

Capítulo 2 ANÁLISIS DE AMENAZAS

En este análisis¹³ se escogieron seis tipos de amenazas, en función de su recurrencia en el Ecuador y de sus potenciales consecuencias negativas: las amenazas geofísicas (sismos, maremotos, erupciones volcánicas) y las amenazas climáticas y morfoclimáticas (inundaciones, movimientos en masa, sequías).

2.1. SISMOS (TERREMOTOS) Y TSUNAMIS

Si se compara el impacto de los desastres en la historia del Ecuador, entre los eventos de origen natural son los terremotos los que han tenido las consecuencias más graves, sobre todo en lo que se refiere al número de víctimas.

Lo ocurrido

El **mapa 1** muestra los sectores que han sido gravemente afectados por terremotos de intensidad superior a VIII¹⁴ desde 1541 hasta 1998 en el Ecuador. Fue realizado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional a partir de una cronología establecida con base en crónicas históricas. De manera general se observa que los eventos telúricos mayores ocurrieron en la región andina, desde la provincia de Chimborazo al sur hasta la provincia del Carchi al norte. Dos sismos con una intensidad estimada en XI azotaron el país durante los últimos 4 siglos. El primero se produjo en el año 1797 afectando en particular a las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi. Según los textos, la ciudad de Riobamba y muchos pueblos cercanos fueron enteramente destruidos. Este evento es considerado como el más destructivo y uno de los de mayor magnitud en toda la historia ecuatoriana. Provocó numerosos efectos secundarios tales como deslizamientos devastadores, la apertura de un sinnúmero de grietas, la represa de varios ríos, hundimientos y levantamientos de tierra, etc. Según las fuentes consultadas, el número de fallecidos oscila entre 13.000 y 31.000. Como es obvio suponer, este terremoto tuvo un impacto social y económico incalculable y perturbó notablemente la administración del gobierno de la Real Audiencia de Quito. El segundo terremoto (1834), cuya intensidad se estima en XI, tuvo su epicentro en el sur de Colombia. En el Ecuador las consecuencias fueron graves pero menores a las del evento de 1797. Los efectos fueron severos en la provincia del Carchi y se lo

sintió hasta Ibarra. Posteriormente, 3 eventos de intensidad X fueron sentidos en el Ecuador. En 1698 se registraron alrededor de 8.000 víctimas en total. Los impactos fueron tan devastadores que las autoridades de la Real Audiencia decidieron trasladar las ciudades de Ambato, Latacunga y Riobamba. En 1868 acaeció en la provincia de Imbabura un gran terremoto que destruyó las ciudades de Ibarra, Cotacachi y Otavalo, entre otras. Finalmente el sismo de 1949, el último de intensidad X, afectó a las provincias de Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo. La ciudad de Pelileo fue totalmente destruida, Ambato quedó en escombros (destruida en un 75%). Se registraron más o menos 6.000 muertos y 100.000 personas se quedaron sin hogar. Se destruyeron parcial o totalmente alrededor de 400 kilómetros de carretera (cuadro 4).

Como lo indica el mapa, otros eventos de menor intensidad causaron también estragos significativos en el país. Entre los más recientes, se pueden citar los terremotos de marzo de 1987 y de agosto de 1998. El primero (cuadro 5) tuvo su epicentro en la región del volcán El Reventador, en las faldas orientales de los Andes al noreste del Ecuador (magnitudes 6.1 y 6.9). Los daños fueron considerables pues los movimientos en masa asociados al sismo provocaron la ruptura del oleoducto transecuatoriano que transporta el petróleo desde Lago Agrio, primera zona de producción ecuatoriana, hasta el puerto de Esmeraldas donde se encuentra la refinería. Este evento redujo en un 60% los ingresos provenientes de las exportaciones nacionales¹⁵. También la vía Quito-Baeza fue interrumpida durante varias semanas. El último terremoto de mayor gravedad en el país ocurrió el 4 de agosto de 1998 en la provincia de Manabí, en particular en la ciudad de Bahía de Caráquez, donde se registraron numerosos daños en las construcciones (150 casas destruidas y 250 dañadas) —cuadro 6—.

¹³ Retomado de Demoraes, F., D'Ercole, R. (2001) – *Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador*, informe de investigación, COOPI/OXFAM, agosto del 2001, 60 p.

¹⁴ En la escala de Mercalli modificada, que mide los impactos, el grado de daños, los efectos sentidos durante un terremoto. No se debe confundir con la escala de Richter que mide la magnitud de un sismo, es decir la energía liberada.

¹⁵ Hall, M. (coordinador), 2000, *Los terremotos del Ecuador del 5 de Marzo de 1987, Deslizamientos y sus efectos socioeconómicos*, Estudios de Geografía, Vol. 9, 146 p.

En el transcurso de la historia, varios terremotos han inducido maremotos o tsunamis en la franja litoral del Ecuador. De hecho, las sacudidas provocadas por un sismo pueden generar grandes olas en el mar con efectos devastadores en las orillas (cuadro 7). Fue el caso por ejemplo en 1906. La intensidad de este terremoto fue estimada en IX en la escala de Mercalli y el evento provocó un maremoto que inundó la franja litoral de la provincia de Esmeraldas dejando decenas de muertos y cuantiosos daños materiales (ya sea por las inundaciones o por los sacudimientos). En 1958, otro maremoto asociado a un terremoto de intensidad VIII afectó nuevamente a la provincia de Esmeraldas (cuadro 8).

En resumen, la zona central de la Sierra (Ambato, Riobamba), la Sierra norte y las zonas costeras de las provincias de Esmeraldas y Manabí son las que mayores pérdidas han sufrido por terremotos durante los últimos 4 siglos en el Ecuador.

Quito y Guayaquil durante sismos pasados

Las dos principales ciudades del Ecuador, Guayaquil y Quito (con 2 y 1,8 millones de habitantes respectivamente) han soportado varios terremotos que han causado muchas víctimas, daños materiales e impactos graves en la economía. Desde 1587 al menos 5 eventos mayores y una veintena de menor intensidad han afectado a la capital. En el caso de Guayaquil, en 1942 se registró un sismo (con epicentro en Manabí) que dañó las edificaciones y causó algunos muertos.

Las experiencias de los terremotos del 5 de agosto de 1949 en Pelileo, del 5 de marzo de 1987 en el Oriente y del 4 de agosto de 1998 en Bahía de Caráquez, resumidas en los cuadros 4 a 8, presentan algunas indicaciones del tipo de daños que pueden causar los sismos en el país. Del mismo modo, los dos últimos cuadros refieren los efectos de los maremotos, en particular del ocurrido en Esmeraldas en 1958.

Cuadro 4
Terremoto del 5 de agosto 1949:
Estragos en Pelileo según el Observatorio Astronómico de Quito

«La tragedia de Pelileo sale de todo límite de descripción. Con el primer temblor de las 2 de la tarde, se cayeron las tejas de los techos; en el segundo que fue de violenta trepidación y que se produjo a las 14:08, se desplomaron todos los edificios, se abrieron grietas, algunas tan anchas que allí desaparecieron hombres y animales; se fueron abajo gruesos mantos del suelo, de montes y colinas, arrastrando en su caída, árboles y casas; se desgajó violentamente la prolongación del terreno en declive que va de Pelileo hacia el Este y que estuvo ocupado por el caserío de los indios Chacauros y haciendo un giro hacia el norte, vino la masa desprendida con un volumen de tierra que pasa de los 5.000.000 de metros cúbicos, a cubrir el cauce del río Patate, en una longitud no menor de 500 metros, lo cual obligó a éste a cambiar de cauce.

El segundo movimiento fue trepidatorio de abajo hacia arriba y tan violento que en el primer instante del sacudimiento hizo hundirse a los muros y paredes de las casas, cuyos techos, desprovistos ya de tejas, quedan cubriendo los escombros. En la primera visita hecha a Pelileo por el P. Semanate, el Sr. Eduardo Mena del Observatorio Astronómico y más personas interesadas, que visitaron el día 7 de agosto, les fue difícil localizar los sitios que fueron calles y plazas, ya que su destrucción fue total hasta poder decir sin exageración que no quedó en esa población, piedra sobre piedra...»

Fuente: Kolberg, Martínez, Whympfer, Wolf, Iturralde y otros (2000) – *Historia de los terremotos y las erupciones volcánicas en el Ecuador, Siglos XVI-XX, Crónicas y relaciones*, Talleres de Estudios Andinos, Fundación Felipe Guamán Poma, Quito, 202 p.

Cuadro 5
Consecuencias económicas y sociales del terremoto del 5 de marzo de 1987
en el Oriente y a nivel local

«...Virtualmente todas las pérdidas de vida asociadas con el evento ocurrieron en la provincia de Napo. La estimación más común del número de muertos relacionados con los sismos es de alrededor de 1.000. Quienes perdieron sus vidas fueron sorprendidos por los deslizamientos o fueron arrastrados por los ríos repletos de flujos de escombros de suelos saturados, restos de rocas y vegetación de los empinados flancos volcánicos. Estas víctimas fueron generalmente residentes de plantaciones o pequeños asentamientos localizados en las colinas o en las planicies de inundación ubicadas entre Baeza y Lumbaquí... El número estimado de colonos fallecidos o perdidos a causa del sismo varía considerablemente debido a que no existían datos confiables acerca de las personas que estuvieron viviendo en el área afectada por los deslizamientos, ya que se asume que muchos cuerpos no pudieron ser recuperados de los ríos...»

Aquellos que afortunadamente no fueron alcanzados por los deslizamientos y flujos de escombros quedaron aislados... La mayoría de quienes estuvieron aislados fue evacuada por helicópteros uno o dos días después de los sismos... Se estimó que fueron evacuadas entre 4.000 y 5.000 personas.

En el área más duramente afectada por los deslizamientos se perdió gran cantidad de vegetación de los flancos de las montañas, dejando el área aún más vulnerable a futuros deslizamientos. Las plantaciones, tierras de pastoreo y otras facilidades agrícolas y ganaderas también fueron destruidas por los deslizamientos, flujos de escombros e inundaciones...

Los sedimentos en los ríos provenientes de los deslizamientos y flujos de escombros causaron considerable daño a la pesca hasta grandes distancias aguas abajo. Además alrededor de 100.000 barriles de petróleo se derramaron en el río cuando se rompió el oleoducto... La destrucción de la población de peces sin duda tuvo consecuencias negativas especialmente para los grupos indígenas comprometidos con la pesca de subsistencia. Existieron también reportes de que los sedimentos y otros tipos de contaminación en los ríos causaron problemas de salud de corto plazo e hicieron inutilizable el agua hasta que los ríos se aclararon...

En algunos pequeños pueblos al Sur del área más afectada por los deslizamientos, varias residencias fueron dañadas por las vibraciones del terreno. En particular, casas edificadas con bloques de concreto sufrieron daños más severos, puesto que la mayoría de ellas habían sido deficientemente construidas. En gran cantidad, estas casas fueron de personas que habían progresado suficientemente para cambiar sus tradicionales casas de madera...»

Fuente: Bolton, P.A. (2000) – Consecuencias económicas y sociales a nivel local, en Hall, M. (coordinador), *Los terremotos del Ecuador del 5 de marzo de 1987*, Estudios de Geografía, Vol. 9, Corporación Editora Nacional, Quito, p. 91-110.

Cuadro 6

Afectación general por el sismo en Bahía de Caráquez, Manabí, en 1998

Dos sismos se produjeron el 4 de Agosto de 1998 en la provincia de Manabí, el primero registrando 5.4 en la escala de Richter y el segundo alcanzando 7.1. Ambos tuvieron su epicentro a 10 km de Bahía de Caráquez. Los cantones de Bahía, Sucre, Portoviejo, Chone, Rocafuerte, Crucita, Canoa y San Vicente fueron afectados.

En Bahía de Caráquez, donde se produjeron los principales daños, la afectación del sismo en términos de acceso a agua potable fue mínima por la poca cobertura del sistema de agua potable. Los pozos suministraron el agua necesaria. Sin embargo, en los cantones de Bahía, San Vicente y Canoa se suministró agua por la vía de tanqueros.

La infraestructura habitacional, hospitalaria, educacional y bancaria sufrieron la mayor parte del impacto del sismo, así como también la red telefónica, la infraestructura vial y la energía eléctrica.

Fuente: Defensa Civil, en <http://www.defensacivil.gov.ec>

Cuadro 7

Efectos de los maremotos (o tsunamis) en la vida y los bienes

«Un maremoto es una ola o una serie de olas gigantes producidas por una gran perturbación en el fondo del océano. Los maremotos se producen cuando un movimiento brusco en el fondo del océano o el lecho del mar desplaza una gran masa de agua, generalmente resultado de un terremoto submarino, pero ocasionalmente resultado del colapso de un cráter de un volcán cerca o bajo el nivel del mar, o un deslizamiento de las laderas de un volcán. El movimiento del agua se propaga en todas direcciones en forma de una onda que se desplaza con una velocidad proporcional a la raíz cuadrada de la profundidad del agua; en mar profundo puede alcanzar 1.000 km/hora. En mar abierto el movimiento es imperceptible, pero una vez que la onda alcanza aguas poco profundas cercanas a la costa su velocidad disminuye y forma un frente que puede tener hasta 30 metros de altura. Los maremotos consisten algunas veces en sólo una ola, pero más a menudo en varias olas (hasta 10) que llegan a intervalos de 20 a 30 minutos.

Fácilmente se puede imaginar que una pared turbulenta de agua de hasta 30 metros de alto, que avanza hacia la costa a 100 km/hora o más, tiene efectos devastadores que son agravados con el reflujos de la misma. Sólo los edificios y estructuras más fuertes quedan en pie, y las probabilidades de supervivencia para cualquier ser viviente que se encuentre a la intemperie durante un maremoto son realmente muy pocas.»

Fuente: UNDRR, UNESCO (1987) – *Manejo de emergencias volcánicas*, Naciones Unidas, Nueva York, p. 13-14.

Cuadro 8
Maremoto de Esmeraldas del 19 de enero de 1958
según el Observatorio Astronómico de Quito

«El día domingo 19 de enero, a las 09h 07m 23 s. se sintió un sismo que fue seguido por otro, pocos minutos después..., casi de igual intensidad y carácter destructor que el primero. Esmeraldas sufrió los mayores estragos, pues hubieron (sic*) algunas víctimas, heridos y daños materiales, ya que era el lugar más cercano al epicentro que se le localizó en el mar cuyas olas alborotadas causaron la muerte de unas cuatro o cinco personas.»

Fuente: Kolberg, Martínez, Whympier, Wolf, Iturralde y otros (2000) – *Historia de los terremotos y las erupciones volcánicas en el Ecuador, Siglos XVI-XX, Crónicas y relaciones*, Talleres de Estudios Andinos, Fundación Felipe Guamán Poma, Quito, 202 p.

Lo potencial

El **mapa 2** muestra la amenaza sísmica y la de tsunami en el Ecuador. Fue elaborado a partir del mapa de las zonas sísmicas del Ecuador, que se encuentra en el Código Ecuatoriano de Construcción (CEC, 2000) y que sirve de referencia para las edificaciones en el país. La zonificación fue realizada con base en la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. Este factor varía de 0.15 (zona I de menor peligro) a 0.40 (zona IV de mayor peligro). Toda la franja occidental costera del país y toda la Sierra norte (desde Tulcán hasta Riobamba, incluyendo Quito) ha sido clasificada como zona IV. Las ciudades de San Lorenzo, Santo

Domingo, Babahoyo y Guayaquil pertenecen a una franja de 150 km de ancho (que se extiende desde la zona subandina occidental hasta la zona litoral) donde el peligro es relativamente alto (zona III). En fin, a medida que se avanza hacia al Oriente, el peligro disminuye.

A partir de este mapa y de una metodología expuesta en el anexo I, se elaboraron los **mapas 3** y **4** que representan los niveles de amenaza sísmica y de tsunami por cantón respectivamente.

Situación de Quito y Guayaquil frente a la amenaza sísmica

Ambas metrópolis se ubican en regiones donde el peligro sísmico es elevado (zonas III y IV).