

CAPÍTULO I

DESASTRES NATURALES

Los desastres naturales son eventos que se han presentado en numerosas oportunidades a lo largo de la historia y continuarán presentándose y produciendo daños en la infraestructura productiva y de servicios de nuestros países, y en la vida y la salud de la población.

Los desastres naturales se clasifican de acuerdo a:

A.- Su aparición

- **Súbitos:** Ocurren sorpresivamente y de manera inmediata. Por ejemplo: terremotos, avalanchas, algunas inundaciones, tsunamis (maremotos).
- **Mediatos:** Ocurren en forma más lenta y es factible predecirlos. Por ejemplo: Huracanes, sequías, erupciones volcánicas y otros.

B.- Su duración

- **De corta a mediana duración:** Terremotos, huracanes, erupciones volcánicas, tsunamis, avalanchas y hundimientos.
- **De larga duración:** Sequías e inundaciones.

C.- Su origen

- **Geológico:** Son aquellos que fundamentalmente se dan por movimiento de placas tectónicas, vulcanismo, ruptura de la corteza terrestre o irregularidades en el relieve y la conformación del subsuelo.

Entre este tipo de desastres, y por razones didácticas, se ubica la sismicidad, tsunamis, vulcanismo y deslizamientos. Es importante tomar en cuenta que estos fenómenos están estrechamente interrelacionados, es decir, no sólo tienen un origen común, sino que uno puede ser consecuencia del otro.

- **Meteorológico:** Son los que se dan a partir de fenómenos que se generan en la atmósfera y se manifiestan a través de vientos, lluvias, tormentas eléctricas y sequías.

1.1. DESASTRES NATURALES DE ORIGEN GEOLÓGICO

1.1.1. Sismicidad

Un sismo es una vibración de las diferentes capas de la tierra, producida por la liberación de energía originada por el rozamiento o quiebre de un bloque de la corteza terrestre.

Según las investigaciones científicas modernas, hoy se pueden identificar cuatro distintos procesos que causan sismicidad:

- Movimiento de placas tectónicas.
- Acción volcánica.
- Ruptura de la corteza terrestre (falla local).
- Explosiones subterráneas realizadas por el hombre.

Sismicidad por movimiento de placas

Las placas tectónicas son gigantescos fragmentos que abarcan tanto superficies continentales (donde se ubican los continentes) como fondo oceánico. Se dividen en fragmentos menores llamados subplacas, y a manera de un gran rompecabezas esférico, componen el planeta. Estas placas que tienen de 1 a 60 km. de grosor, flotan sobre una capa que oscila entre el estado líquido y sólido a altísimas temperaturas. Esta capa que tiene aproximadamente 100 km. de grosor, recibe el nombre de *asténosfera* y a su vez constituye la parte superior de otra estructura terrestre de aproximadamente 2.700 km. de grosor que se llama *manto* y que cubre lo que se denomina *núcleo externo e interno*.

En la *asténosfera*, se producen corrientes de convección (desplazamiento de masas en estado líquido, en este caso es circular), que hacen que las placas se muevan. Estos movimientos son los que provocan sismos debido a que se da una brusca liberación de energía producida por tres tipos distintos de movimiento:

Sismicidad por acción volcánica

Todo volcán, aunque esté inactivo tiene su cráter en la cúspide del macizo y una chimenea que es el conducto que va desde la cámara magmática, hasta el cráter en la superficie. El magma cuando tiende a subir por la chimenea, ejerce una gran presión sobre los estratos superficiales y sobre las paredes internas de la chimenea, presión que al llegar a su máximo nivel, se libera en forma de energía y produce sismos, que generalmente pueden afectar las zonas aledañas al macizo. Incluso la temperatura del magma, ejerce presión que al liberarse, se traduce en energía y provoca sismos.

Sismicidad por fallas locales

Se conoce como *falla local*, el proceso de ruptura de la corteza terrestre causado por la acción de los movimientos de placas que acabamos de mencionar. La falla actúa como un espacio de liberación de energía al interior de las placas y su peligrosidad se encuentra en el hecho de ser «superficial», es decir, por encontrarse próxima a las construcciones humanas.

La falla local se da básicamente por la acumulación de sedimentos en la parte interna del suelo, lo cual produce desbalances y movimientos de acomodamiento en él. Se conocen tres tipos de movimientos de las fallas locales:

- **Normal:** Movimiento que sigue el plano en que se encuentra la falla.
- **Inverso:** Movimiento que se da contrario al plano normal de la falla.
- **Lateral:** Movimiento de roce, que se da siguiendo direcciones distintas en las secciones que componen el plano de la falla.

Sismicidad por explosiones subterráneas realizadas por el hombre

Estos son sismos originados por cargas explosivas que el hombre ha hecho y hace detonar tanto en la superficie como en subterráneos constituidos para ese fin.

Medición de la sismicidad

En la actualidad, existen dos escalas para medir un sismo. Una sirve para calcular la cantidad de energía liberada y la otra para medir la forma en que fue sentido por el hombre. Estas escalas son, la de *Richter* y la de *Mercalli Modificada*.

- **Richter:** Partió de un sismo que se originó a 100 km de distancia del sismógrafo y dejó impreso un trazo que midió una milésima de un milímetro. De esta forma, estableció un código convencional que consiste en ubicar en una magnitud de cero a un sismo que registre en el sismograma un trazo de una milésima de milímetro. Pero añadió un elemento de corrección, según el cual, un sismo que deje un trazo de un milímetro en el sismograma, tendría una magnitud de tres grados. Esta escala sirve para medir la magnitud en grados de la energía liberada.

- **Mercalli:** Creó un método para medir los sismos tomando como base los efectos que provocan éstos en el hombre (cómo este los siente) y en sus edificaciones; así como las transformaciones observables que provocan en la naturaleza. De esta manera, estableció una escala convencional de doce grados:
 - GRADO I = Perceptible sólo por sismógrafos.
 - GRADO II = Se percibe en pisos altos y por personas muy sensibles.
 - GRADO III = Se percibe con mucha dificultad en los interiores de edificios y casas.
 - GRADO IV = Se percibe dentro de casas y edificios, sobre todo por la oscilación de lámparas y algunos muebles livianos. Fuera de construcciones, es poco perceptible.
 - GRADO V = Dentro de las edificaciones se mueven con brusquedad lámparas, muebles, puertas, ventanas y se rompen vidrios. Fuera de construcciones se puede percibir.
 - GRADO VI = Dentro de casas y edificios los cuadros se caen, piezas de vajillas se rompen al caer o chocar, caen libros y objetos colocados en estantes. Se producen daños ligeros.
 - GRADO VII = Los ríos y lagos se encrespan y enturbian. La mayoría de objetos colgados caen; las campanas de la iglesia chocan y

suenan solas. Se producen daños leves en partes altas de algunas edificaciones.

- GRADO VIII = En las pendientes del suelo, aparecen grietas y en suelos húmedos, puede brotar agua. En las edificaciones se producen daños considerables. Los troncos de los árboles oscilan y hasta pueden caer. Los muebles se corren sobre el piso o se vuelcan.
- GRADO IX = Construcciones antisísmicas sufren daños. El resto de construcciones sufren severos daños. Las construcciones de madera pierden su alineamiento y se desprenden de sus bases.
- GRADO X = Los rieles del ferrocarril se curvan levemente, el pavimento y suelo sufren ondulaciones y agrietamientos. Los ríos y lagos se salen por sus bordes. La mayor parte de edificios que no son antisísmicos se dañan desde sus cimientos.
- GRADO XI = En el suelo se producen grietas considerables; en terrenos suaves y húmedos, surge agua. Los rieles del ferrocarril sufren curvaturas de consideración; muchas edificaciones de madera se desploman, algunos de los edificios de mampostería se desploman.
- GRADO XII = Muchos ríos se salen y desvían su cauce. Los lagos sufren cambios de ubicación, en algunos sitios se forman cataratas. Surgen protuberancias en algunas partes del suelo y la mayoría de edificaciones humanas se destruyen.

Daños producidos por la sismicidad en la infraestructura

Como consecuencia de un sismo intenso se pueden producir los siguientes daños:

- Deterioro de elementos estructurales.
- Caída de mobiliario con equipos e insumos.
- Deterioro de líneas vitales.

FIGURA 1
DAÑOS EN ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL PRIMER NIVEL
DE ATENCIÓN. MOQUEGUA: TERREMOTO DEL SUR DEL
PERÚ. 2001



1.1.2 Tsunamis o maremotos

Los *tsunamis* son gigantescas olas en el mar que tienen gran amplitud, altitud y viajan muy rápido. Estas características le dan gran poder destructivo, especialmente en litorales muy bajos, extensos, con desembocaduras fluviales muy amplias.

Este fenómeno se puede producir a través de una ruptura brusca de un bloque del fondo marino, el cual desciende en forma abrupta y la masa de agua que está sobre él también desciende y al rebotar este inmenso bloque de agua en el fondo marino, genera una radiación de olas hacia los litorales a partir de ese punto y en forma de círculos concéntricos.

Otra de las causas, son las vibraciones de la corteza terrestre en el fondo marino, por razones obviamente sísmicas. Estas vibraciones, al igual que el viento en la superficie del mar, genera olas que visualmente pueden parecer normales.

También un *tsunami*, puede producirse por grandes erupciones volcánicas ocurridas en las profundidades del océano o en islas de formación volcánica. Estos volcanes, cuando hacen explosión, producen ondas expansivas que se traducen en grandes olas dentro de una masa acuática.

Entre las manifestaciones de un tsunami, se pueden destacar dos en especial:

- El desplazamiento de las olas hacia los litorales, las cuales van perdiendo velocidad y fuerza en la medida en que va disminuyendo el fondo marino, debido a que el roce con el litoral las frena.
- Aún habiendo perdido fuerza, el tsunami es capaz de desbordar las aguas e inundar tierras a varios kilómetros sobre el litoral, especialmente si la conformación geográfica lo favorece.

Daños producidos por los tsunamis en los establecimientos de salud

En general se identifican los siguientes daños:

- Los causados por las inundaciones.
- Desestabilización del establecimiento por socavación.
- Daños por humedecimiento.
- Deterioro de líneas vitales.

1.1.3. Deslizamientos

También conocidos como *derrumbe o remoción en masa*. Son fenómenos topográficos en los que el material de la superficie de la corteza terrestre (suelo, rocas, arena, etc.) se desplaza de las partes altas hacia las partes bajas de un cerro, movidos fundamentalmente por la fuerza de gravedad. Entre los deslizamientos, se dan los de movimiento rápido y los de movimiento lento.

Entre los **movimientos rápidos** son aquellos que se dan en pendientes muy empinadas y donde no existe sobrecarga de agua, sino caída constante de rocas y residuos que se van acumulando sobre la pendiente y conforman un talud que luego, se desplomará. Otro derrumbe rápido se da cuando una gran masa se desliza en segundos o minutos en forma discontinua.

En estos derrumbes, se ubican los desprendimientos, flujos de lodo y los hundimientos o desplomes.

Desprendimientos: Se desarrollan en planos inclinados y se dan en la base rocosa. Existen dos tipos: por deslizamiento y por corrimiento. El *desprendimiento por deslizamiento*, puede ser de tierra, de rocas y de escombros. Un desprendimiento por *deslizamiento de tierra* se presenta en montañas, durante el período húmedo o lluvioso, es decir, por una sobrecarga de agua. El *deslizamiento de rocas* es uno de los más peligrosos, por el tipo de material que se desliza. El *deslizamiento de escombros* es aquel movimiento de material no consolidado, después de intensas lluvias. Se da en las orillas de carreteras especialmente. Finalmente, el *desprendimiento por corrimiento* es el derrumbe de una pequeña parte de la sobrecarga, pero en un trecho muy corto.

Flujo de lodo: Es la mezcla de rocas, tierra y agua que se desprenden de un cerro muy árido, especialmente en laderas muy empinadas y cañones, después que ha ocurrido una precipitación muy intensa. Son movimientos muy violentos, debido a que no hay vegetación que contenga y amortigüe la velocidad y fuerza del desplazamiento.

Hundimiento: Es un movimiento rápido donde un manto de conformación rocosa desciende violentamente. Este, se da donde un sustrato muy débil soporta una masa rocosa sólida y fuerte. La característica es que origina otros desplomes sucesivos y forman abruptas pendientes. El hundimiento puede darse por la caída de fuertes y continuas lluvias sobre una masa rocosa, creando una sobrecarga.

Entre los **movimientos lentos** el más común es el que se da por reptación o resbalamiento. Se da en períodos muy largos y movilizan, en forma lenta y continua, grandes cantidades de material en el sentido de la pendiente. Su velocidad puede aumentar, ante la continuidad e intensidad de las lluvias y presencia de prolongadas pendientes.

Daños producidos por los deslizamientos en la infraestructura

En general se pueden producir los siguientes daños como consecuencia de los deslizamientos:

- Enterramiento parcial o total del establecimiento de salud u otra edificación.
- Daño estructural por asentamientos diferenciales.

- Interrupción de accesos.
- Deterioro de líneas vitales.

1.2. DESASTRES NATURALES DE ORIGEN HÍDRICO

1.2.1. Inundaciones

Es uno de los riesgos de desastre más frecuente debido a que en los márgenes y zonas naturales de los ríos (planicie inundable) es común encontrar asentamientos humanos de diversos estratos sociales y construcciones o cultivos de la más variada índole.

Se puede definir una inundación, como un aumento anormal en el nivel de las aguas, que provoca el desborde de los ríos y la cobertura temporal de las superficies de las tierras que se ubican en sus márgenes.

Entre las causas más comunes de las inundaciones están las de carácter natural:

- Lluvias persistentes sobre una misma zona (temporales) durante cierto lapso de tiempo.
- Lluvias muy fuertes, aunque sea por tiempo corto.
- Ascenso repentino de las mareas debido a temporales o tormentas.
- Obstrucción de los cauces de ríos debido a derrumbes o sismos.
- Rompimiento súbito de una gran represa que puede darse por una sobrecarga en el aumento del caudal de las aguas, o por sismo.

Las características de las zonas de inundación son: alto volumen de agua y otros elementos sobre el cauce de los ríos debido a la intensa precipitación; capacidad muy limitada de flujos de los cauces por la existencia de terrenos muy llanos; áreas sumamente bajas en las márgenes de los cauces inferiores de los ríos y zonas de precipitación continua.

Entre las *inundaciones*, existen las *predecibles*, es decir, aquellas que año tras año, en cierta época, se producen debido a que se registra una precipitación más densa. Las *impredecibles*, son aquellas que por diversas razones de orden meteorológico, la precipitación fue superior a la esperada normalmente.

Hay elementos que se pueden tomar en consideración, para saber el nivel de riesgo de inundación que presenta una zona:

- Áreas que generalmente presentan crecidas y el alcance territorial de esas crecidas (especialmente si el comportamiento es uniforme).
- Niveles máximos que han alcanzado las aguas en las crecidas, en las diversas zonas.
- Tiempo de permanencia de la inundación que puede variar según el tiempo de precipitación y topografía en las zonas inundadas.
- Fuerza de arrastre de las crecidas que dependen en alto grado, del declive del terreno donde se presenten.
- Cercanía entre el cauce y el área inundada.

Además existen otros tipos de inundación de corta duración, donde las aguas se salen del curso normal y cubren pequeñísimas áreas en los bordes del cauce. Esto es provocado por lluvias torrenciales en zonas relativamente altas y donde la velocidad de las aguas en su discurrir es mayor que en los cursos inferiores o zonas de menor altitud, además de la rápida saturación del suelo en esas zonas. Este tipo de inundación se da por la formación de cabezas de agua debido a los motivos ya citados, que originan desbordes.

Las inundaciones en general pueden dañar plantaciones, destruir puentes, casas u otras edificaciones especialmente de madera, así como podrían causar muertos y heridos. También pueden provocar deslizamientos o derrumbes.

Daños producidos por las inundaciones en la infraestructura

En general, se pueden producir los siguientes daños producto de inundaciones intensas:

- Daños por humedecimiento en elementos estructurales, insumos y equipos.
- Deterioro de líneas vitales.
- Asentamiento y/o colapso de edificaciones.

- Deterioro de tabiquería y pisos.
- Deterioro de muebles, ropa, documentos, archivos, etc.
- Daño de equipamientos e insumos.
- Deterioro y/o colapso de la cobertura.

FIGURA 2
DAÑOS EN ESTABLECIMIENTO DE SALUD DEL PRIMER NIVEL DE
ATENCIÓN. MADRE DE DIOS. INUNDACIONES. PERÚ. 1999.



1.2.2. Sequías

Las sequías se presentan debido a la inestabilidad en las precipitaciones pluviales, afectando principalmente la fertilidad de la tierra y consecuentemente la actividad agrícola propia de la zona. Entre las causas de las sequías tenemos:

- **Las naturales**, debido a las aceleradas transformaciones que está sufriendo el planeta el clima se comporta sumamente variable, generando poco o nula concentración de lluvias.
- **Las inducidas**. Entre estas causas se pueden citar:
 - a) La indiscriminada deforestación que genera peligrosos efectos colaterales, como la pérdida casi irrecuperable de zonas de acumulación de agua, la eliminación gradual y a

- mediano plazo de algunos causes de ríos de bajo caudal, la exposición de tierras a la erosión por quedar descubiertas.
- b) La apertura de tierras vírgenes no boscosas, pero con densa vegetación, para habilitar en gran escala la actividad agrícola y ganadera.
 - c) La modificación total o parcial del cause de los ríos más caudalosos, para la construcción de embalses de producción eléctrica, en esa búsqueda desesperada por sustituir de manera generalizada, los derivados del petróleo como fuente energética.

Lecciones Aprendidas: Desastres Naturales y Establecimientos de Salud

En la *etapa Antes* del Fenómeno El Niño 1998, se protegieron 424 establecimientos principalmente aquellos ubicados en la costa norte. Por efecto del Fenómeno El Niño, 557 establecimientos de salud fueron afectados, de los cuales cinco quedaron destruidos. El 60% de los establecimientos afectados estaban ubicados en los departamentos de la costa norte del Perú. En el año 2001, posterior al terremoto que afectó a los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho se registró que 246 establecimientos de salud requerían ser rehabilitados o reconstruidos por haber sufrido daño. Quedaron inhabilitados para continuar operando 19 establecimientos, debido a graves daños en su infraestructura.