

## CARACTERÍSTICAS DE LOS DESASTRES

### TIPOS DE DESASTRE

Un desastre puede definirse como un evento o suceso que ocurre en la mayoría de los casos en forma repentina e inesperada causando sobre los elementos sometidos alteraciones intensas, representadas en la pérdida de vida y salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad y daños severos sobre el medio ambiente. Esta situación significa la desorganización de los patrones normales de vida generando adversidad, desamparo y sufrimiento en las personas, efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o un país y la modificación del medio ambiente, lo cual determina la necesidad de asistencia y de intervención inmediata.

Los desastres pueden ser originados por la manifestación de un fenómeno natural, provocados por el hombre o como consecuencia de una falla de carácter técnico en sistemas industriales o bélicos.

Algunos desastres de origen natural corresponden a amenazas que no pueden ser neutralizadas debido a que difícilmente su mecanismo de origen puede ser intervenido, aunque en algunos casos puede controlarse parcialmente. Terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis (maremotos) y huracanes son ejemplos de amenazas que aún no pueden ser intervenidas en la práctica, mientras que inundaciones, sequías y deslizamientos pueden llegar a controlarse o atenuarse con obras civiles de canalización y estabilización de suelos.

Una lista amplia de los fenómenos naturales que pueden originar desastres o calamidades, es la siguiente:

- ☞ Terremotos
- ☞ Tsunamis (maremotos)
- ☞ Erupciones volcánicas
- ☞ Huracanes (tormentas, vendavales)
- ☞ Inundaciones (lentas, rápidas)
- ☞ Movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, flujos)
- ☞ Sequías (desertificación)
- ☞ Epidemias (biológicos)
- ☞ Plagas

Entendiendo estos fenómenos como los básicos, otros pueden considerarse resultado de los mismos, como el caso de las avalanchas o lahares y las lluvias o flujos de material piroclástico que están directamente asociados con el fenómeno volcánico, u otro tipo de fenómenos que pueden asimilarse como equivalentes, como el caso de tornados, ciclones tropicales o tifones que pueden relacionarse con el término huracanes. La mayoría de

estos fenómenos ocurren en forma cataclísmica, es decir, súbitamente, y afectan un área no muy grande. Sin embargo hay casos como la desertificación y las sequías los cuales ocurren durante un largo período y sobre áreas extensas en forma casi irreversible.

Los desastres de origen antrópico pueden ser originados intencionalmente por el hombre o por una falla de carácter técnico, la cual puede desencadenar fallas en serie causando un desastre de gran magnitud.

Entre otros desastres de origen antrópico pueden mencionarse los siguientes:

- ↳ Guerras (terrorismo)
- ↳ Explosiones
- ↳ Incendios
- ↳ Accidentes
- ↳ Deforestación
- ↳ Contaminación
- ↳ Colapsos (impactos)

En general, existe una diversidad de posibles desastres de origen tecnológico. En la actualidad, los centros urbanos y los puertos ofrecen una alta susceptibilidad a que se presenten este tipo de eventos debido a la alta densificación de la industria, de la edificación y de los medios de transporte masivo de carga y población.

## **EFFECTOS DE LOS DESASTRES**

Los efectos que puede causar un desastre varían dependiendo de las características propias de los elementos expuestos y de la naturaleza del evento mismo. El impacto puede causar diferentes tipos de alteraciones. En general pueden considerarse como elementos bajo riesgo la población, el medio ambiente y la estructura física representada por la vivienda, la industria, el comercio y los servicios públicos.

Los efectos pueden clasificarse en pérdidas directas e indirectas. Las pérdidas directas están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños en la infraestructura de servicios públicos, daños en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente, es decir, la alteración física del hábitat.

Las pérdidas indirectas generalmente pueden subdividirse en efectos sociales tales como la interrupción del transporte, de los servicios públicos, de los medios de información y la desfavorable imagen que puede tomar una región con respecto a otras; y en efectos económicos que representan la alteración del comercio y la industria como consecuencia de la baja en la producción, la desmotivación de la inversión y la generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción.

En un amplio número de países en desarrollo, como los países de América Latina, se han presentado desastres en los cuales han muerto miles de personas y se han perdido cientos de millones de dólares en veinte o treinta segundos. Cifras en muchos casos incalculables en eventos cuyos costos directos y obviamente indirectos pueden llegar a un inmenso porcentaje de su Producto Interno Bruto. Debido a la recurrencia de

diferentes tipos de desastres, en varios países del continente, se puede llegar a tener un significativo porcentaje promedio anual de pérdidas por desastres naturales con respecto a su Producto Nacional Bruto. Situación que, como es obvio, se traduce en empobrecimiento de la población y estancamiento, puesto que implica llevar a cabo gastos no previstos que afectan la balanza de pagos y en general el desarrollo económico de los mismos.

Las medidas de prevención contra los efectos de los desastres deben considerarse como parte fundamental de los procesos de desarrollo integral a nivel regional y urbano, con el fin de reducir el nivel de riesgo existente. Dado que eventos de estas características pueden causar grave impacto en el desarrollo de las comunidades expuestas, es necesario enfrentar la ejecución de medidas preventivas versus la recuperación posterior a los desastres, e incorporar los análisis de riesgo a los aspectos sociales y económicos de cada región o país.

## MARCO CONCEPTUAL

El impacto de los desastres en las actividades humanas ha sido un tema tratado en los últimos años en un amplio número de publicaciones desarrolladas por diversas disciplinas que han conceptualizado sus componentes en forma diferente, aunque en la mayoría de los casos de una manera similar. La Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para Casos de Desastre (UNDRO—actualmente Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos Humanitarios—ONU/DAH) en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promovió una reunión de expertos con el fin de proponer una unificación de definiciones que ha sido ampliamente aceptada en los últimos años. Entre otros conceptos, el informe de dicha reunión «Desastres Naturales y Análisis de Vulnerabilidad» incluyó los siguientes:

**Amenaza o peligro (*Hazard - H*)**, definida como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

**Vulnerabilidad (*V*)**, como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.

**Riesgo Específico (*Specific Risk - R<sub>s</sub>*)**, como el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

**Elementos Bajo Riesgo (*E*)**, como la población, las edificaciones y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.

**Riesgo Total (*Total Risk - R<sub>t</sub>*)**, como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un evento desastroso, es decir, el producto del riesgo específico  $R_s$  y los elementos bajo riesgo  $E$ .

En otras palabras la evaluación del riesgo puede llevarse a cabo mediante la siguiente formulación general:

$$R_t = E \cdot R_s = E \cdot (H \cdot V)$$

Considerando la exposición  $E$  implícita en la vulnerabilidad  $V$ , sin que esto modifique la concepción original, podría plantearse que:

Una vez conocida la amenaza o peligro  $A_i$ , entendida como la probabilidad de que se presente un evento con una intensidad mayor o igual a  $i$  durante un período de exposición  $t$ , y conocida la vulnerabilidad  $V_e$ , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto  $e$  a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad  $i$ , el riesgo  $R_{ie}$  puede entenderse como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento  $e$ , como consecuencia de la ocurrencia de un evento con una intensidad mayor o igual a  $i$ ,

$$R_{ie} = (A_i, V_e)$$

es decir, la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales y económicas durante un período de tiempo  $t$  dado.

De una manera más exacta, entonces, pueden distinguirse dos conceptos que en ocasiones han sido equivocadamente considerados como sinónimos pero que son definitivamente diferentes tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo:

- ☐ **La amenaza o peligro**, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y en cierto período de tiempo.
- ☐ **El riesgo**, o daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo.

En términos generales, la «vulnerabilidad» puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas, y por lo tanto su evaluación contribuye

en forma fundamental al conocimiento del riesgo mediante interacciones del elemento susceptible con el ambiente peligroso.

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no sólo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

## AMENAZA Y RIESGO SISMICO

Los sismos consisten en liberaciones súbitas de energía de deformación de la tierra, acumulada durante años en los sitios de la corteza terrestre en los cuales tiene lugar esa deformación. Las causas principales de las deformaciones de la corteza se encuentran en las fuerzas que arrastran a los sectores de los que está compuesta (las llamadas placas tectónicas), y a las que se oponen fuerzas contrarias en las placas adyacentes. Sobre la naturaleza de todas estas fuerzas no hay claridad suficiente aún, pero pueden deberse o bien a las altas temperaturas interiores de la tierra, o a la fuerza de gravedad. Los sismos originados por esta causa tienen generalmente una profundidad media a alta.

Las fuerzas que se desarrollan en las placas tectónicas producen a su vez, agrietamientos dentro de la placa misma, conocidos como fallas geológicas. En ellas pueden manifestarse fuerzas derivadas de la actividad tectónica, que tienden a mover un sector de la falla, generando la reacción contraria en el sector opuesto de la misma, con lo que se origina el proceso de acumulación de energía de deformación. Los sismos causados por fallas activas, en términos generales, tienen poca o media profundidad, y son en consecuencia muy peligrosos.

Las maneras usuales de medición de un sismo son las relativas a su energía, a su ubicación y a su manifestación en la superficie de las ciudades o sitios de interés. La energía del sismo se mide por medio de la Magnitud, ideada por Richter como un número sencillo, que se relaciona con la energía liberada por medio de la fórmula:

$$\log E = 11.8 + 1.5 M$$

La medición de la magnitud, así como la localización del sitio de ocurrencia del fenómeno (hipocentro) se realiza por medio de sismómetros. Como tal, la magnitud no es más que una medida referente al suceso mismo del sismo en el sitio de liberación de la energía. Para sitios alejados del mismo, dicha energía se atenúa debido a las propiedades de amortiguamiento de las rocas por las que transitan las ondas sísmicas. Es por esto que la manifestación sobre las ciudades de interés es más conveniente medirla en términos de los movimientos mismos del suelo. Esta medición, realizada

por medio de acelerómetros, registra generalmente el movimiento del suelo en las tres direcciones del espacio, en términos de su aceleración, ya que en esta información está contenida la referente a la velocidad y a la deformación del suelo.

El movimiento del suelo es, en consecuencia, una función de la magnitud del sismo, su distancia al sitio de ocurrencia de la liberación de energía, y de las propiedades de atenuación de la misma de la provincia geológica. Los estudios de amenaza sísmica buscan establecer, para cada sitio de interés, un sismo de baja probabilidad de ser excedido en un lapso que se considere adecuado como vida media de la edificación o edificaciones a construir, de acuerdo a la información disponible sobre las fuentes sísmicas que afecten a ese sitio.

Además de lo mencionado anteriormente, los siguientes factores pueden influir sobre el impacto del sismo en las ciudades:

- ☞ *La amplificación de las ondas sísmicas por parte de los suelos.* Es este un hecho que recibe actualmente gran atención por parte de los investigadores, debido a que los sismos pueden recibir una amplificación de su energía en grandes valores, debido a las características de los suelos sobre los cuales se apoyan los edificios de las ciudades. Terremotos ocurridos a grandes distancias que prácticamente no son importantes sobre suelos duros o rocosos se amplifican destructivamente cuando encuentran suelos blandos, usualmente de origen lacustre.
- ☞ *Licuación de suelos.* En ciertos casos, especialmente en el de suelos arenosos saturados de gradación uniforme, puede ocurrir el fenómeno de licuación del suelo, que consiste en el hundimiento súbito del mismo por causa del aumento de la presión del agua contenida en el suelo al suceder la vibración sísmica, lo que puede ser catastrófico.
- ☞ *Movimientos en masa.* Los terrenos montañosos pueden sufrir deslizamientos o derrumbes como consecuencia del empuje sísmico de la tierra. En ocasiones los movimientos en masa no ocurren inmediatamente después de que ocurre el sismo sino al cabo de varias horas o días.
- ☞ *Asentamientos del suelo.* Pueden ocurrir en suelos poco consolidados, o apoyados en capas de suelos que hayan sufrido licuación, etc.
- ☞ *Tsunamis o maremotos.* Olas marinas generadas por la actividad sísmica del suelo oceánico. Causan inundaciones en áreas costeras y pueden afectar a otras áreas ubicadas a miles de kilómetros del sitio donde ocurrió el terremoto generador.
- ☞ *Peligros indirectos.* Las fuerzas del sismo pueden causar la falla de presas, lo cual puede agravar los efectos del evento aguas abajo de los embalses; o contaminación por daños en plantas industriales, tales como el escape de gases o sustancias peligrosas, explosiones e incendios.

La mayoría de los daños causados por sismos se deben a los fuertes

movimientos del terreno. Eventos de grandes magnitudes han sido sentidos en áreas del orden de 5 millones de kilómetros cuadrados. Por esta razón, las decisiones de ingeniería se toman normalmente sobre la base de evaluaciones de grandes movimientos, expresados en términos de la máxima aceleración que se espera del movimiento del suelo en cada sitio.

La América Central y la América del Sur, especialmente en sus costas del Océano Pacífico, son zonas de alta sismicidad y amenaza sísmica. Algunos sismos de especial importancia han ocurrido entre Costa Rica y Panamá (8.3 en 1904), la frontera entre Colombia y Ecuador (8.9 en 1906), en el Perú (8.6 en 1942), al norte de Santo Domingo (8.1 en 1946) y en Chile (8.4 en 1960). En general, todos los países de América Latina tienen algún grado de amenaza sísmica, dado que en sus diferentes provincias se han presentado terremotos que aunque no son recordados como eventos de gran magnitud sí han causado grandes catástrofes y daños frecuentemente. Aproximadamente 100.000 habitantes de esta región han muerto como consecuencia de los terremotos durante el presente siglo, 50.000 como consecuencia de erupciones volcánicas y la cifra de heridos supera ampliamente a la de muertos.

Los hospitales y en general las instalaciones de la salud son elementos expuestos que pueden sufrir graves daños como consecuencia de la ocurrencia de sismos intensos. En otras palabras, el riesgo sísmico de las instalaciones de la salud puede llegar a ser muy alto, razón por la cual es necesario construir las nuevas edificaciones con requisitos sismo-resistentes adecuados de acuerdo con la amenaza sísmica de cada zona y también es necesario evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones existentes, con el fin de identificar sus debilidades y diseñar y construir las intervenciones físicas o reestructuraciones que sean necesarias.

El cuadro 1 presenta una lista de algunos hospitales que han tenido fallas muy graves o colapso estructural como consecuencia de sismos.

<b>HOSPITAL</b>	<b>PAIS</b>	<b>SISMO</b>
Hospital de Kern	EEUU	Kern County, 1952
Hospital Traumatológico	Chile	Chile, 1960
Hospital de Valdivia	Chile	Chile, 1960
Hospital Elmendorf	EEUU	Alaska, 1964
Hospital Santa Cruz	EEUU	San Fernando, 1971
Hospital Olive View	EEUU	San Fernando, 1971
Hospital Veterans Administ.	EEUU	San Fernando, 1971
Seguro Social	Nicaragua	Managua, 1972
Hospital Escalante Padilla	Costa Rica	San Isidro, 1983
Hospital Juárez	México	México, 1985
Centro Médico	México	México, 1985
Hospital Bloom	El Salvador	San Salvador, 1986
Hospital San Rafael	Costa Rica	Piedras Negras, 1990

AMERICAS

**CUADRO 1. ALGUNOS HOSPITALES AFECTADOS POR TERREMOTOS EN LA REGION DE LAS**