicaron a la recolección y la limpieza de residuos sólidos y 2 a la fumigación. Estas pequeñas empresas están conformadas por 2 socios que cumplen el rol de representantes y supervisores de campo inmediatos y 13 obreros que desarrollan las diferentes actividades.

Los resultados de la ejecución del proyecto se pueden agrupar de acuerdo con 5 componentes básicos, enumerados a continuación y detallados en el cuadro E.3.

- técnico-operativo;
- socioeconómico;
- reciclaje;
- participación ciudadana;
- educación ciudadana.

Escombros. Como consecuencia de las lluvias intensas y prolongadas ocurridas en la costa central de Venezuela en 1999, se produjeron cantidades significativas de sedimentos que fueron arrastrados por los aludes torrenciales producidos. Se pudo estimar que solo en el Estado Vargas quedaron depositados en las principales vías 3 millones de toneladas de tierra, barro y piedras. Otras fuentes señalan que el área cubierta por piedras, lodo y arena corresponde a 807 hectáreas urbanizadas. El volumen total de sedimentos se estimó en 4 millones de m³.

Los materiales provenientes de los deslizamientos causados en las zonas más elevadas de los taludes de la parte norte de la cordillera, especialmente los finos, fueron transportados hasta el mar por los nuevos cauces activos de los ríos

Cuadro E.3
Resultados de la ejecución del proyecto "Manejo comunitario
de residuos sólidos en el Estado Vargas"
Convenio FUNDACOMUN-Cooperación Italiana-PNUD

Componente	Propósito	Actividad realizada
Técnico-operativo	Satisfacer la necesidad inmediata de disponer adecuadamente los residuos por el deslave del Ávila y la población.	Durante 7 meses de actividades de limpieza y recolección, se recolectaron 2.083 toneladas de residuos sólidos domiciliarios en lugares de difícil acceso. Para ello se utilizaron 81.200 bolsas plásticas. Adicionalmente, se recogieron 80 toneladas a través de servicios especiales, para retirar enseres domésticos, escombros y residuos vegetales. En las playas atendidas y con el apoyo de maquinaria contratada, se retiraron 2.000 m ³ de madera en una semana. Esto representa 500 toneladas de residuos. Con el apoyo de las empresas de fumigación, se atendieron 43.602 domicilios entre hogares, albergues, planteles educativos y locales comerciales, para un total de 128 sectores donde el control de vectores se hizo efectivo. Con esta actividad se lograron minimizar los focos de reproducción de larvas de <i>Aedes aegypti</i> , roedores, moscas y cucarachas. Cabe destacar que la proliferación de lugares improvisados para la acumulación y disposición de residuos por largos periodos contribuyó a la presencia significativa de roedores.
Socioeconómico	Generación de empleos, creación y organización de microempresas para incentivar la reactivación de la economía local.	Con la creación de 10 pequeñas empresas para la limpieza y la recolección de residuos sólidos y 2 para la fumigación, se generaron 360 empleos temporales para padres de familia damnificados.
Reciclaje	Incentivar la recuperación de materiales sólidos reciclables y contar con otra fuente de ingresos.	El alto volumen de chatarra acumulada en los lugares atendidos sirvió de estímulo para recuperarla y venderla. Sin embargo, fue difícil la recuperación del resto de materiales de reciclaje potencial, por presentar condiciones contaminadas.
Participación ciudadana	Promover organizaciones e iniciativas en beneficio del ambiente y coadyuvar a la corresponsabilidad comunitaria en materia de aseo urbano.	Se realizaron 30 jornadas especiales de limpieza con participación de la comunidad.
Educación ciudadana	Capacitar a la población sobre el manejo de los residuos sólidos urbanos y domiciliarios y sus efectos en el ambiente y la calidad de vida.	Se dictaron 34 cursos de conservación y reciclaje, con una participación de 680 personas en 24 sectores.

Fuente: FUNDACOMUN, 2001.