

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADUACION:
APLICACION DE LA INGENIERIA SANITARIA EN SITUACIONES DE
DESASTRES

PRESENTADO POR:
AMAYA GOMEZ EMILIO IGNACIO
VILLALOBOS RIVERA HENRY ALEXANDER

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

MARZO 2011

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTROAMÉRICA

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

Msc. Rufino Antonio Quezada Sánchez

VICERECTOR ACADEMICO:

Msc. Miguel Ángel Pérez

SECRETARIO GENERAL:

Lic. Douglas Vladimir Alfaro Chávez

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANA EN FUNCIONES:

Dra. Ana Judith Guatemala de Castro

SECRETARIO:

Ing. Jorge Alberto Rugamas

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA:

Ing. Uvín Edgardo Zúñiga

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.**

**TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OPCION AL GRADO DE:
INGENIERO CIVIL**

**TITULO:
APLICACION DE LA INGENIERIA SANITARIA EN SITUACIONES DE
DESASTRES**

PRESENTADO POR:

**AMAYA GOMEZ EMILIO IGNACIO
VILLALOBOS RIVERA HENRY ALEXANDER**

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR:

ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ

MARZO 2011

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTROAMÉRICA

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ

DOCENTE DIRECTOR

ING. MILAGRO DE MARIA ROMERO DE GARCIA

COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACION

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por habernos permitido culminar este trabajo con éxito y por darnos fortaleza, sabiduría y no dejarnos flaquear.

Agradecemos de manera especial al Ing. Luis Clayton Martínez, por el interés, entusiasmo, dedicación y colaboración que mostro en la elaboración de este trabajo, ya que sus acertados comentarios y críticas fundamentos en su amplia experiencia contribuyeron grandemente al desarrollo de este.

Al Ing. Juan Guillermo Umaña, por su colaboración y orientación, aportando ideas en el desarrollo de este trabajo.

A la Dirección Departamental de Protección Civil de Usulután por su valiosa colaboración, por acercarnos a las comunidades afectadas del Bajo Lempa.

A la Señora Ángela Rivera, líder comunal de la Comunidad del Bajo Lempa, Las Mesitas, por recibirnos y acompañarnos en la fase de campo de este trabajo.

Expresamos nuestro más grato agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que de una forma u otra han contribuido al desarrollo de este trabajo.

El Grupo.

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen María: Por brindarme fortaleza, sabiduría, por iluminar siempre mi camino y haber permitido culminar mi carrera satisfactoriamente.

A mis Padres: Emilio Ignacio y María del Carmen, El tesoro más grande que un padre le puede dar a su hijo es la educación gracias por darme esta herencia tan grande, estas tesis está dedicada a ustedes por todo ese sacrificio, que hicieron para que yo saliera adelante los amo.

A mis Hermanos: Ángel, Ernesto y Carlota, gracias por estar conmigo siempre por sus palabras de aliento, por su apoyo, por su confianza y gracias por creer en mí.

A mi Sobrina: Ariana Sofía gracias por traer de nuevo la alegría de la infancia a la familia de nuevo

A mi Familia: A mis Tíos, A mis Tías gracias por todo ese cariño su apoyo en especial a mi tía Ana Cristina y su esposo, a mis Abuelos Maternos Luisa y Ramiro, gracias por preocuparse y llevarme siempre en sus oraciones, a mis Abuelos Paternos Emilio y Carlota que Dios los tiene en su gloria se que desde el cielo siempre han estado presentes, a todos mis primos gracias por creer y confiar en mí por todo su apoyo incondicional.

A mis Amigos: Gracias por estar siempre conmigo y darme todo su apoyo en especial a Xenia Lizama, gracias xeca por todo tu apoyo y ayudarme siempre.

Con la ayuda de Dios, los sueños sí se cumplen... a cualquier edad, Triunfar es hacer bien lo que estás haciendo ahora, El fracaso es tratar de complacer a todos

Emilio Ignacio

DEDICATORIA

Le dedico esta victoria a:

Dios omnipotente

Por permitirme llegar hasta aquí, concederme la posibilidad de seguir hacia mi próxima meta y por haberme sostenido en los momentos difíciles.

Mis abuelos

Eva y Luis (q̄Dg); por su apoyo, sus consejos e inculcarme valores que me acompañaran toda la vida.

Padres y Hermanos

Juan José y Ana Julia; Heidi, Jacqueline, Jennifer, Edwin y Estefaní; por su confianza.

Mis Tíos y Tía

Carlos, Arnoldo y en especial a mi tía Rosa; por su apoyo y consejos.

Mi compañero de Tesis

Emilio; por tenerme paciencia y confianza.

Mis Primos/as

Por estar pendiente de mí avance todo este tiempo atrás.

Demás Familiares, Compañeros y Docentes

Que de una u otra forma influyeron tanto positiva como negativamente en mí; cuya influencia perdurara en mi razonamiento por el resto de mi vida.

Henry Alexander Villalobos Rivera

CONTENIDO

Indice de Figuras	3
Indice de Mapas.....	6
Indice de Cuadros	6
Indice de Tablas	6
INTRODUCCION.....	10
CAPITULO 1 GENERALIDADES	12
1.1 Antecedentes de la situación problemática	13
1.2 Planteamiento del problema.....	19
1.3 Objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo General:	20
1.3.2 Objetivo Específicos:	20
1.4 Justificación	21
1.5 Alcances.....	27
1.6 Delimitaciones.....	28
1.7 Tipo de investigación	30
1.8 Metodología de la investigación.....	31
CAPITULO 2 MARCO REFERENCIAL.....	34
2.1 Marco Histórico	35
2.2 Marco Normativo.....	41
2.3 Marco Conceptual	44
2.3.1 Definición de Ingeniería Sanitaria.....	44
2.3.2 Sistemas de abastecimiento de agua potable	44
2.4 Sistemas de alcantarillado y disposición de excretas.	45
2.5 Manejo de Residuos Sólidos.....	45
2.6 Saneamiento Ambiental	47
2.7 Tipos de amenazas	47
2.8 Características de las amenazas	48
2.8.1 Terremotos.....	48
2.8.2 Erupciones volcánicas	49
2.8.3 Deslizamientos	50
2.8.4 Huracanes.....	51

2.8.5	Inundaciones.....	51
2.8.6	Sequías.....	52
2.8.7	Epidemias	53
2.9	Definición de Riesgo.....	54
2.10	Definición de Vulnerabilidad	54
2.11	Definiciones de Desastres	55
2.12	Ciclo de los desastres	56
2.13	Vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua	58
2.13.1	Fuentes	58
2.13.2	Represas y bocatomas.....	59
2.13.3	Pozos	60
2.13.4	Plantas de tratamiento y estaciones de bombeo.....	60
2.13.5	Tanques de almacenamiento y reservorios	61
2.13.6	Sistema de Tubería.....	62
2.14	Vulnerabilidad de los sistemas de alcantarillados y disposición de excretas.....	63
2.14.1	Tubería de la Red.....	63
2.14.2	Pozos o cajas de registro	64
2.14.3	Planta de tratamiento.....	64
2.14.4	Lagunas de estabilización.....	65
2.14.5	Letrinas y Fosa y/o Tanque Séptico	66
2.15	Vulnerabilidad de Manejo de Residuos Sólidos	67
2.15.1	Sistemas de recolección.....	67
2.15.2	Plantas de transferencia.....	67
2.15.3	Sistemas de disposición final	67
CAPITULO 3 MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y GESTION DE CADAVERES POST DESASTRE.....		69
3.1	Tipo de Residuos Generados por Desastre	70
3.2	Manejo de Residuos Sólidos.....	71
3.2.1	Sistema de manejo de residuos sólidos en condiciones normales	71
3.2.2	Efectos de los desastres naturales en el sistema de manejo de residuos sólidos ..	78
3.3	Aspectos de Gestión para el Manejo de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre	82
3.3.1	Organización	82
3.3.2	Agentes participantes	85

3.3.3	Acciones iniciales	86
3.4	Manejo de Residuos Sólidos Domésticos Después de un Desastre Natural	87
3.4.1	La generación de residuos sólidos en situaciones de desastre natural.....	87
3.4.2	Almacenamiento de residuos en el punto de origen	88
3.4.3	Recolección y transporte	90
3.4.4	Tratamiento y disposición final	92
3.5	Manejo de Escombros y Restos de Demolición.....	97
3.5.1	Generación.....	99
3.5.2	Aprovechamiento de residuos valorizables.....	101
3.5.3	Acumulación temporal.....	103
3.5.4	Disposición final.....	104
3.6	Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos en Situaciones de Desastre	106
3.6.1	Residuos sólidos generados en establecimientos de salud.....	106
3.6.2	Medicamentos.....	110
3.6.3	Otros residuos peligrosos.....	110
3.7	Métodos para el Cálculo de Generación de Escombros Después de un Desastre	112
3.7.1	Método 1	112
3.7.2	Método 2.....	115
3.7.3	Método 3.....	116
3.7.4	Método 4.....	119
3.8	Alternativas para el Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición.....	120
3.9	Manejo de Cadáveres Después de un Desastre	123
3.9.1	Riesgos de Enfermedades Infectocontagiosas	123
3.9.2	Recuperación de los Cadáveres	126
3.9.3	Almacenamiento de los Cadáveres.....	128
3.9.4	Identificación de los Cadáveres	130
3.9.5	Almacenamiento a Largo Plazo y Disposición Final de los Cadáveres	134
CAPITULO 4 APLICACION DE METODOS DE POTABILIZACION, CALIDAD DEL AGUA Y VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA POST SITUACION DE DESASTRE		138
4.1	Proceso de potabilización del agua	139
4.1.1	Generalidades	139
4.1.2	Procesos naturales y artificiales de potabilización	139
4.1.3	Asentar el agua	142

4.1.4	Desinfectar el agua	146
4.1.5	Filtros para el hogar y la comunidad.....	150
4.1.6	Filtro de cerámica.....	153
4.1.7	Filtro lento de arena comunitario	154
4.1.8	Métodos Artificiales de Potabilización.....	154
4.2	Vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre. .	156
4.2.1	Conceptos básicos.....	156
4.2.2	Evaluación fisicoquímica y bacteriológica	158
4.2.3	Lugares de muestreo	162
4.2.4	Determinaciones	163
4.2.5	Muestreo	163
4.2.6	Análisis	164
4.2.7	Inspección sanitaria	169
4.2.8	Medidas correctivas para mejorar la calidad del agua	171
4.2.9	Limpieza y desinfección de tanques de distribución	173
4.2.10	Tratamiento del agua a nivel domiciliario	173
4.3	Organización para la provisión de agua segura en situaciones de desastre	176
4.3.1	Roles y responsabilidades de los actores involucrados	177
4.3.2	Entidades proveedoras de servicios de agua	179
4.3.3	Comunidad	179
4.4	Vigilancia epidemiológica posterior a los desastres	183
4.4.1	Establecimiento de un sistema de vigilancia epidemiológica.	183
4.4.2	Evaluación y atención del saneamiento ambiental básico.	183
4.5	Vigilancia epidemiológica y seguimiento de las enfermedades trazadoras	184
4.5.1	Potencial epidémico	185
4.5.2	Factores epidemiológicos determinantes del potencial epidémico	185
4.5.3	Ejemplos de indicadores del estado de salud posterior a los desastres	186
4.6	Evaluación del saneamiento básico y determinación de prioridades	186
4.6.1	Abastecimiento de agua	189
4.6.2	Saneamiento del medio.....	191
4.6.3	Alojamiento	192
4.6.4	Higiene de los alimentos.....	192

4.6.5	Control de vectores	192
4.6.6	Higiene personal	193
4.7	Evaluación de daños y análisis de necesidades	193
4.7.1	Tipos de evaluación.....	193
4.8	Técnicas de Recolección de datos.....	195
4.8.1	Evaluación terrestre	195
4.8.2	Vuelos de reconocimiento.....	196
4.8.3	Encuestas.....	196
4.8.4	Manuales de instrucciones y formatos para la evaluación	197
4.9	Análisis de la información	199
4.9.1	Toma de decisiones	200
4.9.2	Elaboración de Informes.....	201
CAPITULO 5 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN EL SALVADOR, POST DESASTRES.....		203
5.1	Efectos del huracán Mitch en El Salvador, Octubre 1998.....	204
5.2	Efectos de los terremotos en El Salvador, Enero y Febrero 2001	207
5.3	Efectos de la tormenta tropical Stan y erupción del volcán Ilimatepec, Octubre 2005.	212
5.4	Efectos de la tormenta tropical Ida en El Salvador Noviembre 2009	219
5.5	Efectos de las tormentas tropicales Agatha y Matthew El Salvador 2010.	225
5.5.1	Inundaciones en La Laguna El Jocotal.....	229
5.5.2	Excremento en los pozos de Olomega.....	231
5.5.3	Se mezclaron el agua de letrinas y de los pozos.....	232
5.5.4	Comunidades afectadas del Bajo Lempa.....	234
5.5.5	Diagnostico de los Casos de Estudio	240
5.6	Saneamiento Ambiental post desastre	244
5.6.1	Efectos de los desastres en el sistema de saneamiento ambiental.....	244
5.6.2	Disposición de residuos sólidos.....	248
5.6.3	Saneamiento en albergues y refugios.....	251
5.7	Los Sistemas de agua potable y saneamiento post desastre en El Salvador	252
5.8	Análisis de fortalezas y debilidades del sistema de saneamiento ambiental en el salvador post situaciones de desastres. (FODA)	256
5.8.1	Nivel de vulnerabilidad existente y daños producidos	256
5.8.2	Servicios de Salud	258

5.8.3	Saneamiento Ambiental.....	260
5.8.4	Vigilancia epidemiológica y control de enfermedades.....	265
5.9	Propuestas para la reducción de la vulnerabilidad del sistema de saneamiento.....	267
5.9.1	Sistema de captación de agua en manantiales	267
5.9.2	Fuentes de agua subterráneas.....	268
5.9.3	Fuentes superficiales. Pozos y galerías de infiltración.....	269
5.9.4	Captaciones superficiales (obras de toma).....	270
5.9.5	Líneas de conducción, impulsión y/o aducción.....	271
5.9.6	Tuberías enterradas en quebradas y/o cárcavas, pasos a desnivel	272
5.9.7	Daños diversos en tuberías	273
5.9.8	Tuberías instaladas en terrenos inestables.....	274
5.9.9	Tuberías empotradas.....	275
5.9.10	Daños en equipos y otras estructuras complementarias.	276
5.9.11	Equipos de bombeo y otros controles eléctricos.....	277
5.9.12	Colapso de tuberías en los sistemas de alcantarillado	278
5.9.13	Sistemas de tratamiento de aguas residuales (Lagunas de Estabilización).....	279
5.9.14	Sistemas de letrinas y Taques o Fosas sépticas.....	280
CAPITULO 6 GUIA BASICA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL POST DESASTRES.....		281
6.1	Introducción	282
6.1.1	Objetivos	282
6.2	Administración en los desastres	283
6.2.1	Roles y funciones del Gobierno Central en la administración de emergencias..	286
6.3	Saneamiento de emergencia	288
6.3.1	Medidas inmediatas.....	288
6.3.2	Organismo para coordinar la atención de desastres	289
6.3.3	Los Comités Municipales de Emergencia en saneamiento en desastres.....	290
6.4	Guía técnica de medidas de saneamiento recomendables en desastres.	291
6.4.1	Evacuación.....	292
6.4.2	Albergue a Cielo Abierto o Campamentos.....	293
6.4.3	Albergue.....	294
6.4.4	Abastecimiento de agua	295
6.4.5	Letrinas.....	296

6.5	Guía técnica de residuos sólidos en situaciones de desastres naturales.....	297
6.5.1	Introducción.....	297
6.5.2	Manejo de residuos sólidos domésticos después de un desastre natural.....	298
6.5.3	Manejo de escombros y restos de demolición.....	304
6.5.4	Manejo de residuos sólidos peligrosos.....	306
6.6	Guía para desinfección de pozos después de un desastre.....	311
6.6.1	Inspección de Pozos y Bombas.....	312
6.6.2	Desinfección de Emergencia de Pozos Inundados.....	313
6.6.3	Protección del pozo para prevenir la contaminación en inundaciones.....	315
6.7	Guía para la disposición final de los cadáveres después de una emergencia.....	317
6.7.1	Riesgos para la salud física.....	317
6.7.2	Recuperación de los cuerpos.....	317
6.7.3	Identificación de los cadáveres.....	318
6.7.4	Disposición final de los cuerpos.....	318
6.7	Desinfección de cisternas, tanques y tuberías después de un desastre.....	322
6.7.1	Desinfectante a utilizar.....	322
6.7.2	Desinfección de tuberías.....	322
6.7.3	Desinfección de tanques de almacenamiento de agua y cisternas.....	323
6.8	Conclusiones de la Guía de Saneamiento Básica.....	324
	CONCLUSIONES.....	325
	RECOMENDACIONES.....	328
	REFERENCIAS.....	330
	ANEXOS.....	344
	Anexo 1. Saneamiento básico en situaciones de desastre.....	344
	Anexo 2. Formato para el análisis del albergue.....	349
	Anexo 3. Formato para la evaluación del abastecimiento de agua.....	350
	Anexo 5. Formato para la evaluación de disposición de excretas.....	351
	Anexo 6. Formato para la Evaluación de Evacuación de aguas servidas.....	352
	Anexo 7. Formato para la evaluación de evacuación de aguas superficiales.....	353
	Anexo 8. Formato para la evaluación manejo y disposición de desechos sólidos.....	354
	Anexo 9. Formato para la evaluación control de vectores.....	355
	Anexo 10. Formato de rotulación de los envases de desechos bioinfecciosos o peligrosos.....	356

Índice de Figuras

Figura 1.1	Colonia Costa Rica, San Salvador, El Salvador 6 de octubre 2,005	22
Figura 1.2	Municipio de Verapaz, en el Departamento de San Vicente, El Salvador tras el paso de la Tormenta ida.	23
Figura 1.3	Los sismos pueden producir efectos insospechados, especialmente en aquellos componentes que son de difícil inspección visual.	24
Figura 1.4	Los daños en líneas de conducción o estaciones eléctricas pueden interrumpir totalmente el suministro de agua.	24
Figura 1.5	Si colapsa el sistema de saneamiento, uno de los mayores riesgos para la salud es la contaminación de las Fuentes de agua	25
Figura 2.1	Ciclo de los desastres y su respuesta.	57
Figura 3.1	Recolección de basura.	74
Figura 3.2	Relleno Sanitario.	77
Figura 3.3	Bloqueo de vías por escombros.	80
Figura 3.4	Uso de recipientes de almacenamiento en campamentos A. Cantanhede	89
Figura 3.5	Zanja para residuos sólidos.	94
Figura 3.6	Manejo inadecuado de residuos sólidos en campamentos.	94
Figura 3.7	Incinerador artesanal.	95
Figura 3.8	Generación de escombros después del terremoto de Armenia, Colombia, febrero 1999	99
Figura 3.9	Generación de escombros después del terremoto de El Salvador 13 de Enero de 2001.	100
Figura 3.10	Maquinaria móvil para el reciclaje de escombros. C. Meléndez	102
Figura 3.11	Autoclave utilizada para el tratamiento de residuos hospitalarios en El Salvador. C. Meléndez 2001	107
Figura 3.12	Fosa para eliminar cantidades pequeñas de residuos de establecimientos de salud.	107
Figura 3.13	Fosa para eliminar objetos punzocortantes.	108
Figura 3.14	Sitio para la disposición de residuos sólidos de establecimientos de salud.	109
Figura 3.15	Equipo de protección utilizado para recuperación de cadáveres Banda Aceh Indonesia, 2005.	128
Figura 3.16	Entierro temporal de cadáveres en Tailandia después del maremoto del 26 de diciembre de 2004.	130
Figura 3.17	Detalles de una fosa común para cadáveres.	137
Figura 4.1	Filtro de tela o un filtro de carbón	142
Figura 4.2	Hervir, Desinfección solar, Agregar cloro, Agregar jugo de lima o	142

	limón	
Figura 4.3	Vasijas utilizadas en este método	143
Figura 4.4	Semillas utilizadas en la purificación de agua	144
Figura 4.5	Filtro artesanal de área piedras y carbón	145
Figura 4.6	Utilizando los métodos de SODIS y el jugo de limón	148
Figura 4.7	Cantidad de cloro para desinfectar el agua	150
Figura 4.8	Filtros para el hogar y la comunidad	151
Figura 4.9	Filtro de cerámica dentro de una cubeta de plástico	153
Figura 4.10	Puntos de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua en situaciones de emergencia o desastre	162
Figura 4.11	Sistema de Purificación	168
Figura 5.1	Los ríos Grande de San Miguel y Lempa recibieron entre 300 y 400 milímetros de lluvia desbordándose e inundando tierras agrícolas y ganaderas.	204
Figura 5.2	Daños por el huracán Mitch en la zona costera del país	205
Figura 5.3	Alud de tierra en las colinas Nueva San Salvador La Libertad	208
Figura 5.4	Daños en el hospital San Rafael/ fuente MSPAS	209
Figura 5.5	Erupción del Ilamatepec o volcán de Santa Ana	213
Figura 5.6	Inundaciones provocadas por la tormenta Stan/ fuente Ministerio de Gobernación	214
Figura 5.7	Captación del Río Lempa, Oct. 05, 2005. Durante el paso de la tormenta Stan. /fuente CEL	215
Figura 5.8	Daños provocados por la tormenta Stan en el sistema de agua potable/fuente ANDA	216
Figura 5.9	Inundaciones provocadas por el río Lempa en la zona baja/fuente MARN	220
Figura 5.10	Fotografía de Satélite del área del municipio de Verapaz después del deslizamiento provocado por la tormenta Ida	221
Figura 5.11	Municipio de Guadalupe/San Vicente tras el deslave producido por la tormenta Ida	222
Figura 5.12	Árboles y piedras arrastrados por el deslave en el municipio de Verapaz/San Vicente.	222
Figura 5.13	Daños en la costa/fuente Geólogos del Mundo sucursal El Salvador	223
Figura 5.14	Desembocadura del Río Jiboa/fuente Geólogos del Mundo sucursal El Salvador	223
Figura 5.15	En la colonia Jardines del Río, San Miguel, decenas de pobladores se vieron obligados a abandonar sus viviendas.	226
Figura 5.16	Inundación en el Municipio de Pasacuina	227
Figura 5.17	Comunidad El Icaco Puerto Parada Usulután/fuente Gobernación Usulután.	228

Figura 5.18	Área de inundación de la Laguna el Jocotal	229
Figura 5.19	Inundación provocada por el desbordamiento de la laguna El Jocotal el Nivel del agua alcanzo los 0.80 metros.	230
Figura 5.20	Los pozos de agua dulce quedaron completamente abnegados bajo el agua de la laguna.	230
Figura 5.21	Fotografía de Satélite de la Laguna de Olomega	231
Figura 5.22	Daños en los pozos artesanales de agua	232
Figura 5.23	Foto de satélite de las comunidades afectadas del bajo lempa	234
Figura 5.24	Casa comunal de la Comunidad Las Mesitas, la cual sirve de punto de reunión, y junto con el Centro Escolar sirve de Albergue en casos de evacuación	235
Figura 5.25	En la fotografía se puede observar la altura que alcanzo el agua y el daño que causa en las letrinas aboneras, ya que en el sector no se puede utilizar otro sistema de disposición de excretas.	236
Figura 5.26	Mientras permanece la inundación estas letrinas no se pueden utilizar y a su vez representan un foco de contaminación para la comunidad	236
Figura 5.27	En esta fotografía claramente se puede apreciar las marcas que deja el nivel del agua el cual alcanza una altura considerable afectada a todas las familias de esta comunidad	237
Figura 5.28	En la fotografía se puede observar claramente como el sistema de agua potable atraviesa los estanques camaroneros los cuales resultan dañados con las inundaciones al igual que el sistema de agua potable	238
Figura 5.29	Habitantes de la zona del bajo lempa quienes debieron dejar sus hogares debido a las inundaciones provocadas por Matthew	239
Figura 6.1	Ciclo de desastre de inicio repentino	284
Figura 6.2	Ciclo de desastre de inicio lento	284
Figura 6.3	Medidas posteriores al impacto de un desastre	285
Figura 6.4	Detalle de Zanja de Infiltración para aguas residuales	292
Figura 6.5	Esquema de letrina	296
Figura 6.6	Esquema isométrico de una letrina	297
Figura 6.7	Esquema de para el enterramiento de residuos sólidos	302
Figura 6.8	Incinerador artesanal para la quema de la basura	303
Figura 6.9	Área para la preparación de compostaje	304
Figura 6.10	Fosa para eliminar cantidades pequeñas de desechos	311
Figura 6.11	Protección de pozos para minimizar la contaminación por las inundaciones	315
Figura 6.12	Detalle de fosa común para el entierro de cadáveres	321

Índice de Mapas

Mapa 1.1	Mapa de Zonas susceptibles a crecidas repentinas y deslizamientos fuente SNET/MARN.	15
Mapa 1.2	Mapa de Sequias fuente SNET/MARN	16

Índice de Cuadros

Cuadro 4.1	Modelo para completar el formulario de evaluación de daños	198
Cuadro 4.2	Modelo para completar el formulario de evaluación de daños	199

Índice de Tablas

Tabla 1.1	Resumen sobre Municipios más vulnerables en El Salvador	13
Tabla 1.2	Áreas expuestas a Desastres en El Salvador.	16
Tabla 1.3	Generación de desechos sólidos en El Salvador	18
Tabla 1.4	Consolidado de Desastres de Mayor Impacto en El Salvador.	18
Tabla 2.1	Cronología de eventos representativos en la historia nacional	41
Tabla 2.2	Impactos de fenómenos naturales en sistemas de saneamiento	54
Tabla 2.3	Clasificación de desastres de acuerdo a su tipo específico.	56
Tabla 3.1	Indicadores de generación diaria de residuos por habitante	72
Tabla 3.2	Volúmenes de recipientes por tamaño	73
Tabla 3.3	Posibles efectos de diferentes tipos de desastres sobre el sistema de manejo de residuos sólidos	81
Tabla 3.4	Agentes participantes en el manejo de residuos sólidos durante la emergencia	86
Tabla 3.5	Indicadores de generación de residuos después de un desastre natural	88
Tabla 3.6	Volumen de almacenamiento requerido según población	89
Tabla 3.7	Residuos generados por tipo de desastre	98
Tabla 3.8	Análisis de desastres daños y materiales generados	103
Tabla 3.9	Etapas del manejo de escombros	105
Tabla 3.10	Formato para la determinación rápida del riesgo	112
Tabla 3.11	Opciones de aprovechamiento de los residuos de la actividad de la construcción	122

Tabla 3.12	Métodos de Almacenamiento Temporal de Cadáveres	129
Tabla 3.13	Juego mínimo de fotografías requeridas para identificación visual	133
Tabla 3.14	Formato de referencia de los cadáveres	134
Tabla 3.15	Distancia recomendada entre las tumbas y las fuentes de agua	136
Tabla 4.1	Se describen las diferencias en el rol institucional para la vigilancia y el control de la calidad del agua:	158
Tabla 4.2	Calidad del abastecimiento de agua	159
Tabla 4.3	Parámetros fisicoquímicos	159
Tabla 4.4	Tabla simplificada de necesidades básicas en cuanto a cantidad de agua para asegurar la supervivencia	161
Tabla 4.5	Tratamientos recomendados para diferentes fuentes de agua con el fin de minimizar el riesgo sanitario	172
Tabla 4.6	Tratamiento domestico del agua ventajas y limitaciones	175
Tabla 4.7	Acciones y actores relacionados con la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia o desastre	181
Tabla 5.1	Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 1998	204
Tabla 5.2	Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 2001	210
Tabla 5.3	Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 2005	215
Tabla 5.4	Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 2009	224
Tabla 5.5	Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 2010	239
Tabla 6.1	Vulnerabilidad y Desastre	283
Tabla 6.2	Posibles consecuencias y medidas de saneamiento ambiental en desastres, referidas a los Comités Municipales de Emergencia	291
Tabla 6.3	Clasificación de los residuos peligrosos	309
Tabla 6.4	Normalización de colores universales para la selección, disposición y almacenamiento, de los desechos peligrosos.	310
Tabla 6.5	Preparación de solución de cloro para la desinfección de pozos después de una inundación	316
Tabla 6.6	Cantidad de cloro para la desinfección de tanques	323

SIGLAS

ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ACNUR	<i>Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados</i>
ADESCO	<i>Asociación de Desarrollo Comunal</i>
AIDIS	<i>Asociación Internacional de Ingeniería Sanitaria</i>
ANDA	<i>Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados</i>
ASIA	<i>Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos</i>
AWWA	<i>American Water Works Association</i>
BID	<i>Banco Interamericano de Desarrollo</i>
CARE	<i>Cooperative for Assistance and Relief Everywhere</i>
CASALCO	<i>Cámara Salvadoreña de la Construcción</i>
CEL	<i>Comisión Ejecutiva del Rio Lempa</i>
CEPIS	<i>Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente</i>
CRID	<i>Centro Regional de Información de Desastres</i>
CONACYT	<i>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología</i>
CEPAL	<i>Comisión Económica para América Latina y el Caribe</i>
COEN	<i>Comité de Emergencia Nacional</i>
COMURES	<i>Consejo de Municipalidades de la República de El Salvador</i>
DIGESTYC	<i>Dirección General de Estadísticas y Censos</i>
DIGESA	<i>Dirección General de Salud Ambiental de Perú</i>
DIEDE	<i>División de Ingeniería Sanitaria y Salud Ambiental en Desastres y Emergencias</i>
DIPECHO	<i>Programa de Preparación ante los Desastres de Comisión Europea</i>
ECHO	<i>European Community Humanitarian Office</i>
EDAN	<i>Evaluación de Daños y Análisis</i>
EPA	<i>U.S. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)</i>
FAO	<i>Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación</i>
FAES	<i>Fuerza Armada de El Salvador</i>
FOVIAL	<i>Fondo de Conservación Vial</i>
MARN	<i>Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i>

MIDES	<i>Manejo Integrado de Desechos Sólidos</i>
MH	<i>Ministerio de Hacienda</i>
MOP	<i>Ministerio de Obras Públicas,</i>
MSPAS	<i>Ministerio de Salud Pública y Asistencia de El Salvador</i>
OMS	<i>Organización Mundial de la Salud</i>
OPS	<i>Organización Panamericana de la Salud</i>
ONU	<i>Organización de la Naciones Unidas</i>
ONGS	<i>Organizaciones no gubernamentales</i>
PNC	<i>Policía Nacional Civil</i>
PNUD	<i>Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo</i>
SNET	<i>Servicio Nacional de Estudios Territoriales</i>
SISNAE	<i>Sistema Nacional de Emergencia</i>
SOCINUS	<i>Sociedad Intermunicipal Usuluteca</i>
USAID	<i>U.S. Agency for International Development (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional)</i>
PNUMA	<i>Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente</i>
PRISMA	<i>Programa salvadoreño de investigación sobre desarrollo y medio ambiente</i>
UNEP	<i>Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente</i>

INTRODUCCION

Desde la existencia del hombre los asentamientos humanos, ha generado residuos sólidos como líquidos, a lo largo de toda la historia de la humanidad; la disposición final de los desechos sólidos y líquidos, así como el aprovisionamiento de agua, para el consumo tienen una relación ancestral que data desde la misma creación del hombre, es por eso que entre los siglos XVIII y XIX, surge en Inglaterra la Ingeniería Sanitaria a causa de la revolución industrial.

La Ingeniería Sanitaria es la rama de la Ingeniería dedicada básicamente al saneamiento de los ámbitos en los que se desarrolla la actividad humana, en la práctica la Ingeniería Sanitaria comprende la planificación, diseño, construcción y supervisión; de cada uno de los elementos del sistema de saneamiento básico, en El Salvador desde su implementación en 1,920 por el Gobierno a través Consejo Superior de Salubridad la responsabilidad de ejercer la Ingeniería Sanitaria a estado a cargo del Ingeniero Civil.

En el medio urbano y rural la instalación del sistema de saneamiento básico que incluye, agua potable, eliminación de excreta y el manejo de los residuos sólidos, ha mejorado la calidad de vida y la salud de la población en el país, pero un factor que amenaza la sostenibilidad del sistema es el impacto de los fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos, tormentas, erupciones volcánicas y terremotos son algunos de los que, a lo largo de los años, han causado daños en la infraestructura del sistema de saneamiento básico interrumpiendo los servicios, muchos de estos daños son recurrentes y se repiten de la misma forma después de la ocurrencia de estos fenómenos, debido a la alta vulnerabilidad del país a este tipo de fenómenos.

Luego de la ocurrencia de un desastre y se presenta daños en el sistema de saneamiento básico que pueden ser parciales o totales, afectando de forma directa e indirecta a las comunidades, dejándolas sin el suministro de agua y con acumulaciones grandes de residuos y escombros.

En virtud del expuesto presentamos el estudio denominado **“APLICACION DE LA INGENIERIA SANITARIA EN SITUACIONES DE DESASTRES”**.

El documento presenta las principales aplicaciones de la Ingeniería Sanitaria, para atender las emergencias del sistema de saneamiento básico antes, durante y después del impacto de un desastre, además de servir como una guía para la aplicación de métodos alternativos y sencillos para la potabilización de agua, el manejo de las aguas residuales, el manejo de los residuos sólidos y los escombros, el manejo de cadáveres, la vigilancia epidemiológica, en él también se incluye la evaluación del sistema de saneamiento en el país post situaciones de desastres, además se propone medidas para reducir la vulnerabilidad que originan los daños el sistema de saneamiento, con la finalidad de que se incluyan en la planificación, diseño y construcción. Además incluyen una guía saneamiento básico orientada a las comunidades contribuyendo al restablecimiento del saneamiento básico y evitar así la propagación de vectores.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes de la situación problemática

El Salvador es una de las Repúblicas del Istmo Centroamericano, franja territorial que une América del Norte y América del Sur. Limita al Norte con la República de Honduras, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con la República de Honduras y la República de Nicaragua (Golfo de Fonseca de por medio), y al Oeste con la República de Guatemala. Para su administración la República de El Salvador se divide en 14 Departamentos y 262 Municipios, de los cuales 167 municipios presentan una alta vulnerabilidad¹

Tabla 1.1 Resumen sobre Municipios más vulnerables en El Salvador

Tipo de Amenazas	No. De Municipios
Inundaciones	97
Sísmica	39
Deslizamiento	19
Volcánica	12

Fuente Estudio preliminar realizado por La Unión Europea a través de su programa DIPECHO

Los datos consolidados reflejan que solo en la zona occidental hay 18 municipios con estas características de vulnerabilidad, mientras que en la zona central hay 93 y en la zona oriental son 56, de los cuáles Morazán es el prioritario, debido a la ausencia de preparativos en sus municipios.

En El Salvador, dada su situación geográfica y geológica, son comunes los fenómenos sísmicos, volcánicos e hidrometeorológicos que causan grandes pérdidas humanas y materiales. Los huracanes, poco frecuentes, junto con las tormentas tropicales suelen desencadenar intensas lluvias, sobre todo desde julio a octubre, que en ocasiones rebasan la capacidad de absorción de suelos y laderas, principalmente en las cuencas hidrográficas de las vertientes del Pacífico. Los desbordes de los ríos Lempa y Grande de San Miguel son una amenaza permanente para las poblaciones ribereñas. La deforestación, las técnicas inapropiadas de uso del suelo y el manejo desordenado de

¹ Fuente: Artículo publicado en el Periódico el Diario de Hoy, 28 de Enero 2.010, Extraído del Estudio realizado por la Unión Europea, a través del programa DIPECHO.

las cuencas hidrográficas contribuyen a la degradación ambiental en esas zonas, además incluyendo el accionar del ser humano (riesgo antrópico). Afectando con ello al territorio y a la población salvadoreña, especialmente aquellas familias ubicadas en zonas vulnerables y de alto riesgo, y que tienen como factor común niveles de pobreza.

Históricamente, El Salvador ha estado sometido a situaciones de emergencia debido a la actividad tectónica, volcánica e hidrometeorológica. La actividad tectónica ha sido la que más cambios ha producido sobre la topografía de nuestro país debido a los fenómenos tales como:

- Tsunamis (se tiene registro en el país, de 1 ocurrido en la década del 1910)
- Depresiones tropicales (huracanes, tormentas estacionales, eléctricas, bajas presiones, vientos, etc.)
- Inundaciones
- Deslizamientos de tierras
- Antrópico estos en menor escala (de origen humano, guerras, accidentes industriales, derrames de sustancias peligrosas, etc.)

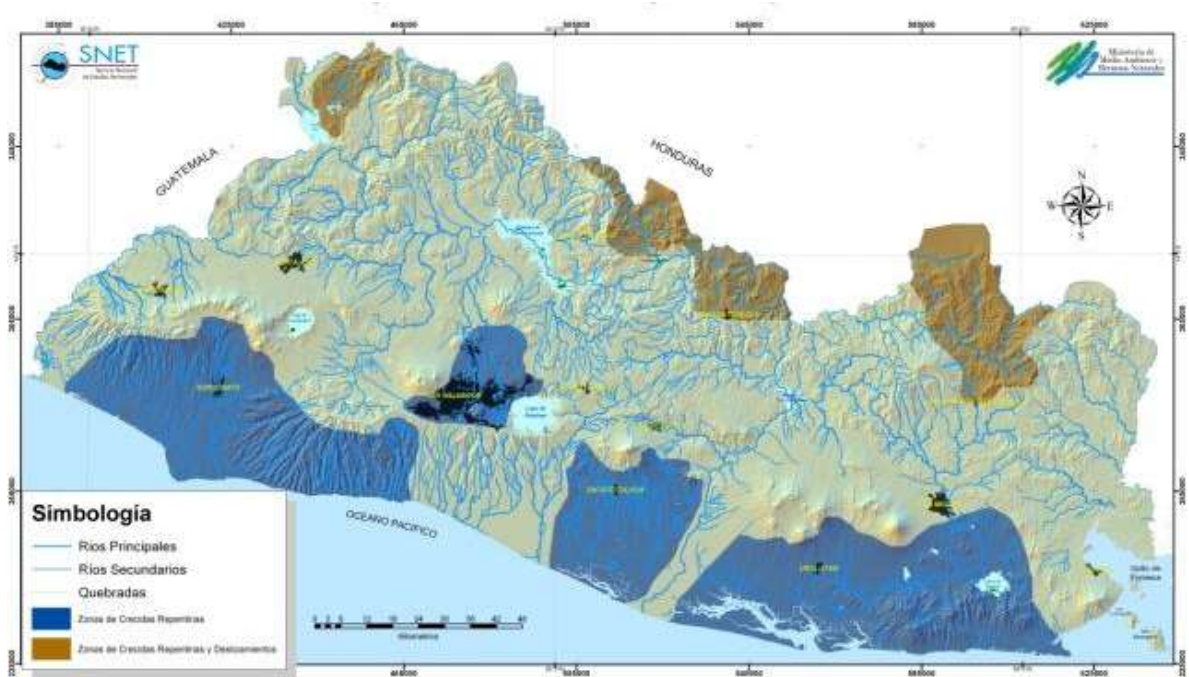
Todos los años, durante el período lluvioso, se producen inundaciones, deslizamientos de tierra y derrumbes en todo el país, que afectan principalmente a los colectivos sociales con menores recursos. Esto se traduce en pérdidas drásticas en la mayoría de los sectores económicos, productivos y sociales, así como en la infraestructura vial, sistema de agua potable y saneamiento, cultivos y viviendas rurales, tal como se aprecia en los mapas, 1.1 y 1.2.

Un ejemplo de estas catástrofes son las inundaciones causadas por el paso del huracán Mitch el 31 de octubre de 1998, que generó fuertes vientos e intensas lluvias que duraron hasta el 3 de noviembre. El Comité de Emergencia Nacional (COEN) declaró 240 fallecidos y más de 10,000 personas damnificadas.² El sector económico más

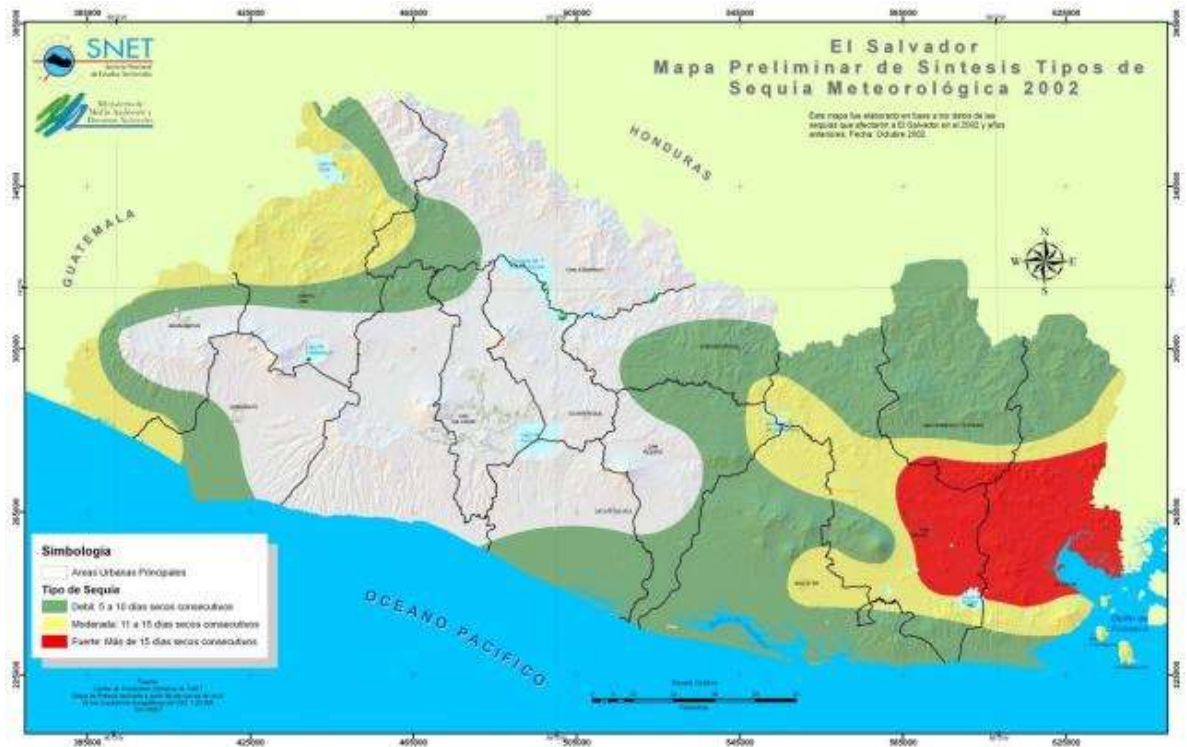
² Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). *Huracanes Georges y Mitch*. Serie Crónicas de desastre, Washington, D.C.1999. citado para ejemplificar la situación de vulnerabilidad del país aunque el fenómeno ocurrió hace 10 años y está dentro de la historia nacional el cual causo grandes daños y golpeo los sistemas de saneamiento básico ocasionando una paralización de estos.

afectado por las inundaciones fue el agropecuario. Hubo pérdidas significativas en las cosechas de granos en general y de café en particular. La producción de azúcar de caña fue severamente afectada y se perdieron numerosas cabezas de ganado.

La situación se agrava si se toma en cuenta que existe un marcado incremento de la densidad demográfica en las zonas expuestas a inundaciones y deslizamientos, producida por los asentamientos de las clases bajas (Familias de escasos recursos que construyen sus hogares en zonas inadecuadas, en las zonas protección de los ríos, quebradas, taludes, etc.), además de no tener un plan de ordenamiento territorial adecuado.



Mapa 1.1 Mapa de Zonas susceptibles a crecidas repentinas y deslizamientos, fuente SNET/MARN.



Mapa 1.2 Mapa de Sequías, fuente SNET/MARN.

Tabla 1.2 Áreas expuestas a Desastres en El Salvador.

FENÓMENO	AREA (KM ²)
Expuestas a impacto severos y moderados por Inundaciones	1,970.00
Expuestas a Deslizamientos	4,040.00
Expuestas a Sequías	10,000.00

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales/SNET/MARN/Ing. Adriana María Erazo

Las pérdidas económicas en los últimos años asociadas con eventos destructivos suman billones de dólares en El Salvador. La frecuencia y celeridad con que han ocurrido los desastres, nos han sumido en una dinámica de pérdida de recursos para el desarrollo, debido a que no se han tomado las medidas de gestión para la reducción y control del riesgo adecuados. Claramente el país no debe ni puede soportar ese continuo proceso de erosión de los acervos tan importantes de infraestructura, recursos productivos y

ambientales, que impactan fuertemente a los sectores más vulnerables de la población y al propio proceso de desarrollo.

En nuestro país, en situación normal, los 262 municipios en su mayoría cuenta con los servicios de agua potable y saneamiento, el cual es proporcionado por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, ANDA, el 80% de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado de las poblaciones del país son controlados y administrados por la autónoma y el 20% restante por las alcaldías municipales, ONGS y/o ADESCOS.

La principal fuente de abastecimiento de agua para la población proviene de la explotación de aguas subterráneas. En el año 2000, el 69.1% del agua abastecida por ANDA en el área metropolitana de El Salvador provenía de pozos; antes de 1992 el 100% provenía de fuentes subterráneas.

Para finales de 2008, la cobertura urbana de agua potable fue del 87.3% y el saneamiento a través de los servicios de alcantarillados sanitario fue del 66.1%, así como el servicio de agua potable en el área rural de fue del 37.7% y el saneamiento, con la disposición de excretas a través de letrinas fue del 41.4%³

Muy pocos de los pequeños sistemas administrados por las municipalidades usan agua proveniente de pozos, ya que la mayoría se abastecen de manantiales. Igualmente, la mayoría de los sistemas rurales construidos por las ONGS se abastecen también de pozos. En resumen Porcentaje de población atendida 73.83%, para la zona urbana, 26.17% para la zona rural⁴.

Esto es lo concerniente al abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario en condiciones normales, pero la población también genera desechos sólidos En nuestro país en situación normal y condiciones normales los 262 municipios genera en promedio desechos sólidos de:

³ Fuente: Boletín Estadístico de ANDA No. 30 Diciembre de 2008

⁴ Fuente: ANDA, Extraído de la publicación de la revista PRISMA, Gestión del agua en El Salvador / Desafíos y respuestas institucionales.

Tabla 1.3 Generación de desechos sólidos en El Salvador

TONELADAS GENERADAS			
Diaria	Semanal*	Mensual	Anual**
3,186.97	15,934.85	79,674.25	956,091.00
*teniendo un incremento el fin de semana del 2%			
** Un incrementó del 15% en las festividades de semana santa, vacaciones Agostinas y Fiestas navideñas			

Fuente: Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales/ MARN 2006

Esta tendencia es para un escenario normal. Aunque estudios más recientes del MARN arrojan un tendencia a incrementar la generación de residuos sólidos cada año.

Todo esto se en marcan en la aplicación de la Ingeniería Sanitaria a través del Saneamiento básico, que se encarga de velar por mejorar las condiciones sanitarias de la población atreves de:

1. Fuentes y sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano.
2. Disposición y tratamiento de las aguas residuales.
3. Manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

Tabla 1.4 Consolidado de Desastres de Mayor Impacto en El Salvador.

AÑO	FENÓMENO	PERDIDAS (\$MILL.)
1986	Terremoto 11 de Octubre	177.6
1998	Huracán Mitch Octubre	398.1
2001	Sequias	31.4
	Terremoto 13 de Enero	1,604
	Terremoto 13 de Febrero	
2005	Huracán Adrian	335.6
	Huracán Stan	
	Erupción Volcán Ilamatepec	
2009	Tormenta Ida	880

Fuente: Elaboración propia basada en los reportes de la Prensa Grafica y EL Diario de Hoy

1.2 Planteamiento del problema

¿POR QUÉ LA APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA SANITARIA EN SITUACIONES DE DESASTRES?

Los principales problemas de saneamiento ambiental que surgen a raíz de las emergencias por un desastre son: contaminación del agua en pozos, manantiales, ríos y lagos; destrucción y deterioro de sistemas de abastecimiento; inundación y enterramiento de pozos y manantiales; destrucción e inundación de letrinas para abono y de fosas; estancamientos extensos de agua; acumulación prolongada de desechos sólidos; contaminación de alimentos almacenados, en preparación, servicio y consumo; y migración de roedores (ratas y ratones) de las zonas urbanas y rurales afectadas.

En situaciones de desastre, los trabajos de ingeniería sanitaria varían desde un tipo de operación no técnico hasta el problema complicado de manejar los daños en la infraestructura sanitaria afectada, principalmente, la obtención de agua potable, la adecuada disposición de excretas y la recolección y eliminación de los desechos sólidos, y a esto se suma la generación de residuos sólidos post desastre que por su caracterización son similares a los generados en las demoliciones.

En la zona rural, los daños ocurridos a los sistemas de agua potable, a menudo sobrepasan la capacidad y los recursos con los que cuenta las comunidades, por lo tanto la recuperación del servicio suele tardar un tiempo más prolongado, que en la zona urbana y los índices de salud pueden verse deteriorados o retrocediendo los logros alcanzados por la implementación de los servicios, debido a la relación directa entre las enfermedades de origen hídrico y el acceso a los servicios de agua y saneamiento.

La organización, control y manejo de los servicios de saneamiento básico dañados o colapsados debido, a los desastres, si bien no son de fácil resolución, sin embargo representan un verdadero desafío para los responsables de atender estas emergencias; ya que es necesario restablecer a la brevedad posibles los sistemas de aguas potable y alcantarillado, normalizar el sistema de recolección de desechos sólidos y atender los sistemas de saneamiento rural.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General:

- Contribuir al fortalecimiento de la gestión sanitaria en la zona Oriental de El Salvador ante emergencias provocadas por desastres; antes, durante y después de su ocurrencia.

1.3.2 Objetivo Específicos:

- Diseñar una guía técnica básica aplicada a la zona Oriental de El Salvador, y que esta sirva como una herramienta a las municipalidades o comunidades, para mejorar su respuesta ante el impacto de los desastres en el área de saneamiento ambiental.
- Identificar, clasificar y evaluar los tipos de daños que sufre la infraestructura sanitaria en situaciones de desastres y cuáles de estos requieren mayor prioridad.
- Evaluar la gestión de las entidades gubernamentales encargadas de la gestión sanitaria en la zona oriental durante desastres.
- Determinar la posibilidad de que se generen las condiciones para el brote de vectores, que producen enfermedades infecciosas e identificar cuáles que puedan desatar epidemias y sus formas de transmisión.

1.4 Justificación

Nuestro país es susceptible a amenazas de origen natural y antrópicas, las cuales generan los desastres solo basta con hacer remembranza en la historia del país que en los últimos 105 años ha sido sometido a una serie de fenómenos naturales y provocados por el hombre generando serios desastres.⁵

Un informe reciente de la ONU, sobre la evaluación global de la reducción del riesgo de desastres 2009, ubica a El Salvador entre los 10 países más vulnerables a situaciones de desastres⁶, Si bien cada año el Ministerio de Gobernación a través de la Dirección de Protección Civil elaboran, “El Plan de Protección Civil” así como lo hace también, las dependencias gubernamentales que participan en los casos de emergencia.

Pero solo el ministerio de salud es el único que posee una guía para atender emergencias en situaciones de desastre pero está orientada a la intervención de los servicios de salud que este presta, es decir está orientada a los doctores, enfermeras y promotores de salud.

Por que las entidades encargadas de promover los sistemas de agua potable y saneamiento, alcantarillado y residuos sólidos como ANDA, MSPAS, MARN, MOP y Alcaldías Municipales, no poseen un plan fijo para hacer frente a una situación de desastre, y es hasta, cuando ha ocurrido el golpe del desastre se ve evidencia la falta de planes concretos ante esta situación.

Un ejemplo de ello es los efectos de las catástrofes naturales de los últimos años, sobre todo las consecuencias del huracán “Mitch” en 1998 y de los terremotos de 1986 y 2001, así como de otros fenómenos meteorológicos, como “El Niño”, “La Niña” o los períodos de sequía, han puesto de manifiesto que la vulnerabilidad del país se ve incrementada por el deterioro medioambiental.

⁵ Recopilación Histórica de los Desastres en El Salvador Periodo 1900 -2005, publicado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

⁶ El Diario de Hoy Artículo publicado el día 11 de Diciembre de 2009.

Existen diferentes zonas del país clasificadas de alto riesgo, las cuales se han incrementado posterior a los terremotos del 2001.

Las amenazas naturales de tipo hidrometeorológicos, los cuales producen intensas lluvias dando origen a inundaciones y deslizamientos, ocasionando severos daños en las infraestructuras, servicios básicos y pérdidas de vidas, principalmente en las parte bajas de las cuencas y zonas susceptibles en sus partes medias de los cauces de los ríos.

Esto debido a la precipitación y a su distribución, como los daños que provocó la tormenta STAN en el 2005. Tal como se muestra en la figura 1.1 donde se observan claramente los daños a los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.



Figura 1.1 Colonia Costa Rica, San Salvador, El Salvador 6 de octubre 2,005

Al revisar la cronología de sismos destructivos en El Salvador, 9 sismos generaron pérdidas de vidas humanas en el siglo XX y XXI, en los años 1917, 1919, 1936, 1951, 1965, 1982, 1986 y 2001. Debido a las características los terremotos históricos en el país.

El Salvador, en el cinturón de fuego del Pacífico, es un país volcánicamente muy activo. Tiene un 90% de su territorio conformado por materiales volcánicos.

En base a las investigaciones geológicas del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) y a los reconocimientos de campo recientes en la Cordillera Volcánica se establecieron criterios específicos para la clasificación de volcanes activos: se determinó que en El Salvador existen 23 volcanes individuales y se identificaron cinco campos volcánicos con antecedentes sísmicos que agrupan estructuras volcánicas y lagos cratéricos.

En la actualidad, solo algunos volcanes presentan actividad continuada (emisión de gases y excepcionalmente de cenizas) como son el volcán de Santa Ana, el Volcán de San Salvador, el Volcán de San Miguel y el volcán de Izalco, aunque no se puede descartar la reactivación de algunos volcanes como la erupción del volcán Ilimatepec de Santa Ana en octubre del 2005, cabe aclarar que muchas unidades de salud se encuentran ubicados en zonas cercanas a diferentes volcanes.

Y el fenómeno más reciente el 25 de Noviembre de 2009 la tormenta ida que arrasó con el municipio de Verapaz, debido a la concentración de lluvias prolongadas y al deslizamiento. Como se observa en la figura 1.2.



Figura 1.2 Municipio de Verapaz, en el Departamento de San Vicente, El Salvador tras el paso de la Tormenta ida.

Como se puede apreciar en las siguientes imágenes los daños generados en situaciones de desastre a los sistemas de agua potable y sistemas de alcantarillados son, parciales o totales, como se muestra en la figuras 1.3 y 1.4, además el daño de los pozos de registro de los sistemas de alcantarillado como se muestra en la figura 1.5.



Copyright © DCA-IPD-Dominicana

Figura 1.3 Los sismos pueden producir efectos insospechados, especialmente en aquellos componentes que son de difícil inspección visual.



CC-BY-NC-ND 4.0

Figura 1.4 Los daños en líneas de conducción o estaciones eléctricas pueden interrumpir totalmente el suministro de agua.



Figura 1.5 Si colapsa el sistema de saneamiento, uno de los mayores riesgos para la salud es la contaminación de las Fuentes de agua

Si en situaciones normales los sistemas de agua potable, el manejo de aguas residuales y el tratamiento de los desechos sólidos presentan un grado de dificultad para ANDA, MARN, y las municipalidades, para su tratamiento y la disposición final de estos, ya que estos sistemas en el área urbana no suele ser tan eficiente como debería ser.

La cobertura del sistema de saneamiento alcanza niveles apropiados en zonas urbanas, pero la situación en las zonas rurales y alejadas de las ciudades es muy distinta, ya que algunas no cuenta con sistemas apropiados de agua potable y sistemas de alcantarillado, ya que la mayoría usan los sistemas de letrinas de hoyo seco y en algunos lugares fosas sépticas.

En situaciones de desastres la generación de residuos aumenta; no solo los residuos que se generan en cada hogar, sino también los que se generan a cusas del impacto del desastre, la falta de agua potable genera problemas de limpieza; no se pueden desalojar las excretas con normalidad debido a los daños en el sistema de alcantarillados, lo que crea posibles focos de contaminación y vectores. De aquí la importancia que tiene la aplicación de la ingeniería sanitaria en situaciones de desastre.

Es por eso, que este proyecto, tiene un gran relevancia en el ámbito académico y social, ya que viene a contribuir al fortalecimiento de la gestión sanitaria en situaciones de emergencia en la zona oriental, ya que es, en la que incide La Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador, debido a que esta línea de investigación no ha sido muy desarrollada en el Departamento de Ingeniería y Arquitectura en los últimos años.

Es por ello que como grupo de investigación, queremos brindar un aporte a las futuras generaciones de ingenieros y arquitectos, en materia de gestión sanitaria y dejar sentadas las bases para futuras investigaciones en el área de gestión de riesgo e Ingeniería Sanitaria.

Además con la realización de esta investigación buscamos beneficiar, a las municipalidades y comunidades de la zona oriental que se ven afectadas directa o indirectamente, ante situaciones de emergencia provocadas por desastres, en especial aquellas que se encuentran en zonas de alto riesgo.

1.5 Alcances

Los alcances que como grupo de investigación esperamos cubrir son:

1. Elaborar una guía básica de saneamiento ambiental para emergencias provocadas por situaciones de desastres, la cual contendrá los lineamientos básicos, para el aprovisionamiento y protección de la calidad de agua para consumo humano, el manejo de los residuos sólidos y de cadáveres generados en una situación de desastre y así contribuir, a reducir la propagación de vectores que perjudiquen la salud de la población afectada, en los sectores dañados por el evento y aledaños al lugar del desastre.
2. Identificar y Documentar la vulnerabilidad del sistema de saneamiento básico a nivel urbano y rural ante una situación de desastre.
3. Evaluar y documentar, el grado de contaminación al cual quedan expuestas las comunidades o poblaciones debido a la falla de los sistemas de saneamiento post una situación de desastre.
4. Describir los métodos más sencillo y apropiados para desinfección de agua para consumo humano en casos de emergencia, post una situación de desastre.
5. Plantear propuestas para la reducción de la vulnerabilidad del sistema básico de saneamiento ante desastres.
6. Que este documento sirva de referencia a las comunidades para la aplicación de medidas sanitarias de emergencia ante una situación de desastre.

1.6 Delimitaciones

La investigación estará delimitada por lo siguiente:

1. Debido a que, el acceso de información actualizada de los planes de gobierno central en materia de planificación, gestión y manejo de respuestas ante situaciones de desastre, es de difícil acceso, se recurrirá a acceder a la información mediante otras investigaciones o estudios realizados con anterioridad, ya sea otras tesis, investigaciones de instituciones nacionales, como periódicos, estudios de ONGS, y/o organismos internacionales como Las Naciones Unidas (UNO), Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), Unión Europea, USAID, CRID, entre otros, además que la información a nivel de Gobierno Central es variante debido a que cada año, cada administración generan un nuevo plan de Protección Civil y no se le da seguimiento a un plan de trabajo determinado.
2. Esta investigación estará limitada a la información de libre acceso de las instituciones públicas como lo son ANDA, SNET, MARN, Ministerio de Gobernación, MAG, Protección Civil, MSPAS, MH, MOP, a las cuales se puede acceder libremente como lo son, boletines estadísticos, evaluaciones de daños, informes, revistas, estudios, memorias de labores y todos aquellos documentos de libre acceso que proporcionan las instituciones de gobierno, la información más detallada quedara sujeta a gestión de solicitarse formalmente.
3. Se tomara el periodo de 1986 a 2010, para documentar, ya que en este periodo han trascendido muchos acontecimientos, debido a que se han registrado una serie de desastres de gran magnitud provocados, el diseño de la guía estará sujeta a la información recaba en campo.

4. La investigación se centrara en los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, manejo de los residuos sólidos y el manejo de excretas a nivel urbano y rural.
5. El estudios estará limitado para los siguientes fenómenos naturales los cuales serán: las Inundaciones ya que estas ocurren con mucha frecuencia en el país y los terremotos anqué su ocurrencia es limitada pero estos causan daños considerables al sistema de saneamiento básico, en esta investigación los demás fenómenos se citarán sus definiciones en el marco teórico
6. Los casos de estudio, se aplicaran en la zona oriental y parte de la zona paracentral, ya que estas han sido las zonas de mayor incidencia a inundaciones, , las comunidades de estudio serán Comunidad Las Mesita en El bajo Lempa (Usulután), Catón el Brazo(San Miguel), La Laguna de Olomega (La Unión)y Verapaz (San Vicente),ya que son estos los lugares de mayor incidencia y los que presentan los mayores daños.
7. Se abarcara la zona urbana y rural dando un poco de más énfasis a la zona rural, ya que esta es la que resulta más afectada post una situación de desastres, las obras civiles de emergencia quedaran a nivel de propuesta y no se elaboraran planos ni presupuesto de estas.
8. La evaluación de las instituciones gubernamentales encargadas de la administración saneamiento básico se hará en función de su respuesta ante una situación de y post desastre.
9. El manejo de aguas residuales, agua potable y desechos sólidos en esta investigación, sea hará siguiendo la normativa de ANDA, MSPAS, MARN y las normas que Internacionales como la EPA, Organización Panamericana de la Salud, La Organización Mundial para la Salud, Protocolos de la ONU, la Norma AWWA, ACI 350 y otros.

1.7 Tipo de investigación

El tipo de investigación a realizar será de campo y descriptiva:

- **Campo:** por que como se necesitara observar el estado actual de los equipos o sistemas de agua potable y las estaciones de bombeo, los sistemas de alcantarillados, las condiciones que se encuentra los sistemas de tratamiento final de desechos sólidos, además de visitar las comunidades afectadas que han sido afectadas con anterioridad por los desastres, para tener un parámetro de las necesidades sanitarias a las que quedan sometidas post una situación de desastre.
- **Descriptiva:** por que como su nombre lo indica la investigación persigue ofrecer y desarrollar una descripción sobre la aplicación de la Ingeniería Sanitaria en situaciones de desastres, representándola de tal forma que aporte una alternativa de respuesta ante tal situación.

1.8 Metodología de la investigación

Para la realización de la investigación es necesario elaborar una metodología, la cual indica de manera secuencial las etapas a seguir para obtener los resultados.

De acuerdo al enfoque que comprende el desarrollo de este trabajo, la metodología más apropiada a emplear es la investigación de campo acompañada de la investigación bibliográfica y de instituciones de gobierno involucradas en materia de gestión Ambiental y de Riego, como lo son el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Medio Ambiente, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, Ministerio de Gobernación, Protección Civil, Ministerio de Obras Públicas. Aquellas instituciones no Gubernamentales y Organismos Internacionales tales como la OMS, CEPAL, OPS/CEPIS, USAID.

Es por ello que seguiremos la secuencia de la investigación en tres Fases que son las siguientes:

Fase 1. *Recolección de información pertinente y óptima relacionada con la investigación, Así como Entrevistas y/o encuestas a personas relacionados con la problemática.*

Se ha duplicado esfuerzos a fin de reunir la mayor cantidad posible de información relacionada con el tema de estudio, en los últimos 30 años para unos tipos de desastres y los últimos 10 para los mas documentados; pero para uniformizar, se ha clasificado la información de 1986 a 2010.

- **Periódicos:** Se han consultado todos los periódicos nacionales en al menos los últimos treinta años y la Prensa Gráfica desde 1982, con el objeto de recabar las observaciones de la época y establecer las zonas de riesgo considerando la historia de los desastres.

- **Documentales:** Se han estudiado documentos de interés para el trabajo, principalmente, la cronología de los terremotos más intensos en El Salvador y un documento de trabajo del Comité de Emergencia Nacional donde se hace mención, básicamente, al número de desastres ocurridos en el país.
- **Bibliográficos:** Se ha consultado una extensa bibliografía sobre el tema para sustentar algunos planteamientos y para reafirmar o desechar trabajos realizados sobre él, que no tengan fundamento científico. Igualmente para establecer otras hipótesis como resultado de este estudio.
- **Estadísticos:** Se han recolectado los datos estadísticos, publicados por instituciones relacionadas con la temática, para contrastarlos con la información obtenida de otras fuentes y establecer su grado de confianza.

Adquisición e interpretación de material bibliográfico adecuado, material audio visual y también material grafico (mapas, planos, fotografías, etc.). De los distintos autores involucrados en la gestión sanitaria ante situaciones desastres.

Esta etapa también incluye la clasificación y depuración de la información obtenida, así como un análisis sintético de esta.

Fase 2. *La Investigación de campo estará centrada a visitar las zonas más afectadas y/o más vulnerables; que presenta constantemente problemas generados por la falta de agua potable, acumulación residuos sólidos e inundaciones y posibles consecuencias generadas por los desastres.*

Esta etapa se basara básicamente en la identificación y observación de los fenómenos en los cuales se enmarcaran los siguientes aspectos:

- Las áreas de influencia en que se enmarca el problema de los residuos sólidos (Escombros o ripio) generados por el golpe directo de desastre sea este natural y/o provocado por el hombre, así como los daños que sufre el sistema de agua potable y saneamiento.

- Las visitas de campo se realizarán en las zonas donde se presentó una mayor incidencia de problemas:
 - Daños al sistema de abastecimiento de agua potable urbano y rural.
 - Daños al sistema de alcantarillado urbano y los sistemas de saneamiento rural.
 - Acumulación de residuos y de escombros generados por deslaves e inundaciones de escorrentía superficial excedente.

Para tomar mediciones y poder cuantificar la magnitud de los daños a los sistemas de saneamiento a los cuales corresponden el estudio de esta investigación y determinar los niveles de trabajo.

- La Observación de todos los fenómenos originará las repuestas para elaborar las guías.

Fase 3. *El Análisis de Gabinete o de oficina será la parte final de la investigación es aquí donde tendremos los resultados.*

El análisis de la Información Se hace en base a los daños reales producidos en lugares específicos y acorde con los objetivos planteados para el presente, no se da demasiado énfasis en la descripción de los daños, ya que generalmente se encuentran en muchas de las referencias indicadas, por lo que centralmente se le da importancia a la interpretación de la información y a los hechos ocurridos.

1. Con toda la información bibliográfica y la investigación de campo realizada y con el apoyo de métodos estadísticos y matemáticos se procederá a la elaboración del documento final el cual se basará en el esquema:
 - a. Ordenamiento de la Información.
 - b. Proceso de la Investigación.
 - c. Manejo de datos obtenidos en campo.
 - d. Análisis de la Investigación.
 - e. Propuestas de Solución.
 - f. Conclusiones y Recomendaciones

CAPITULO 2

MARCO

REFERENCIAL

2.1 Marco Histórico

El Salvador se localiza en la América Central, en los límites del Océano Pacífico Norte, en las coordenadas geográficas 15°50 N y 88°55 W, con un área total de 20.000 km². Tiene 545 km de fronteras terrestres, 203 km con Guatemala y 342 km con Honduras, de tierra; limita con Nicaragua por medio del Golfo de Fonseca; consta de 307 km de línea costera, y de la costa hacia el Norte en la zona montañosa fronteriza con Honduras hay 97 km. Cuenta con elevaciones extremas de 0 metros en la costa a 2,730 metros en el cerro El Pital al Norte del país. El río más caudaloso es el Lempa con el que se genera energía hidroeléctrica.

Los volcanes principales son: Apaneca, Santa Ana, Coatepeque (cuenta en su interior con un Lago del mismo nombre), Izalco (faro de Centroamérica), Boquerón (San Salvador, su última erupción fue en 1917), Ilopango sumergido en el Lago del mismo nombre, (la última erupción de depósitos piroclásticos que devastó a todo El Salvador en el año 260 antes de Cristo (AC) empujó a la civilización pre-clásica Maya hacia el norte, al interior de la jungla (W.I. Rose, Museo de Ciencias Stephen W. Hawking, 2000) San Vicente (Chinchontepec), Tecapa, San Miguel, y Conchagua.

El Salvador es el país más densamente poblado de la región, con una población proyectada para 1999 de 6,16 millones de habitantes, y una Población Económicamente Activa de 2,49 millones (Fuente Dirección General de Estadísticas y Censos) Población urbana 3,6 millones, Población rural 2,56 millones, con un crecimiento demográfico anual de 2.1% anual (Fuente Banco Central de Reserva de El Salvador).

El Salvador está dividido políticamente en 14 Departamentos. La capital es San Salvador. Las principales ciudades del San Salvador, Santa Ana en el Occidente y San Miguel en el Oriente. La lengua oficial es el español. La moneda oficial es el dólar estadounidense y el colón (equivalente a 8.75 colones por 1 US \$ dólar).

En El Salvador por más de un siglo, la vulnerabilidad se ha incrementado progresivamente debido a diferentes causas, esta condición ha ido agudizándose a medida que la población crece y las ciudades son construidas en forma desordenada y

desmedida. Se suma a la vulnerabilidad la poca armonía que han generado los seres humanos con la naturaleza.

La relación de la sociedad con los recursos ha hecho que las inundaciones resulten como los eventos más recurrentes a lo largo del siglo y por lo mismo se vaticina su reincidencia. También se muestra que los "desastres silenciosos" o enfermedades se adhieren al comportamiento de la población y afectan particularmente al sector de escasos recursos. En cuanto a los sismos, como eventos impredecibles, se ha registrado una decena de terremotos que retrocedieron varios años el desarrollo de la nación.

Los eventos registrados a lo largo de este siglo, denotan el alto grado de vulnerabilidad de la sociedad salvadoreña, la evolución de las estrategias de prevención ante desastres desde el año 1900 a la fecha, el fortalecimiento en el transcurrir del tiempo, de las instituciones que asisten en momentos de tragedia y las acciones relacionados con los desastres han venido mejorado, pero cada vez los desastres son mayores y requieren de planes más específicos así como una mayor demanda de recursos y personal especializado en el área.

Datos del archivo nacional tienen registros de actividad telúrica (terremotos, erupciones volcánicas y tsunami) en nuestro país de gran trascendencia que han generaron daños y destrucción de gran magnitud dichos datos datan desde el 23 de mayo de 1575, hasta 13 de febrero de 2001¹,

La sequía y sus efectos en la década de los 80 's se agudizó entre 1983 y 1986. La zona oriental y en la franja costera de la zona central, es decir los departamentos de Usulután y La Paz. En 1983 corrieron peligro de perderse más de 27 mil 700 hectáreas sembradas de algodón en Usulután. La canícula fue propia de los meses de Julio y agosto, los agricultores se mostraron muy preocupados.

Es de destacar también que en estos diez años, las variantes extremas del clima produjeron desastres, principalmente los frentes fríos, las sequías y olas de calor en la

¹ Publicación del informe denominado El Salvador: Cronología de una Tierra Danzarina del Periodista Carlos Cañas Dinarte en Marzo de 2,005, México, D.F.

zona costera; además de dos enjambres sísmicos en la zona de Berlín, Usulután, durante el año de 1985.

La década de los 90 's cambió la historia nacional. En 1992 se firmaron Los Acuerdos de Paz que finalizaron con 12 años de guerra civil. En esta década surgió la Ley del Medio Ambiente que dio paso al Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Estadísticas poco consoladoras sobre la situación ecológica nacional revelaron que: sólo un 2% de los bosques naturales existían en el país sin intervención humana. En esta década la deforestación como consecuencia de tala y los incendios forestales fueron desastres con una reincidencia nunca vista en décadas anteriores. Los eventos naturales continuaron generando desastres regionalizados como por ejemplo: Las tormentas y epidemias abatieron al mismo tiempo a los países de la Región centroamericana.

La sobrepoblación y la explotación de los recursos naturales eran la principal causa de la contaminación y de las enfermedades gastrointestinales y respiratorias. La proyección para el 2030 era de 12 millones de habitantes, en tanto en esta década se sobrepasa los 6 millones de habitantes en un territorio de escasos 21 mil kilómetros cuadrados.

Las epidemias más comunes y recurrentes de la década fueron: el cólera, el rotavirus, las diarreas, el dengue, bronconeumonía, tuberculosis, neumonía, gripes, conjuntivitis y el SIDA, que para el año 2000 había un registro de tres mil personas viviendo con el virus del VIH. Las enfermedades dermatológicas como consecuencia inmediata de los temporales fueron recurrentes. En esta década el comportamiento de las personas tuvo relación directa con los desastres. El impacto de los desastres en la población provocó en ocasiones un éxodo masivo hacia Estados Unidos. Las inundaciones fueron los eventos más recurrentes. En este período el deterioro y la capacidad del sistema de tragantes y alcantarillados en las ciudades contribuían a las inundaciones. La alta recurrencia de los incendios forestales alertaron a las autoridades.

El huracán Mitch que azotó en octubre de 1998 impactó directamente en la agricultura, ocasionando, según la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), US\$398 millones de dólares en pérdidas totales en todo el país. Sólo en el agro, más de ocho

millones de pérdidas fueron en ganado y aves de corral. En cuanto al sector de la Caña, hubo pérdidas que alcanzaron los 120 millones de colones.

Este fue el evento de fin de siglo más cruel que impactó a la Región. En El Salvador, Mitch sobrepasó los 287 muertos y más de 85 mil damnificados. El departamento con más damnificados fue Usulután con cerca de 30 mil. En el ámbito nacional dejó unos 3 mil 972 kilómetros de carreteras destruidas. En esta década el fenómeno de El Niño provocó sequía moderada en un 40 por ciento y un 75 por ciento sequía severa en la zona oriental.

Después del huracán Mitch los ambientalistas insistían que El Salvador era más vulnerable. A medida han pasado los años la vulnerabilidad del país se ha incrementado por diferentes factores económicos y sociales, lo cual ha permitido que los temas relacionados con los riesgos y los desastres por evento de origen natural, se les brinde mayor atención.

En esta década ha sido el período en el que más eventos se registraron. Las razones pueden ser el aumento de la población, mayor recurrencia de eventos, mayor precisión en los datos e información obtenida o la cobertura amplia de los fenómenos.

En el tema relacionado a los riesgos ante desastres, se inicia con el manejo de las instituciones como fuentes oficiales voceras de información especializada, para comienzos del siglo XXI el comportamiento de los fenómenos naturales responden directamente a la desarmonía de la sociedad con su medio ambiente. Los habitantes de El Salvador sobrepasan los 6 millones de habitantes, el ambiente político, económico y social es desalentador, según cifras oficiales, siete de cada 10 personas viven en algún nivel de pobreza.

Para los años 90's y principios del siglo XXI, eventos como "la deforestación" se hace presente. Entre 2001 y el 2003, la deforestación causada por la voracidad de las empresas constructoras y leñadores fue de los eventos más recurrentes, sin embargo, los eventos naturales más relevantes fueron los terremotos de 2001.

En enero y febrero de 2001 dos terremotos de histórica magnitud y centenares de réplicas retrocedieron el desarrollo nacional por su impacto en pérdidas y daños, los sismos dejaron más de mil 200 muertos y más de un millón de personas afectadas.

Veinte minutos antes del mediodía, el 13 de enero de 2001, un terremoto de 7.6 grados en la escala de Richter sacudió el territorio nacional, su epicentro fue en el Pacífico y la mayor destrucción se ubicó en los poblados sobre la Cordillera de El Bálsamo, pueblos como Comasagua, Tepecoyo, Jayaque en el paracentral departamento de La Libertad, Armenia en el Occidente Sonsonate, San Agustín y Santa Elena en el oriente Usulután y otros poblados, quedaron parciales pero considerablemente destruidos.

Según cifras oficiales con este primer sismo, los departamentos más afectados fueron: Usulután, La Paz y La Libertad. Un promedio de 300 mil damnificados fue el resultado. Un mes más tarde, el 13 de febrero, otro terremoto volvió a estremecer el país, la situación nacional se agudizó, otros poblados engrosaron la calamidad, este evento dejó un saldo de 844 muertos y más de 370 mil damnificados.

Cada vez se vuelve más evidente que las personas que viven en precarias condiciones, son los más golpeados por los fenómenos naturales o de origen antrópico, sin embargo, el sismo del 13 de enero hizo la diferencia: La Residencial Las Colinas, un vecindario de clase media se volvió un símbolo. La noticia de la forma en que murieron 525 personas y desaparecieron unas 200, dio la vuelta al mundo, los sobrevivientes formaron parte de los 225 mil nuevos pobres que se registraron después de los terremotos de enero y febrero de 2001.

El terremoto del 13 de febrero de ese mismo año fue de 6.6 grados en la escala de Richter, causó daños catastróficos, principalmente en los departamentos de Cuscatlán, San Vicente y La Paz. El Saldo fue de 315 personas muertas y 164 mil damnificados/ 27 mil 500 viviendas destruidas. Las pérdidas económicas dejadas por ambos terremotos ascendieron a un mil 604 millones de dólares, según cifras de CEPAL.

El año 2001 ha sido uno de los años en que la economía nacional ha resultado más afectada por catástrofes, sumado al impacto de los terremotos se suma un período de

sequía que afectó particularmente la zona oriental, las pérdidas en los cultivos ascendieron, según la CEPAL a US\$38 millones de dólares.

La mitigación y prevención de desastres es un tema que comienza a tomar importancia para las autoridades; en octubre del año 2001 se crea por medio del decreto ejecutivo No 96, el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), cuyas funciones son las de contribuir con la prevención y reducción del riesgo de desastres en el país. Así mismo una mayor cantidad de organizaciones no gubernamentales, organizan su trabajo por la defensa del medio ambiente y la prevención de riesgos.

En octubre del año 2005 el huracán Stan impactó la Región Centroamericana, dejando a su paso muchas pérdidas y daños. Ese mismo mes la erupción del volcán Ilimatztepec, en Santa Ana terminó con la tranquilidad de los habitantes de la zona, causando daños en la región. Según la CEPAL las pérdidas de ambos eventos ascienden a US\$355 millones de dólares en el ámbito nacional.

Las inundaciones y otros eventos desencadenados por lluvias torrenciales no sólo amenazan a los barrios del Área Metropolitana de San Salvador, que tradicionalmente son afectados por estos eventos, sino también a otros asentamientos con mayores recursos económicos.

Entre los días 7 y 8 de Noviembre de 2009, la tormenta tropical Ida causo deslaves e inundaciones en la franja central del país, en especial en el departamento de San Vicente, donde se registraron 355 milímetros de lluvia sólo entre la noche del sábado y la madrugada del domingo, que provocaron una avalancha de piedras, que arrasó con el municipio de Verapaz, otros departamentos que fueron afectados fueron, La Paz, La Libertad, Cuscatlán y San Salvador, que dejó un saldo de 130 personas fallecidas, 13,680 personas refugiadas en 118 albergues instalados, 1835, viviendas afectadas, 209, viviendas destruidas, 18 puentes caídos, 108 deslizamientos, 13 grandes inundaciones, 12 desbordamientos de ríos.

Un estudio realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) por medio de la Dirección General del Servicio Nacional de Estudios

Territoriales (SNET) con el apoyo técnico y financiero de el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) presentaron el documento titulado "Recopilación Histórica de los Desastres en El Salvador 1900-2005", el cual compila a grandes rasgos desastres desatados de eventos naturales y antrópicas. Que han causado algún nivel de impacto en El Salvador.

Tabla 2.1 Cronología de eventos representativos, en la historia nacional

PERIODO	EVENTOS MÁS REPRESENTATIVOS DE ESTE PERÍODO
1900-1910	Epidemias, inundaciones, vendavales, marejadas, tsunami, erupciones volcánicas, sequías, sismos, deslizamientos, plagas y avenidas.
1910-1920	Deslizamientos de tierra, las epidemias, las inundaciones, los sismos, las erupciones volcánicas, los aluviones, los vendavales, las tormentas eléctricas, un tsunami, los hundimientos, las plagas, las avenidas, entre otros.
1920-1930	Las erupciones, las inundaciones, los deslizamientos, las epidemias, los sismos, los aluviones, los vendavales, las tormentas eléctricas, los hundimientos, las plagas, las avenidas, entre otros.
1930-1940	Las tormentas eléctricas fuertes, las inundaciones, las erupciones volcánicas, los deslizamientos, las epidemias, los sismos, los aluviones, los vendavales, los hundimientos, las plagas, las avenidas, entre otros.
1940-1950	Las epidemias, los incendios pajizos y los forestales e inundaciones.
1950-1960	La Tuberculosis, la tifoidea, poliomieltis, el colerín, la influenza, el sarampión, la tos ferina, deslizamientos, inundaciones, eléctricas tormentas y plagas.
1960-1970	Los terremotos, las inundaciones, los deslizamientos, los vendavales y otros eventos desencadenados por las lluvias, hicieron estragos en las épocas lluviosas.
1970-1980	Los terremotos, las inundaciones, los deslizamientos, los vendavales y otros eventos desencadenados por las lluvias, hicieron estragos en las épocas lluviosas.
1980-1990	Las lluvias, las inundaciones, los deslizamientos, las epidemias, los sismos, los aluviones, los vendavales, las tormentas eléctricas, los hundimientos, las plagas, las avenidas, conflicto armado entre otros.
1990-2000	Los huracanes, las inundaciones, los deslizamientos, las epidemias
2000-2005	Deforestación, Terremotos, Inundaciones, Erupciones, Sequias, Epidemias.

Fuente: "Recopilación Histórica de los Desastres en El Salvador 1900-2005"

2.2 Marco Normativo

En particular El Salvador, durante la última década, ha sufrido con mayor frecuencia y severidad los impactos de múltiples fenómenos constituidos en amenazas de origen

socionatural y antrópica por el alto nivel de vulnerabilidad global que fácilmente ha culminado en desastres.

Es importante señalar que la generación de riesgos y el alto grado de deterioro ambiental es asumida por diferentes actores sociales nacionales en direcciones diversas, obviando casi siempre la interrelación e interdependencia que entre ambas variables existe.

El abordaje del presente estudio desde el marco legal o normativo, responde a las particularidades propias de la gestión de riesgos en El Salvador; proceso que no ha sido fácil de implementar debido a la orientación y forma de aplicación de las políticas públicas vinculantes al tema.

La Constitución de El Salvador no establece ninguna disposición relacionada específicamente con los desastres, salvo la suspensión de ciertos derechos o garantías en caso de "catástrofe, epidemia u otra calamidad general", en su artículo 29. Existen, eso sí, una serie de principios y derechos a partir de los cuales el legislador y la administración pública pueden regular esta situación. Entre ellos, el artículo 2 de la Constitución reconoce el derecho a la vida y a la integridad física y su necesaria defensa. Los efectos de los desastres inciden en la vida de las personas directa o indirectamente. En caso de *catástrofe, epidemia u otra calamidad general*, como se mencionó anteriormente, procede la suspensión de ciertos derechos o garantías.

La salud pública, la seguridad y la pronta respuesta ante una situación de desastre un derecho de todo ser humano por lo que el estado está obligado en proteger y salvaguardar la integridad de los habitantes del país.

Tal como versa el artículo 65 de sección IV SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL de la constitución de la república

“La salud de los habitantes de la República constituye un bien público. El estado y las personas están obligados a velar por su conservación y restablecimiento. El estado determinara la política de salud y controlara y supervisara su aplicación.”

Para manejar el sector de protección civil ante emergencias por desastre y el manejo de los problemas sanitarios por la emergencia, se han emitido algunas Leyes, Reglamentos, Decretos y Normas.

Dentro del marco regulatorio vigente en nuestro medio tenemos:

La ley de protección civil, prevención y mitigación de desastres y su reglamento

Cuya función principal es tal como lo describe el Art. 1 *“La presente Ley tiene como objeto prevenir, mitigar y atender en forma efectiva los desastres naturales y antrópicos en el país y además desplegar en su eventualidad, el servicio público de protección civil, el cual debe caracterizarse por su generalidad, obligatoriedad, continuidad y regularidad, para garantizar la vida e integridad física de las personas, así como la seguridad de los bienes privados y públicos”*.

Además el Art. 4 hace referencia a los conceptos operativos ante una emergencia, los objetivos de sistema de protección esta referenciado en el Art. 6, el Art. 20 y 21 se hace referencia al plan de protección civil, prevención y mitigación de desastre, así como los encargados de elaborar dichos planes y el contenido del plan y el Art. 27 que hace referencias a las fases del estado emergencia.

Se citaron estos artículos de la ley de protección civil, porque es donde esta rige la planificación del plan de manejo ante una situación de desastre.

Para los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, saneamiento rural y el manejo de los desechos sólidos estos están regidos por la siguiente normativa:

1. Ley de Medio Ambiente.
2. DECRETO No. 17 Reglamento general de la ley del medio ambiente
3. DECRETO No. 39. Reglamento especial de aguas residuales
4. DECRETO No. 41. Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos
5. DECRETO No. 42 Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos

6. Norma Técnica para el Manejo de los Desechos Bioinfecciosos
7. Norma técnica de ANDA
8. Norma técnica para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas secas sin arrastre de agua.
9. Norma CONACYT, para la potabilización del agua
10. Norma CONACYT, para la descarga de aguas residuales
11. Normas American Water Works Association
12. Norma ACI - 350
13. Normas y protocolos de la OMS

Ya que estas son aplicables a la respuesta a los problemas sanitarios generados en una situación de desastre.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Definición de Ingeniería Sanitaria

La ingeniería sanitaria es la rama de la Ingeniería dedicada básicamente al saneamiento de los ámbitos en que se desarrolla la actividad humana. Se vale para ello de los conocimientos que se imparten en disciplinas como la Hidráulica, la Ingeniería Química, la Biología (particularmente la Microbiología) la Física, la Mecánica, Electromecánica y otras.”

2.3.2 Sistemas de abastecimiento de agua potable

Dependiendo de la ubicación de la fuente de agua disponible y de su calidad, los sistemas pueden tener las siguientes configuraciones:

1. **Sistemas de abastecimiento de agua por gravedad:** Son aquellos que aprovechan las diferencias naturales de nivel entre la fuente de abastecimiento y la población para distribuir el agua hasta las conexiones domiciliarias y/o

piletas públicas. El tipo de fuente y la calidad del agua definen si requiere tratamiento.

2. **Sistemas de abastecimiento de agua por bombeo:** Debido a la ubicación de la fuente, requieren de energía mecánica o eléctrica para elevar el agua hasta un reservorio y dar presión a la red.

2.4 Sistemas de alcantarillado y disposición de excretas.

Dependiendo del tamaño de la población, la distribución de las viviendas dentro de la localidad y los recursos con los que cuenta la comunidad, estos pueden ser:

1. **Sistemas de alcantarillado:** Constituido por una red de tuberías colectoras enterradas y buzones ubicados en las calles de la localidad a las cuales descargan las conexiones domiciliarias de desagüe de cada de las viviendas. Este sistema se encarga de llevar los desagües hasta un punto distante a la comunidad para su tratamiento o disposición final.
2. **Lagunas (pozas) de tratamiento de aguas residuales:** Para reducir el grado de contaminación en el medio ambiente, existen lagunas o pozas para que los desagües sean tratados antes de ser evacuados en algún cuerpo de agua (ríos, quebradas, lagos).
3. **Letrinas:** Es una opción para la disposición de las excretas *in situ* es decir en el mismo lugar donde se generan. Existen varios tipos de letrina: de hoyo seco, ventilado, de arrastre hidráulico, aboneras, etc. En todas ellas se cuenta con: *caseta, losa (puede incluir aparato sanitario), brocal y cámara u hoyo.*

2.5 Manejo de Residuos Sólidos

El manejo de los residuos sólidos es la gestión de recolección, el transporte, tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales de desecho.

1. Sistemas de recolección

La fase de recolección y transporte se relaciona con la limpieza pública en general. Según sea su manipulación puede afectar o no a la población desde el punto de vista estético y principalmente de salud, cuando no existe la periodicidad adecuada en su transporte.

Los métodos de recolección y transporte pueden ser:

- Convencional (recolección directa)
- Con contenedores fijos y sitio de transferencia
- Con camiones livianos satélite y transporte pesado
- Con contenedores fijos sin sitio de transferencia

2. Tratamiento

Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión.

3. Reciclaje

Proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.

4. Compostaje

Proceso de manejo de desechos sólidos, por medio del cual los desechos orgánicos son biológicamente descompuestos, bajo condiciones controladas, hasta el punto en que el producto final puede ser manejado, embodegado y aplicado al suelo, sin que afecte negativamente el medio ambiente.

5. Relleno Sanitario

Es el sitio que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan,

compactan y cubren con tierra, diariamente los desechos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos percolados.

2.6 Saneamiento Ambiental

El saneamiento ambiental básico es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales y excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana y rural.

El saneamiento del medio ambiente incluye los siguientes aspectos: proteger la calidad del agua; eliminación de excrementos humanos, aguas residuales y basuras; lucha contra los insectos y los roedores; manipulación de alimentos con las debidas garantías de higiene y el sistema de desagüe del emplazamiento. Todos estos servicios así como la prestación de cuidados sanitarios están estrechamente interrelacionados y deben considerarse como un todo.

2.7 Tipos de amenazas

De acuerdo a su origen, las amenazas pueden ser de dos tipos:

- a) Las que provienen de sucesos naturales, es decir, las procedentes de fenómenos físicos originados por la naturaleza y sus elementos.
- b) Las provocadas por la actividad humana.

Esta clasificación tiene algunas dificultades al tratar de aplicarla en toda su extensión, ya que en muchas ocasiones se encuentra una interacción entre los fenómenos naturales y la acción humana. Por ejemplo, un deslizamiento puede ser provocado por la erosión, por fallas en la canalización de aguas, por asentamientos en zonas inestables, etc.

Otro criterio para la clasificación de las amenazas es tomando como referencia su forma de aparición:

a) Comienzo súbito o repentino, como el caso de los terremotos.

b) Comienzo lento, como las sequías.

Los diferentes tipos de amenazas se plantean como eventos que pueden tener efectos adversos y que, potencialmente, pueden convertirse en emergencia o llegar al extremo de desastre; sin embargo, es común encontrarse las clasificaciones descritas anteriormente aplicadas a los desastres

2.8 Características de las amenazas

A manera de resumen, se presentan seguidamente algunas amenazas de origen natural.

2.8.1 Terremotos

Los movimientos de la corteza terrestre, principal origen de los terremotos, generan deformaciones en las rocas del interior de la tierra y acumulan energía que es liberada súbitamente en forma de ondas que sacuden la superficie.

Representan una de las más serias amenazas, debido a su gran potencial destructivo, su amplia zona de afectación y, además, a la imposibilidad de poder pronosticar su aparición.

Los principales efectos de un terremoto, dependiendo de su magnitud, son:

- Fallas en rocas y en el subsuelo.
- Hundimientos de la superficie del terreno.
- Derrumbes, deslizamientos de tierra y avalanchas de lodo.
- Licuación o licuefacción.

Los terremotos son calificados por su magnitud y por su intensidad. La magnitud sísmica se refiere a la energía liberada, que suele medirse por la escala logarítmica de Richter (Ms.) La intensidad de los sismos se mide según el grado de destrucción que produce y se utiliza, normalmente, la escala modificada de Mercalli, que va de I (intensidad detectadas por instrumentos muy sensibles) hasta XII (daño total).

La importancia y características de los daños están relacionadas con la magnitud del terremoto y la extensión geográfica, el diseño antisísmico de las obras y su calidad constructiva, así como con la calidad del terreno donde se sitúan las obras.

Un sismo tiene una magnitud determinada, pero tiene varias intensidades dependiendo de la ubicación con respecto al epicentro, las características propias de la geomorfología del lugar, así como de los materiales empleados en la infraestructura.

2.8.2 Erupciones volcánicas

Las erupciones son el paso de material (magma), cenizas y gases del interior de la tierra a la superficie. El volumen y magnitud de la erupción variará dependiendo de la cantidad de gas, viscosidad del magma y la permeabilidad de los ductos y chimeneas. La frecuencia de estos fenómenos es muy variable, ya que algunos volcanes tienen erupciones continuas mientras que en otros transcurren miles de años de intervalo.

Existen dos clases de erupciones que originan las amenazas volcánicas:

- **Erupciones explosivas:** se producen por la rápida disolución y expansión del gas que desprenden las rocas fundidas cuando éstas se aproximan a la superficie.
- **Erupciones efusivas:** el flujo de materiales, y no las explosiones en sí, constituyen la mayor amenaza. Los flujos varían en naturaleza (fango, ceniza o lava) y cantidad.

Una erupción volcánica es susceptible de generar diferentes desastres, ligados entre sí, que pueden provocar consecuencias mayores que las mismas erupciones.

Entre éstos podemos mencionar:

- Efectos sísmicos provocados por acción volcánica.
- Inundaciones y deslizamientos de nieve, tierra o lodo, producidos por el calentamiento del terreno y por las vibraciones locales.

- La erupción propiamente, que puede tener cenizas, polvo o gases, rocas o piedras y lava.

2.8.3 Deslizamientos

Los deslizamientos se producen como resultado de cambios súbitos o graduales en la composición, estructura, hidrología o vegetación, en un terreno en declive o pendiente.

En muchos casos están íntimamente ligados a amenazas primarias, como el caso de un terremoto, o por saturación de aguas producto de un huracán o lluvias intensas. Así mismo, en zonas urbanas se asocian a la acción del hombre, como por ejemplo la dotación del servicio de agua potable en comunidades ubicadas en zonas de pendientes y suelos inestables, que puede provocar un deslizamiento como consecuencia del exceso de humedad debido a fugas en los sistemas. El caso es crítico cuando se suministra agua potable sin dotar, al mismo tiempo, de los respectivos servicios de alcantarillado.

La magnitud del impacto de los deslizamientos depende del volumen de masa en movimiento y su velocidad, así como de la extensión de la zona inestable y de la disgregación de la masa en movimiento.

Los deslizamientos van acompañados generalmente por signos precursores, tales como grietas y ondulaciones del terreno.

Las afectaciones más comunes se presentan en:

- Carreteras con cortes del terreno y zonas de alta pendiente.
- Alteración en el flujo normal de las corrientes de agua superficial (ríos y quebradas), presentándose represamientos (acumulación de agua) que en una ruptura abrupta pueden provocar el desplazamiento de grandes volúmenes de agua o lodo.
- Hundimientos y desplazamientos de terrenos, con afectaciones a estructuras como viviendas, escuelas, carreteras, etc.

2.8.4 Huracanes

Según sea la velocidad del viento, estos fenómenos naturales se denominan depresiones tropicales (hasta 63 km/h y acompañado por cambios de presión atmosférica), tormentas tropicales (cuando el viento es de 64 a 119 km/h y acompañado de aguaceros intensos) o huracanes (cuando el viento alcanza una velocidad superior a 120 km/h y va acompañado por fuertes lluvias e importantes diferencias de presión atmosférica).

El huracán se origina al interactuar el aire caliente y húmedo que viene del océano con el aire frío; estas corrientes giran y se trasladan a una velocidad entre 10 y 50 km/h con una trayectoria totalmente errática. Sin embargo, actualmente se manejan algunos modelos que permiten definir una posible trayectoria, que da una idea básica y que se va ajustando conforme avanza el evento.

Los huracanes pueden provocar daños en:

- Líneas de tendido eléctrico, incluso la falla de postes y torres de alta tensión, como consecuencia de los fuertes vientos ligados a los mismos.
- Infraestructura aledaña a cursos de agua.
- Daños en viviendas por efecto de los fuertes vientos, sobre todo en zonas costeras.
- Incremento en la precipitación, que puede dar lugar a inundaciones totales en ciudades.

2.8.5 Inundaciones

Las inundaciones se presentan como resultado de lluvia excesiva o del crecimiento anormal del nivel del mar, así como por la rotura de presas y diques.

Cada vez es más frecuente observar inundaciones ocasionadas por la intervención del hombre, como consecuencia de la degradación del medio ambiente, la deforestación y el

inadecuado uso de la tierra. Por otra parte, existen inundaciones propias de las condiciones de las cuencas debido a su geomorfología, climatología, etc.

La magnitud de los efectos que podemos encontrar producidos por las inundaciones está relacionada con el nivel que alcanzan las aguas, su velocidad y el área geográfica que cubra. Otros factores de importancia son la calidad del diseño de las obras y la calidad del terreno donde éstas se ubican.

Los daños que habitualmente originan las inundaciones son:

- Afectación de viviendas situadas en las proximidades del cauce de los ríos.
- Inundaciones de áreas, que pueden llegar a ser ciudades o poblaciones completas, construidas en zonas de baja pendiente, con la alteración de la actividad económica y de servicios.
- Zonas anegadas, con baja pendiente, en las que normalmente se prolonga la situación al generarse áreas propicias para vectores transmisores de enfermedades.

2.8.6 Sequías

Son períodos secos prolongados en ciclos climáticos naturales, originados por un conjunto complejo de elementos hidrometeorológicos que actúan en el suelo y en la atmósfera.

La sequía no se inicia necesariamente cuando deja de llover, puesto que en ese caso podría disponerse de agua almacenada en presas o en el subsuelo para mantener el balance hídrico durante algún tiempo.

En general, entre los efectos de la sequía se pueden citar:

- Disminución de la lluvia, con la consiguiente reducción de aguas superficiales en los cursos y el riesgo de pérdidas para la agricultura y ganadería que esto conlleva.
- Alteración de la fauna en las zonas influidas por los cursos de agua afectados.

- Alteraciones en el nivel de vida de poblaciones, consecuencia del perjuicio sufrido en su actividad económica.

2.8.7 Epidemias

Después de un evento o desastres, las condiciones de salubridad del medio, así como las condiciones del hábitat, provocan alteraciones directas e indirectas sobre la salud de la población, durante el evento pueden existir heridos, traumatizados o similares, es decir, pacientes con enfermedades agudas y urgentes. La aparición de enfermedades.

Muchas de estas enfermedades son consecuencia de elementos del medio ambiente y de los sistemas habilitados para la población afectada, por lo que su solución no depende exclusivamente del sector salud; la coordinación intersectorial es de vital importancia en el manejo de la situación, tanto en el intercambio de la información como en la definición de prioridades.

Tabla 2.2 Impactos de fenómenos naturales en sistemas de saneamiento

FENÓMENO	EFECTOS EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
TERREMOTOS	Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución. Roturas de tuberías de conducción y distribución Modificación de la calidad del agua cruda debido a deslizamientos. Variación del caudal de las captaciones subterráneas y superficiales Cambio de sitio de salida de aguas de manantiales y/o cambio de Daños totales o parciales en letrinas y fosas sépticas
ERUPCIONES VOLCÁNICAS	Destrucción total de las instalaciones. Obstrucción por las cenizas en obras de captación. Modificación de la calidad del agua Contaminación de fuentes de agua
DESLIZAMIENTOS	Cambios en las características físico/químicas del agua cruda que dificultan su tratamiento. Destrucción total o parcial de todas las obras Contaminación del agua Taponamiento de los sistemas de alcantarillado por acumulación de lodo y piedras.
HURACANES	Daños parciales o totales en las instalaciones de agua Roturas de tuberías debido a torrentes en pasos expuestos, tales como ríos y quebradas. Roturas y desacoples de tuberías en el sistema de alcantarillado Daños en sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Daños totales o parciales en letrinas y fosas sépticas
INUNDACIONES	Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos y quebradas. Daños en estaciones de bombeo cercanas a cauces. Rotura de tuberías expuestas en pasos de ríos y quebradas. Contaminación del agua y pozos. Daños totales o parciales en letrinas y fosas sépticas
SEQUÍAS	Pérdida o disminución de caudal de agua superficial o subterránea. Disminución de los niveles de agua en las zonas de captación. Necesidad de suministro de agua mediante camiones cisterna, con la consiguiente pérdida de calidad y aumento de costos. Acumulación de materia sólida en los sistemas de alcantarillado.

Fuente: Elaboración propia

2.9 Definición de Riesgo

Es la probabilidad de que se presente un daño sobre un elemento o componente determinado, el cual tiene una vulnerabilidad intrínseca, a raíz de la presencia de un evento peligroso, con una intensidad específica.

2.10 Definición de Vulnerabilidad

Es el factor de riesgo interno que tiene una población, infraestructura o sistema que está expuesto a una amenaza y corresponde a su disposición intrínseca de ser afectado o

susceptible de sufrir daños. La probabilidad de que se produzcan daños sobre un sistema por la acción de un fenómeno natural o antrópico será mayor cuanto más sea su intensidad y la vulnerabilidad del mismo, y viceversa.

2.11 Definiciones de Desastres

Situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento de la comunidad; representadas de forma diversa y diferenciada por, entre otras cosas, la pérdida de vida y salud de la población; la destrucción, pérdida o inutilización total o parcial de bienes de la colectividad y de los individuos así como daños severos en el ambiente, requiriendo de una respuesta inmediata de las autoridades y de la población para atender los afectados y restablecer umbrales aceptables de bienestar y oportunidades de vida.

- **Tipo y Clasificación de Desastres**

Los desastres surgen de la interacción y coincidencia en un tiempo y espacio dados, de un fenómeno natural potencialmente destructivo (peligro) y condiciones de vulnerabilidad dentro de las comunidades y entornos en los cuales impacta el fenómeno.

No son sólo los eventos naturales, la causa de los desastres, lo son también el medio social, político, y económico (diferente del medio ambiente natural), que estructuran de manera diferente la vida de los distintos grupos de personas.

Muchos desastres son una combinación muy compleja de amenazas naturales y acción humana. En los desastres naturales claramente está implicado un fenómeno natural que de alguna manera causa y explica directamente los daños a la vida y propiedad, sin embargo el origen político, social y económico del desastre sigue siendo causa fundamental, de esto podemos afirmar pues que existe una clasificación de estos fenómenos de acuerdo a su origen.

Tabla 2.3 Clasificación de desastres de acuerdo a su tipo específico.

FENÓMENOS NATURALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS.	
ATMOSFERICOS	Granizo, Huracanes, Tornados, Tormentas tropicales, ciclones, tifones, sequías.
VOLCANICOS	cenizas lapilli, gases, flujos de lava, corrientes de fango, proyectiles y explosiones laterales, flujo piroclásticos
SISMICOS	Fallas, temblores, dispersiones laterales, licuefacciones, tsunami, terremotos, avalanchas de ripio, suelos explosivos, deslizamientos de rocas o suelo, deslizamientos submarinos, hundimientos de tierra.
HIDROLOGICOS	Inundación costera, desertificación, salinización, sequía, erosión, sedimentación, desbordamiento de ríos, olas ciclónicas

2.12 Ciclo de los desastres

El ciclo de los desastres incluye diferentes etapas que se abordarán más adelante.

Sin embargo, para facilitar la comprensión, pueden resumirse en tres fases o períodos:

- **Antes**, cuando se tiene un período de calma o alerta, según el evento adverso que se esté analizando.
- **Durante**, etapa que puede durar lapsos de tiempo muy cortos o muy prolongados, en función de las características de impacto del fenómeno.
- **Después**, período en el cual se realizan actividades para recuperarse de las consecuencias del desastre, que pueden ser a corto, medio o largo plazo.

Debido a que es difícil identificar el inicio y el fin de cada una de estas fases, es preferible hablar de las diferentes etapas del ciclo de los desastres, etapas que se presentan en la siguiente figura:

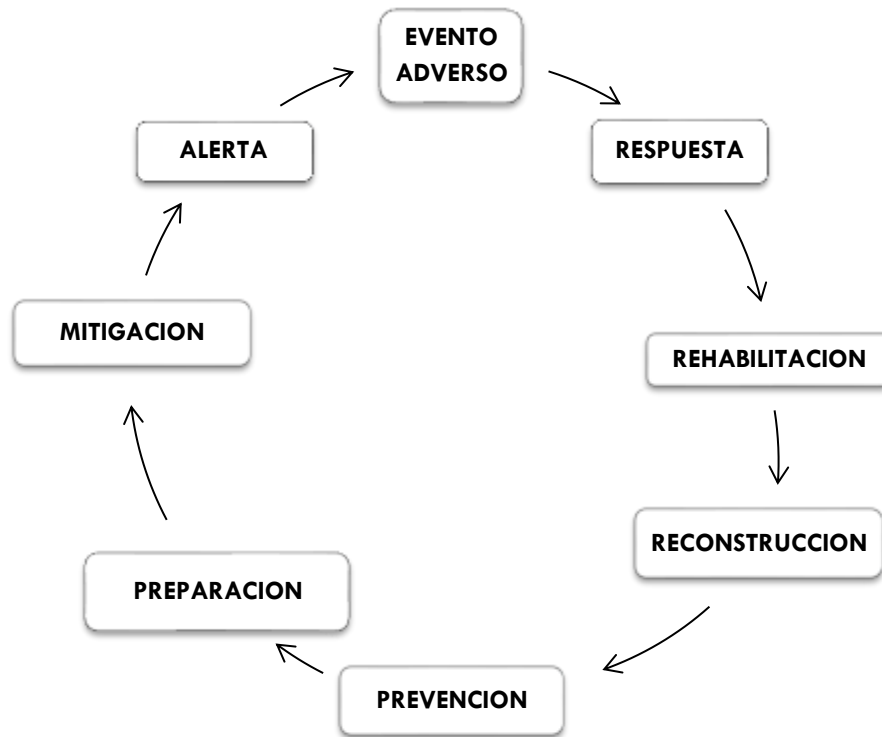


Figura 2.1 Ciclo de los desastres y su respuesta.

En el proceso de planificación para situaciones de emergencia y desastre, el período anterior al impacto de un evento adverso es el más importante. Es en este momento cuando se puede prever el comportamiento de los componentes físicos de los sistemas de agua potable y saneamiento.

Básicamente comprende tres etapas:

- Prevención
- Mitigación
- Preparación

Una vez ocurrido el desastre se inician las actividades de respuesta, que comprenden búsqueda, rescate, socorro y asistencia a personas. Las empresas administradoras de los servicios de agua y saneamiento deben responder de forma ágil - según lo diseñado en el plan de emergencia- así como tratar de mantener la mayor cantidad de agua en los

tanques de almacenamiento, hasta tanto se sepa con seguridad la situación real de los sistemas.

Las etapas a desarrollar después de ocurrido el desastre son las siguientes:

- Respuesta
- Rehabilitación
- Reconstrucción

Las acciones de rehabilitación en los sistemas de agua y saneamiento son de vital importancia, ya que al restablecer estos servicios en el menor tiempo posible se puede garantizar, en buena medida, la salud de la población.

2.13 Vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua

Esta sección describe los componentes del sistema de agua, su vulnerabilidad frente a los sismos y las medidas de mitigación.

Se divide en cuatro secciones:

- Fuentes
- Plantas de tratamiento y estaciones de bombeo
- Tuberías
- Tanques de almacenamiento y reservorios.

Estas cuatro secciones se dividen a su vez en tipos de componentes del sistema dentro de su grupo respectivo. Se describe cada componente del sistema, incluido los daños sísmicos y las alternativas de mitigación.

2.13.1 Fuentes

Los impactos de los fenómenos naturales sobre las fuentes de abastecimiento de agua suelen repetirse en similares condiciones y presentan características comunes que pueden ser agrupadas en patrones de daño. Estos daños dependen del componente afectado, la naturaleza de los fenómenos naturales y las vulnerabilidades de las fuentes. Tomando en cuenta estas características se pueden tomar medidas para reducir la vulnerabilidad y favorecer la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento.

Los sismos pueden influir en el caudal y el punto de afloramiento de los manantiales; además, variar el caudal de los pozos y aumentar su salinidad cuando se encuentran en zonas cercanas a la costa. El incremento de lluvias, generalmente las de gran magnitud producidas por huracanes aumenta el agua que se infiltra y también la cantidad de agua en los manantiales, sobre todo cuando las zonas de recarga son muy cercanas; debido a ello, el afloramiento puede desviarse o modificarse. Las cenizas y otros materiales volcánicos pueden alterar la calidad de la fuente y aparecer contaminantes en el agua subterránea o en unidades de almacenamiento.

2.13.2 Represas y bocatomas

La recolección del agua aflorada en los manantiales se realiza comúnmente a través de cajas de captación de represas o bocatomas, ubicadas sobre el punto donde se aprecia el afloramiento. En algunos casos, una mala ubicación de esta unidad aumenta la vulnerabilidad del sistema porque la dirección del flujo de agua y el punto de afloramiento son susceptibles de modificarse debido al impacto de un fenómeno natural.

Estas estructuras son vulnerable a:

- Reducción del caudal recolectado en la caja de captación.
- Aparición de filtraciones alrededor de la unidad, lo que puede debilitar la resistencia del terreno, producir deslizamientos y afectar la estructura.
- Restricción de continuidad y cobertura, debido a la reducción del caudal captado.
- En los casos más severos, la unidad de captación puede quedar fuera de funcionamiento, debido al cambio permanente del punto de afloramiento.
- Otros daños que se reportan en estas unidades:
- Azolve de la unidad, ingreso de sólidos y deterioro de la estructura hasta llegar al colapso.
- Daños estructurales, fisuras, filtraciones y pérdida de agua a través de paredes y base.

2.13.3 Pozos

Generalmente los pozos son vulnerables a las inundaciones, producto de lluvias intensas, desbordes, huracanes y otros.

Los deslizamientos de lodo (*huaycos*, aludes) también pueden causar el ingreso de lodo en los pozos.

Cuando los fenómenos mencionados suceden, el nivel de la «boca del pozo» que se encuentra por debajo del nivel máximo de inundación (NMI), lo que permite el ingreso del agua.

En los pozos someros, el ingreso de agua y lodo contaminan el interior, debido a que éstos no se encuentran protegidos (carecen de tapa sanitaria, brocal y sello sanitario, y el agua se extrae con elementos artesanales). A consecuencia de las inundaciones, el terreno alrededor del pozo se humedece, se satura de agua y pierde resistencia; provocando el derrumbe de las paredes y el colapso de la estructura.

Contaminación del agua dentro del pozo y de todo el componente; posible propagación de enfermedades.

Daño en la estructura por el desmoronamiento de las paredes que, en especial en los pozos someros, carecen de refuerzos estructurales. En algunos casos, los daños son de tal magnitud que no es viable la recuperación del pozo, lo que obliga a la construcción de una nueva unidad.

2.13.4 Plantas de tratamiento y estaciones de bombeo

Las estructuras de las plantas de tratamiento y las estaciones de bombeo, los canales y los conductos grandes de las plantas de tratamiento de agua son vulnerables al asentamiento diferencial, al incremento de las presiones laterales del suelo y a la flotación. Los deslizamientos también pueden ser un problema en algunos sitios.

El asentamiento diferencial tiene mayor probabilidad de ocurrir cuando se construye una estructura sobre suelos sujetos a la densificación o sobre suelos o cimientos variables a lo largo de la estructura. Los diferentes grosores del relleno de soporte o los diversos tipos

de cimientos que atraviesan una estructura incrementan el riesgo del asentamiento diferencial en un sismo o una inundación.

La erosión de taludes puede afectar las estructuras emplazadas en zonas de ladera con fuerte pendiente, donde la formación de cárcavas debilita la resistencia del terreno y compromete la estabilidad de la unidad o unidades.

- Asentamiento de la unidad, daños en las válvulas y accesorios de ingreso.
- Fracturas y fisuras en las paredes de la unidad, que pueden causar filtraciones, humedecimiento del terreno y saturación del mismo.
- Posibilidad de colapso de la estructura y, dependiendo de la pendiente y ubicación del componente, probabilidad de un deslizamiento de mayor magnitud.

2.13.5 Tanques de almacenamiento y reservorios

Generalmente, los tanques de almacenamiento y los reservorios de un sistema promedio satisfacen la demanda de agua de uno a tres días. Esta capacidad de almacenamiento cubre los requerimientos de caudales para la demanda diurna y para los sistemas contra incendios.

Estas estructuras son vulnerables a que ocurran terremotos, deslizamientos, inundaciones, huracanes o amenazas antrópicas, lo cual puede provocar fallas en estos elementos y daños considerables que pueden poner en peligro los sistemas de abastecimiento de agua, tales como:

- Asentamiento de la unidad, daños en las válvulas y accesorios de ingreso.
- Fracturas y fisuras en las paredes de la unidad, que pueden causar filtraciones, humedecimiento del terreno y saturación del mismo.
- Posibilidad de colapso de la estructura y, dependiendo de la pendiente y ubicación del componente, probabilidad de un deslizamiento de mayor magnitud, generado por los sismos, inundaciones o lluvias de gran intensidad.

2.13.6 Sistema de Tubería.

Históricamente, el daño a las tuberías durante los sismos, inundaciones, erupciones volcánicas, deslizamiento y huracanes a menudo ha afectado todo el sistema de abastecimiento de agua.

Las roturas de tuberías causan la pérdida rápida de agua y producen el vaciado del reservorio. Cuando el servicio público de energía está fuera de servicio, los reservorios no se pueden volver a llenar y el sistema puede quedarse sin agua por varios días.

Los mecanismos de las fallas que afectan a las tuberías pueden incluir la propagación de ondas, la deformación permanente del suelo y la ruptura por fallas.

Las tasas de fallas de las tuberías en áreas donde no se produce el impacto del desastre es decir, pequeños deslizamientos, grietas y terreno húmedo equivalen aproximadamente a la propagación de fallas de las tuberías en áreas donde el daño, o colapso total, los tipos de fallas más comunes provocados por eventos naturales son los siguientes:

- Falla en el cuerpo del tubo
- Falla en una pieza de unión
- Falla en una Te
- Desconexión de una Te
- Compresión telescópica de la junta
- Extracción por tensión en la junta

Este tipo de fallas también se da en los sistemas de alcantarillado sanitario.

2.14 Vulnerabilidad de los sistemas de alcantarillados y disposición de excretas.

2.14.1 Tubería de la Red

Al igual que los sistemas de abastecimiento de agua, los de saneamiento (alcantarillado, plantas de tratamiento) y disposición de excretas (in situ secas, in situ húmedas) también pueden afectarse por la ocurrencia de un desastre natural. Sin embargo, además del impacto por la reducción y suspensión de estos servicios, éstos tienen el riesgo adicional de convertirse en focos de infección y transmisión de enfermedades de origen hídrico.

La obstrucción de un tramo de la red de alcantarillado afecta también la zona que se encuentra alrededor; interrumpe el servicio y, sobre todo, pueden generarse focos infecciosos por el rebalse del agua residual a través de los buzones y/o pozos de revisión.

Descripción de los daños:

- Obstrucción de las redes de alcantarillado (tuberías y buzones y/o pozos de inspección) y suspensión del servicio.
- Almacenamiento de las aguas residuales dentro del sistema, alrededor de la obstrucción y rebalse a través de buzones.
- Esparcimiento del desagüe, combinado con el agua de inundación, por las calles y posible ingreso a las viviendas o contaminación de estructuras de almacenamiento de agua (pozos o cisternas). Cuando esto sucede existe un gran riesgo para la salud por la transmisión de enfermedades como diarrea, afecciones a la piel, etc. y la aparición de vectores (moscas, ratas, etc.).
- Contaminación por el ingreso de aguas residuales en las redes de distribución de agua.

2.14.2 Pozos o cajas de registro

La red de alcantarillado es vulnerable a los diferentes desastres ya sean estos de origen natural o antrópico, los pozos o cajas de registros, no son la excepción, ya que como componente del sistema de aguas residuales, esta puede sufrir considerables daños tales como:

- Fracturas y fisuras en las paredes de la unidad, que pueden causar filtraciones, humedecimiento del terreno y saturación del mismo.
- El incremento de lluvias, deslizamientos y escurrimiento superficial sobre terreno de baja resistencia, ocasionan asentamientos en los pozos o cajas de registro.
- El escurrimiento de agua alrededor de la estructura, intensifica la erosión y reduce la protección de los pozos o cajas, aumentando la vulnerabilidad, de estos.
- El humedecimiento excesivo de las paredes internas provoca el asentamiento y la pérdida de resistencia de estas, van dando paso a la formación de fisuras y grietas. Los sismos y terremotos, que producen la vibración del terreno, pueden acelerar este proceso.
- Las fallas técnicas como la incorrecta descargas de las tubería de la red en los pozos; el escurrimiento del agua lluvia, así como la escorrentía superficial generan cárcavas en el terreno; la mala cimentación de las unidades, especialmente en aquellas de dimensiones mayores generan el colapso total.

2.14.3 Planta de tratamiento

Una gran parte de los sistemas de tratamiento de aguas residuales son afectados principalmente por las inundaciones, generándose daños que en algunos casos son irreversibles, principalmente en las plantas de tratamiento, la ubicación en zonas bajas o al pie de laderas son propensas a daños por deslizamientos, la obstrucción de los filtros u otros componentes por la expulsión de cenizas en las erupciones volcánicas.

Las estructuras de los tanques, los canales y los conductos grandes de las plantas de tratamiento de agua residual son vulnerables al asentamiento diferencial, al incremento de las presiones laterales del suelo y a la flotación.

Los sismos incrementarán las presiones laterales del terreno sobre las estructuras. La licuefacción puede hacer que las estructuras subterráneas en áreas con gran cantidad de aguas subterráneas floten o se hundan diferencialmente.

Asentamiento del terreno alrededor de la estructura, lo cual sucede por el humedecimiento y socavación debajo de los cimientos de la misma, por ejemplo, luego de una inundación.

2.14.4 Lagunas de estabilización

En sistemas de saneamiento centralizado, las aguas residuales se descargan en plantas de tratamiento, ubicadas en zonas bajas en las afueras de la localidad, lo cual previene la descarga directa en los ríos. Cuando se producen daños en estos componentes, los desagües son descargados directamente en los cuerpos de agua, generando impactos ambientales y efectos en la salud pública.

Daños en lagunas de estabilización debido a lluvias, inundaciones y sismos son:

- Ingreso de lodos y sedimentos en las lagunas, que reducen su capacidad de almacenamiento y la eficiencia del proceso de tratamiento.
- Erosión de los bordes y taludes de las lagunas que ponen en riesgo la estabilidad de la laguna.
- Contaminación de las aguas del río o quebrada al que descargan, dado que el proceso de tratamiento no puede cumplirse por los daños en las lagunas. La contaminación del curso de agua receptor afecta a una población mayor que aquella que ve interrumpida el servicio de saneamiento.
- Proliferación de vectores y enfermedades en la población afectada y otras localidades en la microcuenca.

- Cuando los bordes y taludes de la laguna se encuentran desprotegidos contra la erosión producida por el agua, se generan cárcavas sobre su superficie.
- Inexistencia de un sistema para evacuar el agua de lluvia que escurre en el terreno cercano a la ubicación de la planta.

2.14.5 Letrinas y Fosa y/o Tanque Séptico

Cuando no existe alcantarillado ni sistemas de tratamiento centralizado es común el uso de letrinas y sistemas sépticos en las zonas urbanas, semiurbanas y/o rurales y, por lo general, se ubican cerca de las viviendas. En todos ellos se requieren excavaciones en el terreno para la infiltración del agua residual, por lo que pueden afectarse con facilidad debido a lluvias, inundaciones u otros fenómenos.

Descripción de los daños:

- Inundación del hoyo de las letrinas cuando las lluvias son de gran magnitud o se producen inundaciones en la localidad.
- Cuando se inunda por completo, el contenido de la letrina puede salir del hoyo, contaminando el ambiente y poniendo la salud de la población en peligro.
- Posibilidad de derrumbe del hoyo, sobre todo en zonas arenosas o con suelos de poca resistencia y asentamiento del terreno, lo que afectaría la caseta
- Posibilidad de contaminación de algunas fuentes o sistemas de agua (como pozos someros) por los daños en letrinas. Impacto en letrinas por inundación

Impacto en letrinas o fosa sépticas más comunes en una inundación

1. Daños en la estructura de la caseta.
2. Ingreso de agua de lluvia en el hoyo.
3. Debido a la inundación, el contenido de la letrina puede salir del hoyo
4. Proliferación de vectores.
5. Derrumbe dentro del hoyo y asentamiento del terreno.

2.15 Vulnerabilidad de Manejo de Residuos Sólidos

El manejo de los residuos sólidos ha sido afectado por los distintos tipos de desastres tanto naturales como antrópicos, los cuales generan gran daños a los sistemas de tratamiento.

2.15.1 Sistemas de recolección

Las rutas de recolección se ven sustancialmente afectadas como consecuencia de la destrucción de edificaciones y la acumulación de escombros en las vías de acceso. Cuando el desastre es un sismo, con frecuencia las personas improvisan sus albergues frente a los restos de su vivienda, con el fin de cuidar sus pertenencias, lo que imposibilita el acceso de vehículos o del medio de transporte utilizado en la recolección.

A ello hay que añadir que los vehículos que tradicionalmente se dedican a la recolección se prestan para realizar otras actividades de apoyo tales como la repartición de alimentos y la organización de albergues.

La recolección también es afectada por las inundaciones y los deslizamientos, ya que en la mayoría de ocasiones, las carretas o caminos son obstaculizados, cortados o no se puede transitar sobre ellos, las vías de acceso generalmente son bloqueadas.

2.15.2 Plantas de transferencia

Usualmente, este es el servicio menos afectado debido a que sus instalaciones tienden a ubicarse en las afueras de las zonas urbanas y sus recorridos se hacen sobre las vías principales, las cuales son las primeras en despejarse después de un desastre.

2.15.3 Sistemas de disposición final

Debido a que la mayoría de los sistemas de tratamiento requieren, en condiciones normales, desechos preseleccionados, su uso suele verse afectado como consecuencia de la mezcla de desechos.

El uso de los sitios de disposición final puede verse muy afectado por su inaccesibilidad y por los daños estructurales producidos, después de desastres naturales tanto de tipo

climatológico como de origen geológico, ya que la demanda de uso aumenta y la presión de recibir todo tipo de materiales se incrementa.

También puede ocurrir que estos sitios se utilicen para el depósito o descarga de grandes cantidades de escombros y restos de demolición, lo que acortará notablemente su vida útil.

CAPITULO 3

**MANEJO DE
RESIDUOS SOLIDOS
Y GESTION DE
CADAVERES POST
DESASTRE**

3.1 Tipo de Residuos Generados por Desastre

Un desastre natural, definido como la ocurrencia de un fenómeno natural en un espacio y tiempo limitado que causa trastornos en los patrones normales de vida y ocasiona pérdidas humanas, materiales y económicas, y daños ambientales, es un evento ecológico de tal magnitud que para atender sus efectos es necesaria la intervención externa. Por su naturaleza, los desastres naturales se pueden caracterizar en un rango que va desde los desastres climatológicos (huracanes, tornados, inundaciones, sequías) hasta los geológicos (terremotos, deslizamientos, erupciones volcánicas). El impacto de estos fenómenos sobre los servicios de saneamiento es, por lo general, bastante grave. Los desastres demandan inmediata atención a fin de minimizar los riesgos para la salud de la población, ya de por sí bastante afectada.

Uno de los servicios de saneamiento más afectado es el manejo de los residuos sólidos domésticos (de tipo municipal), los residuos peligrosos, los escombros y los restos de demolición, los lodos, las malezas, las cenizas y otros restos que puedan representar un riesgo para la salud de la población afectada.

En situaciones de emergencia por desastre natural, el manejo de los residuos sólidos y otros desechos es un factor prioritario para la salud de las poblaciones afectadas, junto con el abastecimiento de agua segura, la adecuada disposición de excretas y la higiene alimentaria. Registros epidemiológicos después de ocurrido un desastre natural indican que además de las lesiones por trauma, a veces existe un incremento significativo de infecciones respiratorias y diarreicas, muchas de ellas ocasionadas por los puntos de acumulación de residuos domésticos y material orgánico putrescible, que se convierten en focos de agentes transmisores de enfermedades y del desarrollo de vectores patógenos. La acumulación de lodos, escombros y restos de demolición se convierte en causa principal de las afecciones respiratorias y de la piel, al igual que la presencia de grandes cantidades de cenizas. De igual manera, el manejo inadecuado de residuos potencialmente peligrosos como los residuos infecciosos generados en establecimientos de salud y los químicos tóxicos constituye un factor de riesgo para la salud humana si no se realiza un adecuado almacenamiento, tratamiento y disposición final.

Tomando las medidas adecuadas, se lograrán eliminar focos potenciales de proliferación de vectores transmisores de enfermedades (infecciones gastrointestinales, leptospirosis, dengue y similares), de afecciones respiratorias y de lesiones físicas. Una de las medidas principales será la rápida remoción de la mayor cantidad de residuos. La limpieza de vías no solo restablece el libre tránsito en las rutas de acceso y comunicación sino que también tiene un impacto psicológico positivo en la población. Otro aspecto fundamental será evitar la mezcla de residuos sólidos domésticos con aquellos compuestos por escombros y residuos de demolición o peligrosos, como ocurrió después del terremoto de Hanshin-Awaji, Japón, el 17 de enero de 1995.

3.2 Manejo de Residuos Sólidos

3.2.1 Sistema de manejo de residuos sólidos en condiciones normales

El sistema convencional utilizado para un correcto manejo de los residuos sólidos generados por una población comprende una serie de componentes concatenados entre sí, desde su origen hasta su disposición final.

1. Generación.

Las actividades diarias generan una diversidad de residuos sólidos. En el caso de los residuos domésticos, esta diversidad comprende material desechado, envases o embalajes y restos orgánicos de alimentos. En la tabla 3-1 se presentan indicadores utilizados en la Región Latinoamericana para determinar la generación diaria de residuos sólidos por habitante.

Es importante tomar en cuenta que en América Latina y el Caribe, los residuos sólidos domésticos contienen en promedio 50% de residuos orgánicos y alcanzan hasta 80% en localidades menores, urbano-marginales o rurales. En este punto se aplican las prácticas de minimización (reusó de envases, reciclaje de materiales, segregación) con el fin de reducir la cantidad de residuos generados.

Tabla 3.1 Indicadores de generación diaria de residuos por habitante

Organización	Generación diaria de residuos por habitante (kilogramos)
OPS ^a	0.3 a 0.8
CEPAL ^b	0.5 a 1.2

a. OPS. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington, D. C. 1998, p. 37.

b. CEPAL. Gestión ambientalmente adecuada de residuos sólidos. Chile.1997, p. 19.

También se aplica el término a los residuos sólidos peligrosos, aquellos que por sus características inherentes pueden dañar la salud humana o ambiental y, por lo tanto, deben tener un manejo adecuado. Entre estos, tenemos a los residuos infecciosos provenientes de establecimientos de salud (su generación puede variar de 0.5 a 1.5 kilogramos por cama por día¹) y a aquellos provenientes de actividades productivas con características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables, cuya generación es sumamente variable y depende del tipo de proceso empleado, de la materia prima y de los insumos, entre otros factores.

2. Almacenamiento o acondicionamiento.

Comprende la etapa de acopio temporal, bajo condiciones seguras, de los residuos sólidos en el lugar de generación hasta que son retirados por el servicio de recolección. Existe una amplia variedad de recipientes clasificados en función de su capacidad, como se aprecia a continuación en la Tabla 3.2

¹ Ministerio de Salud del Perú. Dirección General de Salud Ambiental. Diagnóstico situacional del manejo de los residuos sólidos de hospitales administrados por el Ministerio de Salud. Lima: DIGESA, 1995, p. 214.

Tabla 3.2 Volúmenes de recipientes por tamaño

Tamaño del recipiente	Capacidad
Pequeño	Menor de 150 litros
Mediano	De 150 a 7.000 litros
Grande	Mayor de 7 m ³

Fuente: OPS. Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre. Washington, D.C. 2003, p. 6.

La selección depende del tipo y características de los residuos que van a ser recolectados, del tipo de sistema de recolección empleado, de la frecuencia de recolección y del espacio disponible para la ubicación del recipiente. En América Latina y el Caribe no se ha logrado estandarizar el uso de recipientes adecuados y bolsas de plástico, salvo parcialmente en La Habana, Río de Janeiro y Buenos Aires².

Cuando la capacidad técnica lo permite, el sistema de manejo de residuos sólidos incluye una fase de almacenamiento intermedio que presta servicios a un área o localidad determinada y hace uso de contenedores cuya capacidad ha sido definida previamente. Esto optimiza las rutas de recolección, pero demanda vehículos apropiados para la recolección o recambio.

3. Recolección y transporte.

Incluye las actividades propias de la recolección de los residuos sólidos en su sitio de origen de acuerdo con la frecuencia y los horarios preestablecidos, y su traslado hasta el sitio donde deben ser descargados una vez agotada su capacidad. Este sitio puede ser, bien una instalación de procesamiento, tratamiento o transferencia de materiales, bien el relleno sanitario donde se realizará la disposición final. La recolección de los residuos se realiza en promedio cada tres o cuatro días.

La recolección constituye una de las fases más complejas y costosas del manejo de los residuos sólidos y en la mayoría de los casos representa entre 80% y 90% del costo

² OPS. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington, D. C.: OPS, 1998, p. 46.

total del servicio. Con el propósito de optimizar el desempeño, se pueden utilizar diversos tipos de sistemas de recolección de acuerdo con las características de la zona atendida: atención puerta a puerta o centros de acopio con o sin traslado de recipientes.

Los vehículos utilizados para realizar la actividad deben ser apropiados para las características locales. Se pueden utilizar vehículos especialmente diseñados para ello, como los que están dotados de compactación transitoria³, camiones de baranda o de tolva basculante e incluso, para las pequeñas poblaciones y áreas marginales, tractores agrícolas conectados con remolque y carretas de tracción animal, entre otros.

Es importante destacar que los residuos peligrosos siempre deben ser recolectados en forma separada, utilizando vehículos especiales de acuerdo con el tipo de residuo.



Figura 3.1 Recolección de basura. Fuente: archive.laprensa.com.sv

La recolección de los residuos sólidos se complementa con servicios de limpieza de calles y áreas públicas. También existen casos en que el sistema de recolección forma parte de un programa de reciclaje, por lo que los vehículos están acondicionados para la recogida diferenciada de residuos.

³ Existe en el mercado una amplia variedad de equipos, cuya capacidad varía de 4,58 a 38,22 m³, equivalentes a 6,0 y 50,0 yd³, respectivamente.

En América Latina y el Caribe se ha logrado una cobertura de recolección de hasta 89% en las ciudades grandes y de 50% a 70% en las de menor tamaño⁴.

4. Transferencia.

Constituye una fase intermedia entre la recolección y la disposición final de los residuos sólidos. Se puede definir como la operación de trasbordo de los residuos recolectados con vehículos de pequeña capacidad a vehículos de mayor capacidad (hasta 60 m³), los cuales transportarán dichos residuos hasta el punto de disposición final. De este modo, se aumentará la eficiencia del sistema de recolección. Las instalaciones donde se realiza esta operación puede estar dotadas o no de sistemas de compactación y la actividad puede llevarse a cabo directamente o contar con almacenamiento intermedio. En este último caso, se trata de una operación de trasbordo indirecto.

En términos generales, la instalación de estaciones de transferencia se suele justificar en situaciones donde el sitio de disposición final está ubicado a distancias mayores de 20 kilómetros desde el último punto de recolección o el tiempo de viaje es mayor al que representa el 15% de la jornada de trabajo.

5. Aprovechamiento.

Tiene como objetivo la recuperación de materiales, preferiblemente en el sitio de origen, a fin de disminuir el volumen de residuos por manejar y lograr su aprovechamiento económico. Aquí se incluye la separación de materiales que pueden ser utilizados directamente sin cambiar su forma o función básica (reusó) o para ser incorporados a procesos industriales como materia prima y ser transformados en nuevos productos de composición semejante (reciclaje).

Aun cuando son muchas las ventajas que se atribuyen al aprovechamiento, tales como generación de empleo organizado, reducción del volumen de residuos, disminución de las necesidades del equipo recolector, incremento de la vida útil de los rellenos

⁴ OPS. Op. cit., p. 50.

sanitarios, entre otros, se debe garantizar la existencia de un mercado consumidor para los materiales recuperados.

6. Tratamiento.

El procesamiento de los residuos mediante métodos físicos, químicos o biológicos se realiza con el fin de reducir su volumen o características de peligrosidad, entre otros objetivos. Los métodos con mayor perspectiva de aplicación en la Región son el compostaje, la lombricultura y la incineración. La decisión sobre la implantación de alguno de estos sistemas debe ser resultado de un análisis profundo y sistemático que tome en cuenta las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales de la localidad.

Es importante destacar que estas opciones no son soluciones finales ni definitivas. En todos estos procesos se generan residuos que deben ser dispuestos en un relleno sanitario.

7. Disposición final.

Constituye la última etapa operacional del manejo de residuos sólidos y debe realizarse con condiciones seguras, confiables y de largo plazo. El método aplicable prácticamente para todo tipo de residuos es el relleno sanitario, definido como una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo en instalaciones especialmente diseñadas y operadas como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros como para minimizar efectos adversos para el ambiente y para la salud pública. Se puede considerar también como un método de tratamiento, en tanto que el relleno se convierte en un digestor donde se dan cambios físicos, químicos y biológicos.

En la operación de un relleno sanitario se utilizan principios de ingeniería para confinar los residuos en un área definida, que es cubierta diariamente con capas de tierra y compactada para reducir su volumen. Además, se prevé la aplicación de sistemas que permitan controlar los líquidos y los gases producidos por el efecto de la descomposición del material orgánico presente en los residuos. Su éxito radica en

la adecuada selección del sitio, la calidad del diseño de la obra y, por supuesto, de su óptima operación y control.

Si bien en la Región Latinoamericana se ha incrementado progresivamente el uso de rellenos sanitarios, aún existe un gran porcentaje de residuos que son dispuestos inadecuadamente. En un estudio realizado por la OPS en 33 ciudades, se determinó que en 57% de ellas la basura va a parar a rellenos sanitarios y en 29% a rellenos semicontrolados⁵. El 14% restante corresponde a residuos vertidos en botaderos clandestinos y a la disposición en las vías públicas donde no hay recolección. Se debe reconocer, sin embargo, que esto ocurre solo en algunas grandes ciudades que por su tamaño producen desviaciones estadísticas, lo que puede conducir a un optimismo exagerado; la situación en general no es tan positiva.



Figura 3.2 Relleno Sanitario. /SOCINUS SEM, USULUTAN

Para la disposición final de los residuos peligrosos, es común la eliminación en las denominadas "celdas de seguridad" o en sistemas de confinamiento similares bajo tierra.

⁵ OPS. Op. cit., p. 63.

3.2.2 Efectos de los desastres naturales en el sistema de manejo de residuos sólidos

Por lo general, el manejo de los residuos sólidos urbanos en situaciones normales no es tan eficiente como se desea, principalmente en países en vías de desarrollo. Si bien la cobertura de recolección de residuos sólidos puede alcanzar altos niveles en zonas urbanas, la situación es muy distinta en localidades del interior o en las zonas rurales. De manera similar, existe regularmente el problema de la falta de zonas adecuadas para la conveniente disposición final de los residuos.

Es fácil imaginar cómo puede afectar una catástrofe a un sistema que ni siquiera antes era satisfactorio. Los desastres naturales tienden a afectar de distinta manera los sistemas de manejo de residuos sólidos. Las inundaciones pueden poner al descubierto los residuos enterrados y arrastrarlos a los ríos o a otras fuentes de agua potable.

Es probable que ocurra la generación adicional de residuos por malezas (plantas y árboles), escombros, cadáveres y animales muertos, e inclusive la remoción de residuos sólidos de puntos de disposición final existentes. Algunos eventos como las erupciones volcánicas generan en el ambiente gran cantidad de cenizas, que al depositarse requieren un manejo especial.

La catástrofe probablemente interrumpa el sistema normal de recolección de residuos y quizás agregue todavía más cantidad de ellos. Incluso aun cuando exista una rápida respuesta, en ocasiones los vehículos recolectores no podrán llegar hasta los puntos de almacenamiento porque los caminos se encontrarán obstruidos o simplemente por las averías que habrán sufrido las vías de acceso.

Los puntos de disposición final podrían quedar fuera de uso por estar inaccesibles. Asimismo, la existencia de tierras para la disposición final puede ser un problema que se tornará crítico en ambientes insulares.

Ante una situación de desastre, los encargados de las instalaciones del sistema de manejo de residuos sólidos (estaciones de transferencia, plantas de tratamiento, rellenos

sanitarios, etcétera) deben reportar ante el comando de la emergencia la situación de la instalación después del desastre.

Otro aspecto que debemos tomar en cuenta es la generación de residuos en albergues o campamentos, debido a su particular densidad poblacional y a sus deficientes condiciones de saneamiento, y en los establecimientos de salud.

Algunos de estos temas se desarrollan a continuación

- **Generación.** Las características de los desechos cambian como consecuencia de los desastres. De acuerdo con el área geográfica afectada y su ubicación, los efectos en las características de los desechos serán mayores (volumen, composición, etcétera). La ocurrencia de fenómenos como terremotos suele ocasionar el incremento de la cantidad de residuos sólidos; por ejemplo, en la ciudad de Armenia, Colombia, en tiempos normales se recolectaba y disponían 160 toneladas por día; en el primer mes después del terremoto de 1999 se pasó a disponer y recolectar 420 toneladas por día⁶.
- **Almacenamiento.** Los lugares habituales destinados para tal efecto no pueden ser utilizados o resultan inaccesibles como consecuencia de la destrucción o la inseguridad que representan las infraestructuras después del desastre, lo que trae como consecuencia la proliferación de vectores.
- **Recolección.** Las rutas de recolección se ven sustancialmente afectadas como consecuencia de la destrucción de edificaciones y la acumulación de escombros en las vías de acceso. Cuando el desastre es un sismo, con frecuencia las personas improvisan sus albergues frente a los restos de su vivienda, con el fin de cuidar

⁶ Tras el episodio de Armenia, la energía se desconectó durante cinco días y todos los productos de las refrigeradoras caseras e industriales entraron en procesos de descomposición: carne podrida en las viviendas, plazas y supermercados. Para estas contingencias, se deben tomar medidas como mantener los alimentos secándolos al calor y adicionándoles sal, si las condiciones del clima en la localidad afectada así lo permiten. En Armenia también se incrementó la cantidad de residuos por la gran cantidad de ropa y zapatos en mal estado que la población eliminaba, además de los empaques de la ayuda recibida.

sus pertenencias, lo que imposibilita el acceso de vehículos o del medio de transporte utilizado en la recolección. A ello hay que añadir que los vehículos que tradicionalmente se dedican a la recolección se prestan para realizar otras actividades de apoyo tales como la repartición de alimentos y la organización de albergues.

- **Transporte y transferencia.** Usualmente, este es el servicio menos afectado debido a que sus instalaciones tienden a ubicarse en las afueras de las zonas urbanas y sus recorridos se hacen sobre las vías principales, las cuales son las primeras en despejarse después de un desastre
- **Tratamiento.** Debido a que la mayoría de los sistemas de tratamiento requieren, en condiciones normales, desechos preseleccionados, su uso suele verse afectado como consecuencia de la mezcla de desechos.



Figura 3.3 Bloqueo de vías por escombros./ COMURES, 2001

- **Disposición final.** El uso de los sitios de disposición final puede verse muy afectado por su inaccesibilidad y por los daños estructurales producidos, después de desastres naturales tanto de tipo climatológico como de origen geológico, ya

que la demanda de uso aumenta y la presión de recibir todo tipo de materiales se incrementa. También puede ocurrir que estos sitios se utilicen para el depósito o descarga de grandes cantidades de escombros y restos de demolición, lo que acortará ostensiblemente su vida útil. En el caso de Armenia⁷, los escombros del terremoto fueron llevados al relleno municipal, lo que saturó su capacidad y agravó el problema de la disposición final.

En tabla 3.3 se resumen los efectos que tienen los diferentes tipos de desastres naturales sobre los sistemas de manejo de residuos sólidos.

Tabla 3.3 Posibles efectos de diferentes tipos de desastres sobre el sistema de manejo de residuos sólidos

	Terremotos	Huracanes/ Tornados	Inundaciones	Tsunamis
Daños a estructuras y obras civiles	Daños severos	Daños fuertes	Daños fuertes	Daños mínimos
Fallas en el transporte	Daños severos	Daños severos	Daños severos	Daños fuertes
Reducción de equipamiento	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos fuertes
Reducción de personal	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos mínimos
Contaminación de suelo, agua y aire	Efectos severos	Efectos severos	Efectos severos	Efectos mínimos

Fuente: OPS. Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre. Washington, D.C. 2003, p. 11.

⁷ De acuerdo con lo referido en los documentos expedidos por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (1999, 2001), la Procuraduría Judicial II Ambiental y Agraria del Departamento de Caldas y el Eje Cafetero (2002) y la carta Empresas Públicas de Armenia (2002).

3.3 Aspectos de Gestión para el Manejo de Residuos Sólidos en Situaciones de Desastre

3.3.1 Organización

Como parte de la activación del sistema de respuesta, es recomendable que el equipo a cargo del mando designe a un equipo mixto especializado para el manejo de los aspectos de saneamiento básico. Este equipo deberá estar constituido por representantes del gobierno local (municipio, provincia, departamento, región o estado), de las instituciones gubernamentales (organizaciones de defensa civil, sectores de transportes y construcción, ejército) y organizaciones de apoyo especializadas (agencias internacionales, organismos no gubernamentales)⁸. Este equipo designará, a su vez, a los responsables del manejo de los residuos sólidos, a quienes debe brindarse las facilidades requeridas de acuerdo con los recursos existentes y las prioridades establecidas por el comando. El equipo analizará la situación, determinará las necesidades y establecerá los mecanismos y canales de coordinación y comunicación. Además, obtendrá los recursos necesarios y brindará apoyo logístico para el desarrollo de otras actividades propias de la atención del desastre; de esta manera, se evitarán problemas de dirección para atender la emergencia. En este sentido, es primordial la asignación de la línea de mando; es decir, la definición del responsable del servicio, de los mandos medios y los operadores, además de la identificación de los responsables alternos y un registro de datos personales.

1. Aspectos de organización y logística

Como actividad previa del equipo de residuos sólidos, es recomendable que se desarrollen las siguientes acciones:

⁸ Generalmente, se trabaja en un escenario en el que la autoridad sanitaria o ambiental declara en emergencia el servicio de limpieza pública. Se puede suspender o flexibilizar el cumplimiento de determinadas leyes o regulaciones vigentes en condiciones normales.

- **Aspectos de logística.** Identificación preliminar de organizaciones que puedan apoyar después del desastre, recursos humanos disponibles, maquinaria pesada, materiales y equipos, incluidas las vías de comunicación y la coordinación (bomberos, Cruz Roja, policía, militares, servicios médicos y paramédicos, organismos de defensa civil, organizaciones de salud pública y de control ambiental, departamentos de obras públicas y de transporte, entre otros). Se deberán establecer las necesidades específicas para coordinarlas con las organizaciones de apoyo, con el fin de recibir los implementos más adecuados para el tipo de desastre, la localidad y las condiciones existentes. La elaboración de un organigrama facilitará esta tarea.
- **Inventario de suministros y equipos.** Para ello se deben considerar en detalle y de manera separada la maquinaria y las herramientas y equipos existentes, incluidos los que están disponibles en tiendas comerciales.
- **Programa de auditoría.** Para fiscalizar ayudas y donaciones.

2. Aspectos técnicos y operativos

- **Identificar los principales generadores de residuos que serán atendidos.** Precisar su ubicación, cantidad, tipo, características y condiciones de manejo. Se elaborará un inventario de contactos relacionados con los generadores de residuos, para preparar con ellos los mecanismos y procedimientos del servicio durante la emergencia.
- **Elaborar un mapa de riesgos de la zona afectada.** Para lograr un mayor impacto con la implementación del sistema de manejo de residuos sólidos.
- **Evaluación física de la infraestructura relacionada con el sistema de manejo de residuos sólidos.** Los organismos competentes deben evaluar los rellenos, plantas de tratamiento, etcétera, y su capacidad instalada para recibir o procesar desechos.

- **Análisis de vulnerabilidad.** Identificar los aspectos vulnerables después del desastre: potenciales deslizamientos, edificios por colapsar, puntos de acumulación de residuos sólidos, ubicación de campamentos. También las posibles fuentes generadoras de residuos peligrosos, los sitios donde se manejan sustancias químicas, hospitales y albergues públicos.

Adicionalmente, se elaborará un plan de trabajo: el mapa de riesgos facilitará un adecuado manejo de los residuos sólidos porque permitirá definir de manera preliminar la cantidad de residuos generados; el número y la localización de recipientes; la frecuencia y tipo de recolección; la posibilidad de acceso y salida del punto central de la comunidad; el tipo de vehículos recolectores; los sitios de almacenamiento temporal, de transferencia y disposición final; el personal disponible y las fuentes de financiamiento. Se incluirán también los distintos centros operativos de apoyo (garajes, talleres, bodegas, etcétera). Este plano deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Asignación de recursos y presupuesto.
2. Transporte.
3. Alimentación.
4. Protección del personal.
5. Especificaciones de las medidas de emergencia.
6. Elaboración de fichas de control para cada uno de los flujos de residuos por manejar.
7. Especificación de medidas de recuperación.
8. Mejora de la capacidad.

3. Establecimiento de mecanismos de coordinación, comunicación y seguimiento

1. **Acuerdos de coordinación.** Es muy importante establecer líneas claras de coordinación y comunicación para interactuar con el equipo director de la

atención del desastre. Se deberá conocer sus necesidades, atender sus requerimientos y coordinar la parte operativa de la prestación del servicio. La participación interinstitucional deberá estar necesariamente coordinada a través del mando general del desastre y las actividades se distribuirán de acuerdo con la disponibilidad de recursos y competencias.

2. **Comunicaciones.** Definir el sistema de comunicación que se va a utilizar entre los centros operativos y el personal asignado, de acuerdo con el equipamiento existente. Debe establecerse un medio de retroalimentación.
3. **Gestión social.** Es necesario establecer un programa de comunicación tanto con la comunidad como con el personal que está prestando el servicio. Debido a las condiciones mismas de la emergencia, la prestación del servicio será variable y difícilmente podrá obedecer a un programa preestablecido, por lo cual se debe mantener informada a la comunidad y al personal involucrado acerca de las interferencias en el servicio.

3.3.2 Agentes participantes

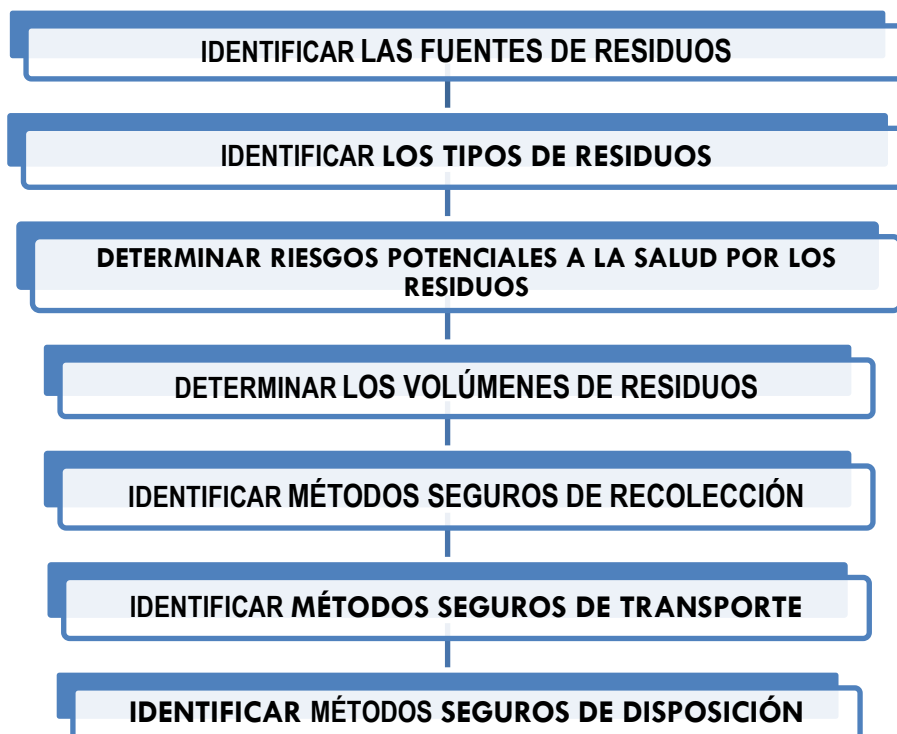
Los agentes participantes durante y después de la emergencia determinarán los requerimientos locales de las comunidades afectadas y de este modo harán efectivo el servicio de manejo de residuos sólidos, ya que es muy importante la recuperación del sistema, para evitar la contaminación por la acumulación de los residuos, en la tabla 3.4, se presentan las funciones de los agentes participantes.

Tabla 3.4 Agentes participantes en el manejo de residuos sólidos durante la emergencia

INSTITUCIÓN	FUNCIÓN
Gobierno Central	Proporcionar ayuda mediante personal especializado Canalización de asistencia externa y fiscalización
Gobierno Municipal	Manejo de residuos sólidos Identificación, recolección y disposición final de residuos
ONG e instituciones de cooperación	Participación de personal especializado según el tipo de emergencia
Comunidad	Organización de brigadas de limpieza
Universidades	Capacitación y educación sanitaria Proveer recurso humano calificado
Empresa Privada	Suministro de equipo y materiales necesarios en el manejo adecuado de los residuos generados después de un desastre.
Medios de Comunicación	Facilita la comunicación masiva. También participan informando y orientando a la población afectada.
Especialistas	asesoramiento para la rehabilitación del sistema de saneamiento a largo plazo

3.3.3 Acciones iniciales

Con el fin de lograr un adecuado manejo de los residuos sólidos en la zona afectada, se recomienda seguir las siguientes acciones iniciales:



3.4 Manejo de Residuos Sólidos Domésticos Después de un Desastre Natural

En las páginas siguientes se presentan los procedimientos que se deben seguir en cada etapa del manejo de los residuos sólidos domésticos, después de la ocurrencia de un desastre natural. Se debe tener en cuenta que la participación de todas las organizaciones señaladas anteriormente, incluida la población del lugar afectado, es un factor fundamental para tener éxito en la intervención.

3.4.1 La generación de residuos sólidos en situaciones de desastre natural

Aunque no se han realizado estudios específicos respecto a la generación de residuos sólidos de tipo doméstico en situaciones de desastre, se puede prever una gran variabilidad en su composición y cantidad, de acuerdo con la localidad, la rapidez de la respuesta, los usos y costumbres locales y el tipo de desastre natural ocurrido. En general, la ocurrencia de desastres modifica la habitual generación de residuos, se incrementan los restos de envases y embalajes (papeles, plásticos y cartones) provenientes de la ayuda externa (por ejemplo, terremoto en El Salvador, 13 de enero del 2001) y se reduce la generación de materia orgánica. Con el fin de reducir el volumen de residuos, debe evitarse la distribución de productos que generen grandes cantidades de desechos debido a su embalaje o preparación; asimismo, en tanto no existan riesgos para la salud y siempre que sea una práctica conocida, se deberá alentar el reciclaje de los residuos sólidos⁹.

En la tabla 3.5 se presentan algunos indicadores de generación de residuos después de la ocurrencia de un desastre natural.

La producción de residuos sólidos puede incrementarse especialmente por la donación de grandes cantidades de productos enlatados, procesados y perecederos, muchos de los cuales deben transportarse en ocasiones directamente al sitio de disposición final, sin

⁹ Proyecto de la Esfera. Carta humanitaria y normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre. Ginebra, 1999, p. 16.

haberse consumido. En estos casos, la producción puede aumentar, como sucedió en Armenia, de 0.57 kilogramos al día por habitante a 1.5 kilogramos diarios per cápita.

Tabla 3.5 Indicadores de generación de residuos después de un desastre natural

Tamaño de la población o asentamiento humano	Indicador
Ciudades pequeñas, zonas rurales, refugios, albergues y campamentos ^a	200 a 400 gramos por habitante/día (indicador utilizado tras el paso del huracán Mitch en Nicaragua, octubre y noviembre de 1998).
Ciudades o poblaciones mayores ^b	2 a 4 m ³ de residuos por día/1000 habitantes (equivale a 300-600 gramos por persona).
<p>a. OPS/CEPIS. Informe Técnico 477–Medidas de apoyo a la situación de emergencia; Managua, Nicaragua. Lima, OPS/CEPIS, 1999, p. 5.</p> <p>b. OMS/Regional Office for the Eastern Mediterranean. Environmental Health Management in Emergencies. Alejandría, OMS, 1991, p. 67.</p>	

3.4.2 Almacenamiento de residuos en el punto de origen

Con el fin de almacenar adecuadamente los residuos generados por la población, se utilizarán recipientes impermeables y con tapa hermética, de preferencia plásticos o metálicos, e instalados en lugares inaccesibles a insectos, roedores u otros animales (sobre tarimas o superficies elevadas respecto al nivel del suelo); se orientará a la población para utilizar bolsas plásticas o de papel, a fin de facilitar la recolección y la limpieza. En caso que no se cuente con estos recipientes, que la población tiende a destinar para almacenar agua, se recomienda utilizar alternativas limpias y siempre tapadas.

Si se determinan zonas específicas (poblaciones pequeñas o rurales, ámbitos focalizados de zonas urbanas) con elevado riesgo sanitario debido al manejo de residuos sólidos, así como para albergues y campamentos, se destinarán recipientes de almacenamiento de acuerdo con la proporción especificada en el tabla 3.6.



Figura 3.4 Uso de recipientes de almacenamiento en campamentos A. Cantanhede, 2001

La capacidad de los recipientes deberá ser suficiente para el almacenamiento de los residuos por lo menos durante cuatro días y se podrá ajustar la capacidad de almacenamiento si se aumenta el número de recipientes. Los recipientes deberán poder ser manipulados por dos personas fácilmente y se ubicarán en lugares alejados no más de 15 metros de las viviendas. Se orientará a la población para que disponga los residuos en bolsas plásticas, para facilitar la recolección y mantener los recipientes limpios.

Tabla 3.6 Volumen de almacenamiento requerido según población

Cantidad de habitantes	Volumen requerido
10 a 20 familias	100 a 200 litros ^a
25 a 50 personas	50 a 100 litros ^b
a. Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados, 1999. b. OPS. Manual de Vigilancia Sanitaria-Saneamiento en Desastres. Washington, D. C., OPS, 1996, p. 104.	

Para el caso de albergues y campamentos, o cuando se dificulte la ejecución de las rutas de recolección y la población esté debidamente sensibilizada respecto a los riesgos sanitarios, se podrán utilizar contenedores de almacenamiento intermedio de uno a doce metros cúbicos de capacidad, siempre que se mantengan en condiciones higiénicas y se

pueda tapar los residuos adecuadamente¹⁰. Se utilizarán estos contenedores como depósito de bolsas de residuos y no para almacenar residuos directamente, debido a que por lo general no se cuenta con camiones capaces de levantarlos, de manera que el manejo de los residuos es realizado directamente por los ayudantes del camión recolector. En este sentido, la disposición de los residuos se hará con el criterio de facilitar su recolección y evitar la presencia de insectos o roedores, malos olores e impacto visual, sobre todo para los residentes en las cercanías.

3.4.3 Recolección y transporte

Después de un desastre natural, el servicio regular de recolección se ve directamente afectado, tanto por la reducción del personal como por el empleo de unidades en las tareas inmediatas de remoción de escombros en zonas críticas, en la distribución de alimentos, frazadas, menajes y transporte de equipos de atención. Además, por lo general, las vías se encuentran dañadas u obstruidas. Se deberá organizar y movilizar, mediante organismos como defensa civil, a brigadas conformadas por pobladores de la zona afectada para cubrir los vacíos de recursos humanos. Antes de iniciar el servicio de recolección, se deberá determinar la cantidad de residuos sólidos por recolectar y la proyección de generación, la frecuencia de la recolección, la cantidad y el tamaño de los vehículos recolectores, el personal adicional necesario, el método de disposición final y los lugares donde esta se realizará. La flota por utilizar estará debidamente identificada y se tendrá especial cuidado en la asignación de funciones de los vehículos (por ejemplo, no se debe utilizar camiones compactadores para la remoción de escombros). Es preferible contar con un plan de mantenimiento de contingencia con el fin de mantener la flota operativa durante la emergencia.

¹⁰ OMS/PNUMA. Manual on Water and Sanitation for Health in Refugee Camps. Jordania, OMS/PNUMA, 1991, p. 11.

Se recomienda destinar 2.5 trabajadores por cada 1,000 residentes de albergues o campamentos¹¹. Este personal realizará las tareas de limpieza de calles y espacios abiertos; recolección de residuos de recipientes, instalaciones, mercados y otros emplazamientos; y traslado hasta el punto de tratamiento o disposición final. El número se irá reduciendo progresivamente según se organicen los servicios del refugio. Se tendrá como prioridad utilizar al personal más familiarizado con los servicios de manejo de residuos sólidos y con mayor conocimiento de la localidad afectada.

En situaciones de emergencia, puede utilizarse todo tipo de camiones, aunque por las condiciones es preferible el uso de camiones volquete (con tolva basculante hidráulica para un volteo inmediato). Con el fin de complementar el servicio existente, se dispondrán las siguientes acciones: la recolección deberá realizarse, en lo posible, cada cuatro días como máximo; en el caso de poblaciones pequeñas, rurales, ámbitos focalizados de una zona urbana o para atender albergues y campamentos, puede hacerse la recolección manual de los residuos sólidos, con carretas o vehículos similares (triciclos) de un metro cúbico de capacidad ¹²; en caso de que el servicio no llegue a estos lugares, se debe organizar el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos con intervención de las personas que habitan el albergue o campamento.

Siempre es preferible la recolección mediante camiones; un vehículo de estos con capacidad de cinco toneladas (aproximadamente 10 m³) operado por un chofer y dos ayudantes puede servir para atender hasta 10,000 personas, lo que podría representar hasta tres viajes por día hasta la zona de disposición final¹³.

Se establecerán rutas y frecuencias de acuerdo con los estimados de generación de residuos. Estas rutas y frecuencias serán comunicadas a la población con prontitud. En la medida de lo posible, las rutas y frecuencias serán las mismas que funcionan en condiciones normales pues es a ellas que está habituada la población. En zonas rurales

¹¹ OMS-PNUMA. Op. cit., p. 11. El número mencionado puede utilizarse también para el caso de poblaciones pequeñas, rurales o ámbitos focalizados de zonas urbanas.

¹² OMS-PNUMA. Op. cit., p. 12.

¹³ OMS. Guía de saneamiento en desastres naturales. Ginebra, OMS, 1971, p. 71.

o semiurbanas, en caso de que el servicio de recolección no se encuentre operando, los residuos sólidos deberán ser dispuestos sanitariamente, mediante alguno de los métodos descritos a continuación. En el caso de las zonas urbanas, es preferible el uso de contenedores y, en último caso, la incineración controlada, tal como se señala más adelante.

Implementos que deben formar parte del equipamiento de las unidades motorizadas

1. Alarma audible y lámparas sordas (estas últimas en caso de que el transporte sea nocturno).
2. Lote de herramientas para reparaciones menores.
3. Indicadores fosforescentes y equipo de señalamiento para evitar accidentes o sucesos similares.
4. Identificación claramente visible.
5. Lona con amarres que cubra la parte expuesta de la carrocería para evitar los derrames y la dispersión de los residuos sobre las vías.
6. Equipo de protección personal para la flotilla del vehículo (overoles, guantes, mascarillas, botas antideslizantes y gorras).

3.4.4 Tratamiento y disposición final

La eliminación (tratamiento o disposición final) siempre debe realizarse en lugares y condiciones que impidan la generación posterior de problemas sanitarios y ambientales. Las técnicas aplicables para ello implican la disposición en suelo mediante la operación de relleno sanitario o previa aplicación de procesos de incineración controlada o compostaje. En última instancia, podrá considerarse la disposición en suelo al aire libre, conjuntamente con la quema controlada de residuos. A continuación se presentan algunas consideraciones para la aplicación de estas técnicas.

Rellenos sanitarios. En la mayoría de los casos, el uso de rellenos sanitarios será el preferido para la eliminación definitiva de los residuos domésticos. Sin embargo, es común que los rellenos existentes queden inutilizados o se vuelvan inaccesibles. Por tanto, se hace necesario establecer nuevas localizaciones para restablecer el servicio. La situación más favorable ocurre cuando se dispone de sitios previamente seleccionados de

acuerdo con estudios preliminares realizados. De no contarse con estos, se propone hacerlo teniendo en cuenta los siguientes aspectos, que constituyen criterios mínimos para la localización de un nuevo relleno sanitario en situaciones de emergencia:

- 1) El nuevo relleno sanitario debe estar fuera del radio urbano, a una distancia mínima de 500 metros de cualquier asentamiento humano.
- 2) Accesibilidad.
- 3) Suelos firmes y eriazos (sin ningún tipo de uso), de preferencia de baja capacidad de infiltración.
- 4) Ubicación en depresiones naturales, con pendientes suaves de preferencia, que en el futuro no representen riesgos para la población.
- 5) Área suficiente de acuerdo con la generación estimada y la proyección de vida útil.
- 6) La dirección del viento debe ser contraria a cualquier asentamiento humano o habitación urbana.
- 7) Aspectos de impacto ambiental (calidad de las aguas superficiales y subterráneas).
- 8) Evitar lugares ubicados en fallas geológicas (por ejemplo, quebradas).
- 9) Evitar humedales, manglares, pantanos y marismas.
- 10) Evitar las cercanías de los aeropuertos.
- 11) Evitar las cercanías a corrientes de agua con caudal continuo, cuerpos receptores o pozos de agua (a una distancia de 500 metros como mínimo) y zonas de recarga de acuíferos.
- 12) Baja vulnerabilidad ante deslizamientos, terremotos o inundaciones.
- 13) Usar toda la información ambiental disponible y la reglamentación local.

Esta selección debe realizarse con el máximo cuidado, puesto que los nuevos rellenos sanitarios suelen convertirse en lugares permanentes de disposición final. Se debe tomar en cuenta que sean áreas con capacidad para una futura disposición. Si existe una

fuerte precipitación, los rellenos necesitan una celda especial de trabajo a la cual se llegue a través de un camino resistente a fenómenos climatológicos (all weather road); se recomienda el uso de material de construcción para aumentar la capacidad de carga del terreno.

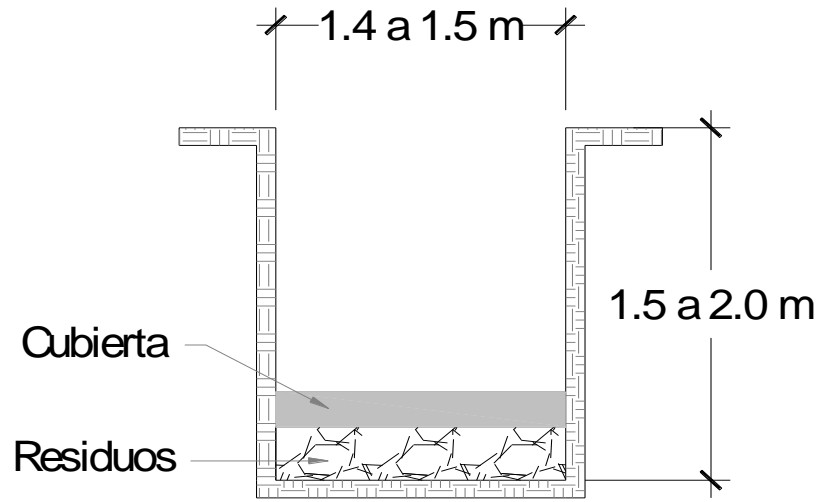


Figura 3.5 Zanja para residuos sólidos.

El ejército o ministerio a cargo de las obras públicas puede proporcionar el equipo necesario para el movimiento de tierras.



Figura 3.6 Manejo inadecuado de residuos sólidos en campamentos.

Enterramiento de volúmenes menores. Este método es apropiado en poblaciones pequeñas, rurales o campamentos implementados para atender a la población, siempre que no existan facilidades para la recolección de los residuos, no se cuente con recursos o los lugares de disposición final se encuentren en puntos alejados y no se cuente con medios de transporte. Se adapta el método de trinchera mediante zanjas de 1.5 a 2 m de profundidad por 1.4 a 1.5 m de ancho. Se estima 1.0 m de largo de zanja por cada 200 personas. Al final de cada día se cubren los residuos con 20 a 30 cm de tierra, previa compactación. La capa final será de 40 cm de grosor¹⁴. Esta zanja tiene una vida útil de siete días y pueden usarse las que sean necesarias. La descomposición de los residuos tomará de cuatro a seis meses.

No se recomienda usar esta opción en albergues con instalaciones permanentes, a menos que no exista otra alternativa de eliminación.

Quema al aire libre. Se utiliza este método en pequeñas poblaciones, villas y campamentos donde la generación es poca y no hay impacto sobre zonas urbanas; usualmente, se añade un combustible como el querosene (o querosén) para facilitar la incineración.

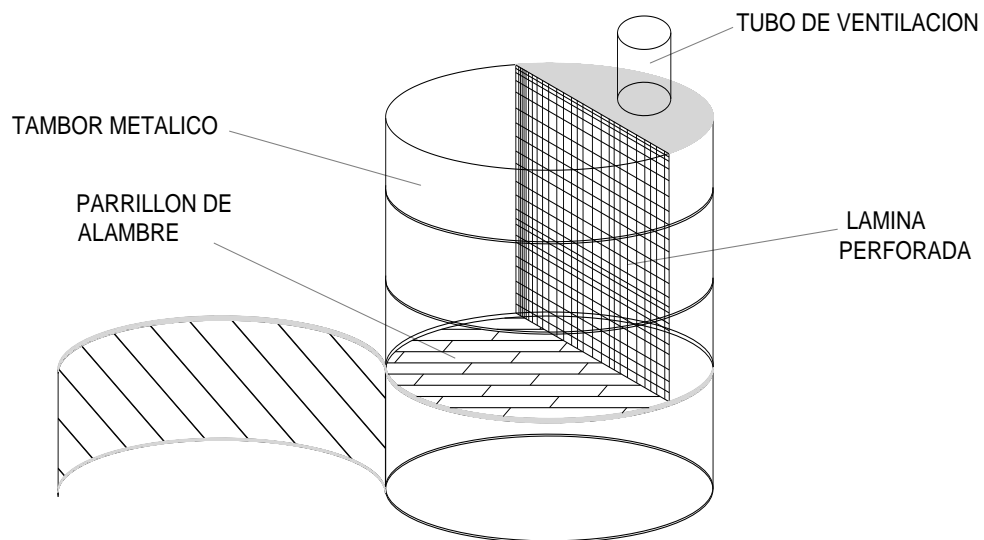


Figura 3.7 Incinerador artesanal.

¹⁴ OPS. Manual de Vigilancia Sanitaria–Saneamiento en desastres. Washington, D. C., OPS, 1996, p. 106.

Pueden disponerse puntos pequeños de incineración si se adaptan cilindros o barriles metálicos, como se muestra en la figura 3.7. Estos incineradores artesanales tienen capacidad para tratar los residuos domésticos generados por 300 personas en un día por cada operación de incineración, que alcanza hasta 6 horas. Es recomendable no usar este dispositivo más de dos veces por día, para evitar su rápido deterioro.

La basura quemada será enterrada en hoyos o zanjas con una capa de tierra no menor de 40 centímetros. Antes de la incineración, deberán removerse los envases de materiales peligrosos como aerosoles, fijadores o solventes y similares. Estos serán dispuestos junto con las cenizas, preferentemente en un hoyo de disposición final, de acuerdo con las recomendaciones señaladas para el enterramiento de volúmenes menores.

Terreno para compostaje. Conforme se vaya superando la emergencia, se pueden instalar pequeñas plantas de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos para convertirlos en compost (abono orgánico). Se pueden establecer zanjas de 3 a 4 metros de ancho y de 2 a 3 metros de profundidad, cuya longitud estará determinada por la cantidad de residuos orgánicos que se generen. La zanja no estará abierta por más de 5 días¹⁵; se estima un metro de longitud por cada 1,000 personas. Los residuos serán tapados con 30 centímetros de tierra después de ser compactados y la superficie será cubierta para evitar vectores y continuamente controlada durante las dos semanas posteriores. El compost obtenido se utilizará en la recuperación de áreas verdes.

Disposición al aire libre. Este será el método que se emplee como último recurso aceptable debido a la emergencia. No es recomendable como práctica habitual debido a que los lugares en los que se realiza suelen convertirse en hábitat de agentes patógenos, además de contaminar el ambiente. Los residuos se transportan a un sitio adecuado (depresión en el terreno u hondonada) para disponerlos y quemarlos. Bajo la supervisión de personal de saneamiento, las latas y latones se aplastarán para impedir la cría de mosquitos y los residuos quemados serán recubiertos para eliminar moscas y roedores.

¹⁵ OMS/PNUMA. Manual on Water and Sanitation for Health in Refugee Camps. Jordania, OMS/PNUMA, 1991, p. 36.

Lo que se debe evitar en todo procedimiento de tratamiento y disposición final

1. Solicitar herramientas, contenedores, depósitos, envases plásticos u otros implementos sin haber hecho una evaluación previa de la situación.
2. Aceptar o solicitar tecnología sofisticada para el tratamiento de los residuos de los servicios de salud sin contar con las facilidades necesarias ni con el personal capacitado para su operación.
3. Dejar la iniciativa de la solución del problema a la población.
4. Trabajar sin la cooperación de la población.

3.5 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 la tabla 3.6 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 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.

Tabla 3.7 Residuos generados por tipo de desastre

	Escombros de edificaciones dañadas	Sedimentos del suelo	Residuos de maleza	Restos de propiedad particular*	Cenizas y maderas
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.					

Fuente: OPS. Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre. Washington, D.C. 2003, p. 27.

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 integral de los escombros por remover. Debe considerarse siempre la posibilidad de encontrar restos humanos (cadáveres o partes de ellos).

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.

3.5.1 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 la sección 3.7 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; y el cuarto, aplicado después del terremoto acaecido en Colombia, en el Eje Cafetero, en febrero de 1999.



Figura 3.8 Generación de escombros después del terremoto de Armenia, Colombia, febrero 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 cuadrado¹⁶; en zonas residenciales, la proporción es sumamente variable, de 0.5 a 1 tonelada por

¹⁶ PNUMA/International Environmental Technology Centre. Earthquake Waste Symposium. Osaka, 1995, p. 62.

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 m³ 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.
- Remoción mecanizada en las vías públicas



Figura 3.9 Generación de escombros después del terremoto de El Salvador, 13 de Enero de 2001.

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.

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.

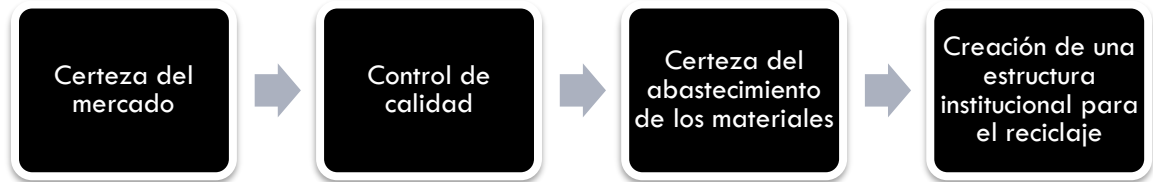
3.5.2 Aprovechamiento de residuos valorizables

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 subproductos valorizables en buen estado que se pueden rehusar. Por ejemplo, ventanas, puertas, electrodomésticos, accesorios y equipos de cocina y sanitarios.
- Materiales o subproductos valorizables que se pueden reciclar. Por ejemplo:
 - Metales.
 - Concreto.
 - Madera.

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



Como una referencia de los materiales que se pueden obtener, se presenta en la tabla 3.8 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.



Figura 3.10 Maquinaria móvil para el reciclaje de escombros. C. Meléndez

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).

Tabla 3.8 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	Árboles 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.

3.5.3 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, 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).

3.5.4 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 2001.

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.

Se resumen a continuación en la tabla 3.8 las etapas que se deben seguir para un adecuado manejo de escombros y residuos de demolición.

Tabla 3.9 Etapas del manejo de escombros

<ol style="list-style-type: none">1. Verificación del volumen y caracterización de escombros<ul style="list-style-type: none">– 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 reusó y reciclaje<ul style="list-style-type: none">– Evaluación del potencial de reusó y reciclaje, desarrollo del programa.– Análisis económico del reusó y reciclaje versus desarrollo de un programa de rellenos con residuos sólidos.3. Disposición final de los escombros<ul style="list-style-type: none">– 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.

3.6 Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos en Situaciones de Desastre

3.6.1 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)¹⁷ 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 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.

¹⁷ 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.



Figura 3.11 Autoclave utilizada para el tratamiento de residuos hospitalarios en El Salvador. C. Meléndez, 2001

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 normales¹⁸.

El tratamiento se hará de acuerdo con el tipo de residuos. Los residuos biocontaminados serán tratados con tecnologías convencionales (incineración, autoclavado, como se muestra en la figura 3.12) o con sistemas no convencionales como el mostrado en la figura 3.7.

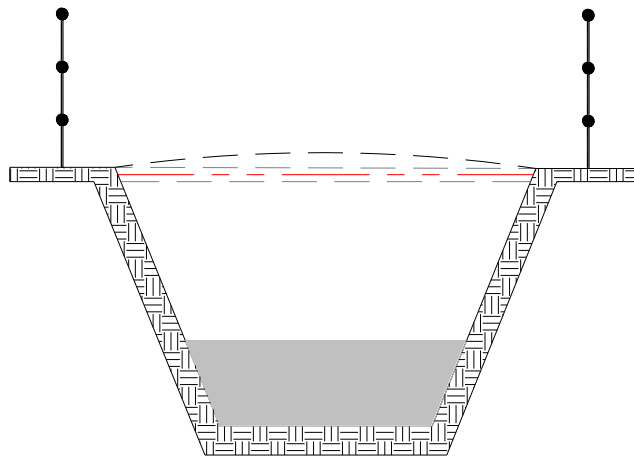


Figura 3.12 Fosa para eliminar cantidades pequeñas de residuos de establecimientos de salud.

¹⁸ OPS/CEPIS, Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud, 1996.

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 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 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 3.13 muestra una fosa de seguridad para el manejo de pequeñas cantidades de desechos.

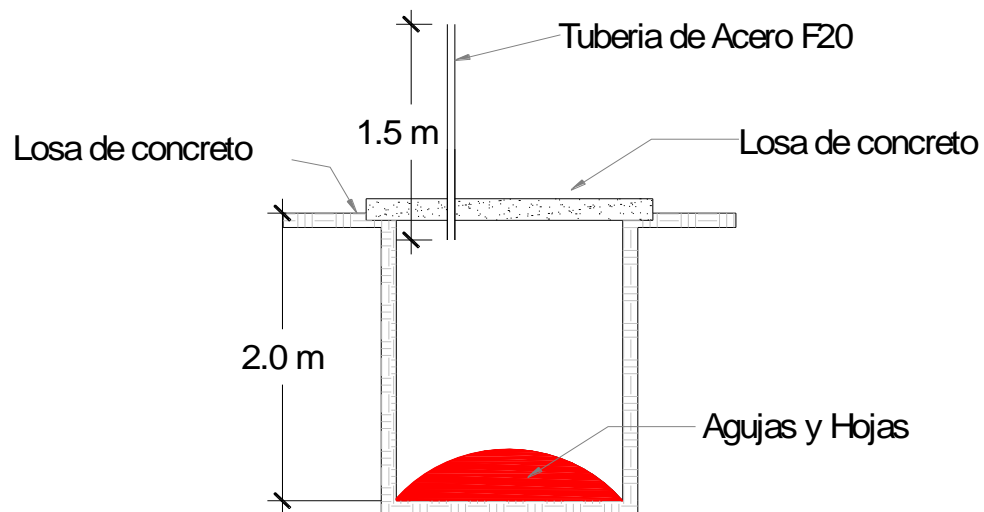


Figura 3.13 Fosa para eliminar objetos punzocortantes.

¹⁹ Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

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 3.12, 3.13 y 3.14 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^{20,21}

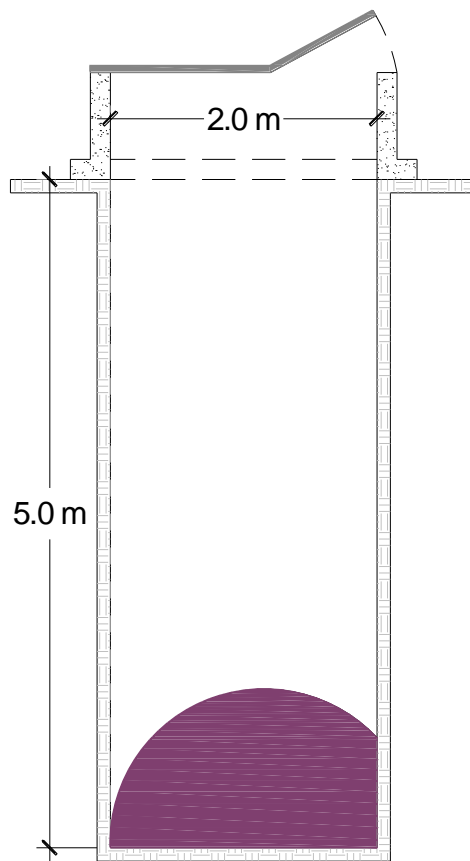


Figura 3.14 Sitio para la disposición de residuos sólidos de establecimientos de salud.

²⁰ OPS. Manejo de los desechos médicos en los países en desarrollo. Washington, D. C., OPS, 1997.

²¹ OPS/CEPIS. Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. Washington, D. C., 1997.

3.6.2 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.

3.6.3 Otros residuos peligrosos

La ocurrencia de desastres afecta ocasionalmente instalaciones industriales, depósitos o comercios en los que se almacenan productos peligrosos para la 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 la tabla 3.9

Tabla 3.10 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).

Fuente: OPS. Gestión de residuos sólidos en situaciones de desastre. Washington, D.C. 2003, p. 41.

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.

3.7 Métodos para el Cálculo de Generación de Escombros Después de un Desastre

3.7.1 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:

$$Q_{et} = Q_{er} + Q_{exr} \quad \text{Ec.3.1}$$

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:

$$Q_{er} = \sum Q_{eq} \quad \text{Ec.3.2}$$

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:

$$Q_{eq} = Cap_{eq} \times H \times D \quad \text{Ec.3.3}$$

Donde:

Q_{eq} : 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:

$$Cap_{eq} = \frac{Q_{max}}{n(T_2 - T_1) + (n-1)T_r} \quad \text{Ec.34}$$

Si se considera lo siguiente:

Q_{\max} : Cantidad máxima de escombros transportados (Kilogramos)

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

T_2 : Tiempo que demora el llenado del equipo.

T_1 : 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:

$$Q_{er} = \text{Numero de establecimientos asistidos} \quad \text{Ec.3.5}$$

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.

3.7.2 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.

3.7.3 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:

$$V = 0.26 \times D^2 \times h \quad \text{Ec.3.6}$$

Donde:

V: Volumen de escombros

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:

$$V = 0.851 \times A \quad \text{Ec.3.7}$$

Donde:

V: Volumen de escombros

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;
- moto niveladora 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 concreto, una vez picado, fue utilizado para formar los terraplenes de defensa ribereño 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:

Ejemplo	US\$/hora
Compactador pata de cabra	55.00
Tractor oruga tipo D8	48.00
Moto niveladora 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.

3.7.4 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:

$$V_T = A_{PR} m^2 \times 0.5 \frac{m^3}{m^2} [(n.^\circ \text{ viv. rojo} \times \% \text{ afect.}) + (n.^\circ \text{ viv. naranj.} \times \% \text{ afect.}) + (n.^\circ \text{ viv. verde} \times \% \text{ afect.})] \quad \text{Ec.3.8}$$

Ejemplo:

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%

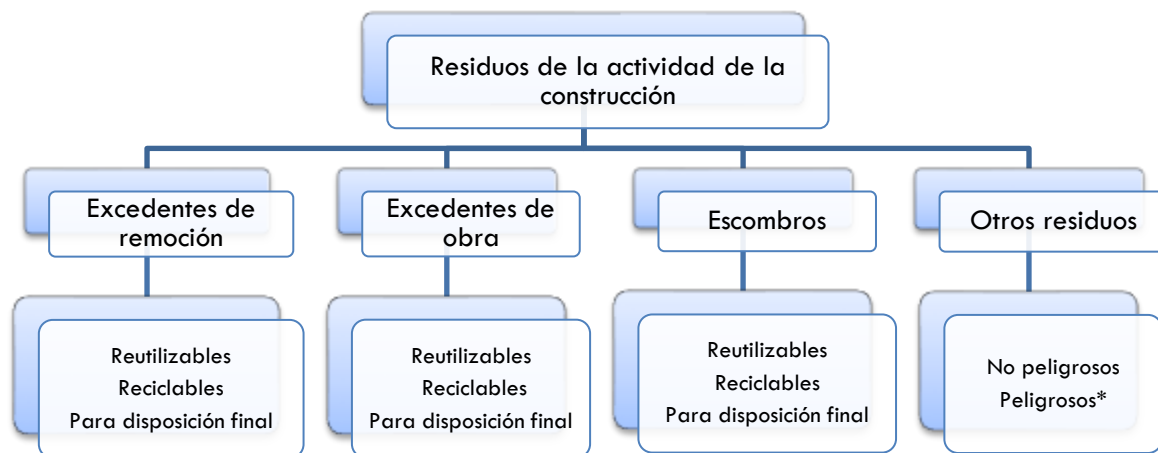
$$V_T = 100m^2 \times 0.5 \frac{m^3}{m^2} [(489 \times 100\%) + (765 \times 30\%) + (1988 \times 10\%)]$$

$$V_T = 45,865\text{m}^3$$

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

3.8 Alternativas para el Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición

Clasificación y opciones de manejo de los residuos en la actividad de la construcción



Excedentes de remoción	Excedentes de obra	Escombros
Reutilizables		
Entre otros: Agregados, piedras, tierras con contenido orgánico	Entre otros: Cementos y aglomerantes, retazos de hierro, alambres, piedras, productos cerámicos	Entre otros: Productos cerámicos, piedras
Reciclables		
Entre otros: Ripios	Entre otros: Concreto sobrante Cascote de ladrillo	Entre otros: Mezcla asfáltica de demolición Concreto de demolición Material no bituminoso de demolición de carreteras Material de demolición no clasificado Mezcla de ladrillo con mortero
Para disposición final		
Materiales contaminados, otros	Materiales contaminados, otros	Escombros contaminados
* En esta categoría se incluyen los materiales peligrosos de las otras fracciones.		

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.050:1999. Manejo de los Residuos de la Actividad de la Construcción. Generalidades

Tabla 3.11 Opciones de aprovechamiento de los residuos de la actividad de la construcción

Fracciones de residuos Información relevante	Mezcla asfáltica de demolición NTP-2		Material no bituminoso de demolición de carreteras NTP-3	Concreto de demolición NTP-4		Materiales de demolición no clasificados NTP-5	Excedente de remoción
	Procedencia	Carpetas asfálticas	Tratamiento asfáltico superficial	Bases y sub-bases granuladas no tratadas de pavimentos	Losas de concreto	Edificaciones, carreteras, canales	
Procesos de obtención de fracciones de los residuos	Fresado	Levantamiento/fresado	Remoción/fresado	Levantamiento/fresado	Demolición selectiva	Demolición	Levantamiento
Proceso de obtención de materiales secundarios	-	Chancado	Chancado	Chancado / selección	Chancado/selección	Chancado/selección	
Material secundario obtenido	Granulado de asfalto		Granulado no bituminoso de carreteras	Granulado de concreto		Granulado no clasificado	
Usos	Nivel de recomendación						
Tipo I	Carpeta asfáltica	1					
	Losas de concreto				1		
	Morteros		2				
	Concreto		2		1	1	
	Ladrillos			1	1	1	
Tipo II	Bases sin aglomerante	2	1		2	2	
	Sub-base	2	1		2		
	Capa sub-rasante *	2	1		2	2	
Tipo III	Rellenos no portantes	3	3		3	3	1
	Taludes contra ruido	3	3		3	3	1
	Rellenos sanitarios		3		3	3	1

Usos:

Tipo I: Opciones con uso de aglomerantes (cemento y asfalto).

Tipo II: Opciones sin necesidad de aglomerantes con mayor exigencia técnica.

Tipo III: Opciones sin necesidad de aglomerantes con mínima exigencia técnica.

Niveles de recomendación:

1. Uso óptimo bajo el criterio de uso de materiales con la opción de mayor exigencia técnica posible.
 2. Uso posible si se supone pérdida en el potencial de reciclaje de la obra realizada con este material secundario.
 3. Opción menos recomendable.
 4. No recomendable.
- * Capa de espesor h ubicada debajo del nivel de sub-rasante.

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.050: 1999. Manejo de los Residuos de la Actividad de la Construcción

3.9 Manejo de Cadáveres Después de un Desastre

3.9.1 Riesgos de Enfermedades Infectocontagiosas

Generalidades

- Después de la mayoría de desastres existe el temor de que los cadáveres pueden generar epidemias.
- Esta creencia es erróneamente promovida por los medios de comunicación y, también, por algunos profesionales médicos o del área de desastres.
- Se sabe con certeza que los cadáveres no generan epidemias después de los desastres.
- Las presiones políticas que ocasionan estos rumores hacen que las autoridades adopten medidas innecesarias como los sepelios masivos y la aspersion de “desinfectantes”.

- El manejo inadecuado de los cadáveres tiene consecuencias importantes como el impacto que puede tener en la salud mental de los sobrevivientes y los problemas legales que pueden surgir para los familiares de las víctimas.
- Es más probable que sea la población sobreviviente la que disemine ciertas enfermedades.

Infecciones y cadáveres

- Por lo general, las víctimas de los desastres mueren a causa de las heridas que han sufrido, por ahogamiento o por quemaduras, más no por enfermedades infectocontagiosas.
- No es muy probable que en el momento de su deceso las víctimas hayan estado enfermas de infecciones que causan epidemias (como plaga, cólera, fiebre tifoidea o carbunco).
- Es posible que unas pocas víctimas hayan podido estar sufriendo de infecciones sanguíneas crónicas (hepatitis o VIH), tuberculosis o enfermedad diarreica.
- La mayoría de los organismos infecciosos no sobreviven más de 48 horas en un cadáver. El VIH es una excepción ya que se le ha encontrado hasta seis días después de la muerte de una persona.

Riesgo para el público

- El riesgo para el público en general es insignificante puesto que generalmente no entra en contacto con los cadáveres.
- Existe el riesgo potencial (aunque hasta ahora no se ha documentado) de que las fuentes de agua para consumo humano se encuentren contaminadas con materia fecal de los cadáveres.

Riesgo para quienes manipulan cadáveres

Los individuos que manipulan restos humanos corren un riesgo pequeño de adquirir las infecciones que se mencionan a continuación puesto que pueden entrar en contacto con

sangre y heces de los cadáveres (con frecuencia, después de la muerte hay salida de materia fecal de los cuerpos); entre ellas están:

- las hepatitis B y C,
 - el VIH,
 - la tuberculosis y
 - las enfermedades diarreicas.
- Los equipos de recuperación de cuerpos generalmente trabajan en ambientes peligrosos (por ejemplo, en edificios derrumbados y entre escombros) y, por lo tanto, pueden correr el riesgo de sufrir heridas e infectarse con tétanos el cual se transmite a través de la tierra del suelo.

Precauciones de seguridad para quienes manipulan los cuerpos

- La higiene básica es la mejor protección con que cuentan los trabajadores para evitar la exposición a enfermedades que se transmiten por la sangre y por el contacto con ciertos fluidos corporales. Deben observar las siguientes precauciones:
 - Usar guantes y botas, si se encuentran disponibles.
 - Lavarse las manos con agua y jabón después de la manipulación de los cuerpos y antes de consumir cualquier alimento.
 - Evitar limpiarse o frotarse la cara o la boca con las manos.
 - Lavar y desinfectar todos los equipos, vestimentas y vehículos utilizados para el transporte de los cuerpos.
- No es necesario el uso de máscaras faciales, pero se le deben suministrar a quien las solicite para evitarle la ansiedad.
- La recuperación de cadáveres de los espacios cerrados y sin ventilación debe realizarse con mucha precaución pues después de varios días de descomposición se pueden encontrar gases tóxicos potencialmente peligrosos. Se debe permitir

que transcurra el tiempo necesario para ventilar con aire fresco los espacios cerrados.

3.9.2 Recuperación de los Cadáveres

Generalidades

- La recuperación de los cuerpos es el primer paso que se completa en el proceso del manejo de los muertos y, usualmente, es caótica y desorganizada.
- Muchas personas y grupos de diversa índole se encuentran involucrados en la recuperación de los cuerpos. Con frecuencia, es difícil comunicarse y coordinarse con ellos.
- Esta parte del proceso es esencial para la identificación de los cadáveres; para una mejor comprensión del tema, se debe leer esta sección y la sección 3.9.4 (Identificación de los cadáveres).
- La recuperación de los cuerpos generalmente dura unos pocos días o semanas, aunque puede ser más prolongada después de terremotos o desastres de grandes dimensiones.

El objetivo de la recuperación de los cuerpos

- Es prioritaria la pronta recuperación de los cuerpos pues ayuda de manera importante a su identificación y reduce la carga psicológica de los sobrevivientes.
- La recuperación de los cuerpos no debe interrumpir la ejecución de otras intervenciones dirigidas a prestarle ayuda a los sobrevivientes.

El equipo de trabajo

- Con mucha frecuencia, la recuperación de los cuerpos la hace espontáneamente un número considerable de individuos, entre los cuales encontramos:
 - sobrevivientes que forman parte de la comunidad;
 - voluntarios (por ejemplo, de la Sociedad Nacional de la Cruz Roja o de la Media Luna Roja);
 - equipos de búsqueda y rescate, y

- personal militar, de policía o de la defensa civil.
- Se requiere la coordinación de estos grupos para impulsar el uso de los procedimientos y de las precauciones de salubridad y seguridad recomendadas.

Métodos y procedimientos

- Los cuerpos deben conservarse en bolsas para cadáveres. Si no las hay, se pueden usar otros materiales disponibles como plásticos, mortajas, sábanas de cama, etc.
- Los segmentos corporales (por ejemplo, extremidades superiores o inferiores) deben tratarse como si fueran un cadáver completo. Los equipos de recuperación no deben intentar cotejar las partes corporales encontradas en el sitio del desastre.
- Los equipos de recuperación de cadáveres trabajan más eficazmente si se les divide en dos grupos: uno para el traslado de los cuerpos a un punto cercano de recolección y otro para llevarlos a las áreas de identificación y almacenamiento.
- Se deben anotar el sitio exacto y la fecha cuando se encontró el cuerpo pues esta información se constituye en un elemento de ayuda para su identificación.
- Las pertenencias personales, joyas y documentos no se deben retirar de los restos humanos en que se hallaron; esto se debe hacer únicamente durante la fase de identificación.
- Para el transporte de los cuerpos se pueden utilizar camillas, bolsas para cadáveres, camionetas de platón o remolques de tractores. Las ambulancias no se deben usar para este fin, pues es mejor reservarlas para la prestación de socorro de los sobrevivientes.



Figura 3.15 Equipo de protección utilizado para recuperación de cadáveres.

Sanidad y seguridad

- Los equipos de recuperación de cadáveres deben utilizar los implementos de protección necesarios (guantes para trabajo pesado y botas) y se deben lavar las manos con agua y jabón después de la manipulación de los cadáveres (véase la sección 3.9.1, Riesgos de enfermedades infectocontagiosas).
- Con frecuencia, los equipos de recuperación trabajan entre escombros o en edificios derruidos. Por lo tanto, se debe contar con una buena dotación de botiquines de primeros auxilios y brindar el tratamiento médico necesario en caso de lesiones.
- El tétanos se puede constituir en un problema importante, especialmente para los trabajadores que no hayan sido vacunados con anterioridad. Los equipos médicos locales deben estar atentos ante la presencia de heridas que se pudieren infectar con tétanos.

3.9.3 Almacenamiento de los Cadáveres

Generalidades

- La descomposición de los cadáveres avanza rápidamente si no se les almacena refrigerados.

- En los climas cálidos, la descomposición está tan avanzada a las 12-48 horas que es prácticamente imposible el reconocimiento de la cara del cadáver.
- El almacenamiento en frío disminuye la velocidad de la descomposición y preserva el cuerpo para su posterior identificación.

Opciones de almacenamiento

- Cada cuerpo o parte corporal debe conservarse en una bolsa o envuelto en una sábana, sin importar el tipo de almacenamiento que se haya utilizado.
- Se deben usar etiquetas resistentes a la humedad (por ejemplo, papel en bolsa plástica sellada) con el número único de identificación (véase el cuadro 3.19 en la sección 3.9.4, Identificación de los cadáveres). Nunca escriba los números de identificación sobre el cuerpo, las bolsas o las sábanas, pues se borran con mucha facilidad durante su almacenamiento.

Tabla 3.12 Métodos de Almacenamiento Temporal de Cadáveres

METODO	REFRIGERACIÓN	SEPULTURA TEMPORAL	HIELO SECO	HIELO
VENTAJAS	Es la mejor opción. De ser entre 2°C y 4°C	Es una buena opción para el almacenamiento inmediato. La temperatura bajo tierra es menor se considera como una "refrigeración natural".	Almacenamiento a corto plazo. Se utiliza Dióxido de carbono (CO2) refrigerado a -78.5°C].	No es muy recomendable
DESVENTAJAS	Se requieren contenedores grandes de refrigeración.	Esta opción es temporal y se usa en caso de grandes cantidades de cadáveres	Solo se puede utilizar con un máximo de 20 cadáveres. Se requieren 10 kg de hielo seco, para cada cuerpo. Dificil acceso al Dióxido de carbono.	El hielo se derrite rápidamente y se requieren grandes cantidades. Puede deteriorar los cuerpos.



Figura 3.16 Entierro temporal de cadáveres en Tailandia, después del maremoto del 26 de diciembre de 2004. AFP/Getty Images

3.9.4 Identificación de los Cadáveres

Generalidades

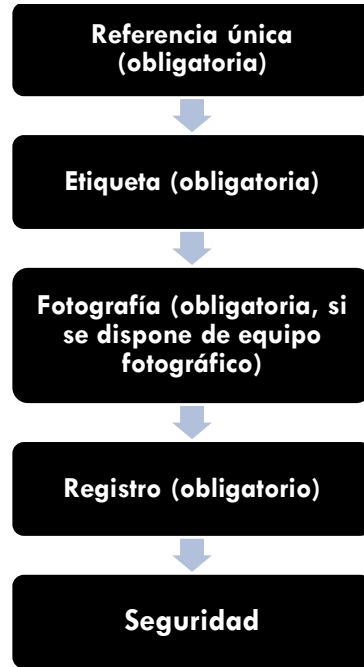
- La identificación de los cadáveres se hace cotejando la información que se tenga sobre la persona fallecida (características físicas, vestimenta, etc.) con la información disponible de las personas desaparecidas o presumiblemente muertas.
- La movilización de los recursos forenses necesarios para completar este proceso puede tomar varios días. Esto implica la posible pérdida de la oportunidad para la pronta identificación de los cadáveres debido a su descomposición natural.
- La forma más sencilla de identificación es la identificación visual por medio de fotografías recientes de los cadáveres y puede maximizar el proceso de la pronta identificación no forense.
- Los procedimientos forenses (autopsias, huellas digitales, examen dental, ADN) se pueden utilizar después de que se torne imposible la identificación visual de los cuerpos o de las fotografías.

- El trabajo inicial de las personas que no son especialistas determinará en gran parte el éxito de las futuras identificaciones por parte de los especialistas forenses.
- El formato de identificación de los cadáveres, se puede usar para la recolección de información básica invaluable que más tarde apoyará los procesos de identificación forense.

Principios generales

- Cuanto más pronto se logre hacer la identificación de las víctimas, mayor será su utilidad. Los cadáveres descompuestos son mucho más difíciles de identificar y requieren la participación de especialistas forenses.
- Los pasos clave para la identificación de los cadáveres, como se describe más adelante, son: la asignación de un número único de referencia, la etiqueta adjunta, la fotografía y el registro, y, por supuesto, la conservación del cadáver en un sitio apropiado.
- Se debe tener en cuenta que la identificación visual y las fotografías, aunque simples, pueden resultar en una identificación equivocada.
- Las heridas de los fallecidos o la presencia de sangre, fluidos o suciedad, especialmente alrededor de la cabeza, aumentan la posibilidad de una identificación errónea.
- Cualquier segmento corporal que se haya encontrado por separado y que compruebe la muerte de una persona, puede ayudar en su identificación y, por lo tanto, se debe manejar como si fuera un cuerpo completo, es decir, se debe usar el número único de referencia.

Procesos de identificación de un Cadáver



Véase en la tabla 3.13 para el sistema de numeración que se recomienda

Tabla 3.13 Juego mínimo de fotografías requeridas para identificación visual





<p>A) Cara completa</p> 	<p>B) Cuerpo completo</p> 
<p>C) Parte superior del cuerpo</p> 	<p>D) Parte inferior del cuerpo</p> 
<p>Nota: Para propósitos de demostración, las fotografías fueron tomadas de un voluntario y no de un individuo fallecido Fuente: Pongruk Sribanditmongkol / Fotógrafo: Kunt TongTahm Na Ayudhaya</p>	

Tabla 3.14 Formato de referencia de los cadáveres

Numeración única de referencia de los cadáveres
Cada cuerpo o segmento corporal debe tener un número único de referencia. Se recomienda el siguiente sistema.
LUGAR-EQUIPO/PERSONA DE RECUPERACIÓN-CONTEO DE CUERPOS
Por ejemplo:
Colonia San Juan - Equipo A-001
O
Hospital San Patricio - Avenida de los Libertadores 304
LUGAR: Hasta donde sea posible, a todos los cuerpos se les debe asignar un número único de referencia, indicando el lugar de la recuperación. Si se desconoce el sitio de la recuperación, se indica el lugar al que fue llevado posteriormente el cuerpo para su identificación/ almacenamiento.
EQUIPO/PERSONA DE RECUPERACIÓN: La persona o el equipo que numeró el cuerpo
CONTEO DE CUERPOS: Un conteo secuencial de los cuerpos numerados en cada lugar (por ejemplo, 001 = cuerpo número uno).
Nota: también deben registrarse en el formulario de identificación de cadáveres, los detalles sobre dónde y cuándo se encontró el cuerpo y de la persona/organización que lo encontró

Fuente: OPS. La gestión de cadáveres en situaciones de desastre: Guía práctica para equipos de respuesta. Washington, D.C. 2006,

3.9.5 Almacenamiento a Largo Plazo y Disposición Final de los Cadáveres

Generalidades

- Todos los cuerpos identificados deben entregarse a los familiares o a sus comunidades para su sepultura según las costumbres y prácticas locales.
- El almacenamiento a largo plazo se requiere para los cuerpos no identificados.

Método de disposición/almacenamiento a largo plazo

- El entierro es el método más práctico ya que preserva las evidencias para futuras investigaciones forenses, si alguna vez se requirieren.
- Se debe evitar la cremación de cuerpos no identificados por varias razones:

- la cremación destruye evidencias para cualquier investigación futura;
- se necesita gran cantidad de combustible (generalmente, madera);
- es difícil lograr la incineración completa de los cadáveres; con frecuencia se encuentran restos parcialmente incinerados que tienen que ser enterrados;
- es difícil la logística de la organización de la cremación de un número apreciable de cadáveres.

Localización del sitio de sepultura

- Se debe decidir cuidadosamente la localización del sitio de sepultura.
- Se deben considerar las condiciones del suelo, el nivel freático más alto y el espacio disponible.
- El lugar debe ser aceptado por las comunidades que viven cerca del sitio de entierro.
- El lugar debe estar lo suficientemente cerca de la comunidad afectada para que lo pueda visitar.
- El lugar de entierro debe estar claramente demarcado y estar rodeado de una zona de transición, por lo menos, de 10 m de ancho que permita la plantación de vegetación de raíces profundas y con el objeto de aislarlo de las áreas habitadas.

Distancia de las fuentes de agua

- Las sepulturas deben estar, por lo menos, a 200 m de las fuentes de agua como arroyos, ríos, lagos, manantiales, cascadas, playas y riberas.
- La distancia sugerida entre el lugar de las sepulturas y los pozos de agua de consumo se muestra en la siguiente tabla. Es posible que se necesite incrementar las distancias según la topografía local y las condiciones del suelo.

Tabla 3.15 Distancia recomendada entre las tumbas y las fuentes de agua

Número de cuerpos	Distancia del pozo de agua de consumo
4 o menos	200 m
5 a 60	250 m
60 o más	350 m
120 cuerpos o más por 100 m ²	350 m

Fuente: OPS. La gestión de cadáveres en situaciones de desastre: Guía práctica para equipos de respuesta. Washington, D.C. 2006.

Características de las fosas

- Si es posible, los cadáveres deben enterrarse en fosas individuales claramente marcadas.
- En los desastres muy grandes, es posible que no se pueda evitar el uso de fosas comunes.
- Las prácticas religiosas predominantes sirven para señalar preferencias en la orientación de los cuerpos (por ejemplo, las cabezas orientadas hacia el este o hacia La Meca, etc.).
- Las fosas comunes deben constar de una zanja que contenga una fila única de cuerpos, cada uno colocado paralelo al otro y con una separación de 0.4 m entre ellos.
- Cada cuerpo debe enterrarse con su número único de referencia consignado en una etiqueta resistente a la humedad. Dicho número debe estar claramente marcado sobre la superficie y con la localización topográfica exacta para referencia futura.
- Aunque no existen recomendaciones estándar sobre la profundidad que deben tener las sepulturas, se sugiere lo siguiente:
 - deben estar entre 1.5 y 3 m de profundidad;
 - las fosas con menos de cinco cadáveres deben conservar una distancia, por lo menos, de 1.2 m entre su base y el nivel freático (1.5 m si se encuentran en la arena) o el nivel superior que alcancen las corrientes subterráneas;

- las fosas comunes deben conservar una distancia mínima de 2 m entre su base y el nivel superior de las aguas subterráneas;
- es posible que se necesite incrementar estas distancias según sean las condiciones del terreno.

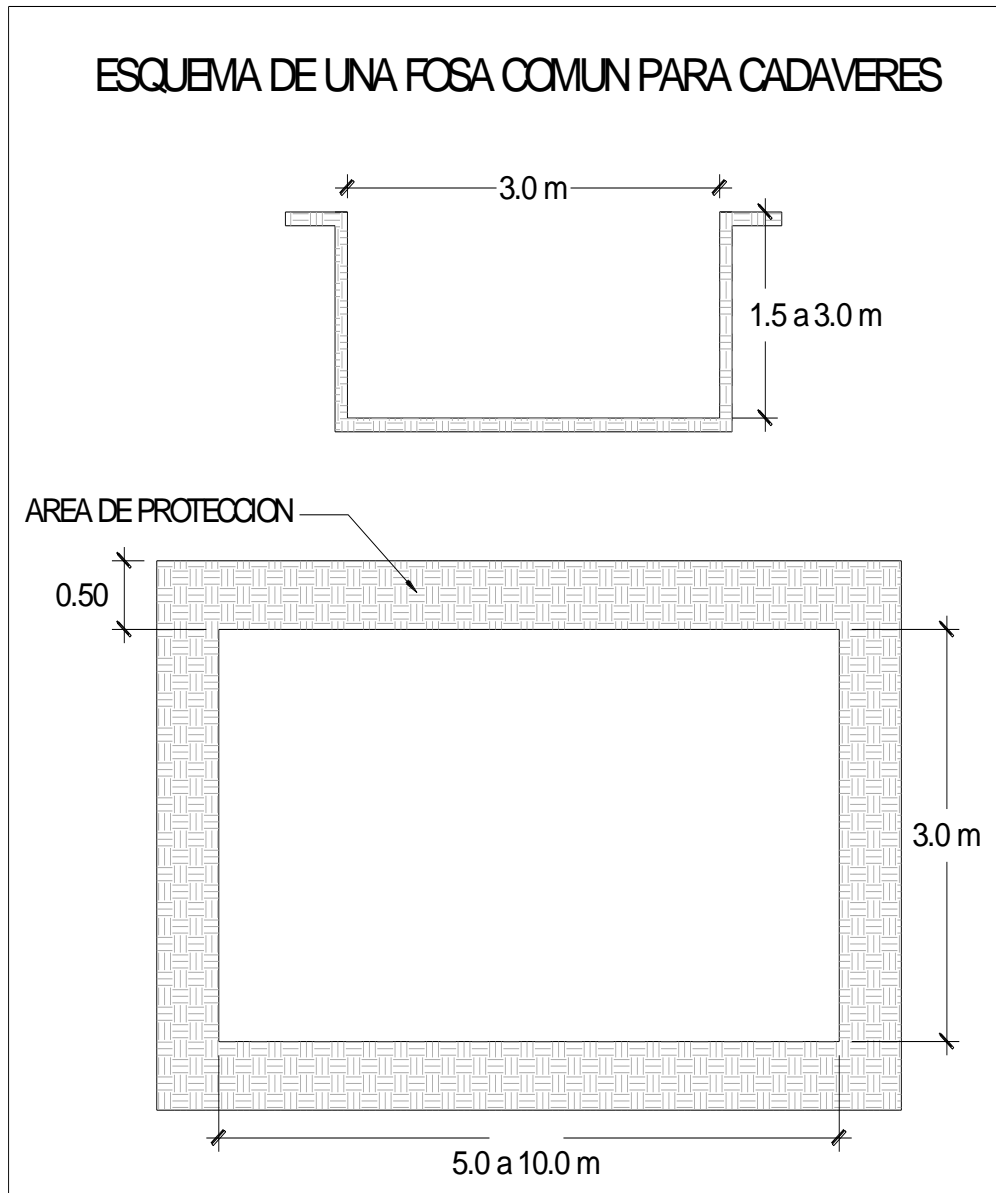


Figura 3.17 Detalles de una fosa común para cadáveres.

CAPITULO 4

APLICACION DE

METODOS DE

POTABILIZACION,

CALIDAD DEL AGUA Y

VIGILANCIA

EPIDEMIOLOGICA POST

SITUACION DE

DESASTRE

4.1 Proceso de potabilización del agua

4.1.1 Generalidades

El agua es el recurso natural renovable más importante para los seres vivos, tanto nuestro cuerpo como el planeta mismo está compuesto en su mayoría por agua, de ahí la necesidad que se tenga controles para mejorar sus condiciones y más aun cuando está destinada al uso y consumo humano, para hacer a este problema, es necesario someter el agua a una serie de operaciones o procesos unitarios, a fin de potabilizarla para que pueda ser consumida por los seres humanos. Una operación unitaria es un proceso físico químico y microbiológico mediante el cual las sustancias objetables que contienen el agua son removidas o transformadas en sustancias inofensivas, razón por la cual hoy contamos con empresas que potabilizan el agua¹.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), establece unas directrices para la calidad del agua potable que son el punto de referencia internacional para el establecimiento de estándares y seguridad del agua potable en cada país².

El Agua, compuesto vital para la salud y el bienestar del ser humano no cae del cielo: es un producto que se "fabrica" a partir de agua natural o cruda captada en ríos, esteros, lagunas, pozos y drenes.

Para realizar esta labor, debe captar, producir y distribuir agua potable en forma ininterrumpida las 24 horas del día, los 365 días del año. La tarea completa consiste en captar agua cruda o sin purificar, luego potabilizarla y finalmente distribuirla a todas las viviendas, industrias, colegios, hospitales, locales comerciales, etc., ubicados dentro de las ciudades.

4.1.2 Procesos naturales y artificiales de potabilización

Antes de abordar las teorías que sustentan los procesos de purificación de las aguas naturales, se debe discutir el concepto de agua natural. Según plantean algunos especialistas (Stum y Morgan, 1970), se entiende por agua natural un sistema de cierta

¹ American Water Works Association, (AWWA), journal 2,002

² Publicación de la Organización Mundial de la Salud, sobre la calidad del agua en América Latina

complejidad, no homogéneo, que puede estar constituido por una fase acuosa, una gaseosa y una o más fases sólidas.

En general, las aguas subterráneas poseen una composición química que se origina como resultado de un proceso complejo de interacciones, donde primeramente, las aguas procedentes de las precipitaciones (lluvia o nieve), adquieren los gases que se producen en la zona del suelo por descomposición y respiración de la materia orgánica y luego, reaccionan con los minerales que subyacen en el medio rocoso.

El agua natural en su conjunto constituye un recurso renovable que interviene en el ciclo hidrológico. Se ha demostrado que su cantidad global no varía, aunque sí su cantidad local y su calidad. Uno de los subsistemas del agua natural lo constituye el agua mineral, cuya composición es estable y es considerado un recurso mineral.

Las características del sistema de las aguas naturales en general, están relacionadas con la estructura y peculiaridades del agua pura.

El agua pura está constituida por moléculas, donde dos átomos de hidrógeno se encuentran unidos a uno de oxígeno (H_2O), separados entre sí 105° . Esta estructura le confiere a la molécula de agua propiedades que la distinguen de otras moléculas de composición similar como el amoníaco (NH_3) o el sulfuro de hidrógeno (H_2S), las cuales a temperatura y presión normales se encuentran en estado gaseoso, mientras el agua se encuentra en estado líquido.

Para purificar o potabilizar el agua es necesario someterla a uno o varios procesos de tratamiento dependiendo de la calidad del agua cruda. Estos procesos son: clarificación, filtración, y desinfección. Las plantas de tratamiento de agua se utilizan para realizar estos procesos de tratamiento y evitar que se produzcan las llamadas enfermedades hídricas.

Entre los métodos más seguros de tratamiento del agua encontramos los naturales y los artificiales.

Los tres procesos básicos que constituyen el sistema de purificación natural de agua en la naturaleza son:

1. La evaporación, seguida de condensación, elimina casi todas las sustancias disueltas.
2. La acción bacteriana convierte los contaminantes orgánicos disueltos en unos cuantos compuestos sencillos.
3. La filtración a través de arena y grava elimina la mayor parte de la materia en suspensión del agua.

En condiciones apropiadas, podríamos depender solo de la naturaleza para la purificación de nuestra agua.

El agua de tuberías, tanques y pozos también debe purificarse antes de su consumo si existe la posibilidad de que haya sido contaminada.

Los métodos que se elija para purificar el agua dependerán de cuánta agua necesite, del tipo de contaminante, de cómo la almacenará y de los recursos disponibles. Independientemente de cómo se purifique, lo mejor es filtrar el agua o dejar que se asiente y vaciarla en otro recipiente antes de desinfectarla.

Los métodos que aquí se muestran no hacen el agua potable si contiene químicos tóxicos. El agua contaminada con químicos tóxicos nunca es segura para beber, bañarse o lavar ropa. Puede provocar cáncer, sarpullido, abortos espontáneos u otros problemas de salud.

Para eliminar los microbios del agua, siga estos pasos:

1. Deje que el agua se asiente por algunas horas y vacíela en un recipiente limpio, o fíltrela usando tela o un filtro de carbón.

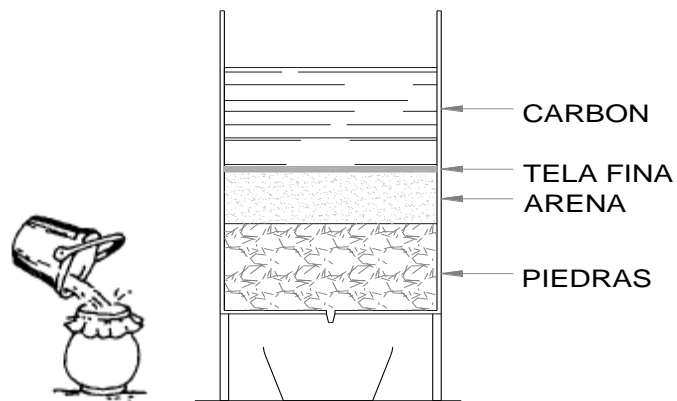


Figura 4.1 Filtro de tela o un filtro de carbón

2. Desinfecte el agua usando 1 de estos métodos



Figura 4.2 Hervir, Desinfección solar, Agregar cloro, Agregar jugo de lima o limón

Estos métodos básicos para purificar el agua necesitan poco equipamiento o incluso no lo necesitan. Los otros métodos para asentar el agua toman más tiempo, pero que eliminan la mayoría de los microbios, cómo los son el Filtro de cerámica y Filtro lento de arena.

4.1.3 Asentar el agua

Cuando el agua se asienta, el lodo y otros sólidos, así como los microbios y gusanos que causan enfermedades, se depositan en el fondo. Al almacenar agua por 5 ó 6 días, se reduce el número de microbios que contiene. Pero algunos microbios, como la *giardia*, no se eliminan aunque se almacene el agua por mucho tiempo. Por eso, lo mejor es usar otro método después de asentar el agua, como filtrarla, agregarle cloro o desinfectarla por acción solar.

1. El método de las 3 vasijas

El método de las 3 vasijas asienta el agua y permite que los microbios y el material sólido se depositen en el fondo. Este método es más seguro que asentar el agua en 1 vasija, pero no elimina completamente los microbios. Después de usar el método de las 3 vasijas, debe desinfectarse el agua.

Día 1, de mañana: Llene la vasija 1 con agua. Tápela y deje que el agua se asiente por 2 días.

Día 2, de mañana: Llene la vasija 2 con agua. Tápela y déjela reposar durante 2 días. La tierra de la vasija 1 empezará a asentarse.

Día 3, de mañana: Vacíe el agua clara de la vasija 1 en la vasija vacía 3, asegurándose de no revolver los sedimentos que quedaron al fondo de la vasija 1. El agua de la vasija 3 ahora está lista para beber. El agua sucia que queda en el fondo de la vasija 1 se puede tirar. Lave la vasija 1 y llénela con agua. Tápela y déjela asentar por 2 días.

Día 4, de mañana: Vacíe el agua clara de la vasija 2 a la vasija 3 para beber. Lave la vasija 2 y llénela con agua.

Día 5, de mañana: Vacíe el agua clara de la vasija 1 a la vasija 3 para beber. Lave la vasija 1 y llénela con agua.

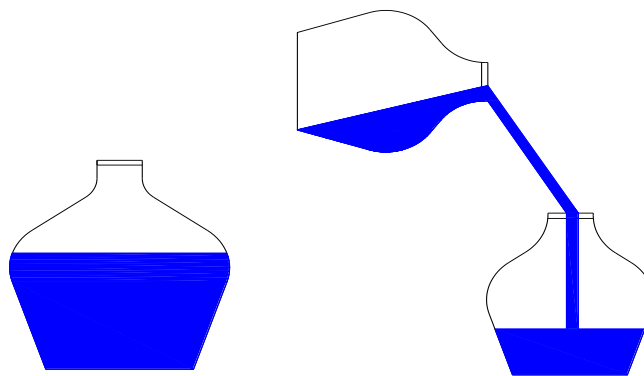


Figura 4.3 Vasijas utilizadas en este método

Después de algunos días, lave la vasija de agua clara (vasija 3) con agua hirviendo. Si usa una manguera flexible limpia como sifón para pasar agua de una vasija a la otra, los sedimentos se revolverán menos que si inclina las vasijas.

2. Uso de plantas para clarificar y asentar agua

En muchos lugares la gente usa plantas para potabilizar el agua. Una de las plantas que se usa con frecuencia es la *semilla de moringa*. El árbol que da estas semillas se conoce también como *morango*, *marango*, *ángela*, *palo de aceite* (en las islas del Caribe) y *árbol de las perlas* (en Guatemala).

Para usar semilla de moringa:

- Seque las semillas durante 3 días.
- Muela las semillas hasta hacerlas polvo. Se necesitan 15 semillas de moringa molidas para clarificar 20 litros de agua.
- Mezcle el polvo con un poco de agua para hacer una pasta y agréguela al agua que quiere clarificar.
- Revuelva durante 5 a 10 minutos. Mientras más rápido se revuelve, menos tiempo se necesita para clarificar el agua.



Figura 4.4 Semillas utilizadas en la purificación de agua

Tape el recipiente y déjelo en reposo para que el agua se asiente. Después de 1 ó 2 horas, vacíe el agua en un recipiente limpio. Tenga cuidado de dejar los sólidos en el primer recipiente.

3. Filtrar el agua

Hay muchas formas de filtrar el agua para quitarle los microbios. Algunos filtros, requieren equipamiento especial para su construcción, pero pueden filtrar grandes cantidades de agua y hacerla potable. Otros filtros, como los que se describen en esta página, no necesitan equipamiento especial y son fáciles de usar. Sirven para filtrar cantidades menores de agua, antes de desinfectarla.

1. **Filtro de carbón** Este filtro es fácil de construir y funciona bien para atrapar la mayoría de los microbios que se encuentran en pequeñas cantidades de agua. Como los microbios filtrados pueden crecer en el carbón, si el filtro se usa a diario es importante quitar y limpiar con frecuencia el carbón, o cada vez que el filtro se deje de usar por algunos días. Con un instrumento puntiagudo, haga hoyos en el fondo de un recipiente. Muela carbón hasta que sea un polvo fino y enjuáguelo con agua limpia. El carbón activado es el más recomendable, pero el carbón común funciona casi tan bien como el activado. **¡NUNCA USE BRIQUETAS DE CARBÓN! ¡SON VENENO!** Ponga capas de piedra, grava y arena en el recipiente. Coloque una tela fina y una capa de carbón encima.

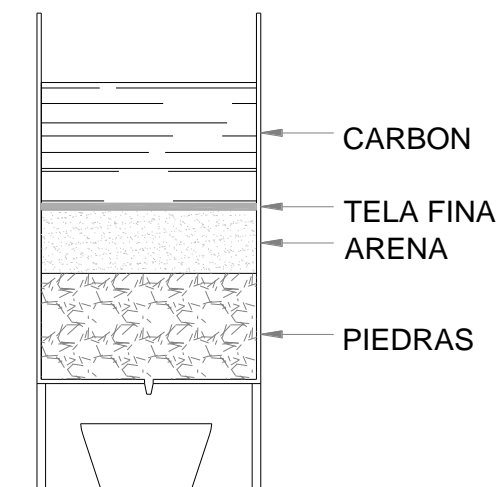


Figura 4.5 Filtro artesanal de arena, piedras y carbón. Vierta agua en el filtro y recolecte agua para beber desde el recipiente debajo del filtro.

2. Filtro de tela En Bangladesh y en la India se hace un filtro con tela de seda una tela con un tejido muy fino para reducir la cantidad de microbios del cólera que podría haber en el agua para beber. Como el microbio del cólera se pega a menudo a un animal diminuto que vive en el agua, al filtrar estos animales también se filtran la mayoría de los microbios del cólera. Este método también filtra los gusanos de Guinea. Se puede construir un filtro de tela a partir de pañuelos, lino u otra tela. La tela vieja funciona mejor que la nueva porque las fibras gastadas tienen los poros más pequeños y son mejores para filtrar.

- Deje que el agua se asiente en un recipiente, de tal forma que los sólidos se depositen en el fondo.
- Doble la tela 4 veces y estírela o átela sobre la boca de un jarrón de agua.
- Vierta agua lentamente dentro del jarrón, a través de la tela.
- Utilice siempre el mismo lado de la tela. Si la da vuelta, los microbios entrarán al agua. Después de usar la tela, lávela y déjela al sol para que se seque. Esto destruye los microbios que quizás quedaron en la tela. Durante la temporada de lluvias, desinfecte la tela con cloro.

4.1.4 Desinfectar el agua

Desinfectar el agua es matar los microbios. Si se hace correctamente, la desinfección permite que el agua sea totalmente potable. Los métodos más efectivos son hervir el agua, la desinfección solar o el uso de cloro.

1. Hervir el agua

Hervir el agua por 1 minuto mata todos los microbios. Ponga el agua a hervir a fuego fuerte. Una vez que empiece a hervir, deje que hierva por 1 minuto completo antes de retirar la olla para enfriarla. En zonas montañosas, el agua debe hervir por

3 minutos para eliminar los microbios, porque el agua hierve a una temperatura más baja en lo alto de las montañas.

Al hervir, el agua cambia de sabor y tarda mucho en enfriarse, así es que no se puede beber de inmediato. Una vez que el agua hervida se haya enfriado, viértala en una botella y agítela vigorosamente. Esto agrega aire al agua y mejora su sabor.

2. Desinfección solar (SODIS)

La desinfección solar es una manera muy efectiva para purificar el agua con tan sólo la luz del sol y una botella. Filtrar y asentar el agua primero la harán más clara, por lo que se desinfectará más rápido. La desinfección solar funciona mejor en países cerca del Ecuador, porque es ahí donde la luz del sol es más fuerte. Mientras más al norte o al sur esté del Ecuador, mayor será el tiempo que necesita para que la desinfección solar sea efectiva.

Limpie una botella transparente de plástico o vidrio. Llene $\frac{3}{4}$ partes de la botella con agua y agítela durante 20 segundos. Esto agregará burbujas de aire al agua. Luego, termine de llenar la botella. Las burbujas de aire ayudarán a desinfectar el agua más rápido.

Ponga la botella en un lugar abierto donde no haya sombra y donde no la puedan alcanzar las personas o los animales, como, por ejemplo, el techo de la casa. Deje la botella al sol por lo menos 6 horas en un día soleado o 2 días si está nublado.

Beba directamente de la botella. Esto evitará una posible contaminación por contacto con las manos u otros recipientes.



Figura 4.6 Utilizando los métodos de SODIS y el jugo de limón

3. Jugo de limón

Al agregar el jugo de un limón a 1 litro de agua para beber se destruirán la mayoría de los microbios del cólera u otro tipo de microbios. Esto no hace el agua completamente potable, pero puede ser mejor que no darle ningún tratamiento en zonas donde el cólera es una amenaza. Agregar jugo de limón al agua antes de usar la desinfección solar o el método de las 3 vasijas aumenta la efectividad de estos métodos.

4. Cloro

El cloro es barato y fácil de usar para matar la mayoría de los microbios del agua para beber. El problema del cloro es que si se usa muy poco, no mata los microbios ni hace el agua potable. Si se usa demasiado, el agua tendrá mal sabor y la gente no deseará beberla.

¿Cuánto Cloro se debe agregar al agua?

La cantidad de cloro necesaria para desinfectar el agua depende de cuán contaminada esté (de cuántos microbios tenga y de qué tipo). Mientras más microbios haya en el agua, mayor cantidad de cloro se necesita para eliminarlos.

Es importante usar suficiente cloro para que una parte quede en el agua después de eliminar los microbios. El cloro que queda se llama *cloro libre*. Éste matará cualquier microbio nuevo que entre al agua. Si el agua tiene cloro libre, tendrá un leve olor y gusto a cloro. Esto indica que el agua es potable. Si tiene demasiado cloro, el olor y el sabor serán muy fuertes y desagradables.

Para usar la cantidad adecuada de cloro, necesita saber cuán concentrada es la solución de cloro que va a utilizar. El cloro se consigue en distintas formas: gas, polvo blanqueador, hipoclorito de alta concentración (HTH) y blanqueador líquido para el hogar. Como el blanqueador para el hogar es la forma más común de cloro.

El blanqueador para el hogar puede tener distintas cantidades de cloro. Las más comunes son 3.5% y 5%. La manera más simple de medir la cantidad de blanqueador necesaria es hacer primero una solución madre (aproximadamente 1% de cloro) y después agregar esta solución al agua que desea desinfectar.

Primero prepare la solución madre:

- Agregue 1 taza de blanqueador a una botella de cerveza vacía y limpia.
- Llene la botella con agua limpia.
- Agite la botella durante 30 segundos.
- Déjela reposar durante 30 minutos. La solución madre está lista.









AGUA	COLORO
Para 1 litro o ¼ de galón 	3 Gotas 
Para 1 galón o 4 litros 	12 Gotas 
Para 5 galones o 20 litros 	1 Cucharadita 
Para un barril o 200 litros 	10 Cucharaditas 
Agregue estas cantidades de la solución madre al agua clara y espere por lo menos 30 minutos antes de beberla. Si el agua está turbia, necesitará el doble de la solución de blanqueador	

Figura 4.7. Cantidad de cloro para desinfectar el agua

4.1.5 Filtros para el hogar y la comunidad

Con algunos filtros se puede obtener agua casi tan potable como la que ha sido hervida o purificada por desinfección solar o con cloro.

1. Filtro lento de arena para el hogar

Este es uno de los métodos más seguros, efectivos y económicos para filtrar el agua del hogar. Este filtro puede purificar por lo menos 50 litros al día, suficiente para una pequeña familia.

Equipamiento para fabricar un filtro lento de arena:

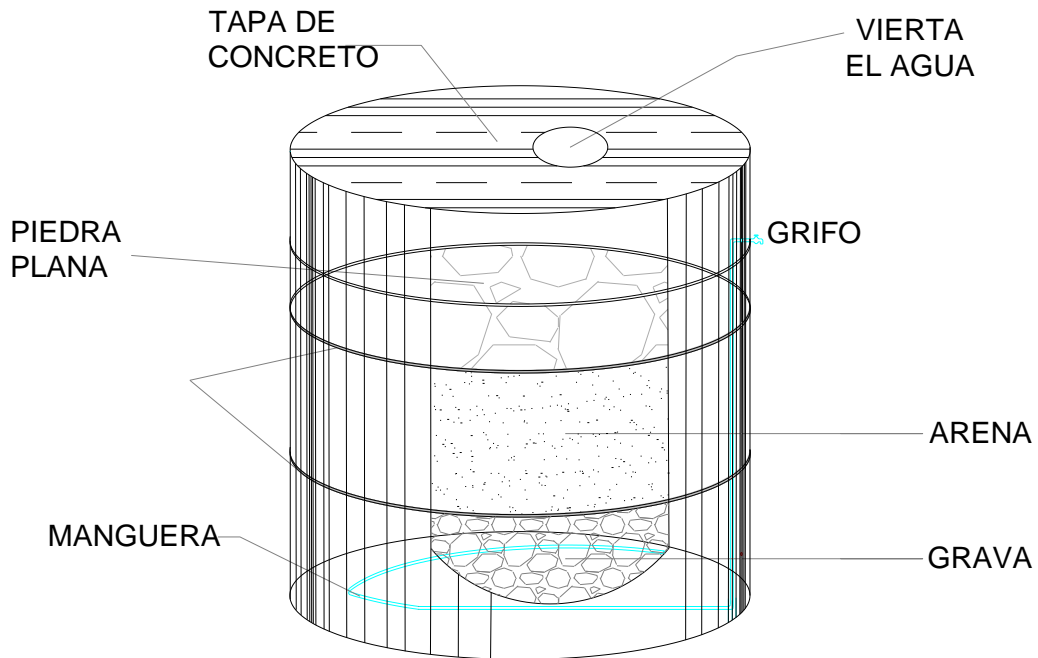


Figura 4.8 Filtros para el hogar y la comunidad

Un recipiente a prueba de agua, como un bidón de 200 litros, o un tanque de tabique o concreto. Asegúrese de que el recipiente no haya sido usado para guardar materiales tóxicos.

Una manguera de 20 milímetros de diámetro, con muchos hoyos pequeños en los primeros 35 centímetros. La parte con hoyos se pondrá en el fondo del bidón.

Una válvula o llave.

Una cantidad pequeña de grava.

Arena de río lavada.

Tela de tejido fino.

2. Cómo fabricar un filtro lento de arena para el hogar

1. Limpie el recipiente y desinféctelo con blanqueador en polvo.

2. Taladre un hoyo a 1/3 de la parte superior del recipiente, para colocar la llave. El hoyo debe ser del mismo diámetro que la llave si la llave tiene un diámetro de 12 milímetros, el hoyo debe tener 12 milímetros de ancho.
3. Ajuste la llave en el hoyo y fijela con masilla que endurezca. Si se usa un recipiente de tabique, la válvula o llave se puede fijar en la pared con cemento.
4. Prepare la manguera colectora. Para esto, haga muchos hoyos pequeños con un taladro o un clavo en los primeros 35 centímetros de la manguera, selle la punta y póngala en forma de aro en el fondo del bidón, con los hoyos hacia abajo.
5. Conecte el otro extremo de la manguera a la llave. Selle las juntas con abrazaderas o alambre.
6. Ponga una capa de grava de 7 centímetros de espesor en el fondo del bidón, cubriendo la manguera colectora. Cubra la grava con una tela fina y llene el bidón con arena de río limpia hasta unos 10 centímetros debajo de la llave. Después, cubra la arena con otra tela fina.
7. Construya una tapa para el recipiente que tenga un hoyo por donde se vierta el agua. Coloque una piedra plana o un plato debajo del hoyo para evitar que la arena se revuelva cuando vierta el agua.
8. Purgue completamente el filtro con agua. Una vez que el filtro esté limpio, estará listo para su uso diario.

3. Cómo usar y mantener un filtro lento de arena

Después de algunos días de uso, una capa de lama verde (bacterias y algas) crecerá encima de la arena. Esta capa ayuda a purificar el agua. Para que esta

capa funcione, la arena debe siempre estar cubierta con agua. Llene el filtro cada día y saque el agua en pequeñas cantidades. Si el filtro se vacía completamente, perderá su efectividad y deberá limpiarse y volverse a llenar.

Cada cierto tiempo, cuando la salida de agua por la llave se vuelva lenta, limpie el filtro. Deje que toda el agua salga del filtro y quite la lama junto con aproximadamente 1 centímetro de la capa superior de arena. Después de muchas limpiezas, cuando más de la mitad de la arena se haya retirado, reemplace toda la arena y la grava con materiales nuevos y limpios, y empiece de nuevo el proceso. Esto puede ser necesario 1 ó 2 veces al año.

4. Mejoras al filtro lento de arena

Si se asientan los sólidos del agua antes de filtrarla, el filtro necesitará menos mantenimiento porque el agua estará más limpia al momento de entrar. Si se deja que el agua fluya como cascada, se agregará aire al agua y mejorará el sabor.

Existe un filtro que usa clavos de hierro para filtrar arsénico del agua (el arsénico se pega al hierro).

4.1.6 Filtro de cerámica

Se puede fabricar un filtro pequeño y efectivo con barro cocido, recubierto con plata coloidal (una sustancia que mata los microbios). Con entrenamiento básico, un alfarero local puede construir fácilmente estos filtros.

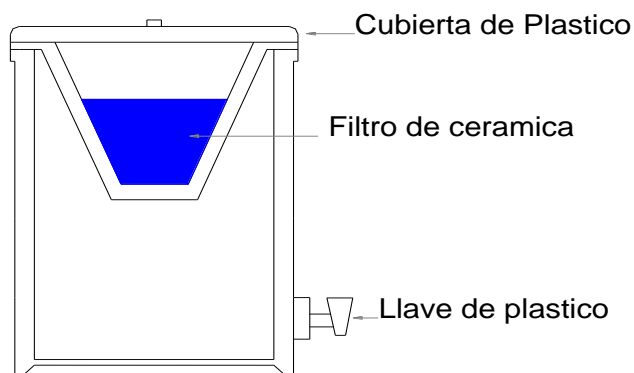


Figura 4.9 Filtro de cerámica dentro de una cubeta de plástico

4.1.7 Filtro lento de arena comunitario

Para abastecer de agua potable a todo un barrio o poblado, se pueden construir filtros más grandes que se conecten a las fuentes de agua superficial o a los sistemas de agua entubada. En los sitios donde la única fuente disponible de agua es superficial, un filtro lento de arena comunitario es una buena solución para purificar grandes cantidades de agua con poco esfuerzo. Estos filtros necesitan un ingeniero para que se construyan e instalen correctamente.

El agua se puede someter a diferentes tratamientos para eliminar sus impurezas químicas y microbiológicas. Para lograr este objetivo, existen plantas de tratamiento que permiten obtener el agua de aducción o agua potable que puede ser utilizada para el consumo y por otra parte, muchas industrias tienen su propio sistema de tratamiento para obtener el agua adecuada para la elaboración de sus productos.

4.1.8 Métodos Artificiales de Potabilización

Entre los métodos artificiales, son todos aquellos que requieren cierto tipo de materiales especiales para su funcionamiento estos son utilizados en la desinfección del agua entre estos destacan:

1. Tratamientos físicos

Son los menos utilizados, dentro de este tipo de tratamientos se puede incluir la aplicación de calor pero además de ser costoso, deja mal sabor ya que elimina el oxígeno disuelto y las sales presentes en el agua. Otro de los procesos que se utilizan es el dejar pasar el tiempo, para que los gérmenes fecales disminuyan su concentración al ser el agua retenida en ambiente hostil.

2. Tratamientos químicos

Los agentes químicos desinfectantes más utilizados son el cloro, el dióxido de cloro y el ozono. Dentro de los que tenemos que el cloro en su forma gaseosa o como Hipoclorito de Sodio o Calcio es el más usado. La aceptación del cloro es debida a 3 factores:

1. Su capacidad de oxidar sustancias inorgánicas (hierro, manganeso, nitritos, etc) que causan mal sabor, corrosión y deterioro en las líneas de transmisión del agua.
2. La acción microbicida del cloro como algicida, bactericida y en menor medida virucida. Y la capacidad de mejorar los procesos de coagulación y floculación, ya que favorece la formación de flóculos.
3. Adicionalmente a las ventajas anteriores su uso es de bajo costo y es bastante seguro. El equipo que requiere para su dosificación no es sofisticado ni complejo.

La desinfección tiene por finalidad destruir los microorganismos patógenos presentes en el agua (bacterias, protozoarios, virus y parásitos). Es importante considerar la diferencia entre desinfección y esterilización.

Esterilizar significa destruir todos los organismos, patógenos o no; mientras que desinfección es la destrucción de parte, o de todo un grupo de organismos patógenos. Los virus de la hepatitis y de la poliomielitis, por ejemplo, no son completamente destruidos o inactivados por las técnicas usuales de desinfección.

La desinfección es necesaria porque no es posible asegurar la remoción total de los microorganismos por los procesos físico-químicos, usualmente utilizados en el tratamiento del agua.

Entre los agentes de la desinfección (desinfectantes), el más empleado en la purificación del agua es el cloro, porque:

- a. Se encuentra fácilmente disponible en forma de gas, líquido o sólido (hipoclorito)
- b. Es barato
- c. Es fácil de aplicar debido a su alta solubilidad. (7.0 g/l a aprox. 20°C)
- d. Deja un residual en solución, de una concentración fácilmente determinable, la cual sin ser peligrosa al hombre, protege el sistema de distribución

- e. Es capaz de destruir la mayoría de los microorganismos patógenos.

El cloro, por ser un gas venenoso y corrosivo, presenta algunas desventajas, requiriendo de un cuidadoso manejo, pudiendo causar problemas de sabor y olor particularmente en presencia de fenoles.

El ozono es el competidor más próximo del cloro, aunque solo se le utiliza en gran escala en Europa. Por este motivo, el único desinfectante que se considera en este capítulo es el cloro y sus compuestos (hipoclorito y cloruro de calcio).

4.2 Vigilancia y control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre.

4.2.1 Conceptos básicos

La vigilancia del agua se define como “el conjunto de acciones adoptadas por el Ministerio de Salud, como autoridad competente, para evaluar el riesgo que representa para la salud pública, la calidad del agua suministrada por los sistemas de abastecimiento”.

Técnicamente la vigilancia sanitaria contempla: la correlación de la calidad física, química y microbiológica del agua con las enfermedades de origen hídrico para determinar el impacto en la salud, y el examen permanente y sistemático de la información sobre la calidad del agua para identificar si la fuente, el tratamiento y la distribución responden a los objetivos y normas establecidas.

La vigilancia del agua tiene un carácter preventivo y correctivo; preventivo porque permite detectar oportunamente los factores de riesgo para la salud; y correctivo porque permite identificar los focos de brotes de enfermedades relacionadas con el agua, para actuar sobre ellos y restablecer su calidad.

En situaciones de emergencia y desastre, esta acción debe realizarse más frecuentemente que en tiempos normales.

El control de la calidad del agua se define como “el conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el abastecedor, con el objetivo de verificar que la calidad del agua suministrada a la población sea segura”.

Para este fin, el proveedor del servicio debe evaluar continuamente la calidad de las fuentes, los procesos de tratamiento y el sistema de distribución, conjuntamente con las inspecciones sanitarias, lo que asegura la buena calidad del agua.

La responsabilidad del abastecedor se inicia en el momento de la salida de la fuente de abastecimiento de agua, en la planta de tratamiento, y termina cuando el líquido ingresa a las viviendas de los usuarios. La calidad del agua en el domicilio es responsabilidad de sus habitantes.

En situaciones de emergencia y desastre, el control de la calidad del agua debe fortalecerse y ampliarse a otras fuentes de abastecimiento o medios de distribución, como los camiones cisterna.

El control de la calidad se diferencia de la vigilancia en la responsabilidad institucional, la forma de actuación, las áreas geográficas de intervención, la frecuencia de muestreo y la interpretación de los resultados, pero tienen algo de común en el planeamiento y la implementación.

Tabla 4.1 Se describen las diferencias en el rol institucional para la vigilancia y el control de la calidad del agua:

Rol institucional de la vigilancia y el control de la calidad del agua	
Vigilancia de la calidad del agua	Control de la calidad del agua
<p>Entidad responsable: El MSAPS y ANDA con sus respectivas dependencias en el ámbito nacional, departamental/municipal y local.</p> <p>En casos de emergencia o desastre pueden apoyar algunas acciones las ONG, instituciones de ayuda humanitaria y empresa privada</p>	<p>Entidad responsable: Entidad prestadora de servicios de agua, ANDA, Alcaldías Municipales, juntas administradoras (ADESCOS) para ámbitos urbanos y rurales.</p> <p>En casos de emergencia o desastre pueden incluirse ONG, instituciones de ayuda humanitaria y empresa privada</p>
<p>Función: Promover el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.</p> <p>En situaciones de emergencia, apoyar la vigilancia permanente de la calidad del agua e identificar las medidas correctivas para proteger la salud de la población.</p>	<p>Función: Asegurar la buena práctica operativa y de las acciones destinadas a garantizar la calidad del abastecimiento, en cumplimiento con la legislación nacional.</p> <p>En situaciones de emergencia, reforzar el control diario de la calidad del agua.</p>
<p>Actividades: Realizar auditorías independientes y periódicas de aspectos de seguridad del agua, tomar muestras, proveer y procesar información, evaluar el riesgo para la salud humana e identificar y hacer seguimiento de las medidas correctivas.</p> <p>En situaciones de desastre, además de lo antes descrito, incrementar acciones de vigilancia de la calidad del agua, proveer y procesar información para la sala de situación y la toma de decisiones, verificar la aplicación de medidas correctivas y definir acciones preventivas.</p>	<p>Actividades: Tomar muestras, realizar una inspección sanitaria, llevar a cabo acciones de monitoreo de la calidad del agua y evaluar riesgos del sistema.</p> <p>En situaciones de desastre, además de lo antes descrito, redoblar acciones de monitoreo de la calidad del agua e implementar medidas correctivas para garantizar el abastecimiento a la población afectada, tanto en cantidad como en calidad.</p>

4.2.2 Evaluación fisicoquímica y bacteriológica

1. Indicadores y parámetros

Para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en situaciones normales, es necesaria la evaluación de calidad, cantidad, cobertura, continuidad del servicio y costo.

En situaciones de emergencia y desastre, estos indicadores se reajustan pero se deben garantizar, por lo menos, la calidad del agua libre de riesgos microbianos, la cantidad de agua mínima necesaria y la fácil accesibilidad y continuidad del servicio.

Tabla 4.2 Calidad del abastecimiento de agua

Indicadores de calidad del servicio de abastecimiento de agua en situaciones de emergencia	
Indicador	Descripción
Calidad	Apta para consumo humano.
Cantidad	Suficiente para fines domésticos.
Cobertura	Abarca el mayor número de la población.
Continuidad	Disponible la mayor parte del tiempo.
Costo	El mínimo necesario.
Accesibilidad	Puntos de acopio de fácil y pronta llegada a los consumidores

2. Calidad del agua de consumo

Considerando que generalmente la etapa inmediatamente posterior al evento tiene una duración limitada, que raras veces excede un mes, en la cual existe una fuerte participación de ayuda externa y que los productos químicos ingeridos por corto tiempo no tienen mayor impacto en la salud de los consumidores, se recomienda aplicar los valores indicados en la tabla 4.3 y que han sido conciliados a partir de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) y el *Proyecto Esfera*

Tabla 4.3 Parámetros fisicoquímicos

DETERMINACIÓN		CONCENTRACIÓN O VALOR
Cloro residual		0.5 -1.0 ppm*
Turbiedad	Aguas subterráneas	10 UNT
	Aguas superficiales	5 UNT
Iones hidronio (pH)		6.5 – 8.5

* 1 ppm (parte por millón) equivale a 1 mg/lit (miligramo por litro).

Cabe indicar que los parámetros de cloro residual varían. En condiciones normales entre 0.2 y 0.5 ppm; lo ideal es 0.5 ppm a la salida del tratamiento y no menos de 0.2 ppm en el punto más alejado de la red. Dado que en situaciones de desastre, generalmente el agua se contamina y su nivel de turbiedad se eleva, se recomienda hiperclorar el agua con concentraciones de hasta 1.0 ppm para proteger la salud de la población afectada.

Adicionalmente, si las circunstancias lo permiten, se deberá ejecutar la evaluación de la concentración de coliformes termotolerantes o *E.coli*, los cuales no deberían estar presentes en el agua destinada al consumo humano. Con la finalidad de minimizar el riesgo a la salud, se recomienda que el 10% de un lote de 50 muestras no exceda los 10 coliformes termotolerantes o *E. coli*.

Si la calidad microbiana no puede mantenerse durante la emergencia, y mientras se realizan las acciones correctivas pertinentes, como primera medida se puede recomendar a los usuarios hervir el agua y/o proceder a la cloración.

En el contexto de la emergencia, si la situación lo permite y se cuenta con equipos más especializados para analizar la calidad del agua, se recomienda aprovechar la oportunidad para hacer análisis más completos de las fuentes de agua y aumentar los puntos de muestreo para fortalecer los programas de vigilancia y control de la calidad del agua (principalmente en lugares que lo ameritan, por ejemplo, zonas con contaminación por metales o de alto contenido férrico).

Durante la etapa de rehabilitación, las condiciones de vida de la comunidad vuelven progresivamente a la normalidad y la labor asistencial directa va cesando. En esta fase se recomienda aplicar la norma de calidad del agua del país e incrementar la frecuencia de muestreo en un 50%, en razón de que la red de agua o alcantarillado se encuentra en proceso de manipulación y, por lo tanto, el riesgo de contaminación es alto. Al incrementar la frecuencia de muestreo se permite aumentar la confiabilidad en el monitoreo y disminuir el riesgo de brotes de enfermedades relacionadas con el agua de consumo humano.

3. Cantidad de agua

En situaciones de emergencia y desastre, para dotar a la población con un adecuado abastecimiento de agua, se establecen medidas para aumentar su disponibilidad, en algunos casos con fuentes alternas de agua.

Para el momento inmediato al evento, se recomienda aplicar los valores indicados en la tabla 4.4 y que han sido conciliados a partir de las recomendaciones de la OMS, ACNUR y el *Proyecto Esfera*, dando prioridad a la población más vulnerable (mujeres y niños).

Tabla 4.4 Tabla simplificada de necesidades básicas en cuanto a cantidad de agua para asegurar la supervivencia

NECESIDAD BÁSICA	LITROS POR PERSONA AL DÍA	OBSERVACIONES
Consumo de agua para beber y utilizar con los alimentos	2.5- 3	Depende del clima y la fisiología individual.
Prácticas básicas de higiene	2-6	Dependen de las normas sociales y culturales.
Cocina	3-6	Depende del tipo de alimentos, normas sociales y culturales.
Cantidad total de agua	7.5-15	Aproximado

Los niveles de operatividad de los servicios deben asegurar que durante las situaciones de emergencia, los establecimientos de salud y albergues sean priorizados en la dotación de los servicios, entre otras edificaciones importantes.

En la etapa de rehabilitación se normalizará la dotación de agua de acuerdo con las normas específicas de cada país.

4. Continuidad y accesibilidad al servicio

Generalmente en situaciones de emergencia y desastre disminuye la cantidad de agua disponible; por lo tanto, se deben implementar medidas para la distribución racionada con criterios de equidad, que permitan disponer de agua a la población, la mayor cantidad de tiempo posible.

Durante la emergencia, es importante tener en cuenta la proximidad del punto de suministro de agua con respecto a la población afectada; se recomienda que la distancia máxima permisible entre las viviendas y el punto más cercano de suministro sea de 500 m. En caso de encontrarse lejos la fuente de abastecimiento de agua, habrá que tomar las medidas necesarias para traer el agua por medio de camiones cisterna (adecuadamente identificados y desinfectados), racionar el agua y garantizar su distribución equitativa.

4.2.3 Lugares de muestreo

El muestreo deberá realizarse en puntos estratégicos, comprendidos en todo el proceso de provisión de agua a la población afectada, desde la fuente y/o captación, los puntos de distribución y almacenamiento hasta el manejo intradomiciliario; asimismo, se efectuará una inspección sanitaria para verificar indicios de contaminación que alteren los resultados.

En la figura 4.11, se esquematiza los puntos de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre, destacando los referentes técnicos a considerar.

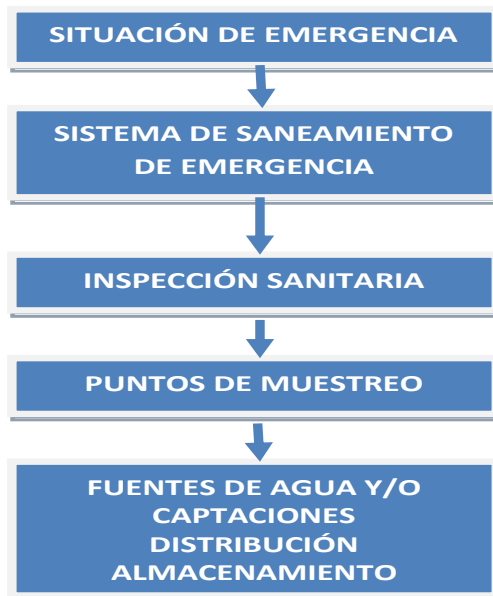


Figura 4.10 Puntos de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua en situaciones de emergencia o desastre

4.2.4 Determinaciones

Los tres aspectos fisicoquímicos fundamentales en una situación de emergencia o desastre en relación con la vigilancia de la calidad del agua de consumo humano y que deben ser monitoreados son: el cloro residual, el pH y la turbiedad. Estas tres determinaciones fisicoquímicas se consideran claves porque están directamente relacionadas con la desinfección, el mantenimiento del nivel de cloro libre residual en el agua y, por lo tanto, con la posibilidad de transmisión de agentes patógenos.

Posteriormente, si las circunstancias lo permiten, se deberá hacer la determinación bacteriológica, para evaluar la concentración de coliformes termotolerantes (*E. coli*) en el agua.

4.2.5 Muestreo

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos carecerán de valor si las muestras analizadas no son debidamente recolectadas, almacenadas e identificadas.

Las muestras se deben tomar en recipientes limpios y deben ser rotuladas, detallando la fecha, hora y ubicación de la toma, así como el nombre de quien realizó el muestreo.

En situaciones de emergencia y desastre, se recomienda que transcurra el menor tiempo posible entre la obtención de la muestra y su análisis. Adicionalmente, las muestras deben enviarse en cajas térmicas, aisladas de la luz solar con refrigerante.

Las muestras deben ser representativas del agua que está siendo suministrada a los afectados, en los diferentes puntos de distribución así como en los puntos de almacenamiento.

– Frecuencia del muestreo

La frecuencia del muestreo tiene como objetivo definir la continuidad del seguimiento que debe efectuarse a la calidad del agua para consumo humano. Durante la emergencia se recomienda que el muestreo sea diario; situación que en el período de la rehabilitación y reconstrucción se regirá de acuerdo con lo establecido en las normas de cada país.

4.2.6 Análisis

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos deben realizarse con procedimientos normalizados, con el objetivo de que los resultados obtenidos puedan ser comparables.

El cloro residual, el pH y la turbiedad se deben analizar inmediatamente después de la toma de la muestra.

Para analizar la calidad del agua, en las determinaciones indicadas, se deben realizar algunas pruebas que se pueden tomar directamente en el campo, ya sea con equipos sencillos como los comparadores de cloro o con la ayuda de un laboratorio portátil. En las zonas rurales, donde no es fácil acceder a un laboratorio, se recomienda su determinación en el campo.

A continuación se describen algunos métodos para evaluar los aspectos físicos, químicos y bacteriológicos que determinan la calidad del agua para consumo de la población.

1. Análisis físico

1. pH

Los valores de pH miden la intensidad de la acidez y alcalinidad del agua. Es importante medir el pH al mismo tiempo que el cloro residual, ya que la eficacia de la desinfección con cloro depende en alto grado del pH.

La medición de este parámetro debe efectuarse en el campo; así se evita la alteración de la muestra, para lo cual existen sencillos medidores de pH que facilitan la tarea.

Para su evaluación se aplica el método electrométrico, que se fundamenta en la determinación de la actividad de los iones hidrógeno por medio de una medición potenciométrica.

Se emplea un equipo portátil y, antes de proceder al análisis, se deben verificar las condiciones del equipo, porque puede haber errores de medición por una batería baja (se debe cargar la batería mínimo 24 horas antes de iniciar el muestreo) o por electrodos deteriorados o con restos de materiales aceitosos, grasos o precipitados.

Los instrumentos de campo siguen el mismo principio del método potenciométrico usado en el laboratorio.

2. Turbiedad

La turbiedad influye tanto en la aceptabilidad del agua por los consumidores como en la selección y eficacia de los procesos de tratamiento, en particular la eficacia de la desinfección con cloro.

La turbiedad del agua se origina en la presencia de partículas insolubles de arcilla, limo, materia mineral, partículas orgánicas de diferente origen, plancton y otros organismos microscópicos que impiden el paso de la luz a través del agua. Una turbiedad mayor de 5 UNT (unidad nefelométrica de turbiedad) es perceptible para el consumidor y proporciona una guía para la producción de agua aceptable para el consumo humano.

Para su evaluación se aplica el método nefelométrico, que se fundamenta en la comparación entre la intensidad de la luz dispersada por una muestra de agua y la de una suspensión patrón de polímero formazina.

La medición de la turbiedad en el campo se efectúa con un instrumento portátil que permite una medición fácil y rápida. Se recomienda las escalas de 0 a 5 UNT para agua de consumo humano. Su funcionamiento tiene los mismos principios que el método nefelométrico usado en el laboratorio.

2. Análisis químico

1. Cloro residual

El cloro ofrece varias ventajas como desinfectante, entre ellas su costo relativamente bajo, su eficacia y su facilidad de medición, tanto en laboratorios como sobre el terreno. Otra ventaja importante es que el cloro deja un residuo

desinfectante que contribuye a prevenir la nueva contaminación durante la distribución, el transporte y el almacenamiento del agua.

En situaciones de emergencia y desastre, la determinación del cloro libre residual puede efectuarse con un sencillo comparador visual, que aplica un procedimiento simplificado del método de laboratorio. Este método emplea como reactivo la N, N-dietil-p-fenilendiamina (DPD), que permite hacer esta comparación visual con mayor precisión. La ortotolidina (OT) es otro reactivo que cada vez es menos usado por falta de certeza en sus resultados.

En el método colorimétrico con DPD, la intensidad del color del indicador se compara en forma visual con una escala de estándares.

El cloro libre residual reacciona directamente con el DPD y forma un compuesto de color rojo». Este método se aplica con los comparadores de cloro y es, al momento, el más empleado en el terreno.

Se recomienda utilizar comparadores de cloro con un rango de medición entre 0.2 y 1.5 mg/l. Hay que tener en cuenta que el gusto no da una indicación confiable de concentración de cloro.

3. Análisis bacteriológico

Para la evaluación de la calidad bacteriológica del agua de consumo en situaciones de emergencia, se presentan dos alternativas:

1. Ensayo del H₂S, método cualitativo de presencia/ausencia (P/A)

El ensayo del hidrógeno sulfurado o sulfuro de hidrógeno (H₂S) es uno de los métodos más sencillos para evaluar la calidad bacteriológica del agua; se caracteriza por su bajo costo y la claridad en la interpretación de los resultados.

Este ensayo consiste en la determinación cualitativa de bacterias productoras de H₂S, cuya detección se asocia a la presencia de contaminación bacteriana de origen intestinal, que incluye las bacterias del grupo coliforme.

El método se basa en la capacidad de bacterias entéricas como *Salmonella*, *Arizona*, *Proteus*, *Edwardsiella* y de algunos géneros/ especies del grupo coliforme como *Citrobacter*, *Klebsiella*, *E. coli*, de producir H₂S. Usando un medio de cultivo con tiosulfato como fuente de sulfuro y citrato férrico amoniaco como indicador, es posible detectar la presencia de estas bacterias a través de la producción de un precipitado negro de sulfuro ferroso. Todas las bacterias productoras de H₂S dan una reacción positiva.

La aparición de cualquier ennegrecimiento en la tira de papel y/o en el líquido con o sin producción de precipitado negro, después de incubar durante 24 horas a 48 horas, demuestra la presencia de bacterias de origen intestinal. Si no hay coloración negra a las 48 horas, se incuba durante 24 horas adicionales. La ausencia total de color negro después de 72 horas de incubación indica que la muestra no tiene bacterias de origen intestinal.

Los resultados se expresan en forma cualitativa, como “presencia” o “ausencia” de bacterias productoras de H₂S, indicadoras de contaminación por bacterias de origen intestinal. Este método no reemplaza a los métodos cuantitativos oficiales utilizados para la determinación de la calidad bacteriológica del agua potable.

2. Método de presencia-ausencia de bacterias coliformes

Es un procedimiento simplificado para la “determinación cualitativa de coliformes” en agua destinada al consumo humano; más simple y económico que la técnica de tubos múltiples y la de filtro de membrana, que son pruebas cuantitativas.

La prueba de presencia - ausencia considera la siembra de 100 ml de muestra en el caldo P - A y está fundamentada sobre el principio de que los coliformes deben estar ausentes en 100 ml de agua potable.

Esta prueba consta de dos fases: una presuntiva y otra confirmativa.

Si el resultado del análisis es positivo, puede ser necesaria la determinación cuantitativa en una nueva muestra.

Asimismo, el ColilertTM es un producto para análisis, detección y cuantificación de coliformes totales y *E. coli*, en muestras de agua de cualquier tipo (potables, residuales, de proceso, etc.). Es un reactivo con una formulación especialmente diseñada a base de sales y sustratos con nitrógeno y carbono. La metabolización de estos nutrientes produce un color amarillo y fluorescencia, con lo cual queda confirmada la presencia de coliformes totales y de *E. coli*, respectivamente.

La principal ventaja de este método es la reducción a la mitad del tiempo de incubación contra los métodos tradicionales y placas preparadas. En 24 horas están listos los resultados.



Figura 4.11 Sistema de Purificación

4.2.7 Inspección sanitaria

La inspección sanitaria está destinada a determinar con antelación los riesgos de alteración de la calidad del agua para consumo humano como consecuencia de defectos constructivos, deterioro de obras y/o fallas de operación y mantenimiento de las obras de abastecimiento de agua.

Si la infraestructura sanitaria ha sido parcialmente afectada por el impacto del desastre deben ejecutarse inspecciones sanitarias en el área de influencia de la fuente de agua (superficial o subterránea), procesos de tratamiento, distribución, puntos de acopio de agua, así como también en los albergues o refugios temporales, con la finalidad de identificar y aplicar las medidas correctivas para evitar la contaminación del agua tanto cruda como tratada.

En gran parte de los casos, la inspección sanitaria ayuda a determinar e interpretar en forma correcta los resultados de las pruebas de laboratorio porque contribuye a visualizar las condiciones físicas existentes en la fuente de agua, la planta de tratamiento y el sistema de distribución.

1. Formularios

Deben elaborarse formularios para evaluar el riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua, tanto cruda como tratada, en la fuente de abastecimiento, componentes del sistema de agua, instalaciones domiciliarias, así como las condiciones de manejo del agua en las viviendas, albergues, servicios de salud, servicios asistenciales, etc.

2. Ejecución

La inspección debe llevarse a cabo de manera sistemática e incluye las siguientes actividades:

- Charla informativa inicial, para dar a conocer al personal del sistema de agua el objeto de la inspección y la secuencia de actividades que se desarrollarán.
- Recorrido por las instalaciones, con el fin de evaluar las condiciones físicas del sistema, determinar la calidad del agua y conocer la situación institucional de la entidad encargada de prestar este servicio.

- Charla informativa de resultados, en la que se exponen los riesgos sanitarios identificados, su orden de prioridad y las posibles medidas preventivas y correctivas que deben efectuarse.

Para impedir que la calidad de agua se altere accidentalmente en el proceso de muestreo, la inspección se inicia en la red de distribución y finaliza en las fuentes de abastecimiento. Se deben incluir el almacenamiento domiciliario (bidones o recipientes con abertura pequeña) y cisterna, y se deben brindar las recomendaciones sobre la manipulación e higiene para evitar la contaminación del agua.

El encargado de la vigilancia debe completar el informe de la inspección sanitaria *in situ* con los representantes de la comunidad.

Siempre que sea posible, hay que aprovechar las oportunidades para señalar los problemas encontrados a los miembros de la comunidad, representantes o al cuidador u operador del sistema.

3. Frecuencia

Las inspecciones sanitarias deben ejecutarse una vez implementadas las primeras actividades o acciones de abastecimiento de agua. Durante la fase de emergencia, las inspecciones deben ser tan seguidas como sea posible. Durante la post emergencia, la frecuencia puede ser quincenal o mensual, hasta que el servicio de abastecimiento de agua se haya regularizado completamente.

4. Acciones correctivas

Entre las medidas correctivas se deben considerar las intervenciones técnicas y sociales encaminadas a mejorar el servicio de abastecimiento de agua.

El análisis económico muestra que es más rentable llevar a cabo un mantenimiento preventivo, periódico y diligente, que limitarse a esperar que los equipos sufran averías, requiriendo muchas veces costosas reparaciones, inclusive sin la ocurrencia de un evento adverso.

4.2.8 Medidas correctivas para mejorar la calidad del agua

Conocido el riesgo al que se encuentra expuesta la población afectada por una emergencia o desastre, debido a la imposibilidad de contar con agua para el consumo humano, las autoridades y responsables de la respuesta frente a la emergencia, deben buscar alternativas de dotación de agua segura que permitan proteger la salud de las personas.

Dependiendo de los resultados de la información procesada, se identifican las medidas correctivas inmediatas, así como las acciones preventivas para evitar problemas similares en el futuro. Estas medidas correctivas varían dependiendo de las alternativas técnicas de solución, área de intervención, costos, actores involucrados, etc.

A continuación se describen las medidas correctivas más frecuentes aplicadas en situaciones de emergencia o desastre.

- **Selección y tratamiento de fuentes alternas de agua.**

En situaciones de emergencia y desastre el suministro de agua para el consumo humano y la higiene personal es fundamental. Sin embargo, muchas veces, las fuentes disponibles de agua son limitadas. En este sentido, las guías y normas de calidad de agua potable de los países deben ser flexibles para situaciones de emergencia y desastre, teniendo en consideración los riesgos y los beneficios para la salud, en el corto y largo plazo; es importante destacar que restringir la disponibilidad de agua para la higiene, como a menudo ocurre, puede ocasionar el incremento del riesgo de la transmisión de enfermedades.

Con el propósito de asegurar la disponibilidad de agua en situaciones de emergencia y desastre, se debe prever la identificación de fuentes alternas de

abastecimiento. Dependiendo del origen (superficial o subterráneo) y de los factores naturales o artificiales que afecten su calidad, la fuente de abastecimiento tiene influencia en la salud de los consumidores por lo que debe prestarse especial atención en cuanto a su protección, calidad y tratabilidad.

Para la toma de decisiones en la selección de una fuente alterna de agua, se deberá evaluar además la procedencia, producción y contaminación, así como verificar la necesidad de tratamiento. En general, las fuentes subterráneas son preferibles porque requieren menos tratamiento, especialmente si se trata de agua procedente de manantiales. (Ver tabla 4.5)

En caso de que la fuente seleccionada requiera de tratamiento, éste debe hacerse en la medida mínima indispensable para tener la seguridad de que resulta aceptablemente potable, utilizando una tecnología apropiada y un método fiable. Es importante disponer de información básica de las fuentes de agua, proceso de tratamiento y los diferentes métodos de desinfección de agua.

Tabla 4.5 Tratamientos recomendados para diferentes fuentes de agua con el fin de minimizar el riesgo sanitario

TIPO DE FUENTE	TRATAMIENTO RECOMENDADO
AGUA SUBTERRÁNEA	
Pozos profundos protegidos, esencialmente libres de contaminación fecal	Desinfección
Pozos superficiales no protegidos, con probabilidad de contaminación fecal	Filtración y desinfección
AGUAS SUPERFICIALES	
Aguas embalsadas protegidas en tierras altas, esencialmente libres de contaminación fecal	Desinfección
Aguas embalsadas no protegidas en tierras altas, con probabilidad de contaminación fecal	Filtración y desinfección
Ríos no protegidos en tierras bajas, con probabilidad de contaminación fecal	Desinfección previa o almacenamiento, filtración y desinfección
Cuenca hidrográfica no protegida, contaminación fecal considerable	Desinfección previa o almacenamiento, filtración, tratamiento suplementario y desinfección
Cuenca hidrográfica no protegida, contaminación fecal manifiesta	No se recomienda su utilización para el abastecimiento de agua potable

Fuente: OPS/OMS, Reiff, Fred, Vicente Witt, *Manual de desinfección*. OPS/OMS 1995.

4.2.9 Limpieza y desinfección de tanques de distribución

Para el abastecimiento público de agua que utiliza tanques de distribución, se recomienda realizar el lavado y la desinfección periódica de los tanques.

Se prepara una solución de quince gotas de hipoclorito de sodio (cloro) por cada litro de agua, para lavar y cepillar el interior y exterior de los recipientes. Se enjuaga bien el recipiente y se llena nuevamente con agua limpia.

Este tanque debe permanecer tapado. Se deben instalar grifos para acceder al agua, evitando la manipulación del líquido con depósitos que puedan estar sucios.

Para repartir esta solución se puede coordinar con la entidad proveedora de servicios de agua. Es importante involucrar en esta tarea a los líderes de la comunidad, para que se responsabilicen del cuidado del agua de consumo humano.

4.2.10 Tratamiento del agua a nivel domiciliario

La eficiencia del tratamiento en la remoción de los compuestos que afectan la aceptabilidad del agua para consumo humano está influenciada por la calidad del agua cruda y, en especial, por su operación, mantenimiento y el control de los procesos de tratamiento y desinfección.

La distribución de agua a la población afectada culmina con la disposición del agua al interior de las viviendas, donde se debe implementar una serie de medidas para evitar su contaminación.

La elección del tratamiento se realiza en función de la calidad del agua que abastece a la comunidad, de la disponibilidad de energía eléctrica y del número de personas beneficiadas. Los resultados de la sistematización de la información ayudarán a definir el tipo de tratamiento que se debe brindar al agua al nivel domiciliario.

1. Clarificación

Antes de la desinfección se debe remover la turbiedad, el color y otras impurezas precipitables que se encuentran en el agua. De nada sirve echar cloro en este tipo de agua.

Los procesos de clarificación más frecuentes son:

- Sedimentación, coagulación o floculación

- Tamizado
- Adsorción (carbón, arcilla, etc.)
- Filtración (Filtros cerámicos, lentos de arena, rápidos de arena)

2. Desinfección

El agua desinfectada debe almacenarse solamente en envases limpios, cerrados y que no sean corrosivos, para minimizar los riesgos de contaminación.

Existen métodos físicos y químicos para la desinfección casera del agua.

a. Métodos físicos: ebullición, UV y Sodis

b. Métodos químicos: cloración (con hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, etc.), iodación y ozono.

Tabla 4.6 Tratamiento domestico del agua ventajas y limitaciones

Métodos para el tratamiento doméstico del agua en situaciones de emergencia y desastre				
Sistema	Proceso	Eliminación	Ventajas	Restricciones
<p>Clarificación</p> <p>Sedimentación (almacenamiento)</p> <p>Tamizado</p> <p>"Adsorción" o filtros "catalíticos"</p> <p>Filtros cerámicos</p> <p>Filtros de arena rápidos</p>	<p>Se almacena agua sin tratar en un primer recipiente.</p> <p>Luego de 24 horas, con cuidado, se vacía el agua en un segundo recipiente.</p> <p>Después de 24 horas, se echa el agua en un tercer recipiente.</p>	<p>Un 50% de la mayoría de bacterias muere.</p> <p>Se elimina una parte importante de la turbidez.</p> <p>Esto elimina casi todas las impurezas.</p>	<p>Métodos sencillos. Muy simples de utilizar.</p> <p>Relativamente pequeños y compactos. A través del almacenamiento del agua y con la aplicación de algunos</p>	<p>Eliminación parcial de los organismos patógenos.</p> <p>Eliminación limitada de otros patógenos.</p> <p>Para el consumo humano se recomienda hervir el agua o desinfectarla después de la clarificación.</p>
<p>Desinfección</p> <p>Ebullición</p> <p>Sodis</p> <p>Cloración mediante cloro líquido (hipoclorito de sodio)</p> <p>UV</p>	<p>El agua debe ser hervida vigorosamente durante un minuto desde que empieza la ebullición, si la localidad está ubicada en el nivel del mar.</p> <p>Se debe dejar hervir durante un minuto más por cada 1000 m de altitud.</p> <p>Desinfección con cloro localmente disponible (solución de hipoclorito de sodio o adquirida como blanqueador). Se emplea un recipiente con grifo y cuello estrecho.</p> <p>Se prepara una solución madre con una concentración de cloro, para incorporar la dosis correspondiente para este fin.</p>	<p>Mata a casi todos los patógenos transmitidos por el agua.</p> <p>Destruye la mayoría de los patógenos transmitidos por el agua.</p> <p>Con este tratamiento se produce la muerte de los gérmenes patógenos, pero no la eliminación de la materia orgánica, ya que en este caso no se dispone de un agente oxidante.</p> <p>Inactiva o destruye casi todos los patógenos transmitidos por el agua.</p> <p>Destruye casi todos los patógenos transmitidos por el agua.</p>	<p>En situaciones de emergencia se puede hervir el agua como medida temporal</p> <p>Se puede aplicar en grandes volúmenes de agua.</p> <p>Utiliza botellas de plástico que son fáciles de manejar, cómodas para almacenar y transportar.</p> <p>El sistema es sostenible y no requiere productos fungibles, excepto las botellas.</p>	<p>Es una labor que demanda mucho tiempo</p> <p>Las lámparas son difíciles de obtener y requieren energía eléctrica.</p> <p>Efectivo como tratamiento casero, no es un método factible para abastecimientos públicos de agua.</p> <p>El suministro local de hipoclorito debe ser continuo.</p>

4.3 Organización para la provisión de agua segura en situaciones de desastre

La calidad del agua de consumo puede controlarse mediante la protección combinada de la fuente de agua, los procesos de tratamiento, la distribución y el manejo del agua a nivel casero. Estas acciones involucran a una serie de actores, que van desde las autoridades municipales y sectoriales, las entidades prestadoras de servicios de agua, hasta la misma comunidad afectada. El éxito en las actividades de distribución y monitoreo del agua en situaciones de desastre depende de los niveles de coordinación existentes entre estos actores.

Es necesario implementar procesos colectivos con las comunidades, establecer comunicación con los pobladores afectados, identificar líderes y personas de reconocida aceptación en la comunidad, definir interlocutores y canales de comunicación para informar a la comunidad respecto de las decisiones que se tomen en relación a los servicios de agua y saneamiento.

La organización y las funciones de las entidades involucradas en la respuesta a desastres se articulan en una instancia de coordinación y toma de decisiones, como Protección Civil (Nacional, Departamental y Municipal), presidido por la máxima autoridad e integrado por representantes de las entidades encargadas empresas de los servicios de agua, ANDA, Empresas Administradoras, Alcaldías Municipales, ONGS y las Comunidades, entre otros. Es importante partir de la premisa de que la primera respuesta debe proveerla el nivel local, por lo cual, en esa instancia se debe disponer de una plataforma organizada para responder al evento adverso.

Para la ejecución de estas acciones es importante que los diferentes niveles definan roles y responsabilidades entre los actores involucrados en la provisión, la vigilancia y el control de la calidad del agua.

4.3.1 Roles y responsabilidades de los actores involucrados

1. Gobierno Central

En el país existe una institución que promueve, facilita y coordina las funciones de prevención, mitigación, preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción. Sus atribuciones y responsabilidades generalmente están asignadas por ley. Esta institución coordinadora reúne a los ministerios, secretarías y demás entidades que tienen responsabilidad en el tema, de manera sectorial, intersectorial y territorial; establece normas y directivas para incorporar transversalmente en los planes de desarrollo institucional lineamientos con enfoque de gestión de riesgos; formula planes de prevención y atención de desastre; y prepara planes de contingencia ante una emergencia o desastre, que deben contemplar acciones para la vigilancia de la calidad del agua.

Esta organización se replica a menor escala en los niveles regionales y locales. Los ministerios y organismos desconcentrados que tienen como responsabilidad realizar la vigilancia y el control de la calidad del agua deben ser parte de este sistema y tener un representante a nivel nacional, departamental y municipal.

2. Sectorial

1. Administración del servicio de agua y saneamiento básico nacional (ANDA y MSPAS)

Como entidades reguladoras del sector agua y saneamiento en el país, cumple la función de fiscalizar a las entidades abastecedoras de agua. Esta entidad establece los lineamientos para la formulación de planes de contingencia y/o emergencia, que contemplan acciones específicas para la vigilancia de la calidad del agua a ser ejecutadas por la entidad prestadora de este servicio en el nivel local.

2. Autoridad de salud a nivel nacional (MSPAS y ANDA)

El Ministerio de Salud, a través de la unidad encargada de la vigilancia de la calidad de agua o la dependencia que haga sus veces, recibirá información de las instancias descentralizadas a nivel nacional/departamental /Municipal, con el

fin de preparar el informe nacional de calidad del agua y fijar las políticas y estrategias a seguir en materia de calidad del agua.

3. Autoridades de cuenca hidrográfica (ANDA Y MARN)

La autoridad de cuenca o quien realice esta función deberá formular un plan de contingencia involucrando a los diversos usuarios de la cuenca para proteger su cauce, verter sus efluentes, con la finalidad de establecer controles para minimizar el impacto en la calidad de la fuente de agua de consumo humano.

4. Autoridades locales (ALCALDIAS MUNICIPALIDADES)

El COE local coordina permanentemente con las instituciones públicas, privadas y los organismos no gubernamentales de su jurisdicción, las acciones necesarias para la prevención y atención en caso de emergencia o desastre. En esta instancia de coordinación también participan el sector salud, las entidades prestadoras de los servicios básicos y otros actores locales relacionados con el tema de agua.

Entre otras, las funciones de este comité son: identificación de riesgos potenciales que pueden afectar a la comunidad e infraestructura; la implementación de medidas para la reducción de riesgos, y la definición de acciones de coordinación para enfrentar la emergencia y atender a la población.

Con respecto a la provisión de agua segura, las autoridades locales deben realizar una función supervisora sobre los proveedores de los servicios de agua y solicitar la evaluación de los riesgos y la formulación de planes de contingencia ante posibles emergencias o desastres; correspondiéndole al sector salud a nivel local ejercer la vigilancia sobre la calidad del agua de consumo humano, como parte de las acciones normales en su jurisdicción, y preparar material de información para la población.

En caso de emergencia o desastre, el COEN local debe priorizar la provisión de agua segura a la población afectada. Para ese fin, el responsable de salud de este nivel, de acuerdo con su plan, debe desarrollar una serie de acciones que

incluyen la evaluación de daños, el monitoreo de la calidad del agua, la provisión de información a la sala de situación, la verificación de acciones correctivas y la transmisión de mensajes de información sanitaria a la población.

4.3.2 Entidades proveedoras de servicios de agua

Las entidades proveedoras de agua potable tienen la responsabilidad permanente de asegurar la provisión de agua segura a la población, para lo cual desarrollan acciones de control de la calidad del agua de consumo humano, aplican planes de seguridad para garantizar el proceso de abastecimiento de agua, evalúan el riesgo al que se puede encontrar expuesto el sistema y cuentan con planes de respuesta para eventos adversos que puedan poner en peligro la prestación de los servicios.

Durante la emergencia, tienen la responsabilidad de continuar con la provisión de agua segura a la población.

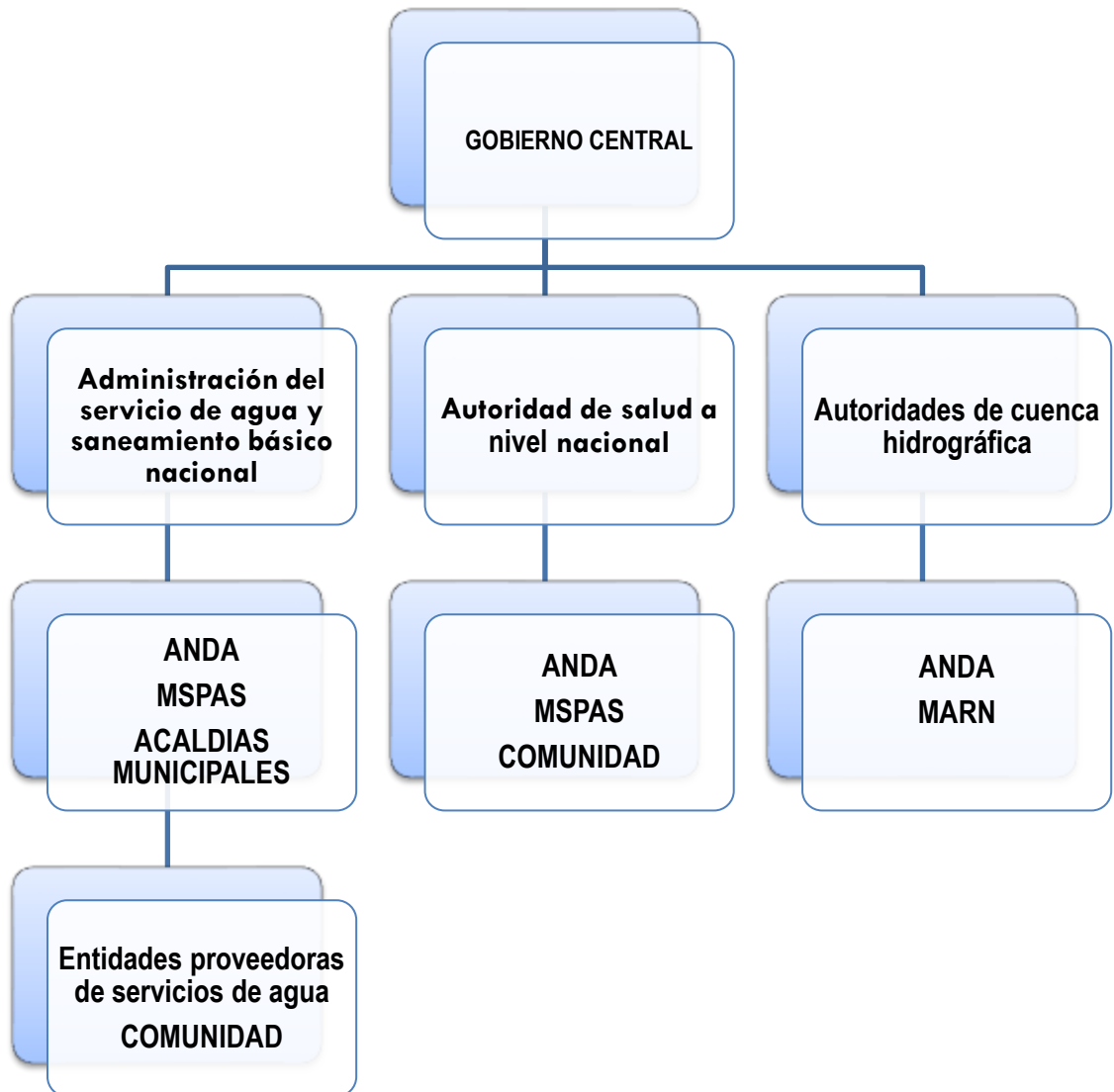
4.3.3 Comunidad

Las autoridades locales deben involucrar a la comunidad, ya sea de forma organizada o individual, en diversas actividades, tanto previas a la emergencia o desastre como en la respuesta y rehabilitación.

Durante la emergencia, la comunidad puede realizar las siguientes acciones:

- Proveer información sobre la población afectada.
- Informar sobre la afectación de los componentes del sistema de agua, proponiendo alternativas de suministro, si es el caso, así como datos de fuentes alternas en los alrededores.
- Verificar los aspectos de accesibilidad para plantear la posibilidad de transportar agua en camiones cisterna.
- Ejecutar acciones en la administración de puntos de distribución de agua; limpieza de tanques de almacenamiento de agua; vigilancia de la calidad del agua a nivel domiciliario; distribución y uso de cloro; y otras que faciliten a aplicación de medidas emitidas por la autoridad de salud.

Organización de roles para la provisión de agua segura en situaciones de emergencia por desastre



En la Tabla 4.7, se sintetizan las acciones y actores involucrados en el control y vigilancia de la calidad del agua durante el proceso de la gestión del riesgo.

Acciones y actores relacionados con la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia o desastre		
	ACCIONES	ACTORES INVOLUCRADOS
A N T E S	Incorporar estrategias de gestión del riesgo en los planes sectoriales (agua y saneamiento), municipales y en los de desarrollo local, con asignación de presupuesto participativo.	ANDA, MSPAS, MARN, Alcaldías Municipales y ONGS trabajando sector de agua y saneamiento y la Comunidad
	Incorporar el factor riesgo en los proyectos y programas de agua y saneamiento, con enfoque de sostenibilidad.	Alcaldías Municipales y ANDA
	Intervenir el riesgo del sistema de agua: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las amenazas que pueden afectar la infraestructura sanitaria. • Identificar las vulnerabilidades de los componentes del sistema de agua frente a las distintas amenazas. • Desarrollar acciones para disminuir la vulnerabilidad a la que está expuesta la infraestructura del sistema de agua. 	Entidad prestadora de los servicios de agua, MSPAS, ANDA y Alcaldías Municipales
	Conformar el COE local con la participación de diferentes actores involucrados en la respuesta ante desastres, incluyendo al sector salud y a las entidades prestadoras de servicios de agua y saneamiento.	Comité Operativo de Emergencia local, Alcaldías Municipales, MSPAS, entidad prestadora de los servicios de agua, población organizada, ONG y agencias de cooperación.
	Elaborar el "Plan local de preparativos para situaciones de emergencia y desastre, que contemple acciones de respuesta sobre provisión de agua segura, con responsabilidades compartidas entre las instituciones involucradas en el tema.	Autoridad local y otros miembros del COE
	Elaborar el "Plan institucional de preparativos para situaciones de emergencia y desastre, que contemple acciones específicas para la provisión y el control de la calidad del agua.	Entidad prestadora de los servicios de agua , ANDA
	Vigilar la calidad del agua en situaciones normales.	MSPAS a nivel local
	Controlar la calidad del agua y realizar inspecciones sanitarias en todo el sistema de agua.	Entidad prestadora de los servicios de agua , ANDA
	Preparar material de información sobre medidas sanitarias para distribuir a la población.	Autoridad local, MSPAS a nivel local

Acciones y actores relacionados con la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia o desastre		
	ACCIONES	ACTORES INVOLUCRADOS
D U R A N T E	Activar las coordinaciones relacionadas con la provisión de agua segura en el plan local e institucional ante emergencias y desastres.	Alcaldías Municipales, ANDA, MSPAS y otros miembros del COE,
	Realizar la evaluación de daños y el análisis de necesidades (EDAN), describir el daño de la infraestructura del sistema de agua, la acción requerida, la capacidad disponible y los recursos humanos y materiales necesarios, para su correspondiente atención o para solicitar apoyo a las instancias respectivas.	Alcaldías Municipales, ANDA,, MSPAS a nivel local, y equipo multidisciplinario e interinstitucional
	Abastecer de agua segura a la población afectada, priorizando albergues y establecimientos prioritarios.	Alcaldías Municipales, ANDA, MSPAS.
	Ejercer el control de la calidad del agua en la fuente y distribución.	Entidad prestadora de los servicios de agua y autoridad local
	Ejecutar la vigilancia de la calidad del agua en los puntos de muestreo previamente identificados, priorizando los parámetros: pH, turbiedad, <i>E. coli</i> y cloro residual.	MSPAS a nivel local
	Proveer de información a la sala de situación sobre la calidad del agua que está consumiendo la población afectada, con el fin de tomar las medidas correctivas necesarias para evitar riesgos en la salud de la población.	MSPAS a nivel local y Alcaldías Municipales
	Identificar y ejecutar acciones correctivas para el mejoramiento de la calidad del agua que consume la población (limpieza y desinfección de tanques de distribución y reservorios, educación sanitaria, etc.).	Alcaldías Municipales, ANDA, MSPAS. Comunidad.
	Proporcionar permanentemente información a la población sobre las medidas que deben cumplir para el consumo de agua segura.	Alcaldías Municipales, ANDA, MSPAS a nivel local y líderes comunitarios
	Involucrar a la población afectada en diferentes acciones orientadas a proteger su salud: cuidados en el almacenamiento de agua, prácticas de higiene, etc.	Comunidad, MSPAS, Alcaldías Municipales
Diseñar las acciones necesarias para la rehabilitación de la provisión normal de los servicios básicos.	Alcaldías Municipales, ANDA	

Acciones y actores relacionados con la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia o desastre		
	ACCIONES	ACTORES INVOLUCRADOS
D E S P U E S	Ejecutar las acciones necesarias para la rehabilitación de los servicios básicos, buscando recuperar en un corto plazo los niveles que tenían los servicios antes del desastre, así como aplicar medidas correctivas de largo plazo para la reconstrucción.	Entidad prestadora de los servicios de agua, autoridad local, sectores de agua y saneamiento y entidades competentes en otras instancias

4.4 Vigilancia epidemiológica posterior a los desastres

4.4.1 Establecimiento de un sistema de vigilancia epidemiológica.

Es necesario para la identificación temprana de algún brote de morbilidad importante que pueda ocurrir entre los afectados por el desastre, ya sea en los refugios temporales o en las zonas donde los sobrevivientes y damnificados han sido localizados. El análisis del epidemiólogo no sólo se centra en la morbilidad y la mortalidad, sino en el descubrimiento de los factores de riesgo asociados, con la finalidad de priorizar la atención sobre ellos.

La coordinación intersectorial es muy importante en el levantamiento de los censos de población para definir adecuadamente las poblaciones vulnerables objeto de la vigilancia

4.4.2 Evaluación y atención del saneamiento ambiental básico.

Se requiere si se considera que el evento adverso ha causado daños de importancia en los componentes de esta función. Por tanto, además de la evaluación en este campo, se deben implementar planes para garantizar la calidad del agua, la adecuada disposición de las excretas y la eliminación de los desechos sólidos, la higiene de los

alimentos y de las personas, el control sanitario de las diversas instalaciones y la educación higiénica.

4.5 Vigilancia epidemiológica y seguimiento de las enfermedades trazadoras

La epidemiología es una de las mejores herramientas para el seguimiento y el control de la morbilidad de los desastres, ya que permite establecer las prioridades para focalizar la ayuda humanitaria.

La epidemiología nos sirve para conocer con anticipación el perfil de salud de las áreas vulnerables y para planificar las actividades de respuesta. Sin embargo, tiene su mayor utilidad en la etapa de respuesta, en la cual la conducción precoz de una evaluación apropiada de los daños, más la información de la evolución de la morbilidad y de los factores de riesgo para la salud en una comunidad, nos permite identificar las necesidades urgentes y establecer las prioridades de apoyo a la población afectada.

Los datos que nutren la información para el proceso de evaluación de los daños deben recogerse rápidamente bajo condiciones altamente adversas y las múltiples fuentes de información se deben integrar para el análisis.

Pueden existir circunstancias y fuerzas que impidan el flujo de un paso a otro en el ciclo de la vigilancia: el ciclo desde la información hasta la acción debe completarse rápida, precisa y repetidamente.

La mortalidad y la morbilidad de una población afectada por un evento adverso están determinadas por el tipo de desastre. El sistema de vigilancia epidemiológica rutinaria debe instituir mecanismos de alerta y de contingencia, con un listado de las posibles enfermedades relacionadas con cada tipo de desastre, establecer un sencillo programa de recolección de datos y poner en marcha programas de control de las enfermedades.

4.5.1 Potencial epidémico

Los desastres provocan alteraciones directas e indirectas sobre la salud de la población: durante el evento pueden existir heridos, traumatizados o similares, es decir, pacientes con enfermedades agudas y urgentes.

Después del evento, las condiciones de salubridad del medio, así como las condiciones del hábitat, pueden provocar la aparición de otras enfermedades consideradas como trazadoras.

Las enfermedades trazadoras se han establecido en función de estudios epidemiológicos y de seguimiento en desastres en diversos países; se han encontrado algunas similitudes, que son sistematizadas para que su vigilancia sirva como instrumento para priorizar las actividades y definir las necesidades más urgentes.

Muchas de estas enfermedades son consecuencia de elementos del medio ambiente y de los sistemas habilitados para la población afectada, por lo que su solución no depende exclusivamente del sector salud; la coordinación intersectorial es de vital importancia en el manejo de la situación.

4.5.2 Factores epidemiológicos determinantes del potencial epidémico

La información previa, conjuntamente con la evaluación de los daños, debe señalar e identificar con claridad los factores de riesgo a que está sometida o expuesta la población, de tal modo que se puedan elaborar planes de control adecuados en cada situación.

Los principales factores que generalmente cambian y que están relacionados con la aparición de enfermedades o brotes epidémicos, son los siguientes:

- Cambios de la morbilidad preexistente
- Cambios ecológicos resultantes del desastre
- Desplazamiento de poblaciones (migración)
- Cambios en la densidad de la población
- Desarticulación de los servicios públicos
- Interrupción de los servicios básicos - salud pública

4.5.3 Ejemplos de indicadores del estado de salud posterior a los desastres

La evaluación epidemiológica inicial y complementaria recoge información que nos permite construir indicadores que, a su vez, constituyen herramientas para la toma de decisiones inmediatas.

Los indicadores que se mencionan a continuación pueden ser construidos con la información recabada en la evaluación de daños posterior a los desastres. Cada uno de estos indicadores nos debe permitir interpretar la situación existente y, por ende, tomar la medida correctiva adecuada.

- Fallecidos
- Lesionados/heridos
- Morbilidad

4.6 Evaluación del saneamiento básico y determinación de prioridades

La disponibilidad de agua potable y de saneamiento adecuado es una de las necesidades indispensables de la salud pública, situación que se magnifica cuando estamos frente a las consecuencias de un evento adverso.

La adopción rápida de medidas de control apropiadas para mantener las condiciones del medio permite reducir o eliminar las causas de morbilidad y mortalidad. En esta tarea corresponde al sector salud marcar la pauta para la determinación de las necesidades de salud ambiental. El deterioro en la calidad o la disminución de la cantidad o la intermitencia de los servicios de agua y saneamiento después de un desastre tienen efectos importantes en la salud de la población. Al sector salud le corresponde planificar las intervenciones de vigilancia de la calidad del agua, la protección de la salud y la atención médica a causa de los problemas generados por el inadecuado saneamiento. Además, es función primordial de este sector velar porque las condiciones de los albergues sean sanitariamente adecuadas. Todo ello requiere una óptima comunicación entre los sectores de salud, agua y saneamiento. La labor de evaluar los daños en la infraestructura de agua y el saneamiento le compete a otros actores tales como municipios, empresas de agua y saneamiento, etc.

En una situación de emergencia, el buen éxito depende en gran medida de la rapidez en la evaluación de los daños, para garantizar que la población afectada tenga acceso al agua segura y a un adecuado manejo de los residuos sólidos. La provisión de agua por sistemas alternos en cantidades suficientes es muy importante para cubrir las necesidades de la población o mitigar los efectos en los sistemas de agua potable y saneamiento.

El manejo de los residuos sólidos y otros desechos es otro factor prioritario para la salud de las poblaciones afectadas. Los registros epidemiológicos indican que, a veces, existen incrementos significativos de las infecciones respiratorias y las enfermedades diarreicas, ocasionados por puntos de acumulación de residuos domésticos y material orgánico. Además, la acumulación de lodo, escombros y restos de demolición se convierte en causa de afecciones respiratorias y de la piel, al igual que la presencia de grandes cantidades de cenizas.

El manejo inadecuado de los residuos potencialmente peligrosos, como los residuos infecciosos hospitalarios y los químicos tóxicos, constituye un factor de riesgo si no se realiza un adecuado almacenamiento, tratamiento y disposición final. Aunque el sector salud no es el principal responsable del tratamiento de los residuos, siempre debe estar presente dentro de un sistema integrado de gestión de los mismos.

La interrupción o sobrecarga de los sistemas de abastecimiento de agua y de evacuación de excretas y de residuos sólidos y líquidos constituye una situación de desequilibrio grave que repercute en la salud de los pobladores se incrementa la probabilidad de aparición de enfermedades de transmisión hídrica y por alimentos. La rápida y espontánea aparición de lugares de alta densidad poblacional adaptados como albergues puede poner en riesgo la salud de la población, si no han sido previamente planificados con las condiciones higiénicas adecuadas.

MATRIZ DE EFECTOS DE LOS DESASTRES NATURALES
Efectos más frecuentes de eventos específicos en la salud ambiental

Efectos más frecuentes de eventos específicos en la salud ambiental		TERREMOTO	HURACÁN	INUNDACIÓN	TSUNAMI	ERUPCIÓN VOLCÁNICA
Suministro de agua y eliminación de aguas residuales	Daños de las estructuras de ingeniería civil	1	1	1	3	1
	Rotura de tuberías madres	1	2	2	1	1
	Daño a las fuentes de agua	1	2	2	3	1
	Cortes de electricidad	1	1	2	2	1
	Contaminación (química y bacteriana)					
	Fallas de transporte	3	1	1	2	1
	Escasez de personal	1	2	2	3	1
	Sobrecarga del sistema (por desplazamientos de población)	3	1	1	3	1
	Escasez de equipamiento, partes y suministros	1	1	1	2	1
Manejo de desechos sólidos	Daños de las estructuras de ingeniería civil	1	2	2	3	1
	Fallas de transporte	1	1	1	2	1
	Escasez de equipamiento	1	1	1	2	1
	Escasez de personal	1	1	1	3	1
	Contaminación de agua, suelo y aire	1	1	1	2	1
Manipulación de alimentos	Deterioro de los alimentos refrigerados	1	1	1	2	1
	Daño de las instalaciones de preparación de alimentos	1	1	1	3	1
	Fallas de transporte	1	1	1	2	1
	Cortes de electricidad	1	1	1	3	1
	Inundación de instalaciones	3	1	1	1	1
	Contaminación/deterioro de los suministros de socorro	2	1	1	2	3
Control de vectores	Aumento de los contactos hombre/vector	1	1	1	2	1
	Aumento de los contactos hombre/vector	1	1	1	1	3
	Alteración de los programas de control de las enfermedades transmitidas por vectores	1	1	1	1	1
Higiene del hogar	Destrucción o daño de las estructuras	1	1	1	1	1
	Contaminación del agua y los alimentos	2	2	1	2	1
	Fallas de la electricidad, la calefacción, el combustible, el agua o los servicios de suministro de agua y eliminación de residuos	1	1	3	3	3
	Hacinamiento	3	3	3	3	3

Clasificación de efectos:

- 1 Efecto grave posible
- 2 Efecto menos grave posible
- 3 Efecto menor o imposible

Para atender estas necesidades es imprescindible evaluar los efectos del desastre en las condiciones y los servicios de saneamiento básico. Para ello se aplican los formularios necesarios sobre la disponibilidad de dichos servicios en la zona afectada.

4.6.1 Abastecimiento de agua

Se prioriza la entrega de agua de la siguiente forma:

- hospitales y centros de salud,
- albergues, y
- sectores de la población en áreas urbanas y rurales.

El agua debe obtenerse de los sistemas normales de distribución y, en caso de estar afectados, de otras fuentes alternas como pozos artesanales, plantas industriales, considerando que se debe someter a análisis de la calidad (bacteriana y química) antes de autorizar su consumo.

De acuerdo con la Carta Humanitaria y estándares mínimos de respuesta en casos de desastre³ (Proyecto Esfera) es importante tomar en cuenta estos indicadores clave:

- mínimo de 15 litros de agua por persona por día
- el caudal en cada punto de abastecimiento de agua debe ser de 0.125 litros por segundo como mínimo
- un lugar de abastecimiento de agua para cada 250 personas como mínimo
- la distancia desde cualquier refugio hasta el lugar de abastecimiento de agua más cercano no debe exceder los 500 metros.

La vigilancia de la calidad del agua, responsabilidad del sector salud, debe iniciarse de manera inmediata, determinando diariamente si existe cloro residual en el agua obtenida y suministrada. Los indicadores clave del proyecto Esfera⁴ son los siguientes:

³ Tomado de The Sphere Project, humanitarian charter and minimum standards in disasters response, Cap. 2

- Los controles sanitarios indican un bajo riesgo de contaminación fecal.
- En el caso de abastecimiento por tuberías a poblaciones de más de 10.000 personas, o de todo tipo desabastecimiento en momentos de riesgo o presencia de una epidemia de diarrea, el agua se trata con un desinfectante residual en concentraciones aceptables (por ejemplo, la concentración de cloro libre residual en el grifo es de 0.2 a 0.5 mg por litro y la turbiedad es inferior a 5 NTU).
- El total de sólidos en disolución no es superior a 1.000 mg por litro (2.000 us/cm de conductividad eléctrica, en medición de campo simple) y el agua no tiene sabor desagradable.
- No se detectan efectos adversos significativos para la salud debidos a contaminación química o radiológica (incluidos los residuos de productos químicos de tratamiento) en un consumo a corto plazo o durante el período de empleo previsto de la fuente de agua y la evaluación no revela probabilidades considerables de tales efectos.

Además, la Carta Humanitaria y las Normas Mínimas de Respuesta Humanitaria en Casos de Desastres del proyecto Esfera plantean la importancia de que la población disponga de utensilios adecuados para recoger, almacenar y utilizar cantidades suficientes de agua para beber y cocinar y para la higiene personal. Los indicadores clave que plantean son los siguientes:

- Cada familia debe disponer de dos recipientes de 10 a 20 litros para recoger el agua, y de recipientes de 20 litros para almacenarla. Esos recipientes deben ser de cuello angosto o tener tapa.
- Cada persona debe disponer de 250 g de jabón por mes para la higiene personal.
- Cuando se necesiten instalaciones de baño colectivas, se debe disponer de cubículos suficientes para su utilización con una frecuencia aceptable y a horas aceptables, separados para hombres y mujeres.

- Cuando se necesiten lavaderos de ropa colectivos, se debe disponer de una pileta de lavar por cada 100 personas; debe haber zonas reservadas para que las mujeres laven y sequen su ropa interior.

4.6.2 Saneamiento del medio

La evacuación de excretas merece consideración preferencial para evitar la proliferación de vectores transmisores de enfermedades y la contaminación del agua y los alimentos.

La evacuación de desechos sólidos incluye la elección de los lugares de carga y descarga, los medios de transporte, la incineración de los mismos o los depósitos en lugares adecuados.

Además del problema de recolección de basuras domiciliarias en situaciones de desastre, otro grande y principal problema es la recolección, el transporte y la disposición final de los escombros, que son los desechos generados por casas, edificios caídos, material arrastrado por inundaciones y deslizamientos, y material acarreado por huracanes.

Para la evacuación de excretas deben construirse letrinas; de no ser posible, se deben poder tomar alternativas como cabinas móviles de uso químico, teniendo en cuenta el mantenimiento de las mismas.

A continuación se presentan algunos de los indicadores clave del proyecto Esfera relacionados con la evacuación de excretas:

- Máximo de 20 personas por letrina.
- Las letrinas deben estar dispuestas por familia(s) y separadas por sexo.
- Las letrinas no deben estar situadas a más de 50 metros de las viviendas o a más de un minuto de marcha.
- Se debe disponer de letrinas separadas para mujeres y hombres en lugares públicos, mercados, centros de distribución, centros de salud, etc.
- Se deben haber establecido procedimientos de limpieza y mantenimiento sistemático de las letrinas públicas que se cumplen con normalidad.

- En la mayoría de los suelos, las letrinas y los pozos de absorción deben estar, por lo menos, a 30 m de toda fuente de agua subterránea y el fondo de toda letrina se debe encontrar como mínimo a 1.5 m por encima de la capa freática. El drenaje o los derrames de los sistemas de recolección de excretas no deben escurrir hacia ninguna fuente de agua superficial ni ningún acuífero de poca profundidad.

4.6.3 Alojamiento

Representa una gran preocupación ubicar lugares adecuados para alojar a los damnificados en condiciones que no generen mayor riesgo para la salud pública y el medio ambiente; además, se debe considerar que una vez instaladas las personas en un punto, es difícil lograr que se trasladen a otro.

A menudo se eligen locales de uso público como coliseos, estadios, escuelas, etc., porque son fáciles de ubicar y, además, tienen servicios. Las carpas y los campamentos, en general, deben instalarse sólo cuando sea un caso de absoluta necesidad.

Si ya no hay riesgo, es importante estimular a las personas a que retornen a sus hogares lo antes posible.

4.6.4 Higiene de los alimentos

El consumo de alimentos contaminados o deteriorados puede producir trastornos graves, desde una intoxicación simple hasta procesos infecciosos, por lo que es necesario garantizar el buen estado de los alimentos de consumo humano, así como su correcta manipulación y distribución.

Además, es responsabilidad del sector salud velar por el adecuado aporte nutritivo de los alimentos suministrados en albergues y a la población damnificada.

4.6.5 Control de vectores

En general, el estancamiento de aguas lluvias o de inundaciones, la presencia de recipientes y la acumulación de basura crean condiciones idóneas para la proliferación de vectores: insectos, roedores, etc.

Los medios de mitigación y lucha antivectorial pueden ser ineficaces o incompletos; por lo tanto, es necesario adoptar medidas de saneamiento del medio como recoger la basura

en bolsas, además del empleo de métodos dirigidos a las personas, por ejemplo, la quimioprofilaxis para la malaria o para la leptospirosis, entre otras medidas. La participación de la comunidad en la prevención de las enfermedades transmitidas por vectores es de fundamental importancia y ninguna acción que las autoridades sanitarias realicen será efectiva sin su participación.

4.6.6 Higiene personal

El grado de higiene en casos de desastre puede disminuir por la falta de agua. La entrega de útiles de aseo, además de agua en cantidad suficiente, estimula a las personas desplazadas a prestar atención a su higiene personal.

4.7 Evaluación de daños y análisis de necesidades

La evaluación de daños después del impacto de un desastre en los sistemas de agua potable y saneamiento es de suma importancia, a fin de obtener de manera rápida un diagnóstico sobre el funcionamiento y operatividad de los sistemas e identificar los daños y las causas que los produjeron. Por otra parte, esta evaluación llevará irremediablemente a localizar y cuantificar las necesidades para restablecer los servicios, además de determinar el tiempo en el que éstos estarán de nuevo operativos. Durante este período deberán utilizarse otras fuentes y medidas de distribución de agua. Además, se determinarán los recursos necesarios para rehabilitar los componentes, el sistema y el servicio.

El proceso de evaluación de daños es la identificación y el registro cualitativo y cuantitativo de los efectos del evento sobre el sistema afectado.

4.7.1 Tipos de evaluación

Para el caso de los sistemas de agua potable y saneamiento, y teniendo como marco de referencia lo expresado anteriormente, se pueden mencionar dos tipos de evaluación de daños de carácter inicial.

1. La primera es de carácter preliminar y permite obtener información en un tiempo relativamente corto, no mayor de ocho horas.

2. La segunda, de carácter general, proporciona un mayor grado de detalle.

1. Evaluación preliminar

La evaluación preliminar debe realizarse por personal operativo que tenga conocimiento del sistema y se basa en lo establecido en los planes operativos. Estas instrucciones permiten centrar la atención en los aspectos de mayor relevancia sin omitir ningún componente y, a su vez, organizar la información cuantificando los daños. Con el fin de reunir la mayor cantidad de datos para el análisis correspondiente, es habitual que el mismo personal operativo de la empresa se divida los diferentes componentes del sistema para recorrerlos en menos tiempo y trasladar estos datos a la sala de situación, ya sea, personalmente, por medio de radio, teléfono, fax u otro.

Con la evaluación preliminar se pretende disponer de la información para la toma de decisiones, con el fin de dar prioridad a los recursos existentes y accesibles en la región, así como planificar las acciones que permitan dotar de agua potable a la mayor cantidad de usuarios en el menor tiempo posible.

Si se cuenta con los resultados de los estudios de vulnerabilidad, las evaluaciones deben centrarse en inspeccionar aquellos componentes identificados como de mayor riesgo para los sistemas.

2. Evaluación general

La segunda evaluación, de carácter general, proporciona un mayor grado de detalle de los daños en un tiempo no superior a las 72 horas. Esta evaluación permite, por un lado, realizar los ajustes pertinentes de las primeras acciones tomadas y, por otro, identificar las necesidades que no pueden ser solventadas por los recursos de la empresa. A diferencia de la evaluación preliminar, la evaluación general normalmente es realizada por un equipo de evaluadores, en el que pueden participar miembros externos a la empresa.

Existe una evaluación adicional, conocida como específica, que se realiza en aquellos casos en que los evaluadores iniciales identifican situaciones que tienen que ser valoradas por especialistas, como por ejemplo el análisis estructural de una planta de tratamiento o de una presa.

La evaluación específica también incluye y toma en consideración las evaluaciones de expertos que participan como representantes de cooperación externa, y que se lleva a cabo con fines de cooperación.

Las instrucciones del plan operativo de emergencia o, en su defecto, la máxima autoridad que se encuentre en las primeras horas en la sala de situación, deberán indicar la hora máxima en que se requieren las evaluaciones preliminares.

4.8 Técnicas de Recolección de datos

4.8.1 Evaluación terrestre

La recopilación de información a través de la evaluación terrestre normalmente es realizada si las condiciones lo permiten- por personal que conoce el sistema y que se encuentra en la zona en el momento del impacto. Se estima que esta es la mejor forma de captar información, ya que permite el recorrido del sistema verificando a cada paso la situación existente. Como se indicó previamente, debe tenerse en cuenta la posibilidad del acceso a todos los puntos y el tiempo requerido para ello.

Considerando la extensión y dificultad de acceso a los componentes de dichos sistemas, este tipo de evaluaciones debe dar prioridad a la inspección de los identificados como de mayor riesgo. El recorrido debe iniciarse partiendo de una lista rápida de verificación para evaluar posibles afectaciones, previa comprobación de la existencia de personal disponible para su realización.

Si después del impacto no se dispone del personal suficiente para efectuar todas las evaluaciones, se deben seleccionar los objetivos haciendo uso de la experiencia y de las características identificadas en el momento. Por ejemplo, si las condiciones de caudal y calidad de agua que se tienen a la entrada de la planta de tratamiento no han variado significativamente teniendo en consideración el tiempo que tarda el agua en trasladarse

del punto de toma a la entrada a la planta - se puede postergar la evaluación para las próximas horas, lo que permite movilizar al personal hacia otros sitios de mayor duda o interés.

Lo anterior no exime de la realización de las evaluaciones en la totalidad del sistema y, siguiendo con el ejemplo, es claro que las condiciones de la cuenca pueden verse afectadas horas después del impacto.

4.8.2 Vuelos de reconocimiento

La segunda forma de acopio de información es a través de vuelos de reconocimiento a baja altura. Este procedimiento es utilizado en casos en que el acceso es difícil por vía terrestre y, sobre todo, para cuencas muy extensas que permiten determinar las condiciones generales en que se encuentran e identificar, no sólo los daños provocados, sino las posibles afectaciones posteriores por terrenos inestables o por acumulación de aguas en represamientos. Estos pueden concluir en avalanchas y afectar, no solo a estructuras del sistema de abastecimiento, sino a viviendas y otras obras físicas y, lo que es más importante, poner en riesgo las vidas humanas.

4.8.3 Encuestas

Una tercera forma de recogida de información - poco aplicada a las valoraciones de los sistemas de agua, pero no despreciable- corresponde a las encuestas, técnica que consiste en la entrevista con testigos o personas afectadas directamente. Los encuestados pueden suministrar información valiosa, sobre todo en lugares a los que no se puede acceder y se tiene certeza de daños o se requiere conocer acerca de la situación y la posible afectación al sistema.

Existen otras técnicas sofisticadas que se pueden usar en la recopilación de información, tales como aerofotografías, imágenes de satélite y sistemas sensores remotos, que aportan información importante sobre magnitud y extensión del daño, así como para evaluar los cambios inducidos por el desastre.

4.8.4 Manuales de instrucciones y formatos para la evaluación

Los Manuales de instrucciones para la evaluación son parte del plan operativo de emergencias a que se hizo referencia anteriormente. Estos documentos se prepararán con antelación para cada una de las potenciales amenazas sobre el área de influencia de la empresa de agua potable y saneamiento.

El objetivo del manual de instrucciones de evaluación es garantizar que cada uno de los componentes del sistema, sobre todo aquellos de mayor vulnerabilidad, se han valorados poniendo énfasis en las características que los hacen más vulnerables.

Para cada uno de esos componentes es necesario contar con un formato, en el que se pueda recopilar la información de forma ordenada y completa como, por ejemplo, el estado de las estructuras, identificación de los daños y de posibles problemas a corto plazo, funcionamiento, porcentaje de afectación y la capacidad remanente expresada como caudal. Como se ha indicado, se pretende que las personas que realizan la evaluación tengan conocimiento del sistema y de la labor misma.

La información que se va obteniendo en el campo debe ser procesada de forma ordenada y completa, con el fin de que se puedan tomar las decisiones más acertadas.

Seguidamente en los formatos 4.1 y 4.2 se presentan un sencillo formulario para la evaluación de daños. Por otra parte, en el anexo 1 se incluyen los formularios tomados de: "Guidelines for the assisting Caribbean Governments in the event a disaster", OPS/OMS, CPC, Barbados, 1999.

Se debe tener en consideración la posible subestimación del impacto de los desastres en los sistemas de alcantarillado debido, en gran parte, a los daños ocultos durante las primeras evaluaciones que se realicen en estos sistemas y que son apreciables una vez que vuelven a trabajar en presión.

Cuadro 4.1

Modelo para completar el formulario de evaluación de daños



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACIÓN: APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA SANITARIA EN
SITUACIONES DE DESASTRES

Evento: Terremoto

Acción: Acciones inmediatas

Actividad: Llenado del formulario de evaluación de daños

Responsable: Ingeniero o técnico evaluador

Formulario de evaluación de daños

Fecha: ____/____/____ Hora: _____ (1)

Componentes dañados: (2) _____

Descripción del daño: (3) _____

Localización del componente dañado: (4): _____

Pérdida de agua: (5)

Caudal Perdido _____ Unidad (m³/s, l/s, otro) _____

Considerable: _____

Mediana: _____

Pequeña: _____

Otra (indicar): _____

Peligro latente (indicar): (6) _____

Requerimientos: (7) _____

Tiempo estimado de rehabilitación (días): (8)

Recomendación: (9) Fuera de servicio SI () NO ()

Observaciones (10) _____

Elaborado por: _____

Cuadro 4.2

Modelo para completar el formulario de evaluación de daños (Continuación)

Indicaciones para: llenar el formulario de evaluación de daños

- (1) Colocar la fecha y hora en que se efectúa la evaluación.
- (2) Identificar y describir el componente dañado.
- (3) Describir brevemente el daño apreciado en el componente, sea éste directo o indirecto.
- (4) Indicar la localización precisa del componente.
- (5) Estimar, a ser posible, los caudales (o volúmenes) de pérdida de agua.
- (6) Indicar si existe peligro de que se colapse el componente u ocasione daños.
- (7) Estimar o indicar los recursos humanos, materiales y logísticos requeridos para la reparación del componente dañado.
- (8) Estimar el tiempo de rehabilitación en días.
- (9) Si el componente estuviera fuera de servicio, indicar el número de días; en caso contrario, precisar las medidas necesarias para que continúe funcionando.
- (10) Anotar información que no esté incluida en la encuesta; ejemplo: estado de accesos, rutas alternas, etc.

Nota: Incluir cualquier información adicional o croquis sobre el daño al reverso

4.9 Análisis de la información

El primer paso del análisis es comparar la información previa que se disponía del sistema con la información procedente de las evaluaciones de campo, cuya finalidad es definir la situación del área afectada. El registro del impacto ocasionado por el evento servirá para el análisis de necesidades.

La evaluación de daños no debe verse como un resultado final. La interacción de las circunstancias y las mismas acciones emprendidas generan nuevas situaciones, a las cuales se debe dar seguimiento. Las identificadas como de mayor riesgo deberán ser objeto de un mayor control y vigilarlas de forma continua.

La primera acción del análisis es constatar la necesidad. Seguidamente se identificarán los recursos locales. Si éstos son insuficientes, se identificarán los recursos externos requeridos, sean éstos de procedencia regional, provincial, nacional o internacional.

Estas necesidades deben ser clasificadas, en orden prioritario, en diferentes listas. En el caso de las empresas de agua y saneamiento, entre otras podrán identificarse las siguientes necesidades:

- Recursos humanos (profesionales, técnicos y mano de obra no cualificada).

- Equipo propio del sistema como, por ejemplo, bombas.
- Insumos para tratamiento de agua potable.
- Equipo de construcción para labores de restablecimiento del servicio.
- Camiones cisternas para distribución de agua.
- Tanques para puntos de distribución (hospitales, albergues, etc.).
- Tubería para reparación urgente, accesorios especiales.
- Control de vectores.
- Manejo de excretas y basuras.
- Letrinas.
- Provisión de agua potable (en bolsas, recipientes plásticos, etc.)
- Sistemas de comunicación.

La evaluación tendrá en cuenta, de forma clara y ordenada, tanto las necesidades inmediatas como las correspondientes a la fase de rehabilitación. De este modo, se podrán establecer prioridades a la hora de organizar la ayuda urgente externa (provincial, nacional o internacional).

De forma paralela, debe cuantificarse el impacto a través de las pérdidas obtenidas. Este impacto puede dividirse en: el relativo a la infraestructura del sistema de agua y saneamiento, el impacto ecológico en términos de tiempo requerido para restablecer ciertas condiciones ambientales, caso de la recuperación de una cuenca- y el impacto socio-económico, causado por la desestabilización de las estructuras organizativas.

4.9.1 Toma de decisiones

Una de las primeras medidas que debe tomar el personal de la empresa de agua y saneamiento (y cualquier otra persona en circunstancias similares) es el asegurarse de que su familia se encuentra en situación segura. Esto dará tranquilidad al personal y permitirá realizar sus funciones con eficacia. Específicamente para los funcionarios que desarrollarán la evaluación de daños y análisis de necesidades se requiere que, si fueron afectados directamente por el desastre, tengan control sobre sus emociones y mantengan su objetividad para la observación y análisis.

Una vez que se tiene la evaluación de daños y la primera aproximación en el análisis de necesidades, se debe iniciar un proceso de decisiones, para lo cual debe tomarse en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- Situación real del sistema de agua potable y saneamiento.
- Disponibilidad de recursos locales para la atención de la emergencia.
- Necesidad de apoyo de otras empresas e instituciones de la localidad.
- Identificación de los problemas del entorno que afectan indirectamente al servicio.
- Prioridades en la solución de los problemas que afectan directamente al servicio.
- Dotación de agua en pequeñas cantidades a la población en las primeras horas después del impacto. Si el agua no es segura, hay que hacerlo saber a la población.
- Verificar el estado del sistema de aguas residuales y comprobar que no existe contaminación para el agua de consumo humano.
- Organizar los equipos de trabajo (profesionales, técnicos y equipos de atención de daños), garantizando que el exceso en las labores no provocará estados de crisis en días posteriores.
- Diseño de obras provisionales o definitivas, con énfasis en mitigación de desastres para que los daños no vuelvan a suceder

4.9.2 Elaboración de Informes

Toda la actividad que se desarrolle en los procesos enumerados anteriormente debe quedar registrada. Se sugiere la presentación como mínimo de tres informes.

El primero es de carácter preliminar y corresponde a la información obtenida durante las primeras ocho horas después del impacto. Estará dirigido a las máximas autoridades de la empresa y ésta, a su vez, identificará los medios y personas a los cuales transmitirá la información.

El segundo es de carácter general, identificará las necesidades relacionadas a la atención inicial de la emergencia y señalará los puntos críticos para la reconstrucción y rehabilitación de los sistemas. El tiempo estimado para su presentación es de 72 horas.

El tercer informe tendrá un carácter de documento final a propósito de la atención inmediata al desastre, ligado a la evaluación de daños y el análisis de necesidades. En él se incluirán los informes anteriores con las respectivas verificaciones o con datos de mayor precisión o actualizados. Podrá incluir las experiencias del equipo de evaluadores.

Pueden incluirse también informes preliminares de evaluaciones especializadas, si han sido realizados. Estos informes pueden disponerse en un plazo no mayor de ocho días y servirán para:

- Solicitar la colaboración en el proceso de rehabilitación.
- Realizar un análisis detallado.
- Incorporar las medidas de mitigación en los proyectos de reconstrucción.
- Evaluar el plan de emergencias y plan operativo de emergencias.

CAPITULO 5

**EVALUACION DEL
SISTEMA DE
SANEAMIENTO
AMBIENTAL EN EL
SALVADOR POST
DESASTRE**

5.1 Efectos del huracán Mitch en El Salvador, Octubre 1998.



Figura 5.1 Los ríos Grande de San Miguel y Lempa recibieron entre 300 y 400 milímetros de lluvia, desbordándose e inundando tierras agrícolas y ganaderas.

Tabla 5.1 Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 1998

INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD
Sistemas de agua	155
Sistemas de alcantarillado	14
Pozos de agua dañados	7622
Letrinas dañadas	9193

Fuente: Archivo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y Administración de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

Saneamiento ambiental

Los principales problemas de saneamiento ambiental surgidos en la emergencia fueron:

- a) Contaminación del agua en pozos,
- b) Sistemas de abastecimiento, manantiales, ríos y lagos;
- c) Destrucción y deterioro de sistemas de abastecimiento;
- d) Inundación y enterramiento de pozos y manantiales;
- e) Destrucción e inundación de letrinas para abono y de fosas;
- f) Estancamientos extensos de agua;
- g) Contaminación de alimentos almacenados, en preparación, servicio y consumo; y migración de roedores (ratas y ratones).

Los daños a la infraestructura sanitaria de agua y alcantarillado se localizaron en los municipios de la zona oriental y paracentral con mayor fuerza y afectaron a diversos sistemas hidráulicos: tanques de abastecimiento, tuberías principales, redes de distribución, sistemas de captación y sus elementos como los desarenadores y coladores.

De los 489 sistemas hidráulicos existentes, 155 (32%) resultaron averiados. Los sistemas de alcantarillado afectados fueron 14, incluyendo sistemas de aguas negras, drenaje de agua de lluvia y descarga final. También resultaron dañados 7600 pozos y 9200 letrinas, aproximadamente, según informes de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, (ANDA). El huracán Mitch afectó principalmente las zonas costeras, donde la cobertura de abastecimiento de agua es de un 25% y donde el agua para el consumo se obtiene principalmente de pozos excavados. La dotación de letrinas es de un 53%, principalmente del tipo para preparación de abono, pues el nivel freático es superficial en esa zona¹.



Figura 5.2 Daños por el huracán Mitch en la zona costera del país

¹ Datos extraídos de informes de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA), Evaluaciones de daños, Memoria de Labores Diciembre 1998.

Los avances en materia de saneamiento básico sufrieron un serio retroceso con el Mitch, que puso en evidencia la vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria del país. Puso asimismo en evidencia el deficiente ordenamiento territorial de una urbanización descontrolada, en condiciones precarias e insalubres, con un uso irracional del suelo y un manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas.

Como se ha señalado, los daños en la infraestructura sanitaria afectaron principalmente la obtención de agua potable y la adecuada disposición de excretas, aumentando así el riesgo de transmisión de enfermedades diarreicas agudas y del cólera. Las inundaciones y el estancamiento del agua favorecieron la proliferación de mosquitos transmisores del dengue y del paludismo.

Mitch puso de evidencia el deficiente ordenamiento territorial de una urbanización descontrolada, en condiciones precarias e insalubres.

Respuesta ante esta situación de parte del gobierno central

La respuesta en esta área fue inmediata, tomando como antecedente la organización y preparación previa y el apoyo financiero de los organismos locales y de cooperación internacional para la compra de equipos, materiales y herramientas para realizar las acciones de choque.

En la fase inicial de evaluación de daños ambientales, se establecieron coordinaciones entre inspectores de saneamiento, promotores de salud, líderes comunitarios, instituciones de socorro, miembros del Cuerpo de Bomberos, de la Fuerza Aérea, la Fuerza Armada y las ONG. Luego se identificaron los albergues de emergencia o refugios, para acomodar a las personas desprotegidas con condiciones mínimas de seguridad, entre ellos escuelas, iglesias, casas comunales, etc.

En los albergues de emergencia se vigiló la calidad del agua, se instalaron letrinas, se controló la preparación y el consumo de alimentos, se inspeccionaron los alimentos preparados y envasados provistos por las instituciones, se controló y organizó la

eliminación sanitaria de los desechos sólidos, se practicó el control de vectores (mosquitos, cucarachas y ratones) y se realizaron acciones de promoción de la salud pendientes a mantener la higiene personal y colectiva.

Como resultados cabe mencionar que se iniciaron acciones de limpieza y achicamiento de los pozos inundados, se suministró cloro para uso domiciliario, se mejoraron las letrinas para la eliminación de excretas, se adoptaron mejores prácticas sanitarias para el manejo de desechos sólidos y para el abastecimiento y consumo de agua, así como se vigiló la calidad de los alimentos en los albergues en especial aquellos de mayor riesgo, tales como los lácteos y las carnes. Todas estas acciones contribuyeron a disminuir el riesgo de brotes epidémicos.

5.2 Efectos de los terremotos en El Salvador, Enero y Febrero 2001

En El Salvador, el 13 de enero de 2001, se inició una crisis sísmica, con varios terremotos y numerosas réplicas que causaron graves efectos en la población, la infraestructura, las actividades productivas y el medio ambiente en gran parte del país.

El primer sismo ocurrió el sábado 13 de enero a las 11:33 a.m. hora local (17:33 UTC), con una magnitud $M = 7.6$ en la escala de Richter. Exactamente un mes después, el martes 13 de febrero, a las 8.22 a.m. hora local, un segundo sismo de magnitud $M = 6.62$ en la escala de Richter y, cuatro días más tarde, el sábado 17 de febrero, a las 2.25 p.m. hora local, se produjo el tercer sismo con una magnitud $M = 6.6$ en la escala de Richter.

El primero de éstos originó daños en casi todo el territorio salvadoreño y fue apreciado en todo el istmo centroamericano, desde el sur de México hasta el occidente de Panamá y en las islas de El Coco (Océano Pacífico) y San Andrés (Mar Caribe).

Una gran parte de la población del país fue afectada directamente por los sismos, por sus correspondientes réplicas y por los numerosos deslizamientos que causaron la destrucción total o parcial de viviendas, infraestructura, servicios básicos, actividades productivas y el medio ambiente.

Inmediatamente después del sismo del 13 de enero, el Gobierno activó el Comité de Emergencia Nacional (COEN) para realizar una evaluación preliminar de la situación del país e iniciar las acciones para la atención de la emergencia.

El mismo día comenzaron las evaluaciones sectoriales preliminares y la información obtenida se centralizó y consolidó en el COEN² para coordinar las acciones correspondientes con las instituciones estatales, las autoridades locales, las entidades autónomas, las instituciones de socorro y de servicios y las ONGS que conforman el Sistema Nacional de Emergencia (SISNAE).



Figura 5.3 Alud de tierra en las colinas Nueva San Salvador, La Libertad

² El Comité de Emergencia Nacional (COEN), se Convirtió en Protección Civil siempre a cargo del Ministerio de Gobernación.

El sismo del 13 de enero produjo daños de distinta dimensión en las edificaciones y servicios básicos de casi todos los departamentos del país. El alud de lodo que se produjo en la cordillera del Bálsamo, en el departamento de La Libertad, dejó 687 viviendas soterradas. Los daños no causados por deslizamientos se presentaron sobre todo en los departamentos de Usulután, La Paz, La Libertad, Sonsonate, Ahuachapán, San Salvador y San Vicente. Los departamentos de Santa Ana, San Miguel y Cuscatlán, presentaron porcentajes medios de afectación, mientras que en los departamentos restantes se detectaron daños menores.



Figura 5.4 Daños en el hospital San Rafael/ fuente MSPAS

Un mes más tarde, el sismo del 13 de febrero, de gran magnitud y poca profundidad, tuvo un alto poder destructivo. Afectó a las construcciones que habían resistido el primer sismo y causó el colapso de algunas viviendas que sólo habían sufrido daños leves o moderados durante éste y que eran recuperables.

Por su cercanía al epicentro del sismo, los mayores daños se concentraron en los departamentos de Cuscatlán, La Paz y San Vicente, áreas que ya habían sido dañadas en el terremoto de enero.

La infraestructura de saneamiento de las zonas urbanas y rurales de todo el país fue gravemente afectada. En las zonas rurales se destruyó un gran porcentaje de los pozos de abastecimiento de agua y de las letrinas existentes, ya de por sí insuficientes previamente al sismo del 13 de enero. Los principales problemas de saneamiento que afectaron a la población ubicada en las zonas de desastre fueron originados por: las fallas en los sistemas de suministro de agua potable y disposición de aguas servidas, la disposición de residuos sólidos y el manejo de cadáveres.

Tabla 5.2 Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 2001

INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD
Sistemas de agua	213
Sistemas de alcantarillado	70
Pozos de agua dañados	10,400
Letrinas dañadas	63,000

Fuente: Archivo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

Respuesta ante esta situación de parte del gobierno central

El Gobierno estableció tres etapas en el manejo del desastre: la atención de la emergencia de enero a octubre del 2001, cuyo objetivo fundamental era salvar vidas y reubicar y mantener a los damnificados en albergues temporales; la rehabilitación, de enero a mayo del 2001, cuyo objetivo era mitigar los efectos del sismo y devolver la normalidad a la población; y la reconstrucción de abril de 2001 a 2005, con el propósito de ejecutar proyectos prioritarios y de impacto inmediato para permitir la pronta recuperación de la economía nacional y la local.

Las acciones inmediatas de la primera fase fueron: la atención médica de urgencia, el rescate de los sobrevivientes que estaban atrapados o sepultados por los derrumbes de las laderas o por las estructuras que habían colapsado, la recuperación de los cadáveres y la remoción de los escombros de las estructuras colapsadas y del material arrastrado por los derrumbes.

A las dos horas de ocurrir el primer sismo, el MSPAS, ente rector de la salud en El Salvador, se puso en contacto inmediato con el COEN. Las instancias del MSPAS que participaron activamente en las labores de atención después de los dos sismos fueron: las direcciones departamentales de salud, las unidades de salud y los hospitales. De las dependencias del nivel central participaron, principalmente: las unidades de Comunicaciones, Epidemiología, Saneamiento Ambiental.

La atención sanitaria en las zonas afectadas estuvo a cargo del MSPAS y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA), con la asesoría técnica de la OPS/OMS. Se realizaron las evaluaciones de daños en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. En las áreas rurales se evaluaron los daños en las letrinas y pozos. ANDA tuvo bajo su responsabilidad el suministro de agua potable a través de camiones cisterna. El

MSPAS, con la asesoría de OPS/OMS y otros organismos internacionales, controló la potabilización del agua para consumo personal y las condiciones sanitarias en los albergues, refugios, dormitorios y zonas afectadas, en las que muchos permanecieron cerca de sus viviendas dañadas.

En los Albergues y refugios para atender el saneamiento básico y el abastecimiento de agua potable se construyeron, con madera y láminas de asbesto, letrinas portátiles y de foso, duchas, así como fosas por módulos de 5 letrinas. Se instalaron bateas comunes para el lavado de ropa o de utensilios de cocina y para el aseo personal.

Para la disposición de desechos sólidos se ubicaron recipientes de basura en toda el área del albergue y fue recogida diariamente por el grupo de aseo. El manejo de desechos médicos se realizó por recolección diferenciada y para la eliminación de aguas grises se usaron las canaletas que fueron derivadas al alcantarillado público.

El abastecimiento de agua segura para consumo humano fue provisto por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) mediante plantas potabilizadoras. Para el control de vectores se realizaron nebulizaciones periódicamente

en la periferia del albergue y fumigaciones en contenedores de basura para reducir la presencia de mosquitos y moscas; también se llevó a cabo un control de animales domésticos.

Las acciones de promoción y prevención de la salud se efectuaron con la participación de inspectores sanitarios del MSPAS, estudiantes de Ingeniería Civil y Ecotecnología de la UES y voluntarios del albergue, coordinados por una educadora en salud de Médicos Sin Fronteras. Sus actividades se orientaron al saneamiento básico, vacunación y detección y control de enfermedades transmisibles.

Cuando ocurrieron los sismos de febrero de 2001 las instituciones del Estado estaban actuando en las diferentes zonas y en muchas de ellas se aplicaron acciones que ya habían sido revisadas y mejoradas después de las evaluaciones realizadas tras el primer sismo.

5.3 Efectos de la tormenta tropical Stan y erupción del volcán Ilamatepec, Octubre 2005.

El Salvador sufrió el impacto de dos situaciones de emergencia simultáneas y convergentes, cada una de las cuales por si sola hubiera requerido la activación del sistema nacional de emergencias existente.

El 1° de octubre uno de los principales volcanes del país, el Ilamatepec, localizado en el populoso departamento cafetero de Santa Ana, hizo erupción lanzando volúmenes importantes de cenizas y material piroplástico sobre la región circundante. El día 3 de octubre el volcán hizo nuevamente erupción. Heridos y daños inmediatos fueron reportados en un radio de 4 Km. Como un paso inicial fueron evacuadas 4.850 personas.



Figura 5.5 Erupción del llamatepec o volcán de Santa Ana

Al mismo tiempo, se desarrolla Stan, la tormenta tropical no. 18 con nombre y el 10° huracán de la muy activa temporada ciclónica del Atlántico en 2005.

Las intensas lluvias ocasionadas por el huracán afectaron cerca de la mitad del territorio salvadoreño a través de inundaciones y deslizamientos generalizados, con graves consecuencias sobre vidas, patrimonio, medios de vida y actividades de la población del país.

Las lluvias afectaron principalmente el caudal de pequeños y grandes ríos y quebradas, ocasionando deslizamientos y gran acarreo de material, desbordamientos e inundación en las planicies costeras. Persistieron los problemas de inundación en las orillas de los principales lagos y lagunas debido a que mantienen niveles altos de agua. En algunas zonas del se presentaron niveles elevados de saturación del suelo creando condiciones para los deslizamientos de tierra principalmente.

La infraestructura de agua y saneamiento hay daños que requieren su pronta rehabilitación para garantizar abasto de agua adecuado para la población y evitar problemas de salud así como proveer los demás servicios esenciales asociados.



Figura 5.6 Inundaciones provocadas por la tormenta Stan/ fuente Ministerio de Gobernación

Agua y Saneamiento

Con anterioridad al desastre los niveles de cobertura en el servicio de agua potable era de 93.4% de la población urbana y de 31.1% en el área rural Por otro lado, las coberturas de saneamiento eran de 87.5% de la población urbana y 51.7% de la población rural

Esta misma información desagregada representa con respecto a la población total del país (urbana y rural) niveles de cobertura de 64.8% en servicios de agua y de 71.8% en servicios de saneamiento.³ Dichos servicios son prestados por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), algunos municipios, el Ministerio de Salud y algunas ONG locales e internacionales. Estas últimas se encargan de cubrir la demanda principalmente de algunas poblaciones rurales.

Los sistemas rurales son en su mayoría administrados por las juntas administradoras de agua potable, aunque la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) los diseña y construye; lo cual representa una de las razones porque los bajos

³ ANDA, Departamento de Planificación, *Boletín estadístico No. 26*, Año 2004.

niveles de mantenimiento y de inversión en medidas de mitigación por la escasez de recursos de la propias juntas, incrementan la vulnerabilidad de estos sistemas a desastres como el paso de la tormenta Stan.



Figura 5.7 Captación del Río Lempa, Oct. 05, 2005. Durante el paso de la tormenta Stan. /fuente CEL

Tabla 5.3 Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 2005

INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD
Sistemas de agua	235
Sistemas de alcantarillado	70
Pozos de agua dañados	8,000
Letrinas dañadas	14,000

Fuente: Archivo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).

Con respecto al manejo y recolección de basura no fue posible obtener información suficiente al respecto ya que esta fue realizada por las municipalidades, por lo cual no se presenta una estimación del impacto del desastre sobre dichos servicios. El Consejo de Municipalidades de la República de El Salvador (COMURES) recopiló esta información.

Cabe mencionar que el arrastre de los residuos sólidos municipales a través de los cauces de los ríos ha ocasionado la deposición de un gran volumen de basura en las playas, sobre todo en las cercanas a las desembocaduras de los ríos y quebradas.



Figura 5.8 Daños provocados por la tormenta Stan en el sistema de agua potable/fuente ANDA

Respuesta ante esta situación de parte del gobierno central

La respuesta ante la situación provocada por las constantes lluvias que afectaron e impactaron con mayor fuerza los departamentos de Santa Ana, Ahuachapán, San Vicente, La Libertad, La Paz, San Miguel, Usulután y La Unión, para ser más específicos la zona sur de estos departamentos antes mencionados.

La etapa de emergencia generada por el huracán está se iniciaron las actividades de salvamento y rescate, de población desplazada ubicada en albergues temporales, con tendencia a un retorno parcial a sus lugares de residencia. No obstante, algunas zonas rurales pequeñas permanecieron incomunicadas por vía terrestre, pues no se han rehabilitaron los caminos que los comunicaban con el resto del país.

De otro lado, las cerca de 2,000 familias reubicadas por la erupción del volcán Ixmiquilpan todavía permanecieron en los albergues debido a que el volcán continuó su actividad y se mantuvo el estado de alertas roja, situación que regresó a la normalidad con el transcurso del tiempo.

Las inundaciones provocadas por las intensas lluvias ocasionadas por la Tormenta Stan, afectaron directamente el funcionamiento de los pozos de suministro de agua potable así como los fosos de los aparatos sanitarios de disposición de excretas (letrinas), de gran parte de las localidades más pobres del país ubicadas en el área rural.

Es por ello que el impacto de la Stan y la erupción del volcán Ixmiquilpan generaron una demanda extraordinaria de atención sanitaria que recibió la respuesta oportuna del sector salud. Durante la emergencia el sector salud mantuvo la continuidad de la atención a pesar que algunos establecimientos sufrieron daños o quedaron en lugares inaccesibles, y se amplió la oferta de atención especialmente a la población albergada.

Los desastres ocasionaron un gran desplazamiento de quienes habían perdido sus viviendas o que vivían en zonas de riesgo hacia colegios, centros deportivos, mercados, locales comunales, casas particulares e iglesias que fueron habilitadas como albergues, locales que no reunían las condiciones higiénicas básicas para tener refugiados.

En tal sentido, para asegurar condiciones mínimas de saneamiento y salud, se organizaron brigadas sanitarias conformadas por médico, enfermera, inspector de saneamiento y promotor de salud. Este equipo multidisciplinario efectuaba visitas diarias a los albergues. Las intervenciones sanitarias tuvieron como finalidad prevenir y atender las enfermedades asociadas a la emergencia, y vigilar el riesgo potencial epidémico

Durante la fase inicial el periodo de repuesta ante emergencia se procedió a la distribución de agua debidamente clorada a la población afectada por medio de camiones cisterna, así como a la instalación de plantas potabilizadoras portátiles en los

sectores desabastecidos, así como campañas de manejo adecuado del agua a través del Ministerio de Salud.

Los sistemas rurales son en su mayoría administrados por las juntas administradoras de agua potable, aunque la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) los diseña y construye; lo cual representa una de las razones porque los bajos niveles de mantenimiento y de inversión en medidas de mitigación por la escasez de recursos de la propias juntas, incrementan la vulnerabilidad de estos sistemas a desastres como el paso de la tormenta Stan.

En cuanto a la rehabilitación de los servicios por parte de ANDA, estos se realizaron como medidas inmediatas de reparación de algunos componentes de los sistemas quedando estos con niveles de vulnerabilidad elevados, incrementando por ende la vulnerabilidad de los sistemas en su conjunto frente a las potenciales lluvias que próximamente pudieran ocurrir, a posibles sismos u otros eventos asociados a la acción del hombre o la naturaleza.

Es importante considerar para este sector que las características de la infraestructura sanitaria sobre todo en sistemas de alcantarillado al estar enterrados y que corresponden a zonas donde los servicios de agua potable han quedado suspendidos, no se hayan podido detectar fugas, y por ende podría detectarse algunos daños en estos componentes en la medida que se restablecieron los servicios.

Por otro lado la rehabilitación de los servicios de saneamiento en zonas donde fueron afectados por colapso de los taludes y coberturas producto de la erosión causada por el también colapso de los drenajes de aguas lluvias municipales, fueron las áreas prioritarias.

5.4 Efectos de la tormenta tropical Ida en El Salvador Noviembre 2009

Los daños y pérdidas provocados por el paso de la tormenta tropical ida en El Salvador, los daños en la infraestructura pública y privada que, desglosó en construcción vial, redes eléctricas, redes de agua potable y saneamiento y otros establecimientos públicos como escuelas y clínicas de salud, así como destrucción en viviendas, sistemas de riego y maquinaria, rondan los \$135,000,000.

El total de daños y pérdidas para El Salvador suma entonces \$239, 190,000, detallaron las autoridades.

Además, entre otros indicadores se tiene que 125,000 salvadoreños resultaron afectados de forma directa e indirecta por el fenómeno meteorológico de noviembre, en cinco departamentos: San Salvador, La Libertad, San Vicente, La Paz y Cuscatlán.

Siendo San Vicente el departamento más afectado debido a que en los municipios de Verapaz, Guadalupe, Santa María Ostuma, Tepetitán, San Vicente y Jerusalén, recibiendo mayor impacto, Verapaz y Guadalupe, ya que estos municipios un alud de lodo y piedras arrasó con más de un centenar de viviendas, dejando ruinas a su paso. Esto fue provocado debido a que los mayores registros por las precipitaciones de lluvia detectados el sábado 7 de noviembre y domingo 8 fueron en: San Vicente 355 mm, La Paz 313.6 mm, San Salvador 219.1 mm, Usulután 165.8 mm y San Miguel 137.6 mm.

El evento ocurrido esta vez se asocia a alta precipitación que alcanzó más de 450 Mm. en un período de tres días (7-9 de noviembre de 2009), con una intensidad que alcanzó su límite máximo de 355 Mm. en un período de cinco horas, durante las cuales ocurrieron los deslizamientos y la catástrofe. Tal cifra corresponde a cerca de cinco veces la precipitación media esperada para el mes de noviembre.



Figura 5.9 Inundaciones provocadas por el río Lempa en la zona baja/fuente MARN

Lo que contribuyó a provocar los deslizamientos de lahares en el volcán de San Vicente, además de la combinación de piedras de gran tamaño, árboles. Lodo, esta combinación en su recorrido se llevó por delante el municipio de Verapaz tal como se observa en las imágenes satelitales.

Al igual que el municipio de Guadalupe que también recibió el impacto de este deslave, los daños ocasionados en ambos municipios fue grande afectando a una consolidado de 250 familias, quienes perdieron sus hogares.

La magnitud del desastre a nivel nacional es limitada. Sin embargo, se puede visualizar mejor la tragedia ocasionada por este evento. En 5 del total de los 14 Departamentos en los que se concentró el impacto del desastre, acumulando ellos cerca del 85 % de los daños y las pérdidas.



Figura 5.10 Fotografía de Satélite del área del municipio de Verapaz, después del deslizamiento provocado por la tormenta Ida



Figura 5.11 Municipio de Guadalupe/San Vicente, tras el deslave producido por la tormenta Ida



Figura 5.12 Árboles y piedras arrastrados por el deslave en el municipio de Verapaz/San Vicente.

Los daños estimados al sistema de saneamiento ambiental, esto implicó daños y pérdidas en los sistemas de agua potables y sistemas de alcantarillados en la zona urbana por otro lado en la zona rural resultaron afectados los pozos artesanales, letrinas y fosas

sépticas, las cuales quedaron totalmente abnegadas, en los lugares con alta vulnerabilidad. La población que sufrió la destrucción parcial o total de su vivienda y su patrimonio. Este impacto viene hacer más precarias las condiciones de vida y aumentando la proliferación de enfermedades de origen fungal debido a los estancamientos de agua, infecciones respiratorias y el rebrote de vectores.



Figura 5.13 Daños en la costa/fuente Geólogos del Mundo sucursal El Salvador



Figura 5.14 Desembocadura del Rio Jiboa/fuente Geólogos del Mundo sucursal El Salvador

Tabla 5.4 Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 2009

INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD
Sistemas de agua	209*
Sistemas de alcantarillado	13*
Pozos de agua dañados	5,000**
Letrinas dañadas	10,000**

Fuente: * Datos extraídos de evaluaciones preliminares de ANDA a nivel nacional, 13 sistemas de alcantarillados destruidos y CARE, ** Datos en fase de borrador del MSPAS.

Respuesta ante esta situación de parte del gobierno central

La activación pasiva de la primera respuesta del Sistema Nacional de Protección Civil y de las comisiones: servicios de emergencia; logística; seguridad; albergues; técnico-científica; infraestructura y salud, fue ineficiente.

Lo que provoco que el desastre fuera mayor debido al golpe de la tormenta en el territorio nacional, tras las primeras horas del impacto se detectaron las primeras necesidades en los diferentes albergues son: agua pura, alimentos no perecederos, frazadas, colchonetas, kits higiénicos, ropa.

A esto se suma que el sistema de alerta temprana de las comisiones de protección civil había bajado la guardia, y catalogaron menor el impacto de la tormenta en El Salvador lo que resulto en que decretaron alerta verde preventiva y la realidad fue otra el impacto de la tormenta no solo profundizó la vulnerabilidad existente en el país, sino que también descubrió nuevos sitios de riesgo y la inoperancia de las autoridades de turno ante el desastre generado por la tormenta.

Las primeras evaluaciones realizadas por el sistema de protección civil dejo en evidencia el retraso que tiene el país en políticas de prevención y mitigación de riesgos así como los protocolos de acción ante emergencias suscitadas por eventos de esta magnitud.

También las evaluaciones realizadas por organizaciones como CARE, Oikos, Oxfam Solidaridad y la Cruz Roja Española, revelaron que en la mayoría de los municipios existe baja preparación para hacer frente a las emergencias ante las inundaciones y los deslizamientos de tierras en lo que las comunidades se ven afectadas, tras la

emergencia surgen los problemas en el sistema de saneamiento básico de la comunidad con el daño de los sistemas de abastecimiento de agua potable, la abnegación y contaminación de los pozos, el daño en las letrinas de hoyo seco como en las aboneras debido al estancamiento de agua y el mal manejo de los desechos sólidos y los residuos que dejan las inundaciones después que baja el nivel del agua.

Los daños causados al sistema de saneamiento básico dejan en evidencia la alta vulnerabilidad de estos y la poca intervención del gobierno en brindar el mantenimiento correctivo y preventivo a estos, o implementar políticas de prevención y mitigación de riesgos orientados al sistema de saneamiento básico.

5.5 Efectos de las tormentas tropicales Agatha y Matthew El Salvador 2010.

El país afectado por una variedad de fenómenos naturales que originan frecuentemente situaciones de desastre, perjudicando con ello al territorio y a la población, especialmente, a aquellas familias ubicadas en zonas vulnerables y de alto riesgo, y que tienen como factor común niveles de pobreza y escasa capacidad para absorber el impacto de dichos fenómenos.

Durante el período comprendido entre el 23 de mayo al 1 de junio de 2010, la Tormenta Tropical “Agatha”, ocasiono daños y pérdidas económicas considerables. Las zonas más afectadas por este fenómeno fueron las localizadas en la zona próxima a la línea de costa y partes altas del territorio.

La Tormenta Tropical Agatha dejó en el territorio, precipitaciones de 483 mm en 24 horas, que superaron los registros dejados por las últimas tres tormentas tropicales que afectaran al país en los últimos años. Dado el deterioro de los cauces y colmatamiento de los lechos de los ríos principales, se produjeron con ello desbordamientos e inundaciones, específicamente en las planicies ribereñas y zonas costeras del centro y occidente del país.

Posteriormente, los remanentes de “Agatha” dejaron en el país una condición de temporal con lluvia continua e intermitente, de intensidad moderada a muy fuerte, principalmente en la cadena volcánica, franja costera de las zonas occidental, central y oriental del país. Esta situación se presenta a solo 14 días de iniciada la temporada ciclónica para la Zona del Pacífico, y afectó de tal manera al país, que implicó, la activación del sistema de protección civil a nivel nacional, y puso a prueba nuevamente, los esfuerzos de organización y prevención.

Este nuevo fenómeno natural, no solo profundizó la vulnerabilidad que ó meses antes dejara el fenómeno natural de la Tormenta Ida, sino que también descubrió nuevos sitios de riesgo, viviendas anegadas y cientos de evacuados a consecuencia de las inundaciones en los departamentos de San Miguel, Usulután Morazán y La Unión, fue lo que dejó a su paso por el país la tormenta tropical Agatha, ya degradada.

El municipio de San Miguel fue el más golpeado por las inundaciones en el oriente del país. Héctor Cruz, gobernador departamental, informó que las colonias más afectadas fueron las situadas en la zona urbana, tales como: Prados, Carrillo, Las Brisas, Las Unidas y Comunidad Río Grande. A esto se suma las cerca de 40 casas anegadas en la colonia Jardines del Río.



Figura 5.15 En la colonia Jardines del Río, San Miguel, decenas de pobladores se vieron obligados a abandonar sus viviendas.

También en el sector de El Delirio, calle a Chirilagua, la vía quedó intransitable, por el mismo desbordamiento del Grande. Otra zona afectada fue la salida hacia La Unión, siempre sobre la carretera de El Litoral, donde el puente del mismo nombre, fue rebasado por las aguas del Grande.

El desbordamiento del río Goascorán, que desde el sábado anterior se salió del cauce. Este afluente mantiene anegadas más de 50 casas en los cantones Barrancones y Piedras Blancas, de Pasaquina.



Figura 5.16 Inundación en el Municipio de Pasaquina

La ruptura de bordas, como la del Río Grande, San Miguel, a causa de las intensas lluvias que dejó la tormenta Agatha dejó en graves aprietos a la población de la zona sur del departamento de Usulután, en especial a las comunidades de Puerta Parada los afectados aseguran que los daños en los cultivos de granos básicos, sistema de agua potable, pozos artesanales y letrinas es grande ya que la mayoría en totalidad quedaron anegados.



Figura 5.17 Comunidad El Icacó Puerto Parada Usulután/fuente Gobernación Usulután.

La tormenta Matthew, género inundaciones y daños en el territorio en especial en la zona costera donde se vieron afectados igual situación se vivió en San Vicente y Usulután, en el Bajo Lempa, La Paz, San Miguel en el Cantón El Brazo y El Borbollón debido al desbordamiento de la laguna El Jocotal, la cual genero la afectación directa de los catones El Brazo, Las Iguanas y el caserío EL Borbollón abajo.

5.5.1 Inundaciones en La Laguna El Jocotal



Figura 5.18 Área de inundación de la Laguna el Jocotal



Figura 5.19 Inundación provocada por el desbordamiento de la laguna El Jocotal, el Nivel del agua alcanzo los 0.80 metros.



Figura 5.20 Los pozos de agua dulce quedaron completamente anegados bajo el agua de la laguna.

Según información de los habitantes que la laguna alcanzara este nivel solo había sucedido en 1,998 con la tormenta Mitch, y el nivel del agua alcanzo 1.1 metros de alto, pero en este año la laguna se ha desbordado dos veces en un lapso de tiempo un poco

alarmante ya en Mayo con el paso de la tormenta Agatha la laguna alcanzo 0.70 Metros aproximadamente y afecto a las comunidades antes mencionadas y al igual sucedió en el Mes de Septiembre con el paso de la tormenta Matthew, donde el nivel del agua alcanzo los 0.80 metros, en un lapso de 4 meses se ha registrado dos inundaciones grandes en este sector, las cuales dañaron pozos artesanales que son la fuente de abastecimiento de agua de la población y en dos ocasiones ha sido contaminados debido a que se introduce el agua de la laguna en ellos y esta arrastra agua contaminado con lodos, desechos sólidos provocados por el arrastre, además también se ven afectadas las letrinas las cuales quedaron abnegadas con la inundaciones.

5.5.2 Excremento en los pozos de Olomega



Figura 5.21 Fotografía de Satélite de la Laguna de Olomega

5.5.3 Se mezclaron el agua de letrinas y de los pozos

Más de 100 familias que residen en el caserío Punta Navarro, en el cantón El Zapotal, de El Tamarindo y La Ceibita, todos en el municipio de El Carmen, no pueden hacer uso del agua de sus pozos debido a que estos se encuentran contaminados con heces fecales desde hace casi tres semanas.



Figura 5.22 Daños en los pozos artesanales de agua

Las familias que residen en los caseríos Punta Navarro, El Tamarindo y La Ceibita, no pueden hacer uso del agua de sus pozos por estar contaminados desde hace tres semanas. Con la tormenta Agatha se inundaron de heces fecales

La contaminación del agua se registró tras el paso de la tormenta Agatha, que provocó inundaciones en la zona y como consecuencia generaron que las letrinas de fosa rebalsaran y las heces se esparcieran por los pozos de la zona.

La contaminación alcanzó algunas de las viviendas de la zona del casco urbano del cantón Olomega, según dijeron habitantes afectados. Ninguna de las familias puede hacer uso del agua. El inspector de saneamiento ambiental de la Unidad de Salud de El Carmen, Enoc Cerón Portillo, dijo que los sectores afectados fueron Punta de Navarro, El Tamarindo y Ceibita. Se inundaron los pozos que tiene cada casa para abastecerse. También las letrinas fueron afectadas, dijo Cerón.

Eso implica que las familias no pueden hacer sus necesidades fisiológicas en las letrinas, pues muchas de ellas aún tienen agua estancada. Después de los daños en las fosas sépticas, las personas han tenido que defecar en los patios de las casas., manifestó el promotor de salud. Cerón agregó que como Salud trabajan a través de la educación y promoción de las comunidades afectadas. Se les ha dado dotación de cal para las letrinas, se les ha dicho a las personas que las laven, y con respecto a los pozos se lavarán y serán tratados con lejía, agregó

La alcaldía municipal de El Carmen está suministrando agua en pipas y embolsada a los afectados por la contaminación de los pozos. El alcalde Edgardo Zelaya manifestó que desde que se dio el problema se les está dando agua para evitar que las familias contraigan enfermedades. Con las lluvias, el agua en los pozos subió, pero además, las inundaciones generaron que las letrinas rebalsaran y las aguas se mezclaran, expresó el edil.

5.5.4 Comunidades afectadas del Bajo Lempa



Figura 5.23 Foto de satélite de las comunidades afectadas del bajo lempa

Las comunidades del bajo Lempa, al sur del departamento de Usulután, en la parte baja de la cuenca del río Lempa, están ubicadas en las zonas de alto riesgo debido al desbordamiento del río provocado por las descargas que realizan las central hidroeléctricas ubicadas en la parte media del río las cuales, realizan descargas de grandes volúmenes de agua en época de invierno debido a las depresiones tropicales y huracanes, ya que todos los años son afectadas, por las inundaciones provocadas por la cercanía del río lo cual repercute en las comunidades: La Canoa, La Babilonia, Las

Mesitas, El Marillo, El Castaño, entre otras, se menciona estas ya que fue en estas comunidades donde se realizaron las visitas.



Figura 5.24 Casa comunal de la Comunidad Las Mesitas, la cual sirve de punto de reunión, y junto con el Centro Escolar sirve de Albergue en casos de evacuación

Los estancamientos de agua debido a las inundaciones tienen grandes repercusiones ya que son afectados los cultivos de granos básicos (maíz, frijoles y arroz), los cuales en su mayoría se pierden debido al estancamiento de agua, como explicó la coordinadora de la comunidad Las Mesitas, Ángela Rivera promotora de salud, quien nos llevo por un recorrido por la comunidad y nos explico y detallo los problemas sanitarios que afrontan durante y después de las inundaciones ya que en todas las inundaciones se dañan los pozos de agua dulce que resultan contaminados por las aguas del río y el arrastre de desechos orgánicos, nos expreso también el daño y abnegación que sufre las letrinas de la comunidad que quedan hasta 70 centímetros bajo el agua lo que repercute en contaminación en la comunidades por el arrastre de la materia fecal de las letrinas, también no expreso el daño que reciben los estanques camaroneros de la comunidad y las pérdidas que registran ya para las inundaciones provocadas por Agatha perdieron 80 quintales de camarón y 50 quintales en las inundaciones causadas por la tormenta Matthew, tal como se puede observar en las siguientes fotografías.



Figura 5.25 En la fotografía se puede observar la altura que alcanzo el agua y el daño que causa en las letrinas aboneras, ya que en el sector no se puede utilizar otro sistema de disposición de excretas.



Figura 5.26 Mientras permanece la inundación estas letrinas no se pueden utilizar y a su vez representan un foco de contaminación para la comunidad

También manifestó de la organización de la comunidad con ayuda de las ONGS que están trabajando en el sector con las comunidades y nos hablo de la organización de la comunidad y el sistema de alerta temprana que tienen implementado, ya que cuando ocurre una inundación dan la alerta por un alto voz que está ubicado en la casa comunal, la cual es usada como albergue ya que es la parte más alta de la comunidad la cual en las inundaciones son evacuadas 96 familias las cuales se refugian en esta, ya que los estancamientos de agua duran de 5 ± 1 días en lo que tarde el nivel del agua en bajar en el sector, Ella también nos manifestó los problemas que afrontan en el albergue y la comunidad los cuales son agua potable, el manejo de las excretas y aguas grises y el manejo de los desechos sólidos, este ultimo Ángela no explico que una ONG, les proporciona bolsas para su almacenamiento y fueron recolectados por la Alcaldía Municipal de Jiquilisco, otra parte fue enterrada por la comunidad.



Figura 5.27 En esta fotografía claramente se puede apreciar las marcas que deja el nivel del agua el cual alcanza una altura considerable afectada a todas las familias de esta comunidad

Uno de los problemas que más afrontan la comunidad es la proliferación de bacterias fungales las cuales afectan la piel de las familias y generan enfermedades en la piel (hongos), enfermedades respiratorias y la proliferación de vectores tales como moscas y sancudos, al preguntarles por la repuesta o ayuda del gobierno la comunidad nos manifestó lo siguiente:

La primera respuesta es por parte de la misma comunidad con apoyo de las ONGS que están impulsando proyectos en la zona, en la organización, logística y apoyo técnico, en un segundo lugar nos manifestaron que esta la alcaldía municipal de Jiquilisco y en último lugar del gobierno central.



Figura 5.28 En la fotografía se puede observar claramente como el sistema de agua potable atraviesa los estanques camaroneros los cuales resultan dañados con las inundaciones al igual que el sistema de agua potable

Ya que estas ONGS, han mejorado la calidad de vida en las comunidades con la introducción del sistema de agua potable y el cual es administrado por la misma comunidad, y el cual resulto dañado por las primeras inundaciones ocasionadas por la tormenta Agatha.

En la comunidad existen muchas necesidades en el área de saneamiento básico como lo son un adecuado mantenimiento al sistema de agua potable, un nuevo programa de

letrización tomando en cuenta las constantes inundaciones, mapas adecuados de riesgo en una escala adecuada.



Figura 5.29 Habitantes de la zona del bajo lempa quienes debieron dejar sus hogares debido a las inundaciones provocadas por Matthew

Tabla 5.5 Resumen de los daños causados al sistema de saneamiento ambiental 2010

INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD
Sistemas de agua	119*
Sistemas de alcantarillado	57*
Pozos de agua dañados	8,119**
Letrinas dañadas	8,717**

Fuente: * Datos extraídos de las evaluaciones preliminares de ANDA a nivel nacional, ** Datos preliminares del MSPAS.

Respuesta ante esta situación de parte del gobierno central

Las lluvias que se registran en El Salvador que ocasionado inconvenientes en diferentes zonas, en respuesta ante la situación el Gobierno inicio las evaluaciones previas para determinar los daños y las necesidades de las comunidades afectadas.

Lo que obligo a la evacuación de las poblaciones de las zonas de alto riesgo ya que debido a estos fenómenos el 90 % del territorio era susceptible con la acumulación de 483 milímetros de lluvia registrada en un lapso de 24 horas.

Aunque los datos del consolidado de daños en las primeras horas de la emergencia no fueron alarmantes, pero a medida las lluvias tomaron mayor intensidad lo que provoco una serie de daños al sistema de saneamiento, al sector agrícola, a la infraestructura vial Se calculan en 120,000 las personas afectadas por Agatha y Matthew, se activo el Estado de Emergencia Nacional y Protección Civil trabaja en la rehabilitación de infraestructura.

El número de albergados en las primeras 72 horas de la emergencia asedio a 10,000 personas, mayormente en las comunidades del oriente del país como lo fue Usulután, San Miguel, La Unión, San Vicente, La Paz, entre los más afectados donde hay comunidades que quedaron anegadas completamente. Unos 116 municipios fueron afectados por las lluvias, 41 presentaron afectaciones importantes. Un total de 15,508 personas originarias de 259 comunidades, fueron evacuadas durante la emergencia en la fase inicial de respuesta.

El gobierno brindo apoyo a las comunidades afectadas atraves de La Secretaría de Inclusión Social (SIS) y los delegados de Protección Civil que llevaron paquetes alimentarios para cinco días (comida y agua) a los albergues activados.

5.5.5 Diagnostico de los Casos de Estudio

Mediante la aplicación de la metodología de evaluación de daños y pérdidas registradas de los desastre acontecidos en el periodo de estudio y la evaluación de necesidades básicas de saneamiento de las comunidades afectadas tras el impacto del desastre, y lo cual se constato en campo, atraves de las visitas.

El número de desastres generados por eventos de origen natural en el país conforme a los datos registrados por estudios nacionales y los recopilados en bases internacionales, así como por evaluaciones realizadas en campo revelan el alto riesgo que enfrenta el país, sobre todo dada su alto índice de vulnerabilidad económica y social. Datos históricos confirman el alto índice de riesgo frente a desastres en el territorio y el alto desgaste de los recursos de estado tras los eventos climáticos, el cual haciende a lo largo de los últimos 30 años haciende a un monto acumulado de \$ 6500⁴ millones de dólares costo económico valorado solo parcialmente y según estimaciones de PNUD el dato real ronda los \$ 16 mil millones de dólares.

Es difícil establecer una tendencia acerca de si la recurrencia o frecuencia de estos eventos están incrementándose como consecuencia de los procesos del cambio climático, si bien los daños al sistema de saneamiento básico son constantes y el impacto anual estimado este sector es de 16⁵ millones de dólares y los daños representan más del 20% del consolidado total de daños considerarse que los desastres o eventos que todos los años impactan al país particularmente inundaciones y deslizamientos que ocurren en la estación lluviosa y especialmente las zonas más vulnerables en las áreas urbanas y rurales, en especial las zonas marginales, en laderas y orillas de ríos que se inundan regularmente.

Los eventos ocurridos están asociados a las altas precipitaciones registradas que en han alcanzado más de 450 mm, en un período de tres días (Tal fue el caso de la tormenta Ida 7-9 de noviembre de 2009), con una intensidad que alcanzó su límite máximo de 355 mm en un período de cinco horas, durante las cuales ocurrieron los deslizamientos y la catástrofe en municipio de Verapaz, San Vicente.

A partir de los datos históricos se puede decir que las situaciones de desastre se vuelven cada vez más críticas con cada evento aumenta el número de víctimas y daños ya que ocurren con una frecuencia relativamente alta, 6 ± 1 meses para el país este elevado

⁴ Dato Estimado en Base a las pérdidas ocasionadas cada año por los desastre que data desde el periodo de 1,980 a hasta el año actual 2,010

⁵ Cuantificación de daños del Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social (MSPAS) y la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)

conjunto en eventos climáticos, afecta a todas las zonas lo que representa una mayor magnitud de daños al sistema de saneamiento básico a nivel urbano y rural.

La magnitud de los desastre a nivel nacional es limitada. Sin embargo, cuando se examinan valores geográficamente más puntuales se puede visualizar mejor los daños ocasionados por este tipo de eventos, lo que viene reflejar la necesidad de acciones inmediatas de tipo preventivo para prepararse frente a futuros desastres. Esta es una clara indicación de que el país requiere no solo medidas estructurales y no estructurales (como sistemas apropiados de alerta temprana, monitoreo y respuesta) pero también de transferencia y dispersión del riesgo a nivel local, municipal, departamental y nacional, focalizado en los sectores de menores recursos y capacidad tanto a nivel urbano y rural para proteger los presupuestos social y de inversión del estado en saneamiento básico.

En casi todos los eventos evaluados de los casos de estudio, el país ya se encontraba, previo el desastre en condiciones vulnerabilidad alta, en especial el sistema de saneamiento básico por razones internas y/o la desatención del gobierno central y los desastres solo vinieron a agravar o hacer más negativas las condiciones de saneamiento básico que se habían alcanzado tanto en la zona urbana y rural. En casi todas las evaluaciones se apuntan daños de moderados a severos al sistema de saneamiento, los desastres han dejado en evidencia que hay que poner mayor atención al mantenimiento preventivo y correctivo de todo el sistema básico de saneamiento a nivel nacional, mejorar las condiciones del mismo sistema y lo mas importantes incluir en la gestión del riesgo programas preventivos orientados al sistema de saneamiento básico.

De los casos de estudios se puede concluir en resumen lo siguiente:

Las consecuencias de la suspensión de los servicios básicos de saneamiento lo que incluye los servicios de agua potable, alcantarillado y recolección de desechos sólidos en la zona urbana y rural, tras la ocurrencia de los desastres afecta grandemente a las comunidades que se tomaron en los casos de estudios

Los eventos catastróficos que han afectado al país de forma recurrente. Aunque los de tipo sismológico o vulcanológico han causado los mayores daños al sistema de saneamiento

básico. La vulnerabilidad frente a inundaciones, deslaves y efectos de las lluvias torrenciales está bien documentada en el país. Por la magnitud de los desastres sufridos, al sumarse a otros factores preexistentes de vulnerabilidad, la atención a la emergencia rebasan la capacidad del gobierno y de las autoridades locales (departamentales y municipales) de enfrentar las consecuencias de los desastres, sobre todo en el área sanitaria la interrupción de los servicios de agua y saneamiento durante los desastres a menudo compromete los beneficios sanitarios y sociales obtenidos desde su instalación. Los daños en los alcantarillados y los sistemas de tratamiento de aguas residuales provocan la contaminación de los cuerpos de agua cercanos, pérdida de las fuentes de agua y el deterioro ambiental, lo que consecuentemente conlleva el establecimiento de condiciones insalubres dentro de los núcleos urbanos y rurales cercanos a la zona de impacto.

Otra consecuencia es la incidencia de enfermedades de transmisión hídrica es un riesgo frecuente en las zonas o comunidades afectadas y privadas de niveles mínimos de acceso y calidad de servicios de agua y saneamiento, además las condiciones ambientales son adversas debido, que en los albergues o refugios la convivencia en condiciones de hacinamiento, desplazamiento de comunidades enteras de sus hogares a consecuencia de los desastres y la atención de servicios de salud también se ve restringida, el riesgo de contraer este tipo de enfermedades se incrementa.

Por otra parte, la suspensión de los servicios de distribución de agua obliga a las personas de las comunidades a movilizarse para conseguirla, muchas veces en fuentes inseguras, especialmente en las zonas rurales.

El aumento del costo de proveer o acceder agua potable de calidad y al sistemas de saneamiento es asumido en un primer lugar por las agencias de cooperación internacional a través de ONGS y la misma población; que están en las comunidades que resultan afectadas tras el impacto de los desastres en las zonas rurales, en segundo lugar Gobierno Central, en tercer lugar las Alcaldías Municipales.

5.6 Saneamiento Ambiental post desastre

Los eventos naturales acontecidos entre los años de 1998 y el año lectivo 2010, han causado significativas pérdidas en la infraestructura de saneamiento de las zonas urbanas y rurales de El Salvador. En el ámbito rural se destruyó un gran porcentaje de los pozos de abastecimiento de agua dulce y de las letrinas existentes, ya insuficientes ante la demanda y el crecimiento acelerado de la población.

Los principales problemas de saneamiento que afectaron a la población ubicada en las zonas de desastre fueron y son originados por: los fallos en los sistemas de suministro de agua potable y disposición de aguas servidas, la disposición de residuos sólidos y el manejo de cadáveres.

5.6.1 Efectos de los desastres en el sistema de saneamiento ambiental

De acuerdo con las evaluaciones realizadas por las instituciones que trabajan en el sector de agua y saneamiento, los sistemas rurales de agua potable fueron y siguen siendo los más afectados.

Se han registrado daños de diferentes características en 222 de los aproximadamente 400 sistemas rurales, un 44.5 % del total⁶. Las personas afectadas fueron 350,626, lo que representa el 27.9% de la población rural que contaba con este servicio.⁷

Los principales daños se produjeron debido a la ruptura y desconexión de acueductos ubicados en suelos inestables, taludes y pasos de quebradas. Igualmente, la destrucción de las paredes de algunos pozos lo cual hace necesario proceder a su limpieza o identificar nuevas fuentes de abastecimiento. Se estimó que deberían rehabilitarse o reconstruirse aproximadamente 40,520 pozos familiares⁸, ubicados especialmente en zonas rurales y urbanas marginales.

⁶ Dato extraído de diversos informes de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

⁷ Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA). Informe de daños a sistemas rurales de agua potable hasta periodo desde noviembre de 1998, hasta Junio de 2010. Gerencia de Sistemas Rurales.

⁸ Dato extraído de las estimaciones de la USAID, para los años 1998, 2001 y 2,005

En aquellos lugares donde los sistemas de suministro de agua colapsan parcial o totalmente se garantiza el abastecimiento de agua potable por medio de camiones cisterna, así como la instalación de plantas potabilizadoras portátiles, en otros casos la potabilización del agua se realiza mediante métodos sencillos (en ciertas áreas métodos caseros, como el hervir el agua).

De acuerdo con los informes elaborados por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado, (ANDA), a lo largo de estos 12 años los componentes más afectados en los sistemas urbanos de suministro de agua potable son los depósitos o tanques de almacenamiento y distribución. Éstos han sufrido distintos grados de deterioro, entre los que cabe citar el agrietamiento de sus paredes y de los elementos portantes (Vigas, columnas), así como el asentamiento de algunas unidades construidas a nivel del terreno.

En el área urbana del país y otras zonas cubiertas por la ANDA se produjeron daños de distinta índole en las captaciones de pozos profundos y en estaciones de bombeo.

La inestabilidad de taludes y los deslizamientos produjeron la rotura de líneas de conducción que abastecen las zonas urbanas y rurales, especialmente aquellas localizadas en pasos de quebradas. El problema más importante es que en estas zonas, más de 800,000⁹ personas se quedan temporalmente sin suministro, debido sobre todo a la falta de energía eléctrica para los sistemas de bombeo.

Esto representa un 25% de la población que dispone de este servicio. Aunque en algunas localidades o asentamientos esta interrupción se suele prolongar durante días y hasta semanas, la mayoría de los sistemas eléctricos y plantas de tratamiento

Una vez restablecido el servicio de energía eléctrica que hace funcionar los equipos de bombeo, ANDA, ADESCO, Comunidades y/o Alcaldías restablecen el servicio lo más rápidamente posible el abastecimiento de agua. Al igual que en las zonas rurales, en las

⁹ Jenkins, Jorge J. *Consecuencias de la sucesión sísmica de enero y febrero de 2001 en El Salvador*, [informe técnico], OPS/OMS-ELS, El Salvador. 2001.

zonas urbanas donde los sistemas de suministro de agua colapsan se trata de garantizar el abastecimiento de agua potable por medio de camiones cisterna, así como con la instalación de plantas potabilizadoras portátiles o aplicando métodos de potabilización sencillos y prácticos.

Para finales de marzo de 2001 y Abril de 2008 ANDA, el MOP y las Alcaldías Municipales habían identificado daños en los sistemas de alcantarillado sanitario. Los cuales se han manifestado al iniciarse la temporada de lluvias, Ejemplo de ello son la aparición de cárcavas en distintos sitios de la zona urbana.¹⁰

En el sector rural y urbano marginal, donde predominan las letrinas como sistemas de saneamiento, se han producido daños de consideración o destrucción total, especialmente en aquellas comunidades que son más afectadas por los desastres tales como sismos, deslizamientos inundaciones, erupciones volcánicas y sequias. De acuerdo con estimaciones realizadas con la información disponible sobre el número de viviendas destruidas en zonas rurales y los niveles de cobertura de los servicios de saneamiento, se ha calculado que se habrían dañado unas 23,000 fosas sépticas y 73,000 letrinas¹¹.

En estos últimos 30 años, debido al incremento de las zonas susceptible a desastres de origen natural y al alto índice de vulnerabilidad y la poca prevención de riesgo ha hecho, que se produzcan mayores daños los sistemas de agua potable y saneamiento de zonas urbanas y rurales especialmente en los departamentos de San Vicente, La Paz, Cuscatlán, Ahuachapán, Usulután, Morazán, San Miguel, La Unión, San Salvador, La Libertad y Chalatenango¹², los cuales representan el 78.58 % y en menor grado se encuentran los departamentos de Sonsonate. Santa Ana y Cabañas los cuales representa el 21.42 % del territorio nacional

¹⁰ Informes de Publicaciones de periódicos el Diario de Hoy y La Prensa Grafica

¹¹ Datos extraídos de las Memorias de Labores de ANDA.

¹² Dato Extraído de los Informes del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) y el Ministerio de Gobernación

Esto es debido a que los sistemas afectados son de ámbito regional; es decir, abastecen a diversas comunidades urbanas y rurales, con lo cual se quedan sin suministro extensas superficies pobladas. Esta situación se ve cada vez mas agravada por la escasez de fuentes de agua aptas para el consumo, así como por la baja cobertura de servicio de calidad adecuada que se maneja previamente a los desastres en las poblaciones urbanas y rurales de las zonas afectadas.

En diez sistemas urbanos operados por la ANDA se dañaron las fuentes de abastecimiento, compuestas generalmente por pozos profundos, estaciones de bombeo y líneas de impulsión, las redes principales y secundarias de distribución, así como las conexiones domiciliarias.

Debido tanto a las vibraciones producidas por los sismo, los deslizamientos, fracturas del suelo provocado por las inundaciones debido a las lluvias y los asentamientos diferenciales debido a la saturación el suelo, se vieron seriamente afectados las redes y equipos eléctricos propios, así como algunos tanques de almacenamiento.

Un ejemplo de ello en los terremotos del 2,001 el colapso del sistema regional de El Cacahuatal, que abastecía a diferentes poblados, con otros 30 sistemas de 40 que manejaba la ANDA en la zona afectada. Más de 7,000 pozos quedaron afectados y en algunos cercanos a la costa se constató infiltración salina. Estos daños solo fueron ocasionados por este evento.

Habría que añadir las posibles rupturas de las redes de aducción y distribución, que se ve evidenciarían mediante fugas de agua una vez que el suministro es reiniciado el sistema de agua potable, este tipo de daños también son similares en el sistema de alcantarillado el cual es evidenciado con asentamientos diferenciales (hundimientos en secciones de la tuberías).

Una estimación preliminar de la CEPAL indica que en El Salvador en el periodo de 1,998 a 2,005 se han dañado aproximadamente 98,300 letrinas y fosas sépticas en las zonas

rurales y suburbanas.¹³ Sin embargo, con base en observaciones de campo realizadas por los consultores de la OPS/OMS, se infirió que todas las viviendas afectadas tuvieron también dañadas sus letrinas, por lo cual el número debe ser mayor al estimado, especialmente en las zonas de alto riesgo.

No se reportaron daños adicionales en los sistemas de saneamiento que los que se han cuantificado a lo largo de estos años, ANDA a identificó únicamente daños puntuales en los sistemas para la disposición sanitaria de excretas y de aguas lluvias, debido que en algunos casos esto quedan fuera de servicio temporalmente por no haber suministro de agua potable ni las municipalidades que operan sistemas de alcantarillado pueden realizar rápidamente una evaluación sistema y es hasta cuando se presentan hundimientos debido a la ruptura de tuberías.

5.6.2 Disposición de residuos sólidos

No habido mayores alteraciones en el servicio de saneamiento urbano de los municipios, el problema principal que se presenta en la zona en cuanto a residuos sólidos es la remoción y disposición adecuada de los escombros, basuras y tierra del alud, ocasionados por las inundaciones, deslizamientos y sismos

Los residuos sólidos de las zonas urbanas en su mayoría fueron dispuestos en los botaderos a cielo abierto antes del decreto 237, que prohíbe los botaderos a cielo abierto, posterior a la aprobación de este decreto y entrado en vigor los desechos generados post situaciones de desastres ha sido tratados en los 13 rellenos sanitarios operando en el país, entre los cuales los más grandes son Manejo Integrado de Desechos Sólidos (MIDES), localizado en el municipio de Nejapa, SUCINUS SEM, localizado en el municipio de Usulután, y los localizados en los municipios de Sonsonate, Santa Ana y Santa Rosa de Lima.

En la remoción de escombros, basura (ramas de madera, plásticos, metales, etc.) y tierra post una situación de desastre provocada por inundaciones, deslizamientos, sismos,

¹³ Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El Salvador: Evaluación de los Sistemas de Saneamiento Post Desastres Sede subregional de la CEPAL. México, D.F. 2005.

sequias entre otros, la cual está a cargo de los equipos, maquinarias y vehículos de Gobierno central y Municipal, Ejército y Ministerio de Obras Públicas, además de contratistas

Privados, los cuales son contratados y subcontratados para estas funciones, como es el caso del Ministerio de Obras Públicas a través de Fondo de Conservación Vial (FOVIAL), que son los que se encargan de remover los alud de tierra provocados por las lluvias en las carreteras¹⁴.

En cuanto al manejo de basuras, se ha observado que en la mayor parte de las comunidades rurales afectadas por las inundaciones se produce un considerable incremento de basuras, debido principalmente a arrastre del agua la interrupción del servicio municipal de recogida y a la falta de colaboración de las propias comunidades tal como se detallo en el capítulo 3.

Los municipios que cuentan con este servicio de recogida de basura disponían sus residuos en los rellenos sanitarios, no presentan demasiados problemas. Pero las comunidades que no disponen aún de este servicio o quedan aisladas completamente el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), ha planteado dos alternativas para hacer la disposición final: enterramiento en fosas e incineración.

Algunas comunidades siguen estas medidas, pero la mayoría de casos y debido a la magnitud del evento la disposición la basura se hace en cualquier parte, aumentando así la proliferación de focos de contaminación y vectores.

También en los refugios hay una gran producción de basura, principalmente debido a los materiales desechables utilizados en las donaciones. En los refugios y albergues que se encuentran habilitadas y que están a cargo de protección civil en el área urbana y semiurbana el manejo de residuos sólidos es satisfactorio.

¹⁴ Cantanhede, Álvaro. Informe de viaje a El Salvador: Consultoría en residuos sólidos, [informe], Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, OPS/OMS. 2003.

No así en el interior en las zonas semiurbana y rural, donde se presentaron muchas dificultades para lograr que los refugiados colaborasen en la recogida, tanto por falta de cultura de la población en cuanto a la disposición de desechos sólidos como por la falta de controles de quienes estaban a cargo de dichos albergues y refugios.

En el interior del país se genera un volumen muy grande de escombros de las estructuras colapsadas, tal como es el ejemplo los terremotos del 11 de Octubre de 1,986 y los terremotos del 13 de Enero y 13 de Febrero de 2,001, y los eventos más recientes la tormenta ida en Noviembre de 2,009 que causo grandes daños en los municipios de Verapaz y Guadalupe en el departamento de San Vicente y los mas reciente el paso de la tormenta Agatha por el país, que causo daños en la zona oriental y agravando mas las cárcava en el municipio de Soyapango y en otras comunidades de la capital que presenta este problema.

Algunas alcaldías establecido depositar los residuos sólidos generados en los rellenos sanitarios autorizados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), además algunas alcaldías dispones de lugares especiales para disponer los escombros en su municipio, como lo son oquedades o patios de acopio temporal y para ello contratan empresas privadas para brindar a las comunidades el servicio gratuito de recogida y transporte de los escombros a dichos lugares¹⁵.

Además se identifico que en otros municipios debidos, a que no contaban con este tipo de servicio y no contar con lugar designado para la disposición de escombros, fueron arrojados en los taludes a los lados de las carreteras, en terrenos baldíos y en las riberas de ríos y riachuelos¹⁶.

En cuanto a los desechos sólidos médicos, tanto en los albergues como en los hospitales de campaña o unidades medicas móviles de salud que se activan ante las emergencias, siguiendo la normativa del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), se recogen y se depositan separadamente del resto de los desechos utilizando el sistema

¹⁵ Fuente: COMURES

¹⁶ Fuente: Segundo censo nacional de desechos sólidos del Ministerio Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2,006.

de recolección diferenciada, por separación de colores. Sin embargo, el problema principal se presenta con la disposición final de tales desechos en los hospitales que debido a las emergencias son desalojados, tal como sucedió con los terremotos de 2,001 que la mayoría de la infraestructura de salud resulto con daños severos, lo que obligo a una evacuación y un cierre parcial de ciertas áreas de los hospitales y clínicas del sector público y un porcentaje reducido del sector privado.

En situaciones post desastres anteriores como las causadas por los terremotos de 2,001, las inundaciones por las Tormentas Mitch, Adrian, Stan, Ida, y la más reciente Agatha, donde se colocaron hospitales de campaña y unidades móviles de salud, los cuales generaron desechos especiales o bioinfecciosos, para su disposición final durante y post la emergencia de los terremotos del 2,001, las autoridades de salud construyeron fosas para enterrarlos siguiendo el concepto de relleno sanitario, las cuales se ubicaron cerca a los hospitales inclusive estas fosas fueron construidas en los patios o jardines de algunos hospitales, otras fueron construidas en los cementerios municipales cercano a los hospitales, como lo fueron los casos del Hospital San Pedro en Usulután, El San Juan de Dios en San Miguel y muchas de estas fosas no cumplían con las disposiciones establecidas en cuanto a la profundidad y distancia desde las edificaciones¹⁷. Ni en los albergues ni en los hospitales de campaña se cumplió con la disposición de utilizar filtros para las aguas grises, a fin de disponerlas adecuadamente. Para su eliminación fueron derivadas al alcantarillado público.

5.6.3 Saneamiento en albergues y refugios

Desde el momento en que se declaró la emergencia se lleva a cabo las siguientes acciones, contempladas en el programa nacional de saneamiento:

- Para la disposición de excretas se colocaron letrinas portátiles y letrinas de foso.
- Para la disposición de desechos sólidos se ubicaron recipientes de basura en los albergues, y estos serán recogidos diariamente o cada tres días máximo por el equipo de saneamiento.

¹⁷ Fuente: Osorio, Claudio. *Evaluación de daños en establecimientos de salud*, [informe preliminar], PED/OPS/OMS, San José, Costa Rica. Enero, 2001

- Se colocaron instalaciones para duchas y lavaderos.
- El abastecimiento de agua segura para consumo humano será provisto por ANDA a través de camiones cisterna y mediante plantas potabilizadoras, con lo que se garantizaron las necesidades en cantidad y calidad.

El control de la calidad de agua fue llevado a cabo por los inspectores de salud, MSPAS, mediante comparadores de cloro y Puriagua.

El control en la manipulación de los alimentos en los albergues se realizara mediante el monitoreo en los centros de preparación y expendio de alimentos y con charlas educativas sobre almacenaje, conservación y preparación de alimentos.

En las áreas rurales este control es un problema serio como los alimentos se mantenían al aire libre, están expuestos al viento, al polvo y a la humedad excesiva lo cual es propenso para la proliferación de vectores, tales como las moscas, cucarachas y roedores.

5.7 Los Sistemas de agua potable y saneamiento post desastre en El Salvador

Los sistemas de abastecimiento de agua potable tienen algunas particularidades que los hacen altamente vulnerables a las amenazas naturales. Su gran extensión territorial, no sólo en cuanto a su cobertura demográfica, sino también en cuanto a la dispersión de sus distintos componentes en una gran área geográfica, que a veces especialmente en las grandes ciudades puede abarcar áreas de varios miles de kilómetros cuadrados porque las fuentes de agua se encuentran muy alejadas de los centros poblados.

Es común que los distintos componentes de un sistema (captaciones, líneas de aducción, plantas de tratamiento, plantas de bombeo, estanques, etc.) están expuestos a diferentes amenazas. Aunque algunas veces la totalidad de sus componentes pueden verse afectados por una determinada amenaza, como es el caso de las inundaciones, los deslizamientos y los sismos que afectan a un gran área geográfica, por lo general sólo

algunos de los componentes se ven directamente expuestos y afectados por los desastres.

Por otra parte, la inaccesibilidad a algunos de los componentes porque están ubicados en zonas aisladas que carecen de vías de acceso adecuadas, por que estén enterrados a varios metros bajo la superficie del suelo (tuberías, pozos, bombas, etc.), o estos quedaron bajo el agua debido a las inundaciones dificultan las inspecciones para determinar su vulnerabilidad y la realización de evaluación de daños una vez ocurrido o ocurridos los desastres y retarda las acciones de rehabilitación y reconstrucción cuando dichos componentes se ven afectados.

Cuando un sistema de abastecimiento de agua se vea afectado por un desastre el primer impacto es la carencia de agua, uno de los elementos básicos para atender las emergencias y asegurar la vida y salud de la población directamente afectada. La carencia de agua afecta también las actividades productivas que aseguran el desarrollo de los pueblos. Además, el impacto puede afectar indirectamente a poblaciones que sin estar directamente afectadas por el desastre sufren los efectos en el deterioro de la calidad, cantidad, o continuidad del servicio de agua que reciben.

Desde la perspectiva de las entidades encargadas de los servicios de agua, el impacto de los desastres en su infraestructura y la pérdida económica de patrimonio asociado a los mismos, obligan a realizar inversiones para la rehabilitación de los componentes afectados y para la distribución de agua durante la emergencia.

Normalmente las entidades utilizan recursos que estaban destinados al mejoramiento y desarrollo de los sistemas, lo cual hace cada día sea más difícil aumentar la cobertura de los servicios de agua y saneamiento para lograr la meta de abastecer a la población.

Durante los desastres ocurridos en el país ANDA, ha reportado la distribución de unos 6,714 Mill m³ de agua a través de camiones cisternas con costos estimados que rondan

los US\$ 4.52 Mill, mientras los costos de los daños en su infraestructura ha sido estimados en US\$ 218.45 Mill , a los cuales hay que agregar el costo de las obras de rehabilitación y reconstrucción en los sistemas afectados¹⁸.

Estas actividades de rehabilitación generalmente tratan de restablecer el servicio lo más rápido posible, sin importar si estas soluciones repiten o incrementen la vulnerabilidad frente a eventos similares. Aunque es urgente abastecer con rapidez de agua en cantidad y calidad adecuada a la población que ha sido afectada, igualmente importante es reducir su vulnerabilidad para que frente a amenazas similares se asegure el suministro de agua y se eviten los daños.

Si bien en el caso de establecimientos de salud es posible desalojar parcial o totalmente un hospital durante un proyecto de reforzamiento, en los sistemas de agua difícilmente se puede pensar en suspender por tiempo indefinido o muy prolongado el suministro de agua, ya que no siempre existe interconexión de sistemas o dualidad/redundancia en estos servicios. Aunque las grandes ciudades cuentan con cierto grado de flexibilidad en el suministro de agua, la mayoría de los centros poblados dependen de una fuente exclusiva de agua y por ende de un solo sistema de abastecimiento, con lo cual el riesgo de que el suministro se vea interrumpido durante situaciones de emergencia y desastres dependerá de la vulnerabilidad de los componentes de dicho sistema.

Considerando que la aplicación de algunas de las medidas de mitigación puede interrumpir el suministro de agua, siempre será preferible que esas medidas sean incorporadas desde el inicio en el diseño y construcción de estos sistemas. Las actividades de operación y mantenimiento que día a día están atendiendo emergencias cotidianas y reparando daños que se presentan en los sistemas por el desgaste o mal funcionamiento, son una oportunidad excelente para identificar las vulnerabilidades existentes y para tomar acciones que reduzcan la vulnerabilidad.

¹⁸ Memoria de labores de ANDA

La incorporación de medidas de mitigación frente a desastres no sólo asegura su correcto comportamiento durante situaciones de emergencia, sino que también aumenta su nivel de confiabilidad durante tiempos normales

En la mayoría de los casos, las normas y criterios de diseño de los diferentes componentes de los sistemas de agua no tienen en cuenta la existencia de amenazas naturales y la protección frente a las mismas, pero esta ausencia en el ámbito normativo no es una excusa para que no sean tomadas en cuenta.

Aunque la primera necesidad es la disponibilidad de agua segura, también hay que tener presente los daños que se pueden presentar en los sistemas de alcantarillado sanitario. Usualmente, cuando no dispone de agua en la red domiciliaria la población no usa los sistemas de alcantarillado y muchos de esos daños pueden quedar ocultos hasta que vuelven a ser utilizados, cuando el suministro de agua es restablecido.

Usualmente, cuando durante la emergencia se producen daños en los sistemas de alcantarillado, la población continúa haciendo uso de los mismos, y ese es el mayor problema, porque las fracturas, obstrucciones y otros daños presentan un riesgo de contaminación para las redes de agua que generalmente tienen el mismo trazado que las de alcantarillado.

Así mismo, la circulación libre de aguas servidas por calles, avenidas y otras zonas frecuentadas por la población representarán un riesgo adicional durante y después del desastre.

Por tanto, la mitigación frente a desastres en la infraestructura de agua y saneamiento debe ser abordada de una manera integral, considerando tanto lo relativo al agua potable y aguas servidas, lo cual es mucho más fácil si una misma institución es responsable de los dos servicios.

La mitigación no debe ser vista solamente como una opción para controlar los daños y la optimización de los recursos económicos de las empresas prestadoras, sino que debe ser

una responsabilidad y obligación con el objetivo de salvaguardar la salud de la población en situaciones de riesgo.

5.8 Análisis de fortalezas y debilidades del sistema de saneamiento ambiental en el salvador post situaciones de desastres. (FODA)

A continuación se presentan, de forma resumida, las fortalezas y debilidades que se detectado en la actuación del sector saneamiento ambiental en la atención de la emergencia generada por los desastres naturales que han afectado a el país entre 1,986 y el 2010. Las apreciaciones que aquí se ofrecen se basan en el análisis de la documentación existente sobre los fenómenos ocurridos.

Y el accionar del Gobierno central a traves de los Ministerios de Gobernación, Salud Pública y Asistencia Social, Medio Ambiente y Recursos Naturales, Obras Publicas, la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, las Municipalidades, las agencias de cooperación internacional y las organizaciones de la sociedad civil.

El propósito de que este conjunto de reflexiones puedan ayudar en el futuro a mejorar los procesos de preparación y prevención de desastres y a la reducción de la vulnerabilidad del sector de saneamiento.

5.8.1 Nivel de vulnerabilidad existente y daños producidos

FORTALEZAS

1. El número de heridos y de víctimas mortales ha sido proporcionalmente moderado con respecto al volumen de daños ocasionados por los desastres, en comparación con otros países.
2. Las edificaciones en que las diversas técnicas de construcción, tradicionales o modernas, habían sido bien utilizados, resistieron los efectos de los sismos sin daños mayores (en Referencia a los sismos de 2001). Las estructuras de madera tuvieron un excelente comportamiento.

3. Los servicios de energía eléctrica y los telefónicos sólo sufrieron daños menores que ocasionaron interrupciones temporales pero fueron reparados con rapidez.

DEBILIDADES

1. La alta vulnerabilidad sísmica de las edificaciones y de los servicios de saneamiento básico ha puesto de manifiesto la ausencia de una cultura sísmica en la población en general, la insuficiencia en los controles para hacer cumplir las normas técnicas de diseño y construcción de edificaciones sismorresistente, el desconocimiento o incumplimiento de éstas por parte de los constructores, el mal uso de las técnicas de construcción , tanto tradicionales como modernas, y la falta de controles de calidad, de supervisión y de mantenimiento en las construcciones y los servicios de saneamiento.
2. La mayor parte de las viviendas afectadas estaban edificadas con técnicas de construcción tradicionales, como el bajareque y el adobe. La técnica tradicional de buena calidad normalmente utiliza la tierra como material principal, pero se combina con otros materiales, como el cemento, para darle mayor resistencia, paja para darle más flexibilidad y cohesión y otros aditivos para proteger la estructura de agresores ambientales, todos ellos en proporciones adecuadas para cada tipo tierra.
3. Debido a que la mayoría de las viviendas de las comunidades rurales estaban hechas de bloques de adobe fabricados con tierras que en su composición contenían cenizas volcánicas sin adherentes ni refuerzos, se convirtieron en polvo, y provocaron un aumento en los casos de afecciones respiratorias (Referenciado los daños que causaron los sismos de Octubre de 1,986, Enero y Febrero de 2,001).
4. La ausencia de controles y de asesoría técnica en el proceso de reconstrucción en las zonas afectadas hace que, ante la premura por la inminente llegada de la

temporada de lluvias, la población usara los mismos procedimientos constructivos que habían demostrado ser inadecuados y deficientes.

5. Los deslizamientos son fenómenos secundarios, asociados con los sismos y la saturación del suelo a causa de la lluvia, que producen el mayor número de víctimas y de daños en las edificaciones y en la infraestructura de servicios. Se puso en evidencia que, si no se toman en cuenta las condiciones geológicas y las acciones de mitigación de los posibles efectos, tanto para la construcción de edificaciones como para la ubicación de servicios de infraestructura, se pueden producir grandes daños y víctimas humanas.

5.8.2 Servicios de Salud

FORTALEZAS

1. El sistema de salud pública, ante el impacto de los sismos de Enero y Febrero de 2,001 y ante la tardanza del envío del dictamen sobre la seguridad de la infraestructura hospitalaria y por las precarias condiciones a ello se sumo la falta de servicios básicos estuvieron realizando la atención de los pacientes en las áreas externas es decir en patios, jardines y estacionamientos, las autoridades sanitarias tomaron la decisión de habilitar módulos en las edificaciones que no habían sido dañadas. Ejemplo, *“el hospital Santa Teresa de Zacatecoluca, donde para entrar al módulo de consulta externa el director ordenó abrir puertas hacia fuera en cada uno de los espacios que daban al exterior, paliando así las difíciles condiciones en que se estaba brindando la atención”*. *“El hospital San Pedro de Usulután, se improvisaron tiendas de campaña en la cancha de futbol y en el estacionamiento, con la colaboración del personal de la sexta brigada de infantería, las cuales albergaron a los pacientes y la consulta externa”*.

DEBILIDADES

1. La mayoría de los establecimientos de salud pública cuentan con planes de emergencias, pero estos no son suficientemente conocidos ni estaban bien definidos.
2. Previamente al impacto de los desastres no se han realizado evaluaciones de vulnerabilidad en casi ninguno de los establecimientos del sector de la salud, y las autoridades siguen desconociendo el riesgo al que estaban sometidas las edificaciones internamente y externamente. Además, las líneas de mando de cada uno de los establecimientos de salud no han definido claramente, su rol protagónico ante, durante y después del desastre lo que provoca, que al momento de la emergencia, una gran confusión en cuanto a las acciones que se debían llevar a cabo.
3. Aunque se realizan rápidas inspecciones de los daños en los hospitales, ocurrido los eventos tales como las tormentas tropicales, las cuales provocan inundaciones y dañan o deteriora en medida la infraestructura, y los sismos los directores son los encargados de tomar la decisión sobre la rehabilitación parcial o total de las instalaciones y facilitar el reingreso del personal y de los pacientes.
4. Las evacuaciones innecesarias de los establecimientos de salud no sólo ocasionan problemas en la atención de víctimas, sino que producen una disminución en la atención regular.
5. En la mayoría de los hospitales y clínicas del sector público incluyendo los ISSS la señalización para identificar las vías de evacuación, a veces está cubierta con carteles u otro tipo de objetos, lo que dificulta encontrar las salidas de emergencias, también hay que agregar que en algunos establecimientos de salud pública se encuentran vías obstruidas por muebles y equipos y algunos otros cerradas con llave por razones de seguridad del hospital o la clínica.

6. El terremoto de 1986 proporcionó conclusiones y recomendaciones sobre aspectos de la vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional en las instalaciones de salud, que no fueron tomadas en cuenta.
7. La mayoría de los hospitales y clínicas públicas presentó problemas con las instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas.

5.8.3 Saneamiento Ambiental

FORTALEZAS

1. ANDA, las municipalidades y las juntas administradoras de agua trabajaron en la rehabilitación de los sistemas dañados, dando prioridad a los que abastecen a las poblaciones urbanas, y a los sistemas rurales donde el costo de reparación puede ser atendido por las propias juntas administradoras de agua o con recursos de ANDA.
2. Las rápidas y oportunas intervenciones de ANDA, Alcaldías, las juntas administradoras de agua en la zona rural y el MSPAS en la rehabilitación del servicio de abastecimiento de agua, su desinfección y las acciones para la disposición sanitaria de excretas, ha evitado un aumento en los brotes epidémicos de enfermedades diarreicas agudas como el cólera o rotavirus que se manifiestan durante la época lluviosa.
3. La inmediata respuesta de la empresa privada, Gobierno Central y la Ayuda Internacional para proporcionar tanques, burbujas y pipas de agua, lo que ha permitido paliar el desabastecimiento de agua para consumo humano en las zonas más afectadas durante los desastres ocurridos. ANDA a lo largo de esta año y de las experiencias pasadas ha logrado coordinar acciones con COMURES y otras organizaciones para la distribución de agua, ante las emergencias.

4. ANDA ha elaborado Planes de Emergencia, post desastre, aunque se han evidenciado debilidades en la puesta en práctica, esta institución ha podido resolver problemas importantes en muy corto tiempo.
5. Las comunidades a lo largo de estos años han sido organizadas y capacitadas a través de algunos programas de participación comunitaria en la prevención, mitigación y respuesta en acciones locales de atención de emergencias, post una situación de desastre.
6. Existe en las comunidades rurales un alto grado de conciencia sobre la importancia de los proyectos de saneamiento ambiental los que incluyen la letrización y de la desinfección de agua a partir del PURIAGUA, que regularmente el MSPAS distribuye en forma gratuita.
7. En muchos de los albergues se instalaron dispositivos apropiados para almacenar agua (tanques y barriles de plástico con sus respectivas tapaderas), que evitan que el agua suministrada se contamine, además de utilizar el agua embotellada en las primeras horas de la emergencia. La respuesta rápida del gobierno central en la activación de los albergues ha facilitando la implementación de letrinas químicas alquiladas, en los primeros días de la emergencia y luego se ha pasado a las letrinas comunales, lo cual ha resultado ser efectivo.
8. A raíz de las emergencias generadas por los desastres, el Gobierno ha conformado y coordinado a través de la dirección de protección civil equipos multidisciplinarios con voluntarios locales, de ONGS, Universidades y Asaciones como ASIA, CASALCO, quienes se encargaron de evaluar en las áreas urbanas y rurales, los servicios de saneamiento básico y así compensar la ausencia de las instituciones del Estado, que no daban abasto en la atención a la población afectada.

DEBILIDADES

1. Es muy difícil obtener información precisa y confiable sobre los daños que sufren los acueductos y sobre la vulnerabilidad de éstos, ya que no existe en El Salvador un mecanismo que pueda proporcionar dicha información.
2. Se han identificado grandes deficiencias en el mantenimiento de la mayoría de los acueductos de las áreas rurales, lo cual los hace muy vulnerables ante las inundaciones, deslizamientos, erupciones volcánicas y sismos. Los acueductos requieren de un presupuesto y un plan permanente de mantenimiento que no ha podido ser afrontado ni por el gobierno, las municipalidades y las juntas administradoras de agua potables conformadas por personas de las mismas comunidades, a quienes se les pasó esta responsabilidad en 1995 cuando desapareció el Plan Nacional de Saneamiento Básico Rural del MSPAS. Además, el 90% de estos acueductos son electromecánicos, es decir, requieren la utilización de energía eléctrica y grandes costos de funcionamiento que muchas comunidades no están en capacidad de afrontar y no se toman las provisiones para situaciones en que no se cuente con electricidad.
3. Por la urgencia de proveer el servicio de agua después de los desastres, las obras de rehabilitación de los sistemas de abastecimiento se realizan de forma improvisada y sólo se busca reponer el servicio de agua lo antes posible sin incorporar medidas para reducir el daño que se podría producir en eventos futuros. Algunas de estas reparaciones incrementan los niveles de vulnerabilidad de la infraestructura, especialmente aquellas que estaban en cruces de quebrada donde se presentaban taludes inestables que podrían fracturarse con algunas réplicas en el caso de los sismos o de las erupciones volcánicas, la acción del hombre o las lluvias, produciendo daños iguales o mayores que los sufren.
4. Los acueductos rurales no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, algo muy perjudicial para la salud de la población.

5. Aunque algunos Comités de Emergencia Municipales (CEM), como el de San Vicente, cuentan con programas de control y cloración de agua en caso de emergencia, no siempre es suficientemente efectivo el control debido a las fuentes de abastecimiento utilizadas. Ya que se presentan serias debilidades en cuanto a la capacidad técnica de los promotores de salud, el equipamiento de comparadores de cloro y la falta de asignación de recursos económicos al programa, se desconoce si en los demás municipios, se ha implementado este programa o alguno similar.
6. En algunos casos, el almacenamiento y la manipulación domiciliaria del agua son inadecuados, con riesgo de contaminación por manos sucias, recipientes incorrectos y hasta por perros que pueden beber el agua de los recipientes de almacenaje estos también pueden convertirse en criaderos del *Aedes Aegypti*, y facilitan el rápido rebrote del vector del dengue.
7. La falta de controles para la recolección de agua en los depósitos favorece su posible contaminación, contaminando el líquido que consumirá el resto de la población.
8. La falta de agua potable afecta a las comunidades en conjunto, pero tiene una especial repercusión en las mujeres, porque son ellas las que normalmente se encargan del abastecimiento de agua para sus hogares. Un gran número de ellas tiene que esperar demasiado para obtener y acarrear el agua hasta sus hogares, invirtiendo tiempo que podían destinar a actividades productivas, con la consiguiente pérdida de ingresos.
9. La Falta de mayor promoción y comunicación social para diseminar mensajes sanitarios básicos, en especial sobre cómo disponer sanitariamente las excretas donde los sistemas de fosa séptica y letrinas resulten afectados por los desastres.

10. El manejo de la basura como de los escombros, el problema principal es que, al no cumplir con las normas para la disposición de estos residuos sólidos, en muchos casos, se tiende verterlos en taludes, quebradas y en cursos de agua. El manejo de escombros, remoción y disposición final de estos es problemático debido a que las autoridades municipales no estaban técnicamente preparadas para manejar este problema en forma adecuada.
11. En los albergues designados por protección civil en conjunto con los comités municipales y los refugios espontáneos que se asignan se crea problemas con la acumulación de basuras y desperdicios plásticos, especialmente platos, vasos y envases plásticos desechables provenientes de las donaciones. Estos desperdicios si se queman, contaminan el ambiente y pueden producir gases tóxicos.
12. El acondicionamiento de los lugares que sirven de albergues, se tienen problemas que estos, a veces, no cumplen con los requisitos sanitarios requeridos lo que contribuye a la proliferación de las enfermedades diarreicas agudas.
13. Los problemas sanitarios detectados en los albergues son: disposición de basuras y excretas, manipulación de los alimentos, tratamiento de las aguas para consumo humano y la disponibilidad de instalaciones sanitarias, tanto para los damnificados como para el personal que los atiende.
14. En una emergencia con un alto número de víctimas mortales, el desconocimiento de los procedimientos apropiados para el manejo de los cadáveres por parte de las autoridades y de los organismos competentes, ha generado las siguientes consecuencias durante las primeras horas después del desastre:
 - Falta de coordinación en los métodos para rescatar a los cadáveres.
 - Insuficiencia de maquinarias y equipos de rescate.
 - Ausencia de los medios de comunicación apropiados para dar información veraz y confiable a los familiares sobre las personas con paradero desconocido.

- Desconocimiento de métodos para la instalación de centros de acopio para el reconocimiento de cadáveres.
- Utilización de procedimientos ineficientes para la búsqueda, el rescate y la conservación de los cadáveres.

15. Por la falsa creencia, desde hace mucho refutada científicamente, de que los cadáveres representan una seria amenaza de epidemias si no se les entierra o quema inmediatamente, se procede a la inhumación en fosas comunes de los cadáveres que no han sido identificados ni reclamados por sus familiares. La divulgación de mitos de la cultura popular aumentó la presión para realizar este tipo de inhumaciones.

16. Los procedimientos que se utilizaron para el manejo de los cadáveres no son los apropiados. La mayoría de la población desconocía los derechos que tiene para exigir a las autoridades la identificación y entierro de los mismos, y no hubo reclamos ni por parte de las comunidades ni por ninguna de las organizaciones que defienden los derechos humanos. No se conocían documentos oficiales específicos que hicieran referencia a estos derechos, pero la población si podía apelar, como se ha hecho en otros países, al derecho que los parientes tienen a que se ubiquen las personas con paradero desconocido, al deber de las autoridades de investigar e informar a los parientes sobre este progreso, a la necesidad de recoger, identificar y prevenir la descomposición de los cuerpos para permitir a los familiares recuperar el cuerpo de sus seres queridos, darles un entierro respetuoso y proteger las tumbas de las víctimas.

5.8.4 Vigilancia epidemiológica y control de enfermedades

FORTALEZAS

1. No se presentaron nuevos casos de cólera y el número de casos de dengue se mantuvo dentro del canal epidemiológico normal, aunque hubo que activar

medidas especiales para la vigilancia y el control de estas enfermedades, porque la vulnerabilidad epidemiológica era ya muy alta en todas las áreas afectadas antes del sismo. Se mantuvo la alerta epidemiológica.

2. El reforzamiento de la vigilancia epidemiológica por parte del MSPAS, con el apoyo de la OPS/OMS, permitió la estratificación de las intervenciones, especialmente de las orientadas hacia el control del *aedes aegypti*, del vector del dengue y del dengue hemorrágico.
3. El trabajo conjunto entre los equipos de vigilancia epidemiológica y saneamiento ha permitido realizar acciones para el control de las enfermedades, como ha sido el caso de la información sobre la basura acumulada en los albergues, que reveló el peligro potencial de criaderos de moscas, presencia de roedores y criaderos de mosquitos transmisores del dengue.

DEBILIDADES

1. Es evidente la necesidad de reforzar la capacidad local de vigilancia epidemiológica de una forma integrada con las diferentes organizaciones participantes en la respuesta.
2. No se tomaron medidas para evitar en la población las afecciones respiratorias ocasionadas por el gran volumen de polvo, el exceso de humedad en el ambiente, producido por las tormentas estacionales, los aludes y derrumbes o por la destrucción de construcciones de adobe generalmente hechos de cenizas volcánicas, en el caso de los sismos.
3. Hasta Enero de 2001 no existía un sistema de vigilancia epidemiológica permanente que se revisara constantemente para adecuarlo a las necesidades de prevención y control de enfermedades, y a las diferentes circunstancias fisiográficas, demográficas, sociales, culturales y económicas del país; un sistema que permitiera la elaboración de un mapa de riesgos epidemiológicos para el

plan nacional de contingencia para emergencias de gran magnitud. Los planes de prevención y control de algunas endemias como dengue y diarreas se realizaban con grados diferentes de eficacia en diferentes departamentos, pero con el común denominador de tener poca eficacia operativa.

4. Los servicios de salud locales no pudieron contar con el apoyo oportuno y eficaz de la Unidad de Vigilancia Epidemiológica porque ésta no contaba con un grupo de respuesta rápida formado por brigadas de epidemiólogos, técnicos en control de vectores, saneamiento básico e ingenieros sanitarios que pudiera apoyarlos.

5.9 Propuestas para la reducción de la vulnerabilidad del sistema de saneamiento

5.9.1 Sistema de captación de agua en manantiales

- Para que la unidad de captación aíse completamente el punto de afloramiento, se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Limpiar la zona cercana al manantial e identificar el punto de afloramiento. Para descubrir el punto de afloramiento será necesario excavar a una mayor profundidad hasta remover la capa superficial de terreno.
 - Cubrir el manantial con el material filtrante (grava) para recolectar la totalidad del agua que éste produce.
 - Diseñar la estructura de captación para recolectar el caudal total. Si éste es superior a lo que necesita la población, se deben instalar tuberías de rebose suficientes para evacuar el exceso.
- Verificar que la unidad esté ubicada sobre terreno estable y con cimentación adecuada, para lo cual es necesario apisonar el terreno.

- En zonas de amenaza sísmica, usar materiales resistentes (por ejemplo, concreto armado) para la construcción de la cubierta impermeable, de modo que pueda soportar las vibraciones.
- Vigilar que la unidad de captación esté rodeada de vegetación que ayude a contener el terreno e incluso a evitar posibles filtraciones contaminantes (a una distancia prudente, ya que ciertas raíces pueden dañar las estructuras); por ejemplo, en los lugares que sea posible, se puede sembrar caña guadúa (bambú).
- Además, observar otras medidas complementarias:
 - Construir zanjas de coronación para retener el escurrimiento superficial.
 - Evitar la entrada del agua que escurre sobre la unidad con la tapa de ingreso a la cámara de recolección.

5.9.2 Fuentes de agua subterráneas

- Elevar la boca del pozo por lo menos 30 centímetros sobre el nivel máximo de inundación. Este nivel debe determinarse a partir de datos históricos de la zona afectada (es recomendable adoptar el máximo nivel alcanzado por el agua, en un período de 50 años).
- Para pozos someros proteger la entrada del pozo mediante una losa de concreto y, como mínimo, incorporar una tapa sanitaria, desde la cual se realice la extracción del agua.
- Para reducir la vulnerabilidad y evitar que las paredes del pozo se desplomen, construir anillos de concreto armado alrededor de la boca del pozo y hacia abajo utilizar algún tipo de mampostería o tubos de hormigón prefabricado.
- Para evitar la erosión alrededor de la unidad, instalar una losa alrededor del pozo, la misma que facilite el drenaje de la zona circundante.

- Instalar bombas manuales para la extracción del agua y distribución a la población. De este modo, además de proteger la estructura, se reducirá el riesgo de contaminación del agua en el interior del pozo.

- Tomar en cuenta otras recomendaciones:
 - Realizar la cloración del agua antes de que ésta sea consumida por la población, incluso en condiciones normales y, de manera especial, después de un desastre realizar una desinfección completa para recuperar la operatividad.

 - Vigilar y restringir la existencia de puntos de contaminación (letrinas, botaderos de basura, etc.) cerca de la ubicación del pozo. Las distancias recomendadas son: letrinas: 20 m, tanques sépticos: 30 m, botaderos y otras fuentes de contaminación: por lo menos 60 m.

 - Asegurar la vigilancia continua del agua al interior del pozo, para advertir la presencia de contaminantes bacteriológicos y el monitoreo de otros parámetros como la salinidad del agua.

5.9.3 Fuentes superficiales. Pozos y galerías de infiltración

- Manejar las condiciones de riesgo al nivel de la microcuenca para reducir los problemas de deslizamiento, erosión en las riberas de los ríos, etc. De manera específica, para la reducción de la erosión se pueden instalar medidas de recubrimiento de taludes o usar técnicas de estabilización como las siguientes:
 - Muros de gaviones como protección de taludes o disipadores de energía a lo largo del río.
 - Trinchos u otras medidas para la reducción de la erosión en cárcavas.
 - Restablecimiento de la cobertura vegetal en las orillas de los ríos.

- Para proteger la calidad del agua, elevar la boca del pozo por encima del nivel del terreno, como mínimo 30 centímetros sobre el nivel máximo de inundación, para evitar el ingreso del agua al pozo.
- Efectuar trabajos permanentes de limpieza del río y reforzamiento de riberas, especialmente antes y después de las épocas de crecientes en que suelen presentarse lluvias, avalanchas y crecidas de los ríos.
- Cuando sea necesario construir una nueva unidad o reconstruir una afectada, tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Recopilar información local sobre las variaciones del cauce en los últimos años; se puede usar información local a través de mapas comunitarios de riesgo.
 - Construir la unidad en los tramos rectos del cauce y alejada del borde del río (la distancia mínima estará limitada por la disponibilidad de espacio existente).

5.9.4 Captaciones superficiales (obras de toma)

- Reducir la velocidad de las rocas y escombros y la fuerza del impacto sobre la estructura de la presa, con la instalación de disipadores de energía a lo largo del cauce como espigones de gaviones.
- Para evitar que la vulnerabilidad se extienda a la línea de conducción, controlar que la unidad de captación derive el agua necesaria a través de un canal lateral que evite el ingreso de sólidos (provisto de una ventana o rejilla) y cuyos extremos estén protegidos contra la erosión (muros de concreto).
- Para prevenir la erosión en la base, recubrir el cauce con emboquillado de piedra, antes y después de la presa.

- Observar que la coronación de la presa cuente con un vertedero con capacidad suficiente para evacuar el exceso de agua en épocas de crecida.
- Vigilar que la presa cuente con un sistema de evacuación constante de lodos (tuberías instaladas en el fondo de la presa o compuertas). Además, instalar una compuerta para las labores de limpieza y mantenimiento periódico, así como también luego de la ocurrencia de un fenómeno.
- Vigilar que la unidad sea capaz de evacuar el exceso de agua y retornarla al río, a través del rebose.
- Realizar periódicamente el mantenimiento y la limpieza de la presa, en especial antes y después de la temporada de lluvias.

5.9.5 Líneas de conducción, impulsión y/o aducción

- Elevar la tubería sobre el nivel máximo del río, con una altura suficiente para evitar ser golpeada por los escombros que podría arrastrar. Para determinar este nivel se necesita coordinar con la población local, en especial cuando se carece de registros.
- Vigilar que la tubería sea de material resistente a la intemperie como hierro galvanizado, polietileno u otro similar. En esas condiciones el PVC no es recomendable pues, al estar expuesto a la luz del sol, reduce su resistencia.
- Ubicar los soportes alejados del borde de los ríos o las quebradas que cruzan. Esta distancia depende de la disponibilidad de espacio en cada caso particular y de la cohesión y resistencia del terreno.

- Observar que la longitud de la tubería que se encuentra colgada esté suspendida con cables lo suficientemente resistentes para soportar el peso. Si las longitudes son mayores, se deben utilizar estructuras especiales con cables y péndolas sujetos a bloques de anclaje.
- Proteger a los taludes de la erosión producida por el incremento del caudal y la socavación de la base de los apoyos de los tramos aéreos; para ello se pueden usar:
 - Muros de gaviones como protección de taludes o disipadores de energía a lo largo del río.
 - Trinchos u otras medidas para la reducción de la erosión en cárcavas.
 - Restablecimiento de la cobertura vegetal en las orillas de los ríos.
- Acoplar la tubería para reducir los costos de instalación, en caso de que existan otros cruces de quebrada (por ejemplo, puentes peatonales o vehiculares).
- Para facilitar el mantenimiento incluir una válvula de corte antes del paso elevado. El manejo de este tipo de válvulas se debe realizar con mucha precaución, debido a que un cierre brusco de la válvula puede producir la explosión de la tubería.

5.9.6 Tuberías enterradas en quebradas y/o cárcavas, pasos a desnivel

- Profundizar el enterramiento de la tubería de acuerdo a normas y tipo de suelo para evitar que la erosión alcance el nivel de la tubería.
- Reponer el terreno en la zanja para que se compacte correctamente y reducir el proceso de erosión.
- Proteger la tubería enterrada:

- Recubrirla con una viga de concreto armado por debajo de la quebrada en todo su recorrido.
 - Recubrir el fondo del cauce mediante emboquillado en piedra. Éste debe ser instalado 1 metro antes y 1 m después del trazo de la tubería.
- Tomar algunas medidas adicionales para reducir el problema de erosión en la quebrada:
 - Instalar trinchos de madera, muros de piedra u otros para reducir la velocidad del agua y el arrastre de rocas y sedimentos.
 - Reducir los problemas de erosión de suelos dentro de la cuenca (con medidas de reforestación y protección de taludes), controlando la formación de cárcavas producidas por la erosión.
- Limpiar el cauce es importante para reducir la vulnerabilidad del sistema, especialmente antes y después de la temporada de lluvias y tormentas.
- Para facilitar el mantenimiento incluir una válvula de corte antes del paso subfluvial. Los codos deben tener un ángulo de 135 grados, para evitar obstrucciones por sedimentos en la parte más baja del tubo, donde el mantenimiento es imposible realizar.

5.9.7 Daños diversos en tuberías

- Instalar la tubería, cuando es de PVC, por lo menos a 60 cm de profundidad, teniendo que incrementarse hasta 1.00 a 1.20m, en función de las amenazas presentes en la localidad.
- Cuando no es posible profundizar la tubería (por terreno rocoso u otro impedimento) recubrirla por encima del nivel del suelo. Se requiere:
 - Modificar la geometría de la ladera, generando una plataforma plana o terraza.

- Construir muros de piedra para sostener la tubería y el material de relleno.
 - Instalar la tubería y el material de cobertura dentro de la plataforma formada, procurando que se cumpla con el enterramiento mínimo.
- Cuando no sea factible aplicar las recomendaciones anteriores, utilizar tuberías flexibles (polietileno) o aquellas resistentes al impacto (hierro dúctil, hierro fundido u otro), debidamente ancladas o sujetas al terreno; sin embargo, la resistencia de estos materiales tiene sus limitaciones cuando las amenazas son mayores.
- Remover las rocas sueltas en las zonas cercanas de la ubicación de las tuberías.
- Finalmente, si no es posible proteger la tubería, reducir el riesgo de caída de rocas, o cuando éste es muy alto, evaluar la posibilidad de modificar el trazado de la tubería por una zona de menor riesgo.

5.9.8 Tuberías instaladas en terrenos inestables

- Construir un sistema de anclaje para sostener la tubería, apoyándola sobre pilotes cimentados en terreno firme. Para ello se necesita profundizar dichos pilotes por debajo de la capa de terreno deleznable.
- Construir un paso elevado que atraviese la zona vulnerable y que esté cimentado en terreno firme. Dicho paso debe tener una altura suficiente para evitar los daños producidos por el impacto de los escombros arrastrados.
- Para la construcción del paso elevado tomar en cuenta las medidas mencionadas anteriormente (*Daños en cruces elevados sobre quebradas y/o ríos*), de manera que la vulnerabilidad no se incremente.
- Construir estructuras de retención (muros de gaviones, de concreto, trinchos) que permitan contener el suelo poco resistente o con tendencia a deslizarse.

- Observar que estas estructuras de retención incluyan sistemas de drenaje para evacuar el agua contenida en el terreno y mejorar su estabilidad.
- Si ninguno de los métodos anteriores es posible, son muy costosos, o cuando se planea reconstruir el componente afectado, evaluar la posibilidad de modificar el trazado de la tubería por una zona de menor riesgo.
- Verificar que el cambio de trazo incluya las medidas de anclaje o enterramiento de la tubería en terreno no deleznable.
- Procurar que ambos lados de la línea de conducción se encuentren reforestados a lo largo de su recorrido, pues este problema puede ocurrir en zonas aún no identificadas.

5.9.9 Tuberías empotradas

- Reemplazar el empotramiento de manera que no exista contacto directo entre el muro y la tubería, instalando niples (neplos) concéntricos (generalmente de acero o hierro fundido).
- Cuando se requiera que la tubería atraviese el muro de manera impermeable, como a la salida de reservorios, cámara húmeda en las cajas de captación y otras estructuras complementarias, tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - En el vaciado o fundido de los muros incluir un niple de acero de mayor diámetro que la que atraviesa el muro, con elementos de sujeción soldados (paletas empotradas en el muro).
 - Rellenar el espacio vacío entre la tubería y el niple con juntas de material asfáltico (sellador impermeable).

- Para tuberías menores a 6” se recomienda utilizar como elementos de sujeción platinas incrustadas al niple.
 - Para diámetros mayores a 6” se recomienda utilizar una corona concéntrica soldada al niple y empotrados en la pared de la unidad.
- Cuando no se requiere la impermeabilidad de la junta, tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - En el vaciado de los muros incluir un niple de mayor diámetro que la que atraviesa el muro.
 - Una vez atravesado el muro, rellenar el espacio vacío con elementos de material flexible (anillos de hule, polietileno, etc.) u otro de consistencia blanda.
- Para mayores facilidades en el mantenimiento y la reparación, instalar uniones universales entre el muro y los accesorios inmediatos.

5.9.10 Daños en equipos y otras estructuras complementarias.

- Para evitar que el escurrimiento del agua de lluvia humedezca y erosione el terreno circundante a la unidad, construir zanjas de recolección de agua de lluvia y escorrentía superficial (cunetas de coronación).
- Evitar la descarga directa de la tubería de rebose y limpiar alrededor de la estructura. Se recomienda que ésta descargue, junto con la tubería de limpieza, en una canaleta (por ejemplo: las zanjas de recolección del agua de lluvia) para luego evacuar el agua excedente en un canal, quebrada o curso de agua, de manera que no escurra por la superficie del terreno y cause problemas a la integridad de la estructura.
- Para la construcción de unidades nuevas o reconstrucción de unidades afectadas, verificar que la resistencia del terreno sea la conveniente para la instalación de

la estructura y esté apropiadamente compactado. En todo caso, la cimentación debe ser adecuada según el terreno existente.

- Si se requiere modificar la pendiente del terreno para lograr una plataforma plana y estable, instalar estructuras de retención (gaviones muros de concreto, otros) para dar estabilidad al talud y evitar que este material se deslice.
- Al nivel de microcuena, reducir el problema de deforestación de laderas (por quema de pastos, tala excesiva, etc.) y, de esta manera, reducir los problemas de erosión, formación de cárcavas e inestabilidad del terreno.
- Instalar cercos perimétricos a las unidades para prevenir que sean manipulados por personas extrañas y proveerlos de protección adicional.
- Para evitar fugas por fisuras en la construcción de unidades nuevas o reconstrucción de unidades afectadas, considerar técnicas constructivas como ferro cemento, pues evitan considerablemente los problemas de filtraciones y, al ser estructuras bastantes elásticas incluso son resistentes a sismos.

5.9.11 Equipos de bombeo y otros controles eléctricos

- Proteger las bombas, los paneles de control, las instalaciones eléctricas y cualquier otro material, del agua y del lodo con los que pueden entrar en contacto al ocurrir una inundación.
 - Construir una plataforma para instalar los equipos de bombeo, paneles y otros, la cual debe encontrarse por lo menos 30 cm por encima del nivel máximo de inundación. En algunos casos pueden usarse bombas sumergibles, sin embargo, se debe tener en cuenta que éstas son susceptibles a los daños por el ingreso de lodo.
 - En aquellos sistemas más grandes donde existen casetas de bombeo, además de la plataforma, verificar que el ingreso de la caseta esté sobre el nivel máximo de inundación.

- Elevar la boca del pozo al nivel de la posición del equipo de bombeo, para evitar el ingreso de agua y lodo que puedan contaminar el interior del mismo y deteriorar la calidad del agua.
 - Instalar los controles eléctricos, cuando existen, en un tablero elevado sobre el nivel máximo de inundación.
- Para nuevas casetas o reconstrucción de las existentes, elegir el emplazamiento en zonas no inundables.
- Si no es posible, construir las instalaciones internas por encima del nivel máximo de inundación. Para ello será necesario que la caseta, en su conjunto, se encuentre elevada del nivel normal del terreno. Para ello el piso de la caseta debe apoyarse sobre pilotes o un terraplén correctamente cimentado y de material compacto.

5.9.12 Colapso de tuberías en los sistemas de alcantarillado

- Contar con sistemas de drenajes adecuados que permitan evacuar el agua de lluvia.
- Procurar la ubicación de las instalaciones sanitarias dentro de las viviendas sobre el nivel de inundación.
- Realizar labores de mantenimiento y reposición de tapas dañadas de buzones, para evitar el ingreso de lodo y sedimentos en el sistema de alcantarillado.
- Limpiar los colectores de manera rutinaria como parte del mantenimiento del sistema para evitar que éstos reduzcan su capacidad.
- En caso de caída de cenizas, recolectar la ceniza para evitar que, al caer la lluvia, ingresen a través de los buzones.

- Para impedir que los daños en el alcantarillado afecten la calidad del agua potable, tomar en cuenta lo siguiente:
 - Separar adecuadamente las tuberías de agua y alcantarillado, las cuales no pueden ser ubicadas en la misma zanja. Se recomiendan lados opuestos en las vías o calles de la localidad.
 - Cuando no se puedan cumplir con las recomendaciones mínimas (por presencia de rocas, falta de espacio u otro obstáculo insalvable) verificar que la tubería de agua esté recubierta en toda la zona de interferencia.

- En caso de no ser factible el drenaje natural de las aguas de lluvia, como en zonas inundables, descartar esta opción de saneamiento.

5.9.13 Sistemas de tratamiento de aguas residuales (Lagunas de Estabilización)

- Construir canaletas de recolección de lluvia alrededor de las instalaciones de la planta, para evitar que el escurrimiento erosione los bordes de la laguna o permita el ingreso de sólidos. Estas canaletas deberán ser recubiertas con concreto o enrocado.

- Proteger los taludes de la laguna con material impermeable (por ejemplo: arcilla); las orillas y los bordes de la laguna deben ser recubiertos con concreto simple o emboquillado de piedra y los bordes externos con pasto o grama para reducir la escorrentía y erosión del terreno alrededor de las lagunas.

- Cuando se requiera, cercar el área mediante muros de malla que eviten el ingreso de personas ajenas. Además, procurar incluir barreras vivas alrededor de la laguna para reducir los problemas de erosión.

- En la construcción de nuevas lagunas o la reconstrucción de las afectadas, tener en cuenta la ubicación de las mismas, considerando la margen de erosión de los ríos, las zonas propensas a inundaciones y las áreas de influencia de las quebradas.
- Verificar la capacidad y resistencia del suelo mediante pruebas o estudios geotécnicos, así como la impermeabilidad adecuada del terreno.

5.9.14 Sistemas de letrinas y Taques o Fosas sépticas

- En zonas expuestas a inundaciones de manera periódica (fenómeno de El Niño, tormentas o huracanes), elevar la caseta y losa por encima del nivel máximo de inundación.
- Asimismo recubrir el interior de la letrina con una doble capa de grava y arena, para reducir la carga contaminante del agua que se infiltra y evitar la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.
- Para evitar derrumbes construir el brocal y la losa con materiales resistentes, y las paredes con materiales ligeros, adecuados y disponibles.
- En caso de pozas de infiltración, sumideros o pozos negros, verificar que la cubierta del pozo o losa de cubierta esté por encima del nivel máximo de inundación, para evitar que el agua que pueda inundar la zona ingrese al sistema.

CAPITULO 6

**GUIA BASICA DE
SANEAMIENTO
AMBIENTAL POST
DESASTRE**

6.1 Introducción

Los desastres plantean grandes retos al sector saneamiento ambiental porque a la vez que generan daños en las personas e instalaciones del sector, obligan a incrementar o intensificar la oferta de servicios para atender y asistir a los afectados.

La prioridad es siempre la preservación de la mayor cantidad de vidas humanas, para lo cual se precisa un arduo trabajo de coordinación intra e intersectorial.

La evaluación de los daños en el sector es una medida de fundamental importancia para la toma adecuada de decisiones, que implica no sólo la salud de las comunidades o poblaciones afectadas, sino también las condiciones sanitarias que resultan como consecuencia del evento en sí.

La evaluación de las necesidades sanitarias se realiza en la zona del desastre con el fin de determinar el tipo y la extensión de los efectos sobre la salud de las comunidades o poblaciones afectadas, los daños y las áreas que requieren ser intervenidas con mayor urgencia.

Esta guía pretende apoyar a las comunidades en general, como un instrumento técnico que pueda ser utilizado en cualquier situación de desastre y por cualquier comunidad en labores de saneamiento básico.

6.1.1 Objetivos

- Contribuir al restablecimiento del saneamiento básico de las comunidades
- Evitar la propagación de las enfermedades y conseguir un medio ambiente seguro para las comunidades o poblaciones afectadas por el evento.

6.2 Administración en los desastres

Los desastres deben ser "manejados adecuadamente", es decir tiene que haber políticas, decisiones y operaciones destinadas a solucionar situaciones en cada fase y nivel. Por este motivo se han diseñado enfoques especiales para la administración de estos fenómenos.

Por lo regular hay factores que favorecen la ocurrencia de los desastres, tales como el emplazamiento de asentamientos en lugares inapropiados (terrenos inundables o susceptibles a derrumbes), mala calidad estructural de la vivienda, etc. La asociación entre la amenaza y los factores de vulnerabilidad se puede ver en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Vulnerabilidad y Desastre

PROGRESIÓN DE LA VULNERABILIDAD			DESASTRE	AMENAZA
CAUSAS SUBYACENTES	PRESIONES DINÁMICAS	CONDICIONES INSEGURAS	DESASTRE =	EVENTOS DESENCADENANTES
			VULNERABILIDAD	
			+	
			AMENAZA	

En los desastres hay un ciclo y fases, que están señalados en las Figuras 6.1 y 6.2, cuya diferencia está en el inicio del desastre, que puede ser repentino como en los terremotos o lento como en las sequías. Esta diferencia permite un manejo muy diferente, puesto que en sequías es posible tomar medidas oportunas y progresivas sin esperar un agravamiento de la situación.

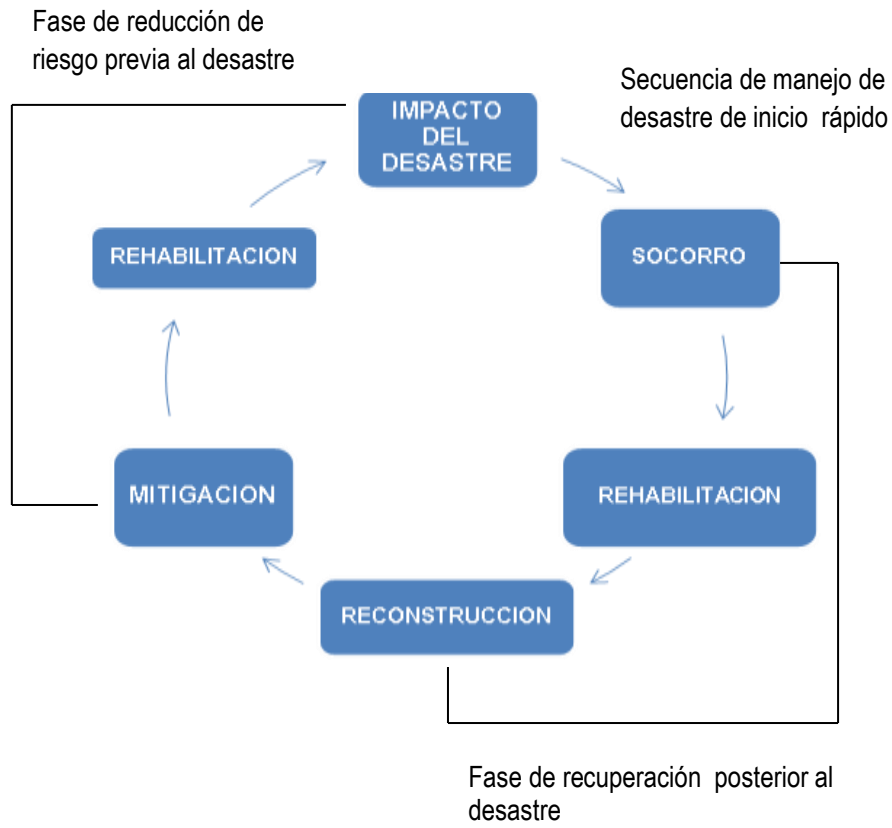


Figura 6.1 Ciclo de desastre de inicio repentino



Figura 6.2 Ciclo de desastre de inicio lento

Es conveniente visualizar y estimar tiempos de duración de las fases del desastre posteriores al inicio. La Figura 6.3 se muestran algunos tiempos, los que obviamente resultarán de las circunstancias propias de cada evento

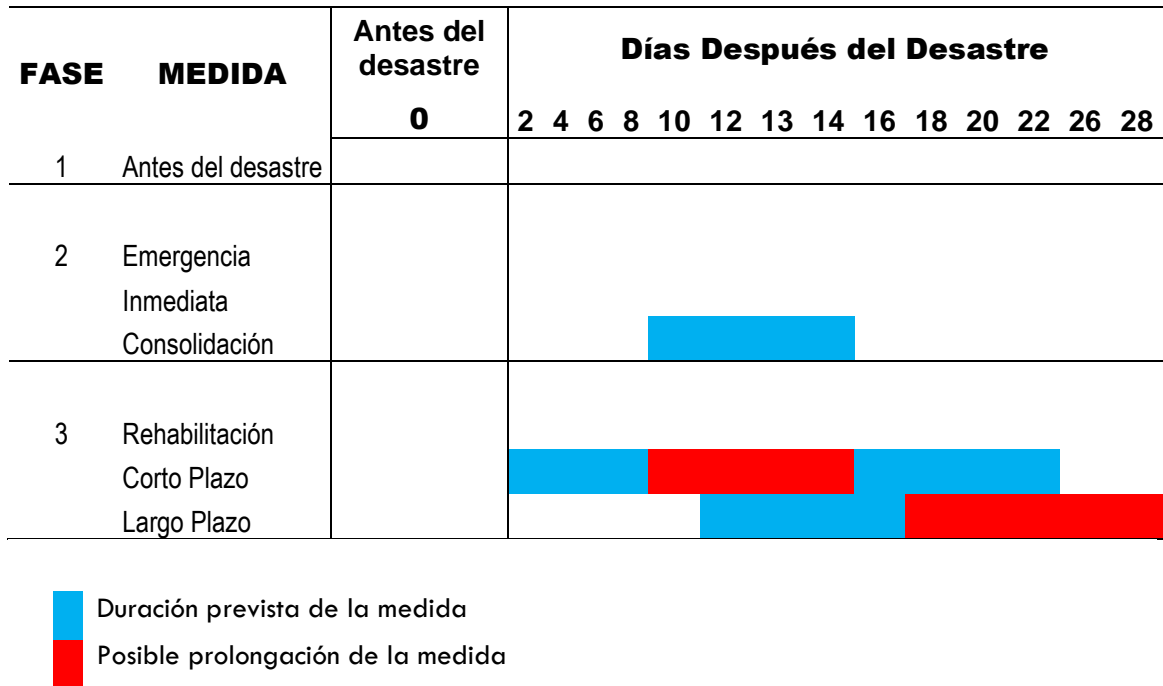


Figura 6.3 Medidas posteriores al impacto de un desastre

6.2.1 Roles y funciones del Gobierno Central en la administración de emergencias.

La organización para la gestión administrada en emergencia se distribuye de la siguiente manera

SECTOR	ENCARGADO	FUNCIÓN
TÉCNICA CIENTÍFICA	SNET	Proporcionara información oportuna a la Dirección General de Protección Civil cuando se determine que un evento Geológico o hidrometeorológico constituye amenaza para el país A partir de la existencia de un evento hidrometeorológicos mantendrá un monitoreo constante a fin de realizar proyecciones y cálculos sobre probables áreas de impacto Proporcionara criterios técnicos y científicos para apoyar las declaratorias de alertas.
SERVICIOS DE EMERGENCIA	CUERPO DE BOMBEROS DE EL SALVADOR.	Coordinar y ejecutar las operaciones de primera respuesta en situaciones de desastre o emergencias, de acuerdo a lo establecido en los procedimientos y protocolos del Manual de procedimientos estándar de operación en búsqueda, rescate Determinar los requerimientos de asistencia externa para realizar las operaciones de búsqueda y rescate Coordinar y ejecuta las operaciones de evacuación
SEGURIDAD	PNC	Mantener o restablecer el orden público y la seguridad ciudadana, previniendo actos delictivos en los albergues temporales y las áreas y afectadas. Mantener el orden y la calma al momento de la distribución de la asistencia humanitaria. Apoyar en los sitios donde se realicen operaciones de búsqueda y rescate en el acordonamiento de las zonas
SALUD	MSPAS	Coordinara la respuesta a las necesidades de salud mediante los servicios hospitalarios y de salud pública a la población afectada Reforzar las acciones de saneamiento y los sistemas de vigilancia epidemiológica.
AGUA Y SANEAMIENTO	ANDA MSPAS ALCALDIAS	Rehabilitar suministro de agua potable Vigilar y controlar la calidad del agua Suministrar agua potable en la comunidades afectadas y en los albergues Recolección y tratamiento de los desechos sólidos Remoción de escombros de las comunidades afectas.

		Coordinar las acciones de movilización de saneamiento básico de emergencia
AMENAZAS CON MATERIALES PELIGROSOS	MARN	Coordinar la remoción de sustancias peligrosas debido a derrames en caso de desastre Monitorear y supervisar los daños ambientales
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS	MOP ANDA MARN	Facilitar y dar seguimiento a las acciones de remoción de escombros para posibilitar el reconocimiento de áreas afectadas, el acceso de personal y equipo de emergencia, para las labores de búsqueda rescate y protección a la propiedad Rehabilitar las vías de acceso necesarias para posibilitar el ingreso a la zona de desastre, de personal y equipo de emergencia Coordinar las acciones de rehabilitación de la infraestructura social básica Evaluación de las acciones de respuesta, rehabilitación y provisión de los servicios básicos e infraestructura
LOGÍSTICA	FAES	Identificar y evaluar la capacidad e infraestructura logística disponible para el desarrollo adecuado de las operaciones de apoyo a la población afectada y a las instituciones que intervienen Movilizar los recursos identificados como necesarios y solicitados a los sitios donde son requeridos Asesorar la toma de decisiones sobre el tipo y características de los servicios logísticos más apropiados según la circunstancias
ALBERGUES	MG PROTECCION CIVIL ACALDIAS	Habilitar los sitios que hayan sido seleccionados como albergues temporales de acuerdo con el sistema de calificación previa Informar de la disponibilidad, ubicación y capacidad de albergues al sector de información pública Coordinar con el sector de logística todos los recursos necesarios para el manejo de los albergues

Fuente: Protección Civil/ Ministerio de Gobernación

6.3 Saneamiento de emergencia

El saneamiento básico en emergencias incluye los siguientes aspectos:

1. Proteger la calidad del agua
2. Eliminación de aguas residuales y excretas
3. Desechos sólidos comunes y peligrosos
4. Lucha contra los vectores (insectos y roedores)
5. Manipulación de alimentos con las debidas garantías de higiene

Todos estos servicios así como la prestación de cuidados sanitarios están estrechamente interrelacionados y deben considerarse como un todo.

La provisión inmediata del suministro de agua limpia y de instalaciones de saneamiento básico en los albergues de refugiados es esencial para la salud, el bienestar y, en algunos casos, aun para la supervivencia de las comunidades evacuadas por la emergencia.

Al saneamiento generalmente se le asigna una prioridad mucho más baja que al agua limpia, pero es igual de importante para el control de la mayoría de las enfermedades comunes encontradas en los albergues de refugiados.

Ya que hay que poner mucho cuidado a la eliminación eficiente de los residuos sólidos y el manejo de las excretas. Así como el adecuado manejo de los cadáveres, ya que al quedar estos expuestos al aire libre representa un peligro inicial para la salud de las comunidades afectadas por la emergencia.

6.3.1 Medidas inmediatas

Las opciones técnicas para la disposición de la emergencia son limitadas y simples. Sin embargo, para que funcionen, es necesario administrarlas bien y que la comunidad las entienda y apoye.

Las tareas inmediatas en un nuevo campo incluyen:

- Coordinar con los funcionarios del gobierno central o municipal y la comunidad los lugares que servirán de albergue temporal.
- Examinar el lugar para obtener información sobre las instalaciones de sanitarias existentes (si las hay), el trazado del lugar, los grupos de población, la topografía, las condiciones del suelo y los materiales de construcción disponibles;
- Impedir la defecación al aire libre en áreas en que probablemente se puedan contaminar la cadena alimenticia o los suministros de agua; y
- Seleccionar las áreas en donde se pueda permitir la defecación sin peligro.

6.3.2 Organismo para coordinar la atención de desastres

Este manejo de los desastres hace necesaria una institución coordinadora que tenga relaciones con ministerios y gobernaciones departamentales, Alcaldías municipales y con la sociedad civil

Sus funciones principales deben ser de coordinación y su rol más prioritario es lo gran planificación de Emergencia en Desastres, nacional y local, cuyos objetivos son:

- La no interrupción de los planes de desarrollo,
- Restablecer la normalidad cuando es alterada por causas de fuerza mayor;
- Arbitrar medidas de distinta naturaleza para atender los problemas causados por diversos tipos de desastres,
- Realizar actividades de prevención

Muchas de las actividades y tareas previstas en el Plan Nacional de Emergencia tienen que ver con la salud ambiental

- Habilitación y atención de albergues;
- Abastecimiento de agua potable,

- Eliminación de excretas y residuos sólidos;
- Control de insectos y roedores.

6.3.3 Los Comités Municipales de Emergencia en saneamiento en desastres

Es relevante notar que la organización para desastres debe tener en cuenta el nivel municipal y el comunitario, lo cual estaría coincidiendo con los límites del área sugerida para un sistema local de saneamiento.

Por otra parte, los especialistas recomiendan dar prioridad a la atención de los desastres y emergencias en el contexto de los Comités Municipales de Emergencia, el cual deberá de estar apoyado por la motivación, preparación de personal, asesoría y estímulo a la coordinación e integración a los grupos de trabajo comunitarios, locales, municipales, departamentales y a nivel nacional sobre desastres o equivalentes.

En fecha reciente se ha estado diseñando y probando una metodología comunitaria para crear mapas de riesgo, basados en observaciones hechas por las personas que viven o trabajan en las comunidades catalogadas de alto riesgo¹. Esto permitirá motivar la adopción de medidas destinadas a aminorar los riesgos y apoyar la planificación y demás actividades sobre los desastres.

En la Tabla 6.2 se presenta un resumen de posibles consecuencias y medidas de saneamiento ambiental en caso de desastres, referidas a los comités municipales.

¹ Plan Nacional de Protección Civil 2009, Elaborado por Protección Civil Ministerio de Gobernación

Tabla 6.2 Posibles consecuencias y medidas de saneamiento ambiental en desastres, referidas a los Comités Municipales de Emergencia

CONSECUENCIAS	MEDIDAS
<ul style="list-style-type: none"> • Daños en el sistema de abastecimiento de agua potable, carencia o contaminación del agua. • Averías en el sistema de colección y eliminación de desechos sólidos y líquidos • Proliferación de vectores y roedores. • Contaminación de alimentos. • Deterioro o destrucción de viviendas. • Contaminación del suelo y del aire. • Explosión o incendio en una instalación industrial o comercial donde se están produciendo o manipulando sustancias tóxicas. • Accidentes en almacenes donde se guardan productos químicos en grandes cantidades. • Uso inadecuado de productos químicos que pueden causar contaminación de alimentos y del medio ambiente • Uso inadecuado de agrotóxicos. • Destino inadecuado de residuos químicos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprovechamiento de agua potable, primero para beber y después para uso doméstico. 2. Disponer de los desechos sólidos y líquidos. 3. Abastecer y distribuir alimentos en condiciones de higiene. 4. Combatir a los vectores y roedores. 5. Estimular las condiciones de higiene personal y básica. 6. Descontaminar el ambiente.

Fuente: Mitigating Natural Disasters, Phenomena, Effects and Otions, United Natios, New York.1997.

6.4 Guía técnica de medidas de saneamiento recomendables en desastres.

A continuación se presenta un resumen de medidas recomendables que pueden adoptarse durante las operaciones de evacuación y emergencia.

6.4.1 Evacuación

Durante las operaciones de evacuación, el agua de origen sospechoso se debe hervir durante un minuto antes del uso de desinfectar con cloro, yodo o permanganato potásico en tabletas, cristalizadas, en polvo o en forma líquida.

Para distribución deben calcularse las siguientes cantidades de agua:

- 3 litros/persona/día en lugares de clima frío y templado;
- 6 litros/persona/día en lugares de clima cálido.

Deben utilizarse alimentos no perecederos y que no requieran cocción.

Las aguas residuales se descargarán en una zanja poco profunda de las siguientes dimensiones: 30 cm de profundidad x 45 cm de ancho y fondo 30 cm x m de largo/1.000 personas, tal como se muestra en la siguiente figura 6.4.

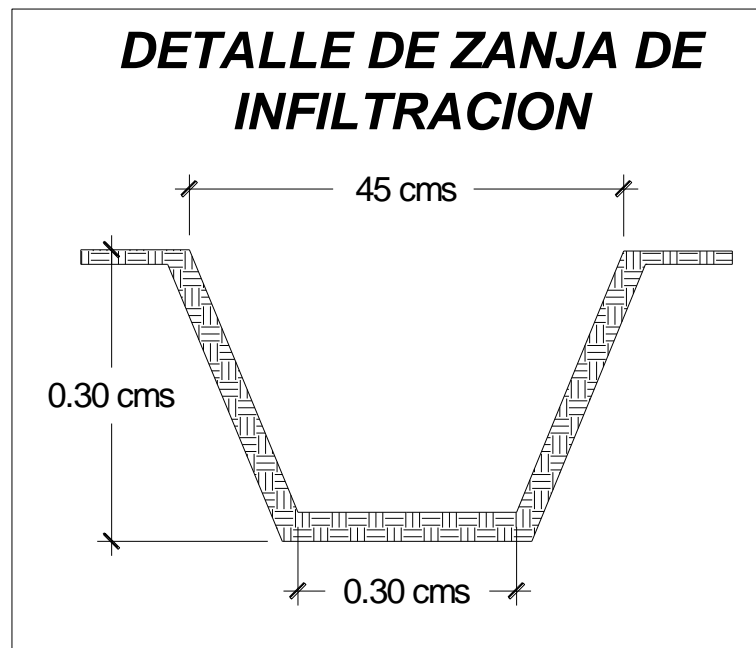


Figura 6.4 Detalle de Zanja de Infiltración para aguas residuales

6.4.2 Albergue a Cielo Abierto o Campamentos

Durante las operaciones de emergencia, los campamentos deben instalarse en puntos donde la inclinación del terreno y la naturaleza del suelo faciliten el desagüe. Además, deben estar protegidos contra condiciones atmosféricas adversas y alejados de lugares de cría de mosquitos, vertederos de basuras y zonas comerciales e industriales.

El trazado del campamento debe ajustarse a las siguientes especificaciones:

- 3-4 ha/1,000 personas;
- Carreteras de 10 m de ancho;
- Distancia entre el borde de las carreteras y las primeras tiendas, 2 m como mínimo;
- Distancia entre tiendas, 8 m como mínimo;
- 3 m² de superficie por tienda, como mínimo.

Para el sistema de distribución de agua deben seguirse las siguientes normas:

- Capacidad mínima de los depósitos, 200 litros;
- 15 litros/día per cápita, como mínimo;
- Distancia máxima entre los depósitos y la tienda más alejada, 100 m.

Los dispositivos para la evacuación de desechos sólidos en los campamentos deben ser impermeables e inaccesibles para insectos y roedores; los recipientes habrán de tener una tapa de plástico o metal que cierre bien. La eliminación de las basuras se hará por incineración o terraplenado. La capacidad de los recipientes será:

- 1 litro/4-8 tiendas; o
- 50-100 litros/25-50 personas

Para evacuación de excretas se construirán letrinas de pozo de pequeño diámetro o letrinas de trinchera profunda, con arreglo a las siguientes especificaciones:

- 30-50 m de separación de las tiendas
- 1 asiento/10 personas.

Para eliminar las aguas residuales se construirán zanjas de infiltración modificadas, sustituyendo las capas de tierra y grava por capas de paja, hierba o ramas pequeñas. Si se utiliza paja, habrá que cambiarla cada día y quemar la utilizada.

Para lavado personal se dispondrán piletas en línea con las siguientes especificaciones:

- 3 m de largo;
- Accesibles por los dos lados;
- 2/100 personas.

6.4.3 Albergue

Los albergues utilizados para alojar víctimas durante la fase de socorro deben tener las siguientes características:

Superficie mínima, 3.5 m²/persona;

Espacio mínimo, 10 m²/persona;

Capacidad mínima para circulación del aire, 30 m²/persona/hora.

Los lugares de aseo serán distintos para cada sexo. Se proveerán las instalaciones siguientes.

- 1 pileta/10 personas; o
- 1 fila de piletas de 4-5 m/100 personas, y 1 ducha/50 personas en climas templados, o
- 1 ducha/30 personas en climas cálidos

Las letrinas de los locales de alojamiento de personas desplazadas se distribuirán del siguiente modo:

- 1 asiento/25 mujeres; y
- 1 asiento más 1 urinario/35 hombres;
- Distancia máxima del local, 50 m.

Los recipientes para basura serán de plástico o metal y tendrán tapa que cierre bien. Su número se calculará del modo siguiente:

- 1 recipiente de 50-100 litros/25-50 personas

6.4.4 Abastecimiento de agua

El consumo diario se calculará del modo siguiente:

- 40-60 litros/persona en los hospitales de campaña;
- 20-30 litros/persona en los comedores colectivos;
- 15-20 litros/persona en los refugios provisionales y campamentos;
- 35 litros/persona en las instalaciones de lavado.

Las normas para desinfección del agua son:

- Para cloración residual, 0.7-1.0 mg/litro;
- Para desinfección de tuberías, 50 mg/litro con 24 horas de contacto; ó 100 mg/litro con una hora de contacto;
- Para desinfección de pozos y manantiales, 50-100 mg/litro con 12 horas de contacto,

Para eliminar concentraciones excesivas de cloro en el agua desinfectada se utilizarán 0.88 g de tiosulfato sódico/1.000 mg de cloro.

Con el fin de proteger el agua, la distancia entre la fuente y el foco de contaminación será como mínimo de 30 m. Para protección de los pozos de agua se recomienda lo siguiente:

- Revestimiento exterior impermeable que sobresalga 30 cm de la superficie del suelo y llegue a 3 m de profundidad;
- Construcción en torno al pozo de una plataforma de cemento de 1 m de radio;
- Construcción de una cerca de 50 m de radio.

6.4.5 Letrinas

Las trincheras superficiales tendrán las siguientes dimensiones:

- 90-150 cm de profundidad x 30 cm de ancho (o lo más estrechas posible) x 3-3.5 m/100 personas;
- Trincheras profundas: 1.8-2.4 m de profundidad x 75-90 cm de ancho x 3-3.5 m/100 personas;
- Los pozos de pequeño diámetro tendrán:
 - 5-6 m de profundidad; 40 cm de diámetro; 1/20 personas

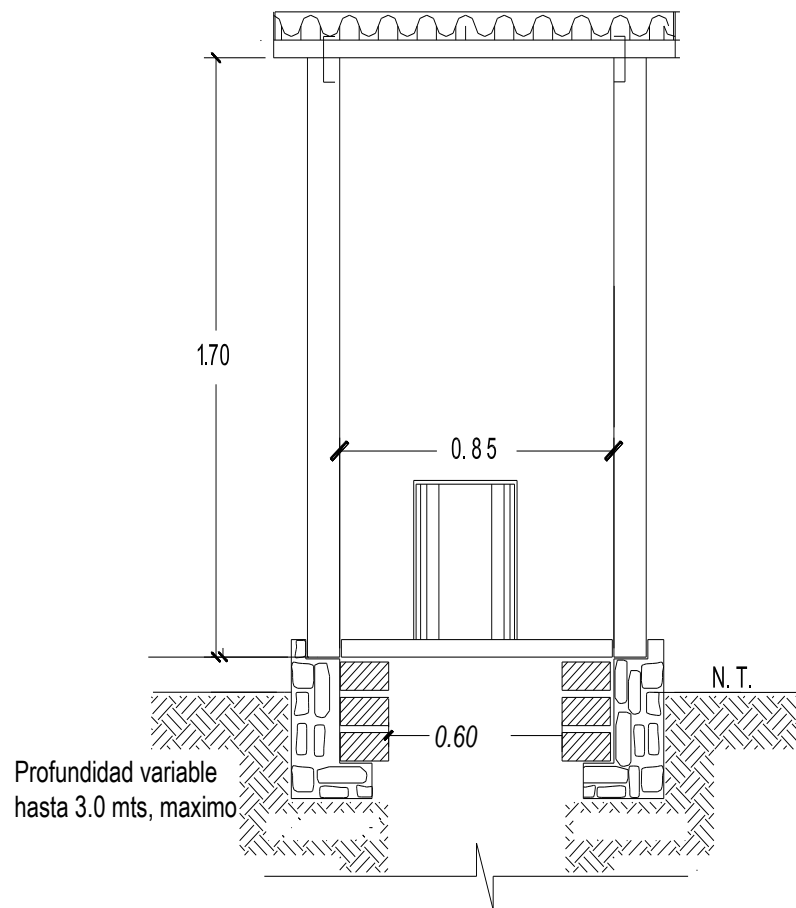


Figura 6.5 Esquema de letrina

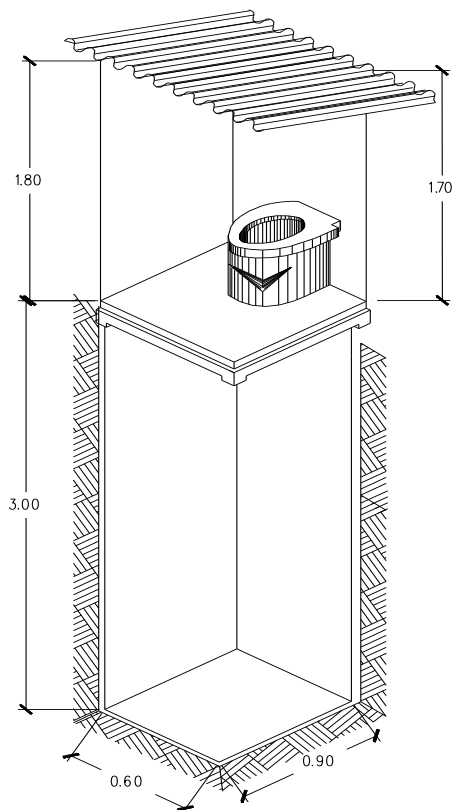


Figura 6.6 Esquema isométrico de una letrina

6.5 Guía técnica de residuos sólidos en situaciones de desastres naturales

6.5.1 Introducción

Un desastre natural, definido como la ocurrencia de un fenómeno natural en un espacio y tiempo limitado que causa trastornos en los patrones normales de vida y ocasiona pérdidas humanas, materiales y económicas y daños ambientales, es un evento ecológico de tal magnitud que para atender sus efectos es necesaria la intervención externa.

Por su naturaleza, en un rango que va desde los desastres naturales se pueden caracterizar desastres climatológicos (huracanes, inundaciones, sequías) hasta los geológicos (terremotos, deslizamientos, erupciones volcánicas). El impacto de estos fenómenos sobre los servicios de saneamiento es, por lo general, bastante grave. Los

desastres demandan inmediata atención a fin de minimizar los riesgos para la salud de la población, ya de por sí bastante afectada.

Uno de los servicios de saneamiento más afectados y por lo general no atendidos con la prioridad requerida es el manejo de los residuos sólidos domésticos (de tipo municipal), los residuos peligrosos, los escombros y los restos de demolición, los lodos, las malezas, las cenizas y cualquier otro resto que pueda representar un riesgo para la salud de la población afectada.

Esta guía permitirá establecer criterios y ejecutar las acciones básicas para desarrollar un manejo adecuado de los residuos sólidos después de un desastre natural. Estas acciones deberán diseñarse y ejecutarse como un sistema integrado de gestión de los residuos sólidos.

6.5.2 Manejo de residuos sólidos domésticos después de un desastre natural.

Por lo general el manejo de los residuos sólidos urbanos no es tan eficiente como se desea, principalmente en países en vías de desarrollo. Si bien la cobertura de recolección de residuos sólidos alcanza altos niveles en zonas urbanas, la situación en el interior o zonas rurales es muy distinta; de manera similar, existe regularmente el problema de contar con zonas adecuadas para la conveniente eliminación de los residuos.

En estas circunstancias es fácil imaginar cómo puede afectar una catástrofe a un sistema que ni siquiera antes era satisfactorio.

Las inundaciones pueden poner al descubierto la basura enterrada y arrastrarla a los ríos u otras fuentes de agua potable. La catástrofe inundación, huracán o terremoto probablemente interrumpa el sistema normal de recolección de residuos y quizás todavía agregue más cantidad; inclusive aún cuando existe una rápida respuesta, en ocasiones los vehículos recolectores no pueden llegar a los puntos de almacenamiento porque los caminos se encuentran cerrados obstruidos. Además, el manejo de residuos sólidos en situaciones de desastre se complica ya que las autoridades a cargo tienen que enfrentar

no solamente a los residuos comunes y desperdicios, sino también elementos nuevos como escombros, restos de demolición, plantas y árboles, cadáveres y animales muertos.

La estrategia principal será la rápida remoción de la mayor cantidad de residuos; la limpieza de vías, por ejemplo, no solamente restablece las vías de acceso y comunicación, sino que también tiene un impacto psicológico positivo en la población. Otro aspecto fundamental será evitar la mezcla de residuos sólidos domésticos (de tipo municipal) de aquellos compuestos por escombros y residuos de demolición o peligrosos.

1. Generación y almacenamiento

Aunque no se han realizado estudios respecto a la generación de residuos sólidos de tipo doméstico en situaciones de desastre, se prevé una gran variabilidad de acuerdo a la localidad, rapidez de la respuesta, usos y costumbres locales y de acuerdo al tipo de desastre natural. Como indicador general se puede aproximar una generación de 2 a 4 m³ de residuos por día por cada 1,000 personas (OMS-UNEP, 1991).

Con el fin de almacenar adecuadamente los residuos generados por la población se utilizarán recipientes impermeables y con tapa hermética, de preferencia plásticos o metálicos, e instalados en lugares inaccesibles a insectos y roedores (sobre tarimas o superficies elevadas respecto al nivel del suelo). Estos recipientes se proporcionarán para cubrir un volumen de 100 a 200 Litros por cada 10 a 20 familias (United Nations High Commissioner for Refugees, 1999); también se pueden estimar de 50 a 100 litros por cada 25 a 50 personas (OPS, 1996). El volumen así determinado deberá ser suficiente para el almacenamiento de los residuos por dos días, pudiendo efectuarse los ajustes necesarios en las cantidades distribuidas. Los recipientes deberán poder ser operados por dos personas fácilmente y se ubicarán en lugares alejados no más de 15 m de las viviendas.

Si se producen más residuos sólidos que lo proyectado, se utilizarán más recipientes o se podrán disponer los residuos en recipientes cercanos. Se orientará a la población para disponer los residuos en bolsas plásticas o de papel, para facilitar la recolecta y mantener los recipientes limpios.

Eventualmente se utilizarán contenedores de almacenamiento intermedio de 1 a 12 m³ de capacidad, siempre que se mantengan en condiciones higiénicas y tapando los residuos adecuadamente (OMS-UNEP, 1991). Su disposición se hará evitando insectos o roedores, malos olores e impactos visuales, sobre todo para los residentes cercanos).

2. Recolección y transporte

El servicio regular de recolección se ve directamente afectado tanto por la reducción del personal como por el empleo de unidades en las tareas inmediatas de remoción de escombros en zonas críticas, además de que por lo general las vías se encuentran dañadas u obstruidas.

Antes de iniciar el servicio de recolección, se deberán determinar las cantidades de residuos sólidos por recolectar y la proyección de generación, la frecuencia de recogida, la cantidad y tamaño de los vehículos recolectores, el personal necesario, el método de disposición final y los lugares donde se realizaría.

En situaciones de urgencia, pueden utilizarse todos los tipos de camiones, aunque siempre es preferible el de uso compactadores. Con el fin de complementar el servicio existente se dispondrán las siguientes acciones.

Se destinarán 2.5 trabajadores por cada 1,000 residentes (OMS-UNEP, 1991), para las tareas de limpieza de calles y espacios abiertos, recolección de residuos de recipientes, instalaciones, mercados y otros emplazamientos, y trasladarlos hasta el punto de tratamiento o disposición final. El número se irá reduciendo progresivamente según se organicen los servicios del refugio.

La recolección deberá ser cada 24 a 48 horas como máximo. Puede hacerse de manera manual, con carretas o vehículos similares de 1m³ de capacidad (OMS-UNEP,1991), aunque un camión con capacidad de 5 toneladas aproximadamente 10 m³- operado por un chofer y dos ayudantes puede servir para atender hasta 10,000 personas, haciendo tres viajes por día hasta la zona de disposición final (OMS, 1971).

Se establecerán rutas y frecuencias de acuerdo a los estimados de generación de residuos, las mismas que serán comunicadas a la población lo más pronto posible.

En zonas rurales o semiurbanas, en caso de que el servicio de recolección no se encuentre operando, la basura deberá ser quemada en pequeños hoyos o zanjas, o utilizando recipientes acondicionados para tal fin (deberán ser removidos los envases de materiales peligrosos que se encuentran en los domicilios, como aerosoles, envases de fijadores o solventes, y similares), bajo supervisión del personal sanitario.

3. Tratamiento y disposición final.

La eliminación (tratamiento o disposición final) siempre debe realizarse en lugares y condiciones que impidan la generación posterior de problemas sanitarios y ambientales.

Rellenos sanitarios. En la mayoría de los casos, el uso de rellenos sanitarios será el preferido para la eliminación definitiva; en caso de que los rellenos existentes estén inutilizados o inaccesibles puede ser necesario establecer nuevas locaciones, cuya elección deberá hacerse de acuerdo a los siguientes criterios:

- Fuera del radio urbano.
- Accesibilidad.
- Suelos firmes y eriazos (sin ningún tipo de uso).
- Ubicación en depresiones naturales con pendientes suaves.
- Dirección del viento.
- Aspectos de impacto ambiental (calidad de aguas superficiales y subterráneas).
- Vulnerabilidad ante deslizamientos o terremotos.

La selección debe realizarse con el máximo cuidado puesto que suelen convertirse en lugares permanentes de disposición final. Se pueden utilizar los métodos de trinchera, de rampa o de superficie.

El Ejército o Ministerio a cargo de obras públicas puede proporcionar el equipo necesario para el movimiento de tierras. Se estima un área 0.4 a 0.5 Ha (4 000 a 5 000 m²) para 10 000 habitantes (OMS-UNEP, 1991).

Enterramiento. Este método es apropiado para poblaciones o campamentos pequeños, mediante zanjas de 1.5 a 2 m de profundidad por 1.4 a 1.5 m de ancho; se estima 1.0 m de largo de zanja por cada 200 personas. Al final de cada día se cubren los residuos con 20 a 30 cm de tierra; la capa final será de 40 cm de grosor (OPS, 1996).

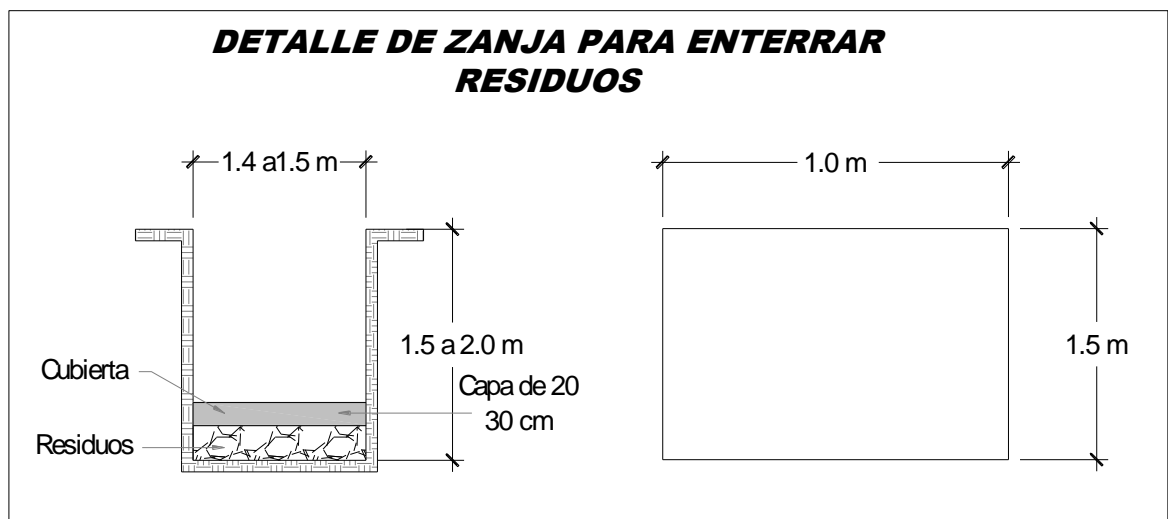


Figura 6.7 Esquema de para el enterramiento de residuos sólidos

Incineración controlada al aire libre. En pequeñas Poblaciones, villas y campamentos donde la generación es poca y no hay impactos sobre zonas urbanas; usualmente se añade combustible como el kerosene para facilitar la incineración. Pueden disponerse puntos pequeños de incineración en los campamentos, adaptando cilindros (barriles) metálicos, como se muestra en la figura 6.8 La basura quemada será enterrada en hoyos o zanjas con una capa de tierra no menor de 40 cm.

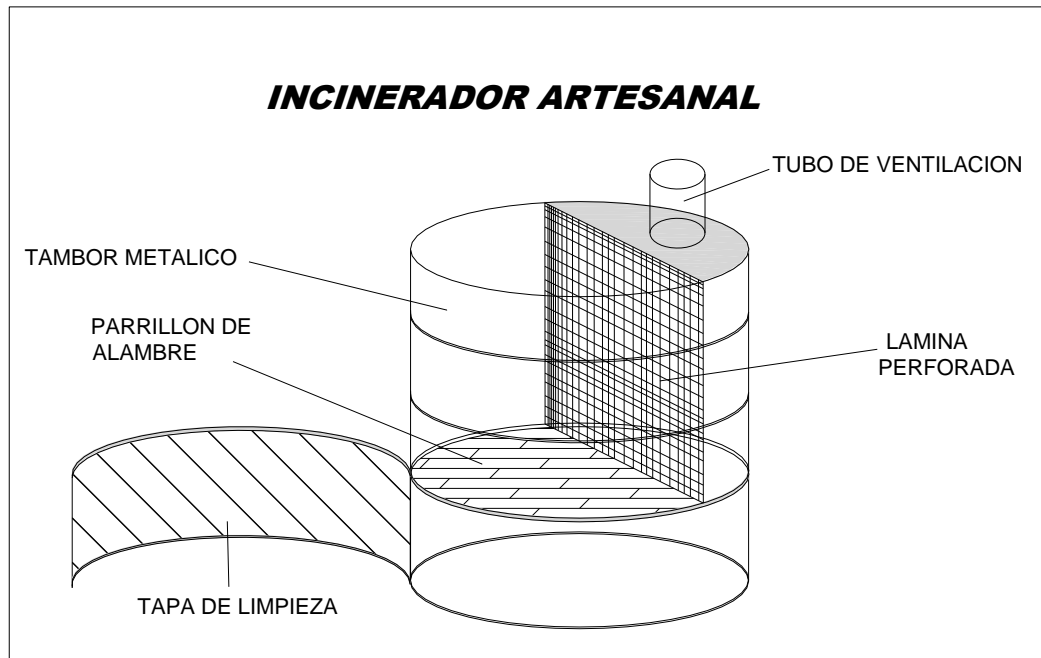


Figura 6.8 Incinerador artesanal para la quema de la basura

Terreno para compostaje. Se pueden establecer zanjas de 3 a 4 m de ancho y 2 a 3 m de profundidad, cuya longitud estará determinada por la cantidad de residuos a generarse; la zanja no estará abierta por más de 3 a 5 días (OMS-UNEP, 1991). Los residuos serán tapados con 30 cm de tierra, y la superficie será cubierta para evitar vectores, y controlada continuamente durante las dos semanas posteriores.

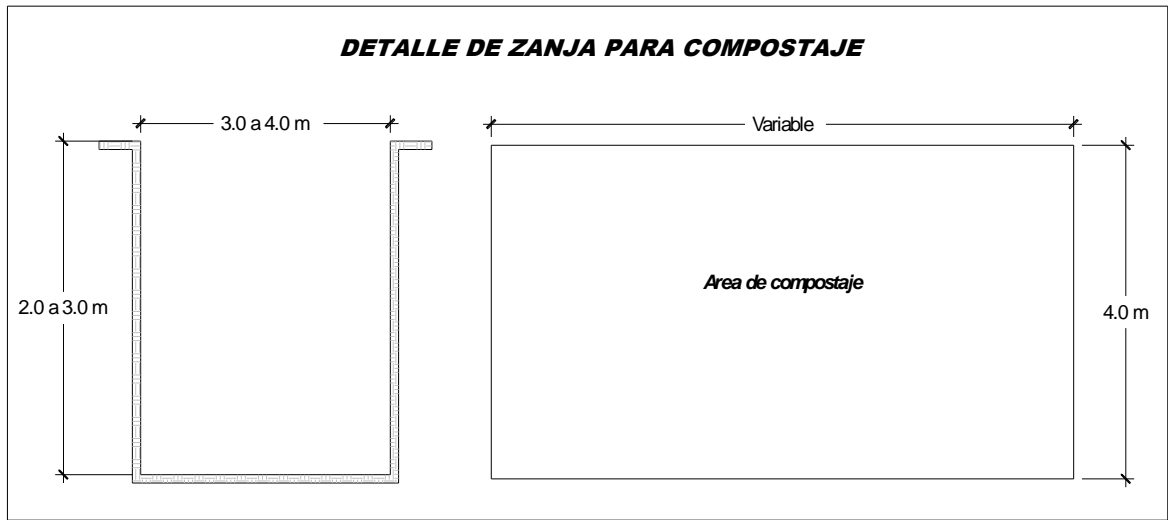


Figura 6.9 Área para la preparación de compostaje

Disposición al aire libre. Este será el método que se emplee como último recurso; los residuos pueden ser transportados a un sitio adecuado (depresión en el terreno, grieta u hondonada) para disponerlos y ser quemados. Bajo la supervisión de personal de saneamiento, las latas y latones se aplastarán para impedir la cría de mosquitos y los residuos quemados serán recubiertos para eliminar moscas y roedores.

6.5.3 Manejo de escombros y restos de demolición.

Para el manejo escombros después de un desastre natural, principalmente terremotos, debe entenderse que en la fase inicial todos los esfuerzos estarán concentrados en el rescate de personas, considerando que pueden sobrevivir hasta siete días y noches atrapados en las ruinas.

Es necesario seleccionar métodos de 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, lo que puede ocasionar mayores daños.

1. Generación

Las evaluaciones iniciales de áreas afectadas y estimación de toneladas a demoler son elementos básicos para las acciones de demolición y manejo de residuos; estas evaluaciones

Serán rápidas y sobre estimaciones gruesas, ya que las investigaciones detalladas tienden a demorar la respuesta.

En zonas con elevado desarrollo urbano se estima una generación de 1 a 2 toneladas por metro cuadrado construido, con un promedio de 1.5 toneladas por m² (UNEP, 1995). En zonas residenciales la proporción es sumamente variable, desde 0.5 a 1 tonelada por metro cuadrado construido, dependiendo siempre de la proporción de materiales empleados en cada localidad.

Frecuentemente es difícil tomar la decisión de cuáles edificaciones dañadas deben ser demolidas, por las consideraciones de costo, políticas, riesgo estructural y otras que deberán examinarse.

2. Reciclaje

Tanto las acciones de recolección de escombros y de demolición estarán orientadas hacia el reciclaje de los subproductos aprovechables, para lo cual se efectuará un manejo selectivo de sus componentes principales, como:

- **Metales.** Principalmente el hierro y acero, que podrán fundirse posteriormente para su recuperación y aprovechamiento.
- **Concreto.** Que podrá utilizarse en la recuperación de terrenos, diques, rellenos que no soportarán carga, taludes y Otros usos, o podrán disponerse en rellenos sanitarios para material inerte dispuestos para tal fin.
- **Madera.** Que puede utilizarse como combustibles podrá incinerarse y sus residuos ser enterrados en rellenos sanitarios convencionales.

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

3. Disposición final.

Para la eliminación de los restos de demolición no aprovechables y escombros (materiales inertes) será preferible utilizar áreas naturales de acuerdo a los criterios señalados anteriormente para la selección de rellenos sanitarios, aunque los aspectos de impacto ambiental como la dirección del viento y contaminación de aguas subterráneas no son significativos, debido a las características inertes de los materiales.

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

El uso de los rellenos sanitarios operativos no es recomendable debido a que los volúmenes generados de escombros pueden colmatar el volumen que normalmente debe utilizarse para residuos orgánicos.

6.5.4 Manejo de residuos sólidos peligrosos.

1. Residuos sólidos generados en establecimientos de salud.

Etapas de Clasificación de víctimas. La clasificación de las víctimas es un punto de generación de residuos peligrosos por su potencial infeccioso (biocontaminados) que usualmente no se toma en cuenta.

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 para “residuos biocontaminados”, de preferencia en bolsas rojas. Se evitará el contacto directo con estos residuos.

Etapas de Atención de víctimas. En los establecimientos de salud, sean permanentes (hospitales y centros de salud existente) o temporales (hospitales de campaña), el manejo será similar.

En el punto de generación los residuos serán segregados según su tipo:

- Residuos biocontaminados (incluye los punzocortantes)
- Residuos químicos (restos de medicamentos, soluciones químicas)
- Residuos comunes (papel, cartón, vidrio o similares) los envases de productos

Se utilizarán recipientes de PVC lavables y de fácil desinfección, de 40 a 50 litros por cada sala de atención de pacientes; en todos los casos se utilizarán bolsas para la disposición de los residuos, recomendándose el siguiente código de color;

- Bolsas rojas para residuos biocontaminados.
- Bolsas amarillas para residuos químicos.
- Bolsas negras para residuos comunes.
- Para punzocortantes se recomiendan recipientes herméticos de PVC rígido de 2 a 5 litros de capacidad, o en su defecto botellas de vidrio opaco recicladas.

La recolección de estos residuos se efectuará de manera separada, cada 12 a 24 horas como máximo, mediante pequeños coches acondicionados para tal fin, de preferencia con tapa; el personal estará debidamente protegido con mandil, máscara, botas y guantes.

El tratamiento será de acuerdo al tipo de residuos. Los residuos biocontaminados serán incinerados, utilizando los sistemas existentes o utilizando sistemas no convencionales como el mostrado anteriormente.

Los residuos punzocortantes serán desinfectados mediante solución clorada al 0.5% de cloro.

Los residuos biocontaminados incinerados, los residuos punzocortantes desinfectados y los residuos químicos serán dispuestos en el relleno sanitario en un área especial de seguridad (celdas de seguridad), o se acondicionará en las zonas de enterramiento dispuestas o en un área apropiada para esta función, debidamente aislada y protegida para evitar acciones clandestinas de reciclaje. Los residuos comunes serán entregados al servicio normal de recolección de residuos domésticos.

2. Otros residuos peligrosos

La ocurrencia de desastres afecta ocasionalmente instalaciones industriales, depósitos o comercios en los que se almacenan productos peligrosos para la salud, entre los cuales se destacan las sustancias corrosivas, explosivas, inflamables o tóxicas, como los plaguicidas, solventes, insumos químicos, etc. Estos productos quedan expuestos al ambiente debiendo tomarse las siguientes medidas:

- Aseguramiento del área
- Aproximación con cuidado
- Identificación de productos.
- Manejo de la situación.
- Respuesta.

En caso de no haberse logrado una identificación adecuada del residuo peligroso, debe mantenerse a la población alejada del lugar, o almacenarse hasta su apropiada identificación posterior, para su recuperación, tratamiento o disposición final.

Tabla 6.3 Clasificación de los residuos peligrosos

CLASIFICACIÓN	TIPO DE RESIDUO	RESIDUO GENERADO	DISPOSICION FINAL
INFECCIOSO O DE RIESGO BIOLÓGICO	BIOSANITARIOS	Cualquier elemento contaminado con sangre y/o secreción corporal - Material de curación - Guantes - Bolsas de drenaje - Sondas y catéteres - Bolsas de transfusión vacías - Jeringas - Sistemas de succión - Baja lenguas - Equipo de venoclisis - Ropa desechable Todo residuo generado por pacientes en aislamiento	Incineración
		Cultivos de laboratorio	Incineración
	ANATOMOPATOLÓGICO	- Placentas - Piezas quirúrgicas - Restos ovulares y fetos - Bolsas de sangre o hemoderivados - Material de Biopsia - Piezas dentarias - Restos de exhumaciones - Tejidos de órganos amputados y fluidos corporales producidos durante la necropsia	Incineración
	CORTOPUNZANTES	- Agujas - Bisturios - Lancetas - Limas - Tiranervios - Fresas - Láminas - Laminillas - Cuchillas - Vidrio roto contaminado - Capilares - Jeringas con aguja - Guías metálicas	Incineración
	METALES PESADOS	Mercurio (residuo amalgamas) Plomo, Cromo, Cadmio, Antimonio, Bario, Níquel, Estaño, Banadio y Zinc, entre otros	Relleno de seguridad. Recuperación por empresas con licencia ambiental
	REACTIVOS	Originados en laboratorio clínico, líquido de revelado y fijado, medios de contraste, reactivos de diagnóstico y bancos de sangre	Empresas con licencia ambiental
	CONTENEDORES PRESURIZADOS	Oxido de etileno Algunos medicamentos para anestesia	Incineración

Fuente: Organización Mundial de la Salud

Tabla 6.4 Normalización de colores universales para la selección, disposición y almacenamiento, de los desechos peligrosos.

Clase de residuo	Contenido básico	Color	Etiqueta
NO PELIGROSOS Biodegradables	Hojas y tallos de los árboles, grama, barrido del prado, resto de alimentos no contaminados.	Verde	Rotular con: NO PELIGROSO BIODEGRADABLES
NO PELIGROSOS Reciclables Plástico	Bolsas de plástico, vajilla, garrafas, recipientes de polipropileno, bolsas de suero y polietileno sin contaminar y que no provengan de pacientes con medidas de aislamiento	Gris	Rotular con: RECICLABLE PLÁSTICO
NO PELIGROSOS Reciclables Vidrio	Toda clase de vidrio.	Gris	Rotular con: RECICLABLE VIDRIO
NO PELIGROSOS Reciclables Cartón y similares	Cartón, papel, plegadiza, archivo y periódico.	Gris	Rotular con: RECICLABLE CARTÓN PAPEL
NO PELIGROSOS Reciclables Chatarra	Toda clase de metales.	Gris	Rotular con: RECICLABLE Chatarra
NO PELIGROSOS Ordinarios e Inertes	NO PELIGROSOS Ordinarios e Inertes	Verde	Rotular con: NO PELIGROSOS ORDINARIOS Y/O INERTES
PELIGROSOS INFECCIOSOS Biosanitarios, Cortopunzantes y Químicos Citotóxicos	Compuestos por cultivos, mezcla de microorganismos, medios de cultivo, vacunas vencidas o inutilizadas, filtros de gases utilizados en áreas contaminadas por agentes infecciosos o cualquier residuo contaminado por éstos.	Rojo	Rotular con: RIESGO BIOLÓGICO
PELIGROSOS INFECCIOSOS Anatomopatológicos Y animales	Amputaciones, muestras para análisis, restos humanos, residuos de biopsias, partes y fluidos corporales, animales o parte de ellos inoculados con microorganismos patógenos o portadores de enfermedades infectocontagiosas	Rojo	Rotular con: RIESGO BIOLÓGICO
QUÍMICOS	Resto de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con estos	Rojo	Riesgo Químico
QUÍMICOS METALES PESADOS	Objetos, elementos o restos de éstos en desuso, contaminados o que contengan metales pesados como: plomo, cromo, cadmio, antimonio, bario, níquel, estaño, vanadio, zinc, mercurio.	Rojo	Rotular: METALES PESADOS [Nombre del metal contenido] RIESGO QUÍMICO

Fuente: Organización Mundial de la Salud

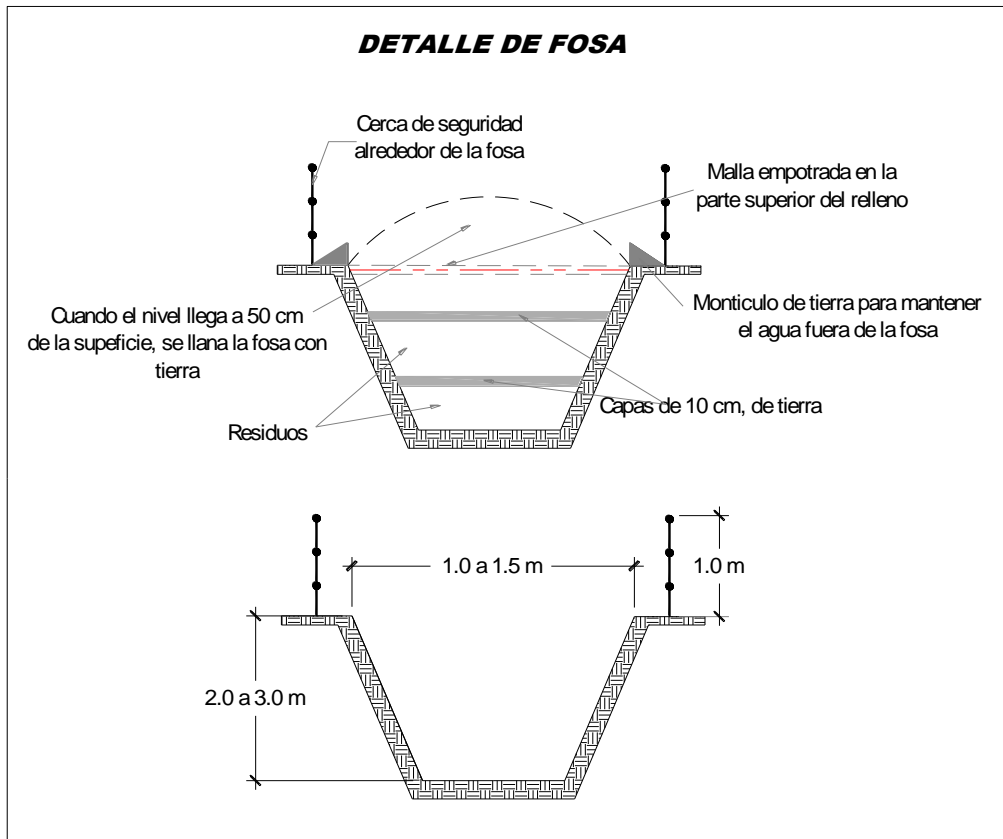


Figura 6.10 Fosa para eliminar cantidades pequeñas de desechos

6.6 Guía para desinfección de pozos después de un desastre

Los desastres pueden haber contaminado o dañado un extenso número de pozos, en especial las inundaciones que cubren grandes extensiones y afectan a un gran número de comunidades que se abastecen de agua a través de estos.

Ya que con la inundación se pueden presentar emisión y derrames de combustible y otras sustancias químicas que son comunes durante las inundaciones, debido al arrastre de las corrientes ya que estas en su mayoría recorren grandes distancias. Si el agua que usted consume huele a combustible o tiene un olor a sustancias químicas o extrañas, comuníquese a los usuarios del pozo y con el promotor de salud de su comunidad o el líder o representante de esta para que este solicite un análisis químico del agua antes de usarla.

Hasta que se sepa que el agua no representa un peligro, use agua embotellada o cualquier otro suministro de agua potable adecuado.

6.6.1 Inspección de Pozos y Bombas

1. Inundación en el Pozo

El agua que corre rápidamente durante una inundación puede llevar escombros de gran tamaño que pueden aflojar algún aparato, desplazar materiales de construcción del pozo o dañar el revestimiento. El sedimento grueso presente en las aguas de inundación puede corroer los componentes de la bomba. Si el pozo no está debidamente sellado, el sedimento y agua de la inundación pueden penetrar en él y contaminarlo. Los pozos que tienen una antigüedad mayor de 10 años o tienen menos de 15 metros de profundidad son más propensos a contaminarse, aunque no se perciban daños aparentes. Es posible que algunas inundaciones hagan que algunos pozos se colapsen.

2. Sistema Eléctrico

Cuando las aguas de inundación hayan bajado y la bomba, así como el sistema eléctrico, se hayan secado, no encienda el equipo hasta que el sistema de energía haya sido verificado por un electricista calificado, o la empresa encargada de suministrar el servicio de emergencia eléctrica. Si el panel de control de la bomba estuvo sumergido durante la inundación, todos los componentes eléctricos deben estar secos antes de que se pueda restaurar el suministro eléctrico.

3. Operación de la Bomba

Todas las bombas y sus componentes eléctricos pueden dañarse por el sedimento y aguas de inundación. La bomba, así como las válvulas y engranes, deberán ser limpiados y estar libres de limo y arena. Si las bombas no se limpian y lubrican adecuadamente, se pueden dañar.

6.6.2 Desinfección de Emergencia de Pozos Inundados

Antes de realizar la desinfección, revise la condición de su pozo y asegúrese de que no haya cables expuestos o dañados. Si usted nota cualquier daño, llame a un profesional antes del proceso de desinfección.

1. Retire la cubierta del pozo y limpie minuciosamente remueva cualquier material extraño del borde del pozo o de la tubería de revestimiento. Si la cubierta del pozo no fue correctamente sellada y ocurrió una inundación, pueden haberse depositado arenas y/o material extraño en el pozo, lo cual requiere una limpieza más detallada.
2. Extraiga agua del pozo manualmente o con una bomba hasta que el agua esté clara. Si tiene un pozo de bajo rendimiento, vacíe el agua más despacio. Si se encuentran disponibles, use los grifos en el exterior de la vivienda para drenar el agua del pozo. No bombee el agua contaminada a ningún tanque de presión ya existente. En su lugar, desconecte la tubería entre el tanque de presión y la bomba para permitir que el agua contaminada se aleje del pozo y del tanque.
3. Prepare una solución madre de cloro utilizando la tabla 6 que aparece más adelante para calcular la cantidad de gránulos de cloro (blanqueador) o en líquido que debe usar. Para determinar la cantidad exacta, encuentre el diámetro correspondiente del pozo en la columna izquierda. Luego haga corresponder la cantidad de cloro que se necesita según la cantidad de tiempo que va a permanecer la concentración en el pozo. Multiplique la cantidad de cloro que se necesita por cada 3 metros de agua en el pozo. Si no sabe con certeza cuál es la profundidad de su pozo, hable con los vecinos para ver si están al tanto de la profundidad de sus pozos. Por lo general, la profundidad de los pozos es similar en los vecindarios. Si todavía no puede determinar la profundidad de su pozo, básese en la opinión más fundamentada, entonces aumente las cantidades recomendadas de cloro en un 50%.

4. Vierta la solución de cloro en el pozo y utilice un patrón circular para asegurar el contacto en todos los lados del revestimiento interior del pozo o de la tubería de revestimiento del mismo. Si los pozos perforados o excavados no tienen tubería de revestimiento o revestimiento interior, vierta la solución en el centro del hueco del pozo. Espere de 6 a 24 horas antes de usar el agua del pozo. Es muy importante que usted no beba, cocine, lave ni se bañe con esta agua durante este período de tiempo, el agua contiene una cantidad alta de cloro.

5. Después de que el desinfectante se haya asentado en el pozo por el período de tiempo recomendado, encienda la bomba, conecte una manguera a un grifo exterior y dirija el agua a un área designada que esté alejada del pozo. El agua en el pozo contiene concentraciones altas de cloro que pueden ser peligrosas para las plantas, tanques sépticos y corrientes de agua. Vacíe el agua en un área donde no se haga daño a las plantas o corrientes de agua. Continúe corriendo el agua hasta que desaparezca el olor a cloro, permita que el agua corra aprox. durante 15 minutos o más para asegurar que la solución de cloro se reduzca en el pozo. Luego abra los grifos localizados en el interior de la vivienda para drenar el cloro que queda en el sistema de plomería. En los pozos de bajo rendimiento, vacíe el sistema de plomería más lentamente para evitar bombear excesivamente el agua. Algunos pozos pueden requerir que usted interrumpa periódicamente el bombeo para permitir que se vuelvan a llenar. Según la profundidad y el tamaño del pozo, este proceso puede durar unas horas, un día o más. El agua de los pozos sin sistema de plomería simplemente puede ser bombeada o extraída con baldes hasta que desaparezca el olor a cloro.

6. El sistema debe estar desinfectado ahora y usted podrá utilizar el agua. Solicite al promotor de salud de su comunidad que se le efectúen pruebas bacteriológicas al agua de 7 a 10 días después de la desinfección.

6.6.3 Protección del pozo para prevenir la contaminación en inundaciones

1. Sellamiento de la parte superior del pozo con una cubierta sanitaria de arcilla construida a su alrededor (figura 6.11).
2. Construcción de un terraplén con drenaje y un brocal para evitar que el agua de la superficie, los insectos y los roedores entren al pozo.
3. Recubrir el pozo para reducir la contaminación bajo la superficie.

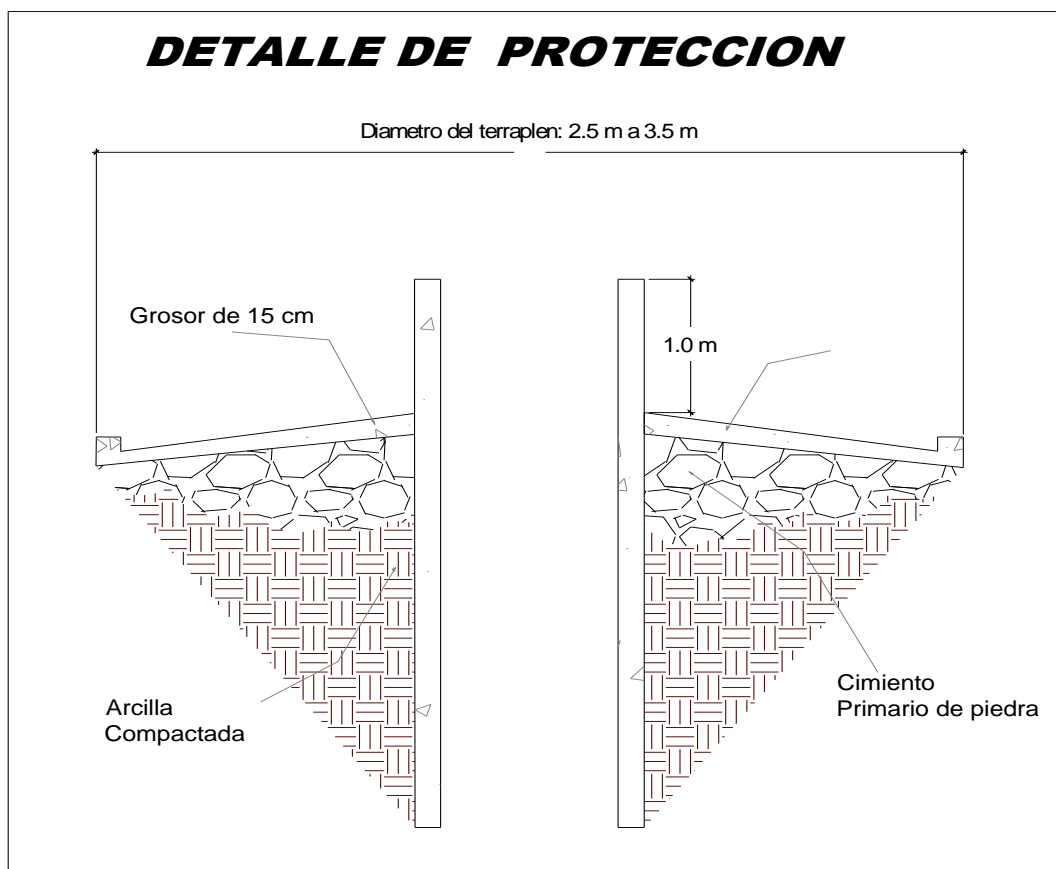


Figura 6.11 Protección de pozos para minimizar la contaminación por las inundaciones

Tabla 6.5 Preparación de solución de cloro para la desinfección de pozos después de una inundación

Cantidad de cloro requerido por cada 3.1 metros (10 pies) de agua en el pozo*						
Diámetro interior de la tubería de revestimiento del pozo (Standard/SI)	Cantidad de 5.25% de hipoclorito de Sodio (Cloro/ blanqueador inodoro) Standard/SI			Cantidad de 65% de hipoclorito de calcio (Gránulos de cloro/blanqueador) Standard/SI		
	Tiempo de desinfección por concentración de desinfectante					
	100 ppm por 2 horas	50 ppm por 8 horas	25 ppm por 24 horas	100 ppm por 2 horas	50 ppm por 8 horas	25 ppm por 24 horas
1¼ pulgadas o 3.18 cm	⅛ de onza fluida o 3.7 ml	¾ de cucharadita o 3.7 ml	1/3 de cucharadita o 3 ml	No es práctico usar gránulos de cloro para estas tuberías de recubrimiento de diámetro pequeño		
2 pulgadas o 5.08 cm	½ onza fluida o 14.79 ml	¼ de onza fluida o 7.39 ml	⅛ de onza fluida o 3.7 ml			
3 pulgadas o 7.62 cm	1 onza fluida o 29.57 ml	½ onza fluida o 14.79 ml	¼ de onza fluida o 7.39 ml			
4 pulgadas o 10.16 cm	1½ onzas fluidas o 44.36 ml	¾ de onza fluida o 22.18 ml	⅝ de onza fluida o 11.09 ml			
6 pulgadas o 15.24 cm	4 onzas fluidas o 118.29 ml	2 onzas fluidas o 59.15 ml	1 onza fluida o 29.57 ml	¼ de onza o 7.09 gramos	⅛ de onza o 3.54 gramos	1/16 de onza o 1.77 gramos
8 pulgadas o 20.32 cm	7 onzas fluidas o 118.29 ml	3½ onzas fluidas o 103.51 ml	1¾ onzas fluidas o 51.75 ml	½ onza o 14.17 gramos	¼ de onza o 7.09 gramos	⅛ de onza o 3.54 gramos
10 pulgadas o 25.40 cm	10 onzas fluidas o 295.74 ml	5 onzas fluidas o 146.87 ml	2 onzas fluidas o 59.15 ml	¾ de onza o 21.26 gramos	⅝ de onza o 10.63 gramos	3/16 de onza o 5.32 gramos
12 pulgadas o 30.48 cm	2 tazas o 473.18 ml	1 taza o 236.59 ml	½ taza o 118.29 ml	1 onza o 28.35 gramos	½ onza o 14.17 gramos	¼ de onza o 7.09 gramos
18 pulgadas o 25.72 cm	4½ tazas o 1.06 L	2¼ tazas o 532.32 ml	1⅛ tazas o 266.16 ml	2½ onzas o 70.87 gramos	1¼ onzas o 35.44 gramos	¾ de onza o 21.26 gramos
2 pies o 60.96 cm	7½ tazas o 1.77 L	3¾ tazas o 887.21 ml	1⅞ tazas o 443.60 ml	4½ onzas o 127.57 gramos	2¼ onzas o 63.79 gramos	1⅞ onzas o 31.89 gramos
3 pies o 91.44 cm	17½ tazas o 4.14 L	8¾ tazas o 7.01 L	4⅞ tazas o 1.04 L	10 onzas o 283.5 gramos	5 onzas o 141.75 gramos	2½ onzas o 70.87 gramos

Notas: 1 cucharada llena del 65% de cloro en polvo=½ onza; 8 onzas=1 taza. Cm=centímetro; L=litro; ml =mililitro; ppm=partes por millón; SI=Sistema Internacional de Unidades (métrico).
Fuente: Environmental Protection Agency EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)

6.7 Guía para la disposición final de los cadáveres después de una emergencia

Esta nota técnica ofrece una guía sobre la disposición final de los cadáveres en situaciones de emergencia. Cuando se producen muchas muertes, la recolección y disposición final de los cuerpos se convierte en una necesidad urgente. Generalmente, esto no sucede por ningún riesgo relacionado con la salud, los que probablemente son insignificantes, aunque es importante debido a los posibles impactos y traumas sociales y políticos. Por lo tanto, los equipos de ayuda de emergencia deben concentrarse principalmente en la salud mental de la comunidad y en la necesidad de cumplir sus obligaciones y tradiciones culturales para ocuparse de los muertos, más que de la posible transmisión de enfermedades.

6.7.1 Riesgos para la salud física

La creencia generalizada de que los cadáveres representan un riesgo de transmisión de enfermedades es falsa. Especialmente si las muertes han sido causadas por trauma, es bastante improbable que los cadáveres generen brotes de enfermedades como fiebre tifoidea, cólera o plaga, aunque sí pueden transmitir a los sobrevivientes gastroenteritis o síndrome de intoxicación alimentaria, si se contaminan las corrientes de agua, los pozos u otras fuentes de agua.

6.7.2 Recuperación de los cuerpos

Para minimizar la angustia causada por la visión de los cadáveres y los olores que se producen por su descomposición, es importante recuperar y llevar los cuerpos a un punto de recolección lo más rápidamente posible.

Las personas encargadas del equipo de recuperación de cuerpos, deben tener presente el estrés y el trauma que los miembros del equipo pueden sentir y brindar apoyo para esta situación, siempre que sea posible.

6.7.3 Identificación de los cadáveres

Uno de los retos más grandes en el manejo efectivo de los cuerpos, es su rápida identificación y etiquetado. Los registros de las muertes y los funerales son necesarios para hacer un seguimiento de las tasas de mortalidad y la incidencia de las enfermedades, y para poder dar información oportuna, comprensible y precisa a los parientes de los muertos.

La exposición de los cuerpos para su identificación requiere espacio; 1,000 cuerpos requieren más de 2,000 m². La identificación puede ser un proceso prolongado, especialmente cuando no se portan documentos de identificación. Si los parientes o amigos de los muertos están involucrados en la identificación, se debe recordar que la simple identificación visual no es científica. En las situaciones de emergencia, este proceso es aún más difícil pues puede necesitarse que los parientes vean muchos cuerpos con la esperanza de que la puedan hacer. En general, esto debe evitarse.

Cuando sea posible, es importante diferenciar entre la observación de un cadáver para identificación y la observación con propósitos de duelo, y se debe contar con lugares separados para cada una de ellas.

Una vez hecha la identificación, se debe expedir el certificado de defunción, preparar un registro oficial de la muerte y etiquetar el cuerpo. En caso de muerte violenta, también es importante registrar la causa de muerte para una posible investigación futura.

6.7.4 Disposición final de los cuerpos

Entierro

El entierro es el método de preferencia para la disposición final de los cadáveres en situaciones de emergencia, a no ser que existan prácticas culturales o religiosas que lo prohíban. La ubicación de los cementerios se debe acordar con la comunidad y se debe prestar atención a las condiciones del suelo, la distancia a las fuentes subterráneas de

agua (que debe ser de 50 m, como mínimo) y al hábitat más cercano (500 m). Se necesita un área, por lo menos, de 1,500 m² por cada 10,000 habitantes. El cementerio se puede dividir para acomodar diferentes grupos religiosos, si fuere necesario. La profundidad del entierro debe ser, al menos, de 1.5 m por encima del nivel freático y debe estar cubierto, por lo menos, con 1 m de tierra. Se prefiere el entierro en tumbas individuales, que se pueden cavar manualmente. Si no hay ataúdes disponibles, los cuerpos se deben envolver en cubiertas plásticas para mantener los restos separados de la tierra. El procedimiento del entierro debe hacerse según las prácticas normales de la comunidad afectada.

Cremación

No existen ventajas para la salud en escoger la cremación en lugar del entierro, pero algunas comunidades la pueden preferir por razones religiosas o culturales. Los factores en contra son la cantidad de combustible requerido para una sola cremación (aproximadamente, 300 kg de madera) y la contaminación que causa por el humo generado.

Por esta razón, los lugares de cremación deben estar ubicados, al menos, a 500 m en la dirección del viento de las viviendas. Las cenizas deben ser eliminadas según las prácticas culturales y religiosas de la comunidad, lo más adecuado será enterrarlas.

Características de las fosas comunes

- Si es posible, los cadáveres deben enterrarse en fosas individuales claramente marcadas.
- En los desastres muy grandes, es posible que no se pueda evitar el uso de fosas comunes.
- Las prácticas religiosas predominantes sirven para señalar preferencias en la orientación de los cuerpos (por ejemplo, las cabezas orientadas hacia el este o hacia La Meca, etc.).

- Las fosas comunes deben constar de una zanja que contenga una fila única de cuerpos, cada uno colocado paralelo al otro y con una separación de 0.4 m entre ellos.
- Cada cuerpo debe enterrarse con su número único de referencia consignado en una etiqueta resistente a la humedad. Dicho número debe estar claramente marcado sobre la superficie y con la localización topográfica exacta para referencia futura.
- Aunque no existen recomendaciones estándar sobre la profundidad que deben tener las sepulturas, se sugiere lo siguiente:
 - deben estar entre 1.5 y 3 m de profundidad;
 - las fosas con menos de cinco cadáveres deben conservar una distancia, por lo menos, de 1.2 m entre su base y el nivel freático (1.5 m si se encuentran en la arena) o el nivel superior que alcancen las corrientes subterráneas;
 - las fosas comunes deben conservar una distancia mínima de 2 m entre su base y el nivel superior de las aguas subterráneas;
 - es posible que se necesite incrementar estas distancias según sean las condiciones del terreno.

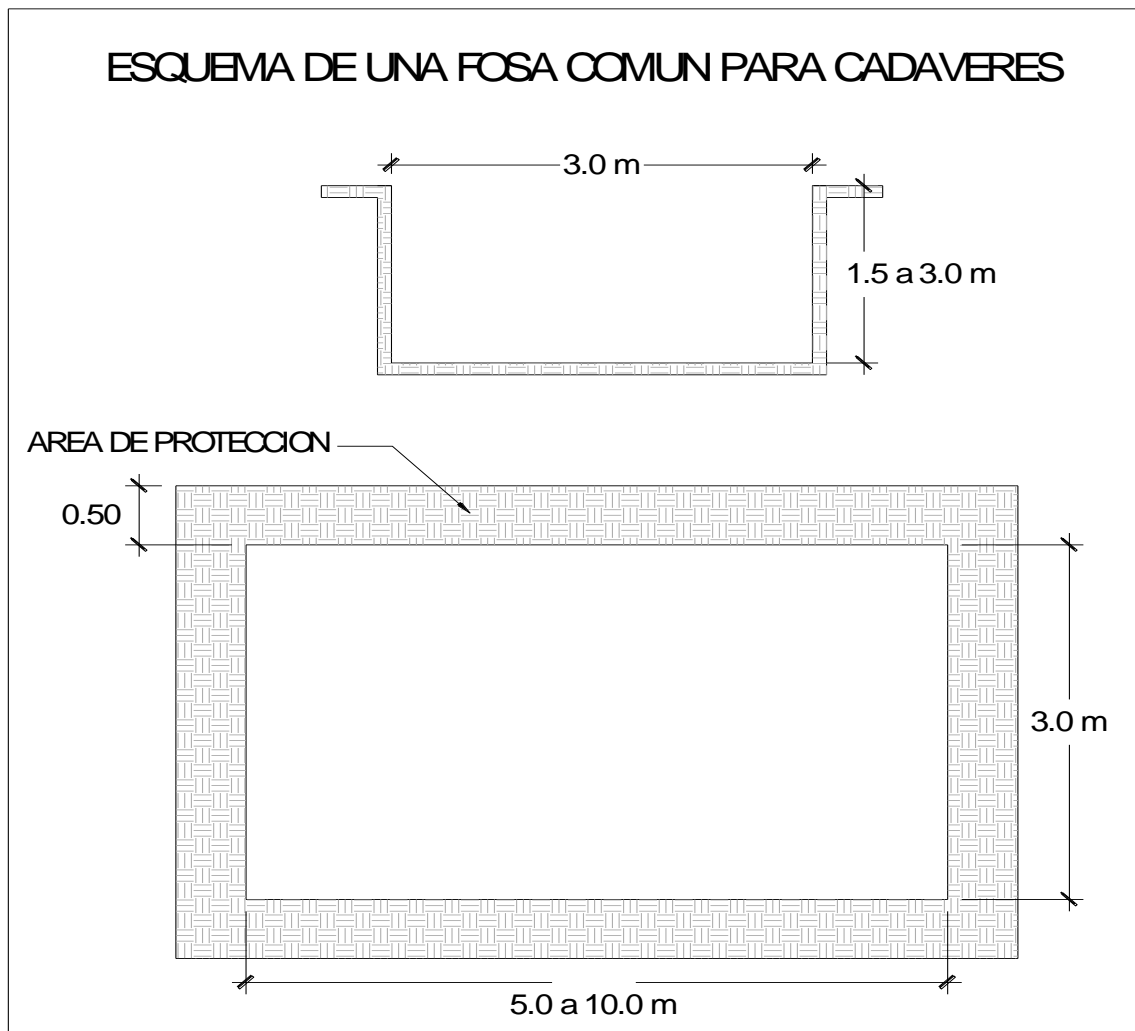


Figura 6.12 Detalle de fosa común para el entierro de cadáveres

Acciones en epidemias

En caso de una epidemia, siempre que sea posible, el manejo de los cadáveres debe hacerlo el personal especializado. Es mejor utilizar una solución de cloro u otro desinfectante médico en lugar de cal para la desinfección, pues ésta tiene un efecto limitado sobre los patógenos infecciosos.

Cualquier vehículo usado para transportar los cuerpos a los cementerios durante las epidemias, debe desinfectarse después de su uso. Es importante que las comunidades

estén conscientes de los riesgos de contagio que existen como resultado de la práctica tradicional de lavar los cuerpos. Las reuniones grandes, que incluye los funerales, también pueden ser una forma de propagar una epidemia. Por consiguiente, el entierro debe llevarse a cabo poco tiempo después de la muerte en un lugar cercano al de la defunción, limitando el tamaño de la reunión.

6.7 Desinfección de cisternas, tanques y tuberías después de un desastre

La desinfección de los tanques, depósitos de almacenamiento o tuberías de distribución de agua destinados al consumo como bebida y cocina, se les deberá realizar una desinfección después de ocurrido un desastre, ya que estos se pudieron haber contaminado, esta se deberá realizar periódicamente y toda vez que las autoridades competentes lo ordene o la comunidad o población afectada lo estime conveniente.

Ningún tanque, depósito de almacenamiento y/o tuberías de distribución que haya resultado contaminado a causa del desastre, no podrán utilizarse sin su proceso previo de desinfección.

6.7.1 Desinfectante a utilizar

Como agente desinfectante, preferentemente se utilizará cloro, proveniente de un clorógeno cuyo contenido en cloro activo se conozca.

El hipoclorito de sodio para uso industrial tiene un contenido de cloro activo de 100 g / litro, blanqueador concentrado (lejía) tiene cloro activo 55 g / litro y el blanqueador simple (lejía) tiene cloro activo 20 g / litro.

6.7.2 Desinfección de tuberías

La cantidad de clorógeno a utilizar ha sido calculado para blanqueador de 55 g / litro. El procedimiento es el siguiente:

Se accederá a la tubería y se le debe agregar la cantidad de 8 a 10 litros de agua blanqueador concentrado. Luego se hace funcionar el sistema. Se cierra todo el circuito y se deja en contacto 24 horas como mínimo, para luego bombear nuevamente hasta la desaparición del cloro residual.

6.7.3 Desinfección de tanques de almacenamiento de agua y cisternas

- Vaciarlo completamente.
- Cepillar o rasquetear las paredes, tapa y fondo.
- Lavar con abundante agua, drenando continuamente hasta eliminar toda la suciedad.

Aplicar a las paredes, tapa y fondo un blanqueador. Una vez seco, llenar el tanque y agregar el cloró necesario, que depende del volumen del depósito según la siguiente tabla 6.6

Tabla 6.6 Cantidad de cloro para la desinfección de tanques

Volumen del tanque en litros	Cantidad Blanqueador 55 g / litro a utilizar en litros.
100	0.4
500	2.0
1000	4.0

Una vez agregado el blanqueador o hipoclorito de sodio, abrir las válvulas hasta percibir olor a cloro, luego cerrarlas, dejando actuar así durante 24 horas.

Vaciar el tanque para eliminar todo el hipoclorito y volver a llenarlo para su utilización.

Una vez que se ha procedido a la desinfección de los tanques, depósitos de almacenamiento de agua, tuberías, etc., proceder a efectuar nuevamente el análisis bacteriológico del agua. No usar el agua directamente hasta obtener resultado de "BACTEREOLÓGICO".

6.8 Conclusiones de la Guía de Saneamiento Básica

1. La cooperación de los refugiados es esencial para el éxito de las acciones sanitarias que deben establecerse con ellos y, en la medida de lo posible, que ellos sean sus responsables. Las medidas adoptadas deben ser culturalmente aceptables por los refugiados.
2. Es mejor instalar rápidamente un sistema básico de eliminación de desechos humanos que esperar la llegada de un sistema más perfeccionado.
3. Es preciso tener en cuenta las necesidades de saneamiento en la selección y organización del espacio.
4. Se debe hacer uso de los recursos humanos, materiales y tecnológicos disponibles localmente. Eso implica utilizar mano de obra refugiada calificada y no calificada, pedir el asesoramiento de expertos en salud pública o ingeniería sanitaria disponibles en el gobierno central y tener en cuenta las prácticas tradicionales de los refugiados y de la población local.
5. Deben utilizarse los materiales y la tecnología más sencillos posibles.
6. La mejor garantía de que las letrinas serán bien utilizadas y se mantendrán limpias es que sean asignadas a nivel individual o por familia. El vertido de los desechos debe organizarse a nivel comunitario.
7. Siempre que sea posible, se limitará el uso de productos químicos (para la lucha contra ratas, moscas y otras plagas) a lugares concretos y durante un tiempo limitado. En cambio, deberán favorecerse las medidas solidarias con el medio ambiente.

CONCLUSIONES

En este documento se han plasmado los problemas y necesidades de la aplicación de la ingeniería sanitaria en situaciones de desastres; en las zonas y comunidades afectadas por de desastre y de lo cual se concluye lo siguiente:

1. La alta vulnerabilidad del país a desastres de origen natural se incrementa cada vez más en las zonas de alto riesgo, donde los daños al sistema de saneamiento básico son mayores interrumpiendo los servicios de agua potable, alcantarillado y la recolección de los residuos sólidos, a nivel urbano y rural.
2. En situaciones de emergencia, una de las principales prioridades es la provisión de agua potable apta para el consumo humano, la cual se puede obtener mediante tecnologías alternativas para su tratamiento en instalaciones de saneamiento *in situ* para los damnificados. Ya que es fundamental disponer de suficiente agua potable para beber, cocinar, lavar e higiene personal; la movilización hacia la zona de emergencia resulta a veces dificultosa porque se deben transporta miles de litros de agua y en ocasiones es necesario transportar plantas de tratamiento móviles hacia las regiones o comunidades afectadas, esta asistencia es temporal e insuficiente debido a las necesidades de la comunidades.
3. En situación de desastres los residuos aumentan, no solo los residuos que se generan en cada hogar si no también los que se generan a causa del impacto del desastre representando un riesgo ambiental paras las zonas afectadas, debido a la acumulación de residuos domésticos, material orgánico putrescibles y los escombros se convierten en focos de vectores, ya que se interrumpe la recolección normal de los residuos, los vehículos recolectores no pueden llegar hasta las zonas afectadas debido al bloqueo de las calles por la acumulación de escombros o la ruptura de las vías de acceso, de igual forma sucede con el acceso a los sitios destinados para el tratamiento de los desechos.

4. El manejo inadecuado de residuos potencialmente peligrosos como los residuos bioinfecciosos generados en establecimientos de salud, albergues donde funcionen unidades de salud móviles, hospitales de campaña y los químicos tóxicos utilizados en estos constituyen un factor de riesgo para la salud de las comunidades y del mismo albergue si no se realiza un adecuado almacenamiento, tratamiento y disposición final.
5. Los cadáveres representan siempre un delicado problema social y de salubridad, agravado cuando los restos humanos se presentan en gran cantidad, es por ello que el manejo de cadáveres debe ser rápido, con el fin de evitar su descomposición al aire libre y la generación de malos olores, estos deben ser dispuestos en las fosas comunes del cementerio más cercano o en el lugar que se destine para dicha actividad de preferencia en zonas no inundables, en ningún caso es conveniente utilizar las fuentes y corrientes hídricas como sitio de disposición de cadáveres humanos y de animales.
6. El análisis de fortalezas y debilidades realizado a las instituciones involucradas en el saneamiento ambiental post situaciones de desastres; destaca la importancia de mejorar el saneamiento básico a corto y mediano plazo en las zonas de alto riesgo, con el fin de asegurar el fortalecimiento de la infraestructura sanitaria y que esta se haga menos vulnerable ante los efectos de los desastres.

De los casos de estudio se concluye lo siguiente:

1. Los eventos que afectan al país de forma recurrente, sismos e inundaciones han causado los mayores daños al sistema de saneamiento básico. La vulnerabilidad frente a inundaciones, deslaves y otros efectos de las lluvias sigue siendo alta en el país, al sumarse otros factores preexistentes de vulnerabilidad, lo que repercute grandemente en la atención de las emergencias rebasando la

capacidad del gobierno y de las autoridades locales departamentales y municipales de enfrentar las consecuencias de los desastres, sobre todo en el área sanitaria.

2. La interrupción de los servicios de agua y saneamiento durante los desastres a menudo compromete los beneficios sanitarios y sociales obtenidos desde su instalación. Los daños en los alcantarillados y los sistemas de tratamiento de aguas residuales provocan la contaminación de los cuerpos de agua cercanos, pérdida de las fuentes de agua y el deterioro ambiental, lo que consecuentemente conlleva el establecimiento de condiciones insalubres dentro de los núcleos urbanos y rurales cercanos a la zona de impacto.
3. Otra consecuencia es la incidencia de enfermedades de transmisión hídrica en las zonas o comunidades afectadas y privadas de niveles mínimos de calidad y acceso a los servicios de agua y saneamiento, además las condiciones ambientales adversas en los albergues o refugios en condiciones de hacinamiento, incrementa el riesgo de contraer este tipo de enfermedades.
4. La suspensión de los servicios de distribución de agua obliga a las personas de las comunidades a movilizarse para conseguirla, muchas veces en fuentes inseguras, especialmente en las zonas rurales.

Las acciones emprendidas en el país en materia de saneamiento básico ante situaciones de desastres son aún limitadas y en su mayor parte están destinadas a la atención inmediata de la emergencia, sin embargo se requiere incluir nuevas reestructuraciones para minimizar los daños ante los desastres y reforzar el sistema de saneamiento básico para minimizar los daños ante desastres.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo anteriormente expuesto en este documento se recomienda :

1. A la Universidad a través de la Unidad de Proyección Social de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, a desarrollar proyectos en las Comunidades del Bajo Lempa, donde existen muchas necesidades en el área de salud, saneamiento, planes de gestión de riesgos, diagnóstico de impacto ambiental en las comunidades, en especial con el apoyo de recurso humano y asesoría e técnica en la elaboración de los proyectos.
2. Es necesario establecer un sistema de monitoreo que evalúe constantemente el comportamiento de los sistemas de agua y saneamiento para reducir la vulnerabilidad ante el impacto de los desastres.
3. Se deben incluir los criterios y técnicas de diseño adecuadas, además de la supervisión técnica, para minimizar la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento ante desastres en las etapas de formulación y ejecución de las obras.
4. Tomar en cuenta que la formulación y ejecución de proyectos de agua en zonas urbanas donde ANDA vigila la aplicación de sus normas técnicas y criterios de diseño antes de la recepción de obras, para el área rural no se aplican adecuadamente las normas técnicas de ANDA, la recepción de obra que da muchas veces criterio de las adecos o de las ONGS, que financian los proyectos.
5. Es necesario mantener de forma permanente capacitaciones en el sector de agua y saneamiento dirigidas a personal de campo, técnicos y profesionales en las áreas de mitigación, análisis de vulnerabilidad y respuestas de emergencia.

6. El manejo, tratamiento y disposición final de los desechos bioinfecciosos o peligrosos de los hospitales, unidades de salud, unidades móviles de salud u hospitales de campaña, se deberá hacer siguiendo la normativa del MSPAS.

REFERENCIAS

- Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales, Fair Okum, editorial Limusa Noriega editores, autor Gordon Maskew Fair, John Charles Geyer, Daniel Alexander Okum, 1,994 México DF.
- Abastecimiento de agua y alcantarillado, Ingeniería Ambiental sexta edición Mc Ghrr, Terence J., editorial McGraw Hill, Colombia 1,999.
- Administración del agua en América Latina situación actual y perspectivas, Mauren Ballester, Ernesto Brown, Andrei Jouravlev, Ulrich Kuffer, Eduardo Zeguerra. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, Santiago de Chile, Chile, 2,005.
- Administración sanitaria de emergencias con posteridad a los desastres naturales. Organización Panamericana de la Salud Washington, D. C., OPS, 1981.
- Administración de emergencias en salud ambiental y provisión de agua. Organización Panamericana de la Salud Washington, D. C., OPS, 1988.
- Administración de Emergencias en Salud Ambiental y Provisión de Agua. Cuaderno Técnico 17, 1988.
- Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América, Oficina de Asistencia para Desastres USAID/OFDA-LAC, Material introductorio para funcionarios (as) a cargo de operaciones de emergencia. 1998.
- Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América, Oficina de Asistencia para Desastres USAID/OFDA-LAC, Material de referencia del curso de comando de incidentes, 2004.

- American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., 1998, AWWA, WPCF, WEF, USA.
- Aurazo, M. Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida. Lima, 2004.
- Aplicación de la gestión del riesgo para el desarrollo rural sostenible. Organización Panamericana de la Salud Lima, 2006.
- Banco Interamericano de Desarrollo. Informe preliminar: manejo integral de escombros y residuos de construcción. Washington, D. C., 1999.
- Canadian Transport Emergency Centre. Initial Emergency Response Guide. Canadá, 1992.
- California Integrated Waste Management Board. Integrated Waste Management Disaster Plan. California, 1995.
- Castillo G., Duarte R., Ruiz Z., Marucic MT., Honorato B., Mercado R., Coloma V., Lorca V., Martins MT., Dutka BJ. Evaluation of Disinfected and Untreated Drinking Water Supplies in Chile by the H₂S Paper Strip Test. Water Research 28(8): 1765-1770.
- Centro Panamericano de Ingeniería y Ciencias del Ambiente (CEPIS) / OPS. Sistemas de abastecimiento de agua para pequeños sistemas de abastecimiento de agua en países en desarrollo, 1988.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Guías para la elaboración del análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario. Lima, Perú, 1996.

- Cooperación técnica en epidemiología y prevención y control de enfermedades con motivo de los terremotos en la república de El Salvador, San Salvador, 01 de marzo de 2001-03-01, [informe preliminar], OPS/OMS-ELS, El Salvador. 2001.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). El terremoto del 13 de enero de 2001 en El Salvador. Impacto socioeconómico y ambiental. Sede subregional de la CEPAL. México, D.F. 2001
- División de Ingeniería Sanitaria y Salud Ambiental en Desastres y Emergencias, DIEDE/AIDIS.OPS/OMS. Suplemento de Desastres: preparativos y mitigación en las Américas. El agua y los desastres. Boletín N° 1. San José, Costa Rica 1999.
- Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: guía para una respuesta eficaz. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D. C., 2001.
- Evaluación de necesidades en el sector Salud con posteridad a inundaciones y huracanes. Organización Panamericana de la Salud Washington, D. C., 1989.
- Evaluación de las necesidades ambientales en situaciones post-desastre Metodología práctica para su ejecución/PNUD, 2008
- Evaluación de las necesidades ambientales en situaciones post-desastre Metodología práctica para su ejecución Marzo 2008 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- Giraldo, B. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. Lima, 2002.

- Guía de saneamiento en desastres naturales. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1971.
- Guía de Capacitación: Gestión y manejo de desechos hospitalarios, Organización Panamericana de la Salud, 1,994.
- Guzmán Chinchilla, Guillermo. Preparativos en Ingeniería Sanitaria y Ambiental para situaciones de desastres. Universidad de San Carlos, Guatemala, Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS, Guatemala, 1982.
- Historia y desastres en América latina, vol. II, / Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina 1997
- Hernández, H. Agua y saneamiento: opciones prácticas para vivir mejor. 2002.
- Huracanes Georges y Mitch. Serie Crónicas de Desastres # 7, Pgs. 187–236. OPS/OMS: Washington D.C., 1999.
- Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública, Opazo, Unola y Salinas Cordero. Editorial, UTEHA. 1969.
- Ingeniería de aguas residuales Vol. 1 Tratamiento vertido y neutralización, Metcal & Eddy, editorial McGraw Hill, España, Madrid, 1,998.
- Ingeniería Ambiental, Fundamento, entornos, tecnologías y sistemas de gestión, Gerard Kiley, editorial McGraw Hill, Madrid, España 1,999.
- Kromoredjo P., Fujioka RS, Evaluating Three Simple Methods to Assess the Microbial Quality of Drinking Water in Indonesia, Environ Toxic Water Quality 6: 259-270; 1991.

- La gestión de cadáveres en situaciones de desastre: Guía práctica para equipos de respuesta, Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, Washington, D.C., 2009
- Los desastres naturales y la protección de la salud. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud, 2000.
- Manejo de residuos sólidos Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Saneamiento ambiental en casos de desastre. Guatemala, 1998.
- Manejo de escombros y residuos de demolición, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Planning for Disaster Debris, 1995.
- Manejo de los desechos médicos en los países en desarrollo. Organización Panamericana de la Salud Washington, D. C., 1997.
- Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable. Organización Panamericana de la Salud, Ecuador, 1998.
- Manual del curso sobre abastecimiento de agua potable en situaciones de desastre. Lima, Perú, 1982.
- Manual de Campo, Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades. San José, Costa Rica, 1995.
- Manual on Water and Sanitation for Health in Refugee Camps. Jordania, PNUMA. 1991.
- Manual sobre preparación de los servicios de agua potable y alcantarillado para afrontar situaciones de emergencia, 1990.

- Manual de Vigilancia Sanitaria Saneamiento en Desastres. Washington, D. C., Organización Panamericana de la Salud, 1996.
- Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario; Guías para el análisis de vulnerabilidad, 1998.
- Rourke, T.D; McCaffrey, M. – Buried pipeline response to permanent earthquake ground movements.
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. Estudio de caso: Vulnerabilidad de los sistemas de agua potable frente a deslizamientos. Lima, Perú. 1997.
- Organización Panamericana de la Salud. Guía de preparativos frente a erupciones volcánicas. Módulo 5. La comunicación frente a erupciones volcánicas. Quito: OPS; 2005.
- Organización Panamericana de la Salud. Guía de preparativos frente a erupciones volcánicas. Módulo 2. Protección de los servicios frente a erupciones volcánicas: Quito: OPS; 2005.
- Organización Panamericana de la Salud. Guía de preparativos frente a erupciones volcánicas. Módulo 1. El sector salud frente al riesgo volcánico. Quito:OPS; febrero 2005, pág. 19.
- Organización Panamericana de la Salud. Guía para la elaboración de mapas de riesgos comunitarios. Ecuador: OPS; 2006, pág. 15.

- Organización Panamericana de la Salud. Guía práctica de saneamiento en situaciones de desastres. Washington D.C.:OPS; 2006.
- Organización Panamericana de la Salud. La gestión de cadáveres en situaciones de desastre. Washington D.C.:OPS; 2006.
- Organización Panamericana de la Salud. Logística y gestión de suministros humanitarios en el sector sanitario. Washington D.C.: OPS; 2001.
- Organización Panamericana de la Salud. Manual de evaluación de daños y necesidades en situaciones de desastre. Serie Manuales y Guías sobre Desastres, N° 4. Ecuador: OPS; agosto 2004.
- Organización de los servicios de salud para situaciones de desastre. Organización Panamericana de la Salud Washington, D. C., OPS, 1983.
- Organización Panamericana de la Salud. Gestión de residuos hospitalarios en situaciones de desastres. Material de capacitación. (CD). Washington DC.: OPS; 2005.
- Organización Panamericana de la Salud. Preparativos para situaciones de desastres. Guía para el nivel local. Ecuador: OPS; 2003, pág. 22.
- Organización Panamericana de la Salud. Vigilancia epidemiológica sanitaria en situaciones de desastre. Guía para el nivel local. Washington, D.C.: OPS; 2002.
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. Preparativos para situaciones de desastres guía para el nivel local. Ecuador, 2003.

- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. El desafío del sector agua y saneamiento en la reducción de desastres: mejorar la calidad de vida reduciendo vulnerabilidades. Washington, D. C.: 2006.
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. Emergencias y desastres en sistemas de agua potable y saneamiento: Guía para una respuesta eficaz. 2a edición, Washington, D. C., 2004.
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. Vigilancia epidemiológica sanitaria en situaciones de desastres. Guía para el nivel local. Washington, D. C., 2002.
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. Efectos de la erupción del volcán Reventador en los sistemas de agua y alcantarillado. Lima, 2003.
- Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua. vol. 1-3 ed. 2004.
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. Salud ambiental con posterioridad a los desastres naturales. Washington, D. C., 1982.
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS. Crónicas de desastres - Fenómeno El Niño 1997-1998, Washington. D. C. 2000.
- PNUMA/OIT/OMS. Programa Internacional de Seguridad Sobre Sustancias Químicas (PISSQ). Accidentes químicos: aspectos relativos a la salud. Guía para la preparación y respuesta. Washington D.C.: OPS; 1998, pág. 7.
- Pan American Health Organization. Seismic vulnerability analysis of water systems in Mexico. Washington, April 1985.

- Pan American Health Organization (PAHO). – Disaster mitigation guidelines for hospitals and other health care facilities in the Caribbean. – Washington, D.C.: PAHO. Emergency
- Planificación para Atender Situaciones de Emergencia en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Cuaderno Técnico 37, 1993.
- Plaza N., Galo; Yepéz A., Hugo. Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable. Quito. Organización Panamericana de la Salud, 1998.
- Preparedness and Disaster Relief Coordination Program, January, 1992. – 68p.
- Protocolos de evaluación sanitaria rápida en situaciones de emergencia. Organización Panamericana de la Salud Ginebra, OMS, 1971.
- Proyecto de la Esfera. Carta Humanitaria de Esfera y sus normas mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre. Edición 2004.
- Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre. Desastres: preparativos y mitigación en las Américas, Boletín 80, Costa Rica, 2000.
- Reiff, Fred. Vicente UIT, Manual de desinfección. Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección de agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe. Serie técnica N° 10 000, 1995.

- Regional Office for the Eastern Mediterranean. Environmental Health Management in Emergencies. Alejandría, OMS, 1991.
- Rojas, R. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima: OPS/OMS-CEPIS., 2002.
- Salud Ambiental con posteridad a los desastres naturales. Organización Panamericana de la Salud Washington, 1998.
- Safe Management of Waste from Health-Care Activities. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1999.
- Simpson, R.H. – The hurricane disaster potential scale. – En: Weatherwise, vol. 27, 1974. P.169-186.
- Solsona, F. Méndez, J. P., Desinfección del agua, cap. 10, 'Desinfección especial y de emergencia', Lima OPS/OMS-CEPIS; 2002
- The Disaster Handbook for Extension Agents. University of Wisconsin. Wisconsin, 1994.
- The Sphere Project. Humanitarian Charter and Minimum Standards in Disaster Response. Ginebra, 2000.
- VIIIth. World Conference on Earthquake Engineering, Proc., vol. 7, 1984. – p.215-222.
- Water and Sanitation for Health Project. Water and Sanitation Efforts among Displaced Kurdish Civilians. Washington, D. C., 1991.

- Water, Engineering and Development Center. Emergency Sanitation: Assessment and Programme Design, Reino Unido, 2002.

Bibliografía Nacional

- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA). Informe de daños a sistemas rurales de agua potable hasta el 29/01/2001. Gerencia de Sistemas Rurales. San Salvador. 2001.
- Cooperación técnica en epidemiología y prevención y control de enfermedades con motivo de los terremotos en la república de El Salvador, San Salvador, 01 de marzo de 2001-03-01, [informe preliminar], OPS/OMS-ELS, El Salvador. 2001
- DECRETO No. 42 Reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos
- DECRETO N° 41. Reglamento especial en materia de sustancias, residuos y desechos peligrosos
- El Salvador: Evaluación del terremoto del martes 13 de febrero de 2001. Addendum al documento de evaluación del terremoto del 13 de enero Sede subregional de la CEPAL. México, D.F. 2001.
- Fenómenos Naturales Significativos en El Salvador y su Impacto. (Enero – Diciembre 2003) Unidad de Información y Análisis Territorial Dirección de Estudios Territoriales y Gestión de Riesgos, Informe de Perdidas y Daños ocurridos por Huracán Adrian
- Información preliminar de agua potable y alcantarillado sanitario a nivel nacional. Ocasionado por el sismo del 13/01/2001. San Salvador. 2001.

- Informe preliminar de daños a sistemas de producción de agua potable a nivel nacional, ocasionado por el sismo del 13 de febrero de 2001. San Salvador. 2001.
- Informe preliminar de terremoto 13 febrero 2001, [informe preliminar]. Dirección de regulación, MSPAS. El Salvador. 2001.
- Ley de Medio Ambiente
- Ley de protección civil, prevención y mitigación de desastres
- Norma Técnica para el Manejo de los Desechos Bioinfecciosos, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras, ANDA, El Salvador, 1,998.
- Norma técnica sanitaria para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas secas sin arrastre de agua, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social san salvador, el salvador, octubre 2004.
- Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad del Agua Potable, CONACYT, 2000.
- Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario, CONACYT, 2000.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS). Informe preliminar de atenciones brindadas en los establecimientos de salud del MSPAS en los

terremotos del 13 de enero y 13 febrero 2001, [informe preliminar]. Dirección de regulación, MSPAS. El Salvador. 2001.

- Plan Nacional de Protección Civil, Ministerio de Gobernación
- Recopilación histórica de los desastres en El Salvador 1900-2005/Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SNET, PNUD.
- Rehabilitación y reconstrucción de los servicios de agua potable y saneamiento de poblaciones rurales de El Salvador afectadas por los terremotos de enero y febrero de 2001. Unidad de Salud Ambiental de la Representación de El Salvador. San Salvador. 2001.
- Segundo Censo Nacional de Desechos Sólidos Municipales MARN-BID 1209/OC-ES
- Vulnerabilidad de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento en Áreas Rurales de El Salvador. Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). San Salvador, El Salvador. 2003.

Artículos de prensa

- El Diario de Hoy, artículos varios de 1998 hasta 2010], Archivo histórico consultado en página Web, www.elsalvador.com San Salvador, El Salvador.
- La Prensa Grafica, artículos varios de 1986 hasta 2009, Archivo histórico, San Salvador, El Salvador.

Páginas Web

Http: www.aidis.com

Http: www.elsalvador.com

Http: www.ops/cepis.com

Http: www.who.com

Http: www.marn.gob.sv

Http: www.snet.gob.sv

Http: www.mop.gob.sv

Http: www.paho.org/desastres/

ANEXOS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACION: APLICACION DE LA INGENIERIA
SANITARIA EN SITUACIONES DE DESASTRES

Anexo 1. Saneamiento básico en situaciones de desastre

Durante la evacuación

En las primeras horas del desastre es necesario implementar las siguientes medidas.

AGUA PARA BEBER
Dotación mínima
4-6 litros/persona/día

El agua procedente de fuentes sospechosas debe hervirse por 5 minutos mínimo o desinfectarse utilizando cloro.

Eliminación de desechos

ZANJA O MICRO RELLENO SANITARIO		
DESCRIPCION	DIMENSION	UNIDAD
Profundidad	70.00	Centímetros
Ancho	50.00	Centímetros
Longitud	4.00	Metro
Capacidad	1.00	Metro Cubico
Población	1,000	Personas
Vida Útil	2	Días

Esta se utilizara para la disposición final de los desechos sólidos generados por los evacuados en las primeras horas tras haber ocurrido el desastre.

Instalado el alberque o campamento a cielo abierto se deberá suministrar agua potable, para beber, cocinar, aseo personal, además si funciona un hospital de campaña en el albergue o unidad móvil de salud a este último también se le deberá suministrar agua, tal como se especifica a continuación:

Abastecimiento de agua Consumo diario:

LUGAR O ESTABLECIMIENTO	DOTACIÓN
Hospitales de campaña	40-60 litros/persona
Centros de alimentación en gran escala	20-30 litros/persona
Albergues temporales y campamentos	15-20 litros/persona
Instalaciones para aseo personal	35 litros/persona

Almacenamiento de agua









PARA BEBER O COCINAR	
RECIPIENTE	CAPACIDAD
Bidones	20 litros
Tanque comunitario	100 litros o mas
PARA ASEO PERSONAL O LAVAR	
Barriles	200 litros
Tanque	300 litros o mas

Para el aseo personal se deberán instalar lavamos, duchas públicas distribuidas por sectores para hombres y mujeres, y los cuales estarán asignados de la siguiente forma:

DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS PARA EL ASEA PERSONAL		
ELEMENTO	CANTIDAD	CAPACIDAD
Lavamanos	1	10 personas
Duchas	1	50 personas
El número de elementos variara, según sea el numero de personas o familias refugiadas, o de la disposición de elementos con los que cuente el sitio que sirva como albergue		

Desinfección del Agua para Beber.

En caso que el agua suministrada al albergue no se potable deberá hervirse por 5 minutos mínimo, o se desinfectara con cloro, preparando una solución madre con cloro de la siguiente forma:

AGUA	COLORO
Para 1 litro o ¼ de galón 	3 Gotas 
Para 1 galón o 4 litros 	12 Gotas 
Para 5 galones o 20 litros 	1 Cucharadita 
Para un barril o 200 litros 	10 Cucharaditas 
Agregue estas cantidades de la solución madre al agua clara y espere por lo menos 30 minutos antes de beberla. Si el agua está turbia, necesitará el doble de la solución de blanqueador	

Desechos sólidos

Para el manejo de los desechos sólidos generados en el albergue se harán uso de depósitos, metálicos o plástico con capacidad de almacenar 50 a 100 litros, y para su disposición final se hará uso del servicio público de recolección de desechos, en caso que no haya servicio o se está en una zona rural se hará uso de zanjas o micro rellenos sanitarios para su disposición final.

Eliminación de desechos

ZANJA O MICRO RELLENO SANITARIO		
DESCRIPCION	DIMENSION	UNIDAD
Profundidad	2.00	Metros
Ancho	1.50	Metros
Longitud	2.00	Metros
Capacidad	6.00	Metros Cúbicos
Población	3,000	Personas
Vida Útil	10	Días

De manera que se llena la trinchera en una semana, se depositan los desechos orgánicos en capas de 30 cm y se cubre y apisona con capas de 25 cm aproximadamente.

Disposición de Excretas

Para la disposición de excreta se distribuirán de la siguiente forma:

DISTRIBUCIÓN DE MUEBLES SANITARIOS		
MUEBLE	CANTIDAD	CAPACIDAD
Retrete	1	25 Mujeres
Retrete Mingitorio	1	35 Hombres
El numero de retretes variara, según sea el numero de evacuados y de con los cuenta el sitio destinado como albergue, en el caso de utilizar baños portátiles la distribución, será la misma.		

En el caso de no contar con baños portátiles o estar en la zona rural se utilizaran letrinas para la disposición de la excretas y se realizara la misma

distribución anterior, la construcción de las letrinas variara según sea el número de evacuados y se podrá utilizar cualquier modelo de letrina o según sea la necesidad de la población evacuada.

LETRINAS			
LETRINA BAJA DE TRINCHERA			
<i>Descripción</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Unidad</i>	<i>Capacidad</i>
Anchura	<i>30.0</i>	<i>Centímetros</i>	<i>1 para 100 personas</i>
Profundidad	<i>90.0 a 150.0</i>	<i>Centímetros</i>	
Longitud	<i>3.0 a 3.50</i>	<i>Metros</i>	
LETRINA DE POZO TUBULAR			
Diámetro	<i>40.0</i>	<i>Centímetros</i>	<i>1 por cada 20 personas</i>
Profundidad	<i>5.0 a 6.0</i>	<i>Metros</i>	
LETRINA PROFUNDA			
Anchura	<i>75.0 a 90.0</i>	<i>Centímetros</i>	<i>1 para 100 personas</i>
Profundidad	<i>1.80 a 2.40</i>	<i>Metros</i>	
Longitud	<i>3.0 a 3.50</i>	<i>Metros</i>	

Anexo 2. Formato para el análisis del albergue



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACION: APLICACION DE LA INGENIERIA SANITARIA
EN SITUACIONES DE DESASTRES

- Descripción del inmueble:

Uso del suelo: _____

Propiedad propia: Publica: _____ Privada: _____ Otra _____

Superficie del terreno: _____ m²

Superficie de la construcción: _____ m²

Numero de niveles: _____ Numero de habitaciones: _____

- Localización.

Edificaciones Colindantes:

Al norte: _____

Al sur: _____

Al oriente: _____

Al poniente: _____

- Instalaciones Hidráulicas

Red ANDA: _____ Red Municipal: _____ Red Comunal: _____ Pozo: _____

No. de Bombas: _____ No. de cisternas: _____ No. de Tanques: _____

- Instalaciones eléctricas

Sistema de Energía: _____ Planta de emergencia: _____

- Instalaciones sanitarias

No. de Baños: _____ No de Letrinas: _____

- Servicios públicos urbanos:

Red de drenaje: _____ Red de alcantarillado: _____

Recolección de Residuos: _____ Otros servicios: _____

Anexo 3. Formato para la evaluación del abastecimiento de agua



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACIÓN: APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA SANITARIA
EN SITUACIONES DE DESASTRES

Nombre y ubicación del albergue _____

Número de personas en el albergue _____

Persona responsable _____ Teléfono _____

Procedencia normal del agua _____

Fuentes u origen _____

Procedencia actual _____ Para beber _____ Para preparar los alimentos _____

Para lavar _____

Estimación de la cantidad actual suministrada

¿Está el agua sometida a algún tratamiento?

¿Cuáles? _____

¿Se realiza el control de la calidad del agua en la planta de tratamiento?

¿En la red de distribución? _____ ¿En los albergues? _____

Evaluación de daños en el sistema de abastecimiento de agua

Anexo 5. Formato para la evaluación de disposición de excretas



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACIÓN: APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA SANITARIA
EN SITUACIONES DE DESASTRES**

Nombre y ubicación del albergue _____

Número de personas en el albergue _____

Persona responsable _____ Teléfono _____

¿Qué sistema de disposición de excretas existe en el albergue? _____

Tipo _____ distancia del albergue _____ hay pozo de absorción _____

¿Cuántos módulos existen? _____ ¿Cuántos urinarios? _____

¿Cuántos bacinetes o inodoros? _____ ¿Cuántos lavamanos? _____

¿Hay posibilidad de contaminación a las aguas subterráneas? _____

¿En caso de ser insuficientes las unidades de disposición de excretas, hay la posibilidad de implementar _____ otras _____ unidades?

¿Se puede conectar al sistema de alcantarillado?

Evaluación general de daños en el sistema de disposición de excretas

Anexo 6. Formato para la Evaluación de Evacuación de aguas servidas



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACIÓN: APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA SANITARIA
EN SITUACIONES DE DESASTRES**

Nombre y ubicación del albergue _____

Número de personas en el albergue _____

Persona responsable _____ Teléfono _____

¿Existe algún sistema de evacuación de aguas servidas (drenaje interior)?

Tipo _____ ¿Está conectado a la red de alcantarillado de la población?

¿Existe tratamiento de las aguas servidas? _____

¿En caso de no existir un sistema de evacuación de aguas servidas, hay la posibilidad de implementar uno? _____

¿Se puede conectar al sistema de alcantarillado?

¿Es posible implementar una unidad de tratamiento?

Evaluación general de daños en el sistema de evacuación de aguas servidas

Anexo 7. Formato para la evaluación de evacuación de aguas superficiales



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACIÓN: APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA SANITARIA
EN SITUACIONES DE DESASTRES**

Nombre y ubicación del albergue_____

Número de personas en el albergue_____

Persona responsable _____ Teléfono _____

Existen aguas estancadas en el albergue_____

Existe algún sistema de evacuación de aguas superficiales (drenaje interior de aguas lluvias y estancadas)_____ Tipo _____ Está conectado a la red de alcantarillado de la población_____

¿En caso de no existir un sistema de evacuación de aguas superficiales, hay la posibilidad de implementar uno?_____

¿Se puede conectar al sistema de alcantarillado?

Evaluación general de daños en el sistema de evacuación de aguas superficiales

Anexo 8. Formato para la evaluación manejo y disposición de desechos sólidos



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACIÓN: APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA SANITARIA
EN SITUACIONES DE DESASTRES**

Nombre y ubicación del albergue _____

Número de personas en el albergue _____

Persona responsable _____ Teléfono _____

¿Cómo se realiza la recolección de los desechos sólidos en el interior del albergue?

¿Existen basureros recipientes para la recolección?

¿Qué tipo de desechos predominan en el albergue?

Orgánicos _____ %; inorgánicos _____ %, Peligrosos _____ %

¿Existe la posibilidad de separar los desechos orgánicos de los inorgánicos?

¿En la fuente y con el uso de dos tipos de recipientes?

¿Después de que los desechos sean recolectados por el personal encargado?

Existe el transporte de los desechos desde el albergue hacia el sitio de disposición final

Evaluación general de daños en el sistema de manejo y disposición de los desechos sólidos /

Comentarios adicionales

Anexo 9. Formato para la evaluación control de vectores



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACIÓN: APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA SANITARIA
EN SITUACIONES DE DESASTRES**

Nombre y ubicación del albergue _____

Número de personas en el albergue _____

Persona responsable _____ Teléfono _____

¿Cómo se maneja los desechos sólidos en el albergue?

¿Existe organización dentro del albergue?

¿Existe una comisión para el aseo del albergue y apoyo en el control de vectores?

¿Existe apoyo externo?

¿Qué instituciones intervienen?

Evaluación general del control de vectores en el albergue

Anexo 10. Formato de rotulación de los envases de desechos bioinfecciosos o peligrosos



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
TRABAJO DE GRADUACION: APLICACION DE LA INGENIERIA
SANITARIA EN SITUACIONES DE DESASTRES**



**Manipularse con
precaución
Cierre
herméticamente**

Institución: _____

Origen: _____

Tiempo de Reposición: _____

Fecha de Recolección: _____

Responsable: _____