

alto polimorfismo de la vulnerabilidad en América Central. De allí que Costa Rica se constituye en la mejor opción para un estudio de caso, que permita sondear las posibilidades analíticas de una base de datos como DesInventar a nivel regional.

A efectos de ser sistemáticos en el análisis de los datos que contiene DesInventar para Costa Rica, podemos dividir el proceso en dos grandes secciones: el análisis de las amenazas representadas por categorías de eventos, y el análisis de los daños mismos.

### **(1) El análisis de las categorías de eventos o factores detonantes**

El tipo de análisis por categorías de eventos marca una de las diferencias analíticas sustanciales que nos permite el diseño de DesInventar. Dado que cada registro en DesInventar tiene asociado algún nivel de daño, cuando analizamos los patrones de ocurrencia de los factores detonantes o categorías de eventos (inundación, deslizamiento, etc.), son frecuencias también asociadas a daño, no simplemente ocurrencias de eventos físicos que entrañan un cierto peligro. Esto implica una diferencia considerable con el estudio de la mera ocurrencia de eventos peligrosos, que bien puede incluir ciertos parámetros de magnitud o intensidad previamente establecidos, pero que no implican necesariamente un daño. Por ejemplo, los sismógrafos de las redes sismológicas de Costa Rica registran innumerables temblores a lo largo del año, aunque la mayoría de ellos no producen daños. Aún cuando un temblor supere una magnitud dada, no implica que tenga un daño asociado, pues su intensidad estará en función de la vulnerabilidad diferencial de la zona donde se manifieste.

El análisis de DesInventar incluye las siguientes categorías de eventos o factores detonantes de desastres: accidente; alud; aluvión; avenida; biológico; contaminación; deslizamiento; falla; epidemia; erupción; escape; estructura; explosión; forestal; granizada; helada; huracán; incendio; inundación; litoral; lluvias; marejada; nevada; ola de calor; pánico; plaga; sismo; sedimentación; sequía; tempestad; tormenta eléctrica; tsunami; y vendaval. El cuadro 6 muestra cuales categorías están representadas en la base de Costa Rica para el período de estudio.

Dado que el enfoque de la presente investigación está centrado en las amenazas naturales, las categorías de eventos que se analizarán son: inundaciones; deslizamientos; sismos; vendaval; forestal; lluvias; avenida; erupción; sequía; marejada; ola de calor; tempestad y granizada. La categoría de “incendios” en DesInventar solo se refiere a aquellos incendios urbanos, industriales o rurales, por lo que, a pesar de su alta ocurrencia, no están dentro del grupo de amenazas naturales; los incendios forestales, que sí son parte de este estudio, están cubiertos en la categoría “forestal”, que de aquí en adelante denominaremos “incendios forestales”. Teniendo en cuenta que las definiciones para los eventos utilizadas en DesInventar han sido realizadas con el objetivo de cubrir las distintas acepciones populares utilizadas por la gente, encontramos algunos eventos que no están rigurosamente definidos. En particular, las definiciones de avenida, inundación y lluvias se prestan a confusiones. Por “avenida” DesInventar entiende un flujo violento de agua en una cuenca, a veces registrado como creciente súbita y rápida, o como torrente. En la categoría “lluvias” se registran los daños producidos por precipitaciones pluviales, que pueden ser puntuales, persistentes o torrenciales. Las “inundaciones” son definidas como desbordamientos o

subidas de aguas, generalmente lentas, que superan la sección del cauce de los ríos. En los tres casos el agua es el agente del daño, y el incremento en sus niveles (ya sea rápido o lento) está directamente relacionado con sus efectos destructivos. De allí que, a efectos del análisis de los daños asociados a fenómenos naturales peligrosos, es más práctico agrupar a las tres categorías bajo el término de inundaciones.

### **Cuadro 6**

#### **Categorías de Eventos en DesInventar Costa Rica (Período 1980-98)**

EVENTO	Nº de Registros	EVENTO	Nº de Registros	EVENTO	Nº de Registros
Incendios	851	Explosión	55	Sequía	11
Inundaciones	708	Escape	43	Marejada	6
Deslizamientos	247	Forestal	43	Ola de calor	6
Epidemias	165	Lluvias	24	Contaminación	6
Sismo	143	Accidente	24	Tempestad	3
Vendaval	135	Avenida	19	Pánico	1
Plaga	68	Erupción	16	Granizada	1

Si incorporamos el análisis de las amenazas desarrollado en el Capítulo II, donde identificamos amenazas relacionadas con el marco geotectónico y con el marco climatológico y orográfico (sumados a los incendios, que fueron analizados por separado) podemos agrupar convenientemente las categorías de eventos presentes en la base de datos para Costa Rica, y relevantes para esta investigación, en tres grandes grupos:

- Eventos asociados al marco geotectónico: terremotos y erupciones volcánicas;
- Eventos asociados al marco climatológico y orográfico: inundaciones, deslizamientos, marejadas, tempestad, ola de calor, sequía y granizada
- Eventos naturales-antrópicos: incendios forestales

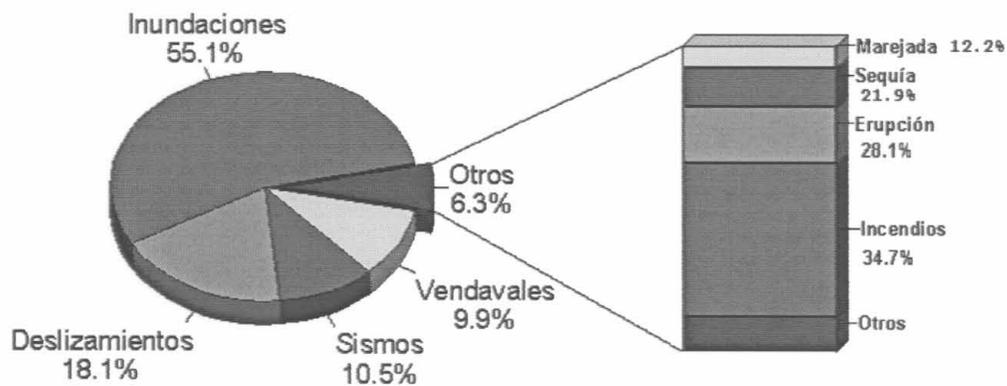
#### **Análisis por ocurrencia y por frecuencia de eventos**

Podemos establecer dos tipos principales de comparaciones a partir de las cifras de registros. El primero es en base a la frecuencia acumulada total de registros para cada categoría de eventos, que de aquí en adelante llamaremos ocurrencia. El segundo tipo es el patrón de periodicidad anual de los registros, distinguiendo aquellos eventos con registros regulares a lo largo de las dos

décadas de estudio, a diferencia de aquellos con un patrón más aleatorio. Este segundo análisis se llamará patrón de frecuencia anual.

La primer lectura sobre la ocurrencia surge de la Fig. 11, donde distinguimos algunas categorías de eventos con una alta ocurrencia: las inundaciones, los deslizamientos, los sismos y los vendavales suman más de un 90% del total de registros de amenazas naturales. Las inundaciones son las que presentan la mayor ocurrencia, con un 55.1% del total correspondiente a la categoría de amenazas naturales, en consecuencia

Fig 10. Amenazas Naturales (porcentajes por total de registros)  
Panamá, Costa Rica, El Salvador y Guatemala. 1980 - 1998



El análisis de la cobertura temporal de los registros nos permite identificar distintos patrones frecuencia anual (Figuras 11 y 12).

Fig. 11. Distribución temporal de Eventos de alta ocurrencia  
Panamá, Costa Rica, El Salvador y Guatemala. 1980-1998

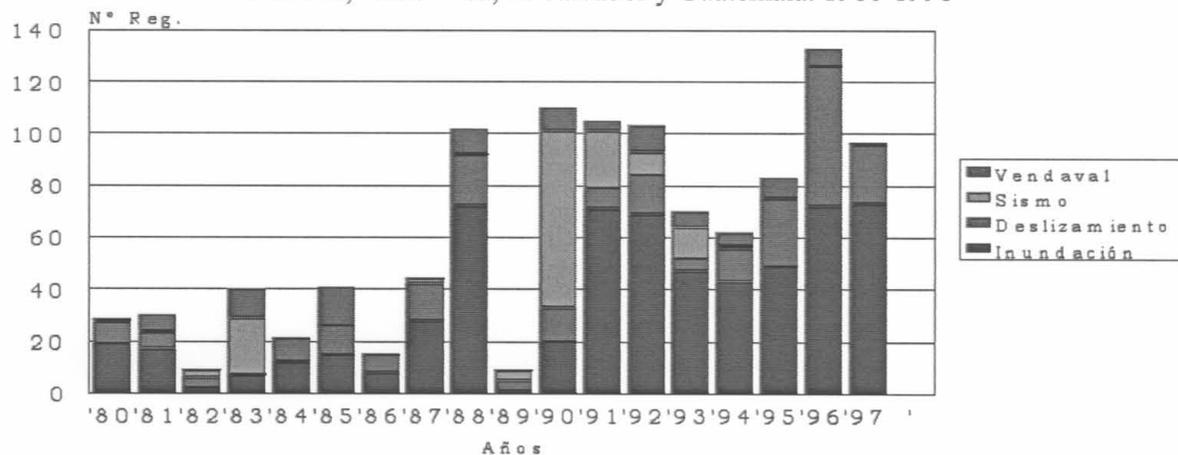
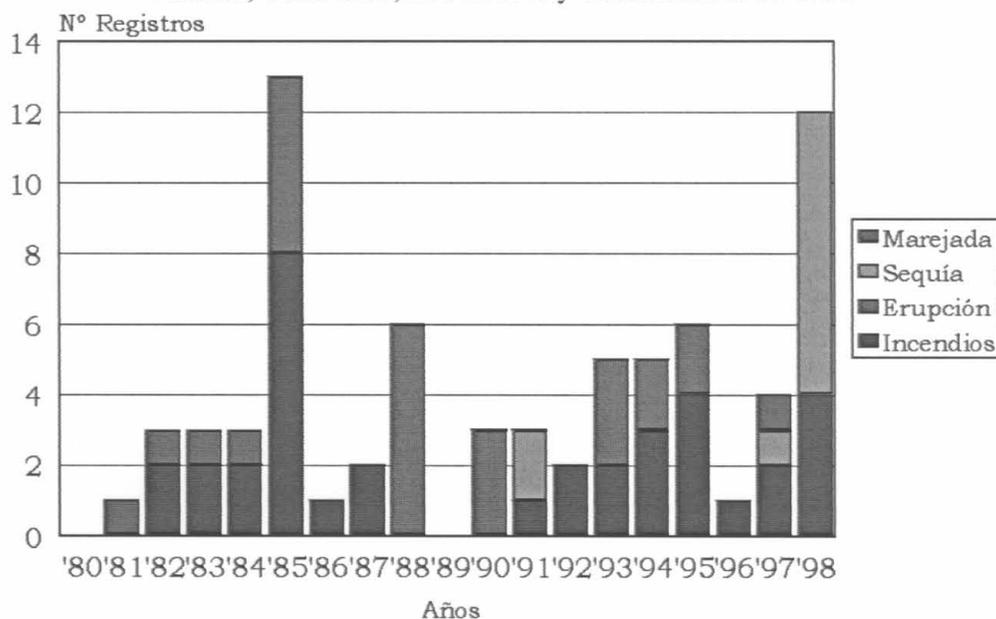


Fig. 12. Distribución temporal de eventos de baja ocurrencia.  
Panamá, Costa Rica, El Salvador y Guatemala. 1980-1998



Las inundaciones muestran registros para todos los años incluidos en el estudio. Los deslizamientos, con niveles de ocurrencia menores que las inundaciones, también muestran un patrón regular en el tiempo, con registros para todos los años (excepto 1983). En el caso de los sismos, no existen los mismos niveles de uniformidad en el tiempo que presentan las inundaciones y los deslizamientos. Los vendavales, que tienen un nivel de ocurrencia menor a las tres categorías anteriores, también presentan cierta regularidad en sus patrones de frecuencia anuales.

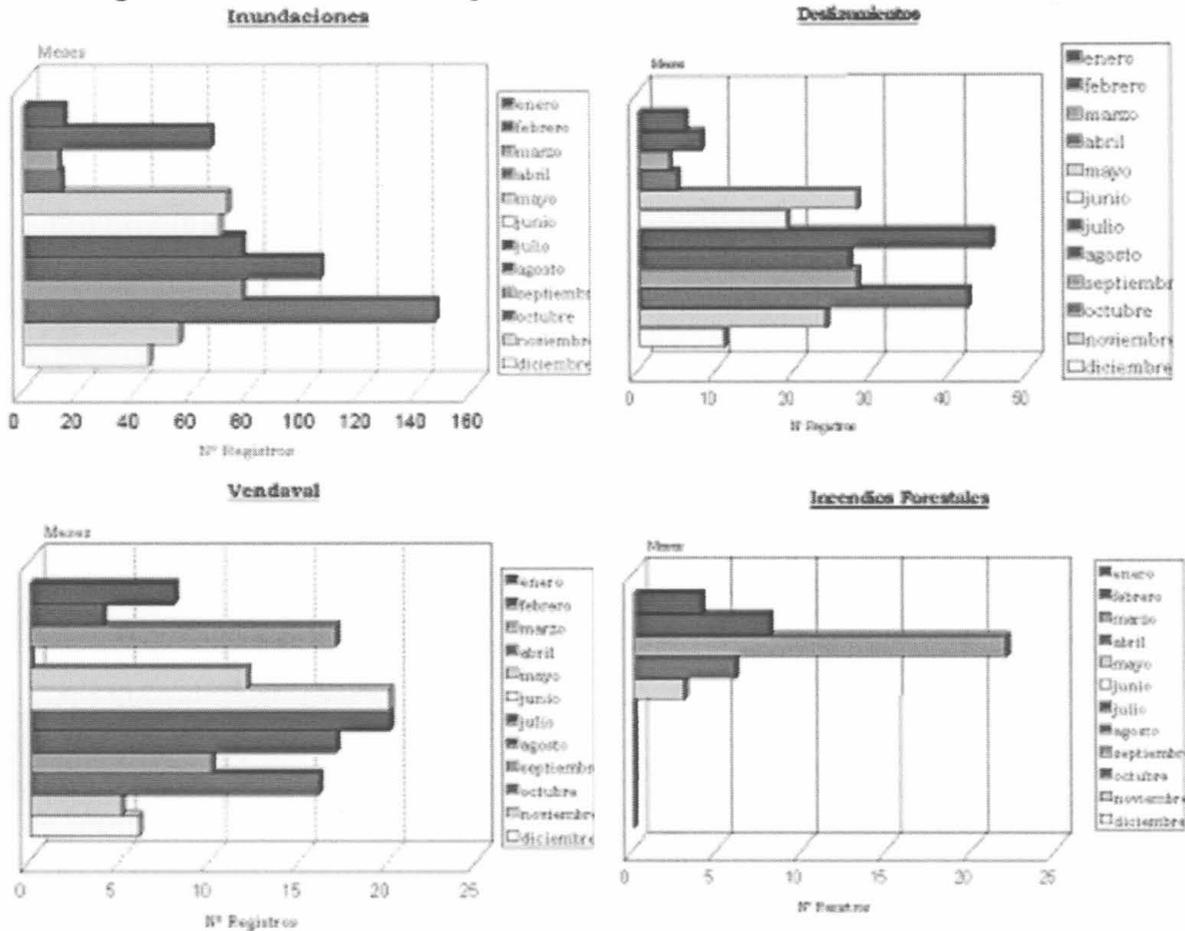
Dentro del grupo de eventos que tienen menores niveles de ocurrencia, los incendios forestales son los que muestran mayor regularidad anual. El resto de los eventos no presentan una regularidad importante, con las erupciones y las marejadas en niveles de ocurrencia cercanos a los incendios forestales. No se representó en las figuras las tempestades, las granizadas y las olas de calor, dado que no presentan niveles de ocurrencia muy altos. En el caso de las tempestades, se registran solo tres informes para el año 1995. Los registros de olas de calor suman seis, dos en 1997 y cuatro en 1998. En el caso de granizada, solo se registra un evento para el año 1993.

Este primer análisis que podemos hacer a partir de la ocurrencia y el patrón de frecuencia anual nos permite decir que el marco climatológico y orográfico del país es la fuente primaria de las categorías de eventos de alta ocurrencia y frecuencia anual regular (inundaciones, deslizamientos y vendavales). En el caso de las inundaciones, podemos inferir que la regularidad de su frecuencia anual tiene relación con la dinámica climatológica de la región, que presenta patrones anuales relativamente definidos. En el caso de los deslizamientos, entre sus mecanismos de activación se encuentran las lluvias, por lo cual su alta ocurrencia anual puede estar asociada

también a los patrones regulares de ocurrencia de las lluvias. La relativa alta ocurrencia de registros asociados a sismos es una muestra evidente de la alta actividad geotectónica que presenta Costa Rica. Sin embargo, dos décadas es un período extremadamente corto para analizar patrones temporales asociados a sus períodos de frecuencia, lo que se refleja sus patrones de frecuencia anuales aleatorios. También identificamos un grupo de eventos con menor ocurrencia, entre los que se destacan los incendios forestales por su marcado patrón de frecuencia anual. En este caso, los períodos anuales de registros de incendios deben estar correlacionados con las prácticas estacionales de quema agrícolas.

Si analizamos la frecuencia acumulada por meses, de los eventos que presentan cierta regularidad en sus frecuencias anuales en el período estudiado, podemos aumentar la resolución del análisis del patrón temporal. La figura 13 muestra cuatro gráficos de patrones temporales por meses (frecuencia acumulada de registros en todo el período de estudio) para inundaciones, deslizamientos, vendavales e incendios forestales. Es evidente que las inundaciones tienen una alta ocurrencia a lo largo de todo el año, y que para identificar patrones temporales mensuales debemos incorporar el análisis espacial, considerando diferencias climatológicas entre vertiente caribeña y pacífica. Aún así, es evidente un período de alta frecuencia entre mayo y octubre, que coincide con la estación lluviosa para la vertiente pacífica de Costa Rica. El pico que encontramos en febrero puede estar asociado a uno de los picos de precipitación pluvial para la vertiente caribeña del país, mientras que el pico de octubre coincide con el pico de pluviosidad para la vertiente pacífica. En otras palabras, el patrón mensual de las inundaciones se correlaciona muy bien con el ciclo de precipitación pluvial. En el caso de los deslizamientos, a pesar de los distintos mecanismos que explican su activación, el patrón es muy similar al de las inundaciones, con una densidad mayor de registros para la estación lluviosa, con un máximo principal para octubre, y uno secundario para febrero. Esto podría implicar que las precipitaciones juegan un rol protagónico en su ocurrencia. En el caso de vendavales no se aprecia un patrón claro, destacándose los meses de junio y julio con mayores registros. Para los incendios forestales el patrón es muy claro, asociado a los meses más secos en la vertiente pacífica y la estación donde se llevan a cabo las quemas agrícolas.

Fig. 13. Costa Rica: Patrón temporal mensual de eventos de frecuencia anual regular



Concluyendo con la información que podemos extraer del análisis de la cobertura temporal de los registros de cada categoría de eventos, podemos decir que aquellos fenómenos naturales (que aquí agrupamos como “amenazas naturales”) representan más de la mitad de todos los registros asociados a eventos o factores desencadenantes de daño que contempla DesInventar. En función de su ocurrencia y patrón de frecuencia anual para nuestro período de estudio, podemos dividir las categorías de eventos de amenazas naturales en cuatro clases:

- Eventos con alta ocurrencia y frecuencia anual regular: inundaciones y deslizamientos, y vendavales
- Eventos con alta ocurrencia y frecuencia anual irregular: sismos
- Eventos con baja ocurrencia y frecuencia anual regular: incendios forestales
- Eventos con baja ocurrencia y frecuencia anual irregular: marejadas; erupciones; ola de calor; tempestades; granizada; y sequía.