

## CAPITULO IV: AMENAZAS, LA CONTRAPARTE NATURAL

Cuando analizamos las lluvias de Centro América nos damos cuenta que la región experimenta dos estaciones: una seca y una lluviosa. Por lo general, la época seca empieza en noviembre y termina en abril. La época lluviosa se inicia en mayo y termina en octubre, Sabemos que todos los años se dan estas estaciones. Podemos afirmar que conocemos bastante bien el patrón y el período de retorno de esta amenaza llamada lluvia.

En cambio, cuando hablamos de huracanes, la amenaza no la conocemos tan bien. Sabemos que en el Caribe se generan de 12 a 14 huracanes en promedio cada año, desde junio hasta octubre. Sin embargo no sabemos con certeza cuantos azotarán a Nicaragua u Honduras en un año, una década o un siglo!

Una conclusión de los párrafos anteriores es que algunas amenazas tienen un período de retorno conocido, años, décadas, siglos. Por el contrario, otras amenazas no tienen períodos de retorno establecidos. Las lluvias de la época lluviosa tienen un período de retorno anual. En cambio, las erupciones volcánicas pueden ser frecuentes, pero no se les puede asignar un período de retorno específico.

El concepto de período de retorno asociado a un fenómeno natural es de suma utilidad porque las entidades de protección civil pueden utilizarlo para prepararse en mejor forma para afrontar dicha amenaza. Las inundaciones son un caso ejemplar dado que se presentan en forma anual. La presencia de un período de retorno permite a las autoridades y al personal de protección civil iniciar actividades para reducir el impacto de la inundación, en particular la pérdida de vidas humanas.

Mapa V-1: trayectoria errática del huracán Mitch en 1,998. Como huracán, no nació en África, sino en el Caribe. Posteriormente se trasladó de la costa de Honduras a las costas de El Salvador, viajó por el litoral pacífico de El Salvador, Guatemala y México, atravesó el estrecho de Tehuantepec en ruta hacia el golfo de México.

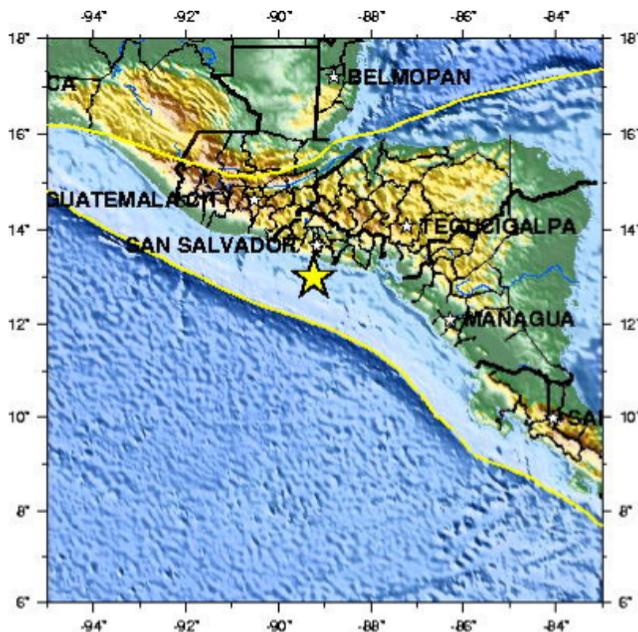


Los huracanes en el Caribe tienen un período de retorno anual. Las trayectorias que siguen los huracanes están regidas por la rotación de la tierra y los sistemas de vientos, los sistemas de altas y bajas presiones presentes en sus trayectorias y otros factores como los frentes fríos. Sin embargo, en la actualidad no contamos con modelos meteorológicos que nos permitan predecir

con certeza su trayectoria antes de su ingreso al caribe desde el Atlántico. La trayectoria tan desviada y rara del huracán Mitch es una muestra de lo complejo que son estos sistemas, que los hacen caóticos e impredecibles para Centro América, pese a que se dan todos los años. La figura 5.1 muestra un bosquejo de un segmento de la trayectoria de dicho huracán.

En el caso de terremotos la situación es igualmente compleja. Guatemala ha sido devastada por fuertes terremotos en 1,773, 1,917-18 y 1,976. Podemos decir que casi cada medio siglo hay un enorme terremoto de Guatemala, con magnitud arriba de 7.5 en la escala Richter. En forma similar, El Salvador experimentó dos terremotos devastadores en un período de 15 años, en 1986 y muy recientemente en el 2,001. Sin embargo, la sismología es incapaz por ahora de asegurar que temblará en el año 2020. En el caso de los terremotos se ha avanzado mucho: se conocen las fallas activas y se cuenta con un registro temporal de datos. Pero, como sucede con los huracanes, los sistemas son tan complejos que no podemos pronosticar si habrá uno en esta década o no que se parezca al de 1,976 de Guatemala. El caso de El Salvador es ilustrativo en este sentido, ya que nadie se esperaba los terremotos del 2,001 en El Salvador tan poco tiempo después del terremoto de 1986.

Ante esta incertidumbre se ha acudido a la estadística para tratar de modelar estos complejos sistemas dinámicos. En la actualidad se hacen modelos estadísticos que relacionan el período de retorno de eventos y sus distintas magnitudes. Usando como fuente las magnitudes y periodos de retornos de distintos eventos históricos, se usan funciones estadísticas de distribución exponenciales para calcular períodos de retorno de eventos similares a los eventos de mayor magnitud.



Mapa V-2: Placas tectónicas presentes en América Central. La Placa de Norteamérica se encuentra al norte de Honduras y Guatemala. La placa de Cocos abarca prácticamente todo el territorio al sur de América Central y parte de México, mar adentro. La placa del Caribe abarca un segmento de México, Guatemala, y todo el resto de Centro América. Las líneas amarillas marcan las intersecciones entre dichas placas. Finalmente, la estrella roja marca el epicentro del reciente terremoto del 13 de enero de El Salvador.

Los terremotos y los huracanes nos permiten hacer las siguientes reflexiones: como fenómenos de la naturaleza, estos eventos son de una magnitud tan enorme, que nos es imposible controlarlos y, por lo tanto, evitar que se manifiesten. De ahí que por ahora tratemos de encontrar

señales que nos indiquen los parámetros necesarios para responder: *¿cuándo se manifestará el evento y cual será su magnitud? o sea pronosticar los eventos!*

En este contexto definimos que un pronostico para un evento debe contemplar la ubicación geográfica del evento con un cierto margen de error a ser definido mediante el modelo utilizado y la ubicación temporal con un cierto intervalo de tiempo, también definido en base al modelo. Un ejemplo de pronostico será:

<i>Fenómeno:</i>	<b>Terremoto</b>
<i>Epicentro probable:</i>	<i>falla del Motagua, con un epicentro probable situado en un radio de 50 kilómetros alrededor de la ciudad Los Amates.</i>
<i>Intensidad probable:</i>	<i>7.5 mas o menos 0.5 escala de Richter;</i>
<i>Período temporal:</i>	<i>entre octubre 2020 y enero 2021.</i>

Para el caso de huracanes debemos definir su trayectoria en forma similar con cierto margen de error en ubicación geográfica y tiempo de arribo para sitios particulares. Una vez definida la ubicación geográfica espacial y temporal de la amenaza con sus márgenes de error se procede a hacer mapas de iso-intensidades. Para el caso de terremotos, se presentaría de la siguiente manera:



Mapa V-3: Mapa hipotético de iso-intensidades para un terremoto en la falla del Motagua en Guatemala, con epicentro en Los Amates. El epicentro se indica con un punto rojo. La zona verde incluye zonas donde se esperan intensidades por encima de grado VII y la zona azul representa a la zona para la cual se pueden esperar intensidades por encima de grado V.

Con esta información y otras sobre aceleraciones del suelo, así como estudios de respuesta de sitio, se puede proceder a crear códigos de construcción y mapas de zonificación urbana y rural, que sirven para ordenar territorialmente el desarrollo urbano y rural de las comunidades, tomando en cuenta la naturaleza de la amenaza.

Para el caso de inundaciones causadas por desbordamientos de ríos se puede seguir un procedimiento similar. Con información sobre la magnitud de la lluvia en la cuenca se puede estimar que regiones se inundarán en las planicies río abajo.

Foto # 5.1: Texcuaco, en el Departamento de Escuintla, Guatemala, una población que se inunda año con año. Las gradas en la ceiba indican los niveles de inundación.



Esta información servirá para la generación de mapas de zonificación que servirán para orientar a los pobladores sobre el uso potencial de suelos para viviendas y cultivos y para representar las posibles zonas inundables.

Para entender mejor la amenaza consideremos el caso de una población construida a la orilla de un río. Conforme aumentan las lluvias, el nivel del río aumenta gradualmente en relación a la cantidad de precipitación acumulada en la cuenca alta del río.

Al aumentar el nivel del río las viviendas y calles que se encuentran en el nivel más bajo con respecto al río empiezan a inundarse. Este primer conjunto de viviendas y calles se encuentran en un alto nivel de amenaza. Si la inundación aumenta, un segundo grupo de casas y calles será inundado conforme se desbordan las aguas del río.

Figura 5.2: Un pueblo a la orilla de un río puede ser inundado durante los desbordamientos. El segmento amarillo representa el área que se inunda inicialmente. El área naranja representa el siguiente área a inundarse.



Así sucesivamente, más y más casas serán inundadas conforme aumente el nivel del río durante su desbordamiento. En la figura 5.2 el área amarilla representa el área de mayor amenaza, debido a que es fácil que el río llegue a ese nivel durante un desbordamiento. El área naranja representa un área de menor amenaza, dado que está a mayor altura con respecto al nivel del río y por lo tanto, es más remoto que se inunde. En esta forma se puede crear un mapa de la amenaza que representa la amenaza inundación por desbordamiento. Simplemente se hace un levantamiento topográfico de nivel de calles y puntos de interés con respecto al río y se definen niveles de amenaza en relación a la altura vertical con respecto al río.

En la fotografía 5.1 se observa como las viviendas del lado izquierdo se encuentran en una zona de amenaza. Las viviendas están construidas en una zona de baja altura con respecto al río. El edificio a la derecha es la iglesia y se usa como refugio durante inundaciones dado que cuando se construyó, se elevó el nivel del piso artificialmente. Con este procedimiento se redujo la vulnerabilidad de la iglesia.

Una vez caracterizada en forma adecuada la amenaza mediante estudios de su comportamiento (intensidades, períodos de retorno, cobertura geográfica), se procede a la creación de mapas de amenaza, en los cuales se representa la amenaza en forma de polígonos de iso-intensidad. Esto permite a las autoridades y al personal de las entidades de defensa o protección civil determinar los impactos de los desastres. En forma similar permite a las autoridades municipales generar esquemas de uso territorial y uso de suelos en base a las amenazas presentes.

Aunque la generación de mapas de amenaza ha sido una tarea compleja, el uso de cartografía digital ha facilitado la tarea de representar las amenazas y sus intensidades sobre la cartografía ya existente.