ANÁLISIS DE LA MORTALIDAD POR EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN COSTA RICA

Período 1980-2017

Instituto Meteorológico Nacional

ANÁLISIS DE LA MORTALIDAD POR EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN COSTA RICA

Período 1980-2017

551.579.728.6
C8374a Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía. Instituto Meteorológico Nacional

Análisis de la mortalidad por eventos meteorológicos extremos en Costa Rica periodo 1980-2017 / MINAE, Instituto Meteorológico Nacional, Dirección de Cambio Climático. GEF, PNUD. – San José, Costa Rica: MINAE, IMN, DCG, GEF, PNUD, 2021.

124 p.: il. col.; 28 cm

ISBN: 978-9977-50-154-3

Autores: Gladys Jiménez Valverde, Katia Carvajal Tovar, Rodrigo Granados Jiménez, Rubén Morales Aguilar, Nury Sanabria Valverde, Cristina Araya Villalobos, Hugo Gómez Porras, José Retana Barrantes.

1. EVENTOS METEREOLOGICOS. 2. MORTALIDAD 3. COSTA RICA. I. Costa Rica. Ministerio del Ambiente y Energía. Dirección de Cambio Climático II. GEF. III. PNUD. IV. Título.

Análisis de la mortalidad por eventos meteorológicos extremos en Costa Rica. Período 1980-2017.

© INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL
Departamento de Desarrollo

San José, Costa Rica, 2021.

Autores:
Gladys Jiménez Valverde
Katia Carvajal Tovar
Rodrigo Granados Jiménez
Rubén Morales Aguilar
Nury Sanabria Valverde
Cristina Araya Villalobos
Hugo Gómez Porras,
José Retana Barrantes

Coordinación-edición:
José Retana Barrantes

Diseño y diagramación:
Rodrigo Granados Jiménez

Portada:
Creada a partir de fotos de recortes noticiosos sobre efectos de huracanes y tormentas tropicales, tomados de *La Nación*, *La República*, *IPS*, *BBC* y *Presanca*.

De conformidad con la Ley Número 6683 de Derechos de Autor y Derechos Conexos, es prohibida la reproducción de este libro en cualquier forma o medio, electrónico o mecánico incluyendo el fotocopiado, grabadoras sonoras y otros. Distribución gratuita.

Citar como:
Instituto Meteorológico Nacional. (2021). *Análisis de la mortalidad por eventos meteorológicos extremos en Costa Rica. Período 1980-2017*. IMN-PNUD, San José, Costa Rica.

Contenido

1. INTRODUCCION 5

1.1. El clima y la variabilidad climática 5

1.2. Eventos meteorológicos extremos (EME) 6

1.3. Fenómenos de variabilidad asociados con eventos extremos 7

1.4. Impactos asociados con EME: importancia de la información 8

1.4.1. Impactos ambientales 9

1.4.2. Impactos económicos 10

1.4.3. Impactos sociales 11

1.4.3.1. Evacuados 11

1.4.3.2. Damnificados 12

1.4.3.3. La mortalidad como el mayor impacto 12

1.5. Objetivo general 13

2. METODOLOGÍA 15

2.1. Enfoque 15

2.2. Período de análisis 15

2.3. Bases de datos 16

3. RESULTADOS 19

3.1. Fenómenos, eventos, incidentes y daños: arquitectura de la base de datos 19

3.2. Eventos meteorológicos extremos: la huella del pasado 22

3.2.1. EME en el período Colonial 23

3.2.2. EME entre 1822 y 1850 26

3.2.3. EME entre 1851 y 1875 30

3.2.4. EME entre 1876 y 1900....32
3.2.5. EME entre 1901 y 1950....37
3.2.6. EME de 1951 a 1980....39

3.3. Fenómenos y eventos meteorológicos extremos causantes de impactos 1980-2017....45
3.3.1. Fenómenos meteorológicos....45
3.3.2. Eventos meteorológicos....53
3.3.3. Asociación de fenómenos y eventos meteorológicos....59

3.4. Impacto social de los EME: los afectados....64
3.4.1. Distribución espacial de los afectados.....66
3.4.2. Año 1988....71
3.4.3. Año 1996....73
3.4.4. Año 2008....75

3.5. Impacto social de los EME: los fallecidos....78
3.5.1. Muertes diferenciadas por sexo....79
3.5.2. Muertes por provincia....84
3.5.2.1. Puntarenas....84
3.5.2.2. San José....86
3.5.2.3. Limón....87
3.5.2.4. Cartago....88
3.5.2.5. Alajuela....90
3.5.2.6. Guanacaste....91
3.5.2.7. Heredia....93
3.5.3. Los años de mayor impacto....94
3.5.4. Fenómenos y eventos de mayor mortalidad....103

4. CONCLUSIONES....111

5. Referencias bibliográficas....113

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El clima y la variabilidad climática

De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011) se entiende por clima las condiciones meteorológicas normales correspondientes a un lugar y a un período de tiempo determinados. Se puede explicar a partir de descripciones estadísticas de las tendencias y la variabilidad de elementos como la temperatura, la precipitación, la presión atmosférica, la humedad y los vientos. También se puede describir mediante combinaciones de elementos y tipos de fenómenos meteorológicos, que sean característicos de un lugar y un período de tiempo definido. Desde el punto de vista registral, como la concepción de clima obedece a la normalidad, a lo esperado, a lo común; es necesario usar estadísticas que reflejen esta característica. Por eso se utilizan medidas de tendencia central como una aproximación válida, donde la extensión del registro es un elemento importante. La misma OMM recomendó el uso de períodos estándares para caracterizar el clima actual de una región y hacerlos comparables estadísticamente con otros (OMM 2017, INECO 2007). Estos períodos se conocen como Normales Climatológicas Reglamentarias, y corresponden con medias de los datos climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 años (OMM sf). Una serie de tiempo de 30 años permite obtener estadísticas descriptivas confiables.

Estas condiciones meteorológicas normales o clima, es parte de los factores que modulan la vida. La modulan en el sentido de que influyen sobre los diferentes estados o fases periódicas de las especies, la arquitectura y la distribución de las diferentes formas de vida de una región. Por tanto el clima incide en la morfología (forma), la fisiología (sistema) y las respuestas conductuales (conducta) de los seres vivos.

Es probable que los diferentes sistemas naturales, así como sociales y productivos del ser humano, estén adaptados a su condición atmosférica predominante, por lo que “el clima” no debe de representar amenaza alguna. Los impactos ante situaciones normales de clima deben ser muy pocos o inexistentes. En este sentido, el clima no es una amenaza. Se puede considerar entonces como un recurso.

Sin embargo, fenómenos oceánico-atmosféricos hacen variar el clima en períodos de diferente escala de tiempo. Bajo su influencia, la tendencia central de las variables atmosféricas puede desviarse sobre o bajo los promedios históricos. Esta variación alrededor de lo considerado normal, permite identificar transiciones, rangos y umbrales no solo de orden climático, sino también biológico. Por ejemplo, las zonas de confort y de presión o estrés, son importantes para los procesos de adaptabilidad de los sistemas orgánicos. Estas son consecuencias de lo que se conoce como variabilidad climática. Es definida por el IPCC (2013) como las variaciones del estado medio y otras características estadísticas del clima en todas las escalas espaciales y temporales. Estas desviaciones e incluso los valores extremos, son parte del clima en su sentido más amplio.

1.2. Eventos meteorológicos extremos (EME)

Como parte de la misma variabilidad del clima, en momentos transitorios, la magnitud de los fenómenos es tal que la intensidad de los meteoros que lo acompañan no solo sobrepasa los valores normales climáticos, sino que se mueven hacia los umbrales de transición y hasta el rango de valores extremos. Tal y como lo apunta UM (2000) y Poleo (2016), los estados atmosféricos cercanos al promedio se ven alterados frecuentemente por episodios meteorológicos extremos que al igual que los valores medios, forman parte de la caracterización climática de una región. Para Ávila y González (2014) y el IPCC (2012), los eventos meteorológicos extremos, ocurren cuando el valor de una variable meteorológica se ubica por encima o por debajo de un valor umbral, muy cercano a los extremos superiores o inferiores de los valores observados. Esto es, cuando la magnitud registrada de un evento meteorológico sale de su tendencia normal y alcanza estados límites. Por lo tanto, al llegar a esta frontera, los eventos son considerados como extremos, siendo que en muchos casos repercuten en el sistema ocasionando desastres.

Al respecto, Retana (2012) señala que no todos los fenómenos meteorológicos causan un evento extremo, ya que estos deben ser entendidos como un solo escenario compuesto por tres elementos: el fenómeno de variabilidad climática, su intensidad y sus consecuencias. Los dos primeros factores son características de la amenaza que presiona el sistema. El último factor es parte del sistema impactado o presionado por la amenaza y está relacionado con las características de vulnerabilidad y resiliencia. Por tanto, un fenómeno meteorológico de gran magnitud o intensidad, puede provocar graves daños si el sistema que es impactado es vulnerable. De lo contrario, el fenómeno atmosférico solo será registrado como un suceso de gran magnitud con poco o ningún impacto.

Ahora bien, a diferencia del clima, los valores extremos pueden desequilibrar las dinámicas poblacionales, llevándolas a situaciones de alto riesgo. Por ejemplo, una sequía prolongada puede ser el detonante para que una comunidad completa inicie un movimiento masivo de huida ante situaciones extremas. Por otra parte, lluvias intensas e inundaciones pueden cambiar el equilibrio de las relaciones de comunidades al alterar nichos, erosionar asentamientos y recursos, promoviendo el predominio de una especie sobre otras.

Los eventos extremos del clima se convierten en un agente de presión y transformación sobre una comunidad dada la capacidad de ocasionar efectos negativos que afectan su entorno (abrigo, protección, relaciones, estructura física), su producción (recursos, actividades, intercambios) y su composición interna (psiquis, metas y reproducción). Según la frecuencia de aparición de este tipo de eventos, su magnitud e impactos, la comunidad debe adaptarse, transformarse, migrar o sucumbir. Precisamente, la muerte en una comunidad, debe de ser interpretada como el mayor impacto producto de un evento extremo, puesto que de ella depende la continuidad de las especies. De esta forma, los eventos extremos a diferencia de la normalidad climática, si podrían considerarse como amenazas.

1.3. Fenómenos de variabilidad asociados con eventos extremos

Según el IPCC (2013) la variabilidad climática puede deberse a procesos naturales del sistema climático o a variaciones del forzamiento externo ya sea por causas naturales o antropogénicas. Dentro de las causas naturales generadoras de variabilidad del clima, los fenómenos de origen oceánico-atmosférico, son particularmente importantes. De acuerdo con el IMN (2019), un fenómeno meteorológico puede conceptualizarse como un suceso natural que puede ser captado y estimado, ya sea por nuestros sentidos o bien por algún instrumento de registro. Además tienen la capacidad de producir un impacto en la vida humana.

La taxonomía de fenómenos meteorológicos es una complicada por la variedad de origen, la regionalización que presentan y los meteoros que los caracterizan. Sin embargo una forma práctica de clasificación es a partir de la escala temporal de afectación y la escala espacial de desarrollo o cobertura. En el cuadro 1, se presenta algunos fenómenos de variabilidad climática según las diferentes escalas de evolución.

Ahora bien, tal y como se refiere anteriormente, no todos los fenómenos de variabilidad climática producen escenarios extremos (Retana, 2012). Las características de la amenaza y el nivel de vulnerabilidad de los sistemas que son impactados, son los elementos en juego para crear un escenario de desastre.

Cuadro 1. Fenómenos de variabilidad climática en Costa Rica

	Fenómeno	Escala espacial	Escala temporal
Planetaria	Alisios, vientos del oeste, ondas planetarias	Miles de kilómetros	Semanas a meses
Sinóptica	Anticiclones, frentes, huracanes	Cientos de miles de kilómetros	Días a semanas
Mesoescala	Brisas de mar, brisas de montaña, tormentas, tornados	Uno a cientos de kilómetros	Una hora a dos días
Microescala	Turbulencia, remolinos, ráfagas de polvo	Centímetros a metros	Minutos

Fuente: IMN, 2019c

1.4. Impactos asociados con EME: importancia de la información

Las sociedades actuales y futuras, enfrentan y enfrentarán un verdadero reto de gestión del clima en relación con el desarrollo social, económico y productivo de las comunidades. Una buena parte de los estudios sobre cambio climático, advierten que la frecuencia de eventos meteorológicos extremos irá progresivamente aumentando con el tiempo. Los impactos que se asocian a situaciones de riesgo incluyen pérdidas en los ecosistemas naturales o ambientales, pérdidas en los sistemas económicos y pérdidas sociales (Ley 8488, Ley Nacional de Emergencias y Prevención de Riesgo). Parte de la importancia del estudio de los eventos meteorológicos extremos, es precisamente asociar patrones de impactos (positivos o negativos), con los patrones geográficos y atmosféricos que se desprenden de la recurrencia de los fenómenos meteorológicos de gran magnitud. En este sentido, disponer de información es vital para aumentar el conocimiento sobre los EME, lo cual a su vez permitirá una mejor gestión del clima extremo y sus impactos.

Para poder obtener patrones de impactos y estudiar los eventos extremos, es necesario contar con un registro histórico, medios de almacenamiento de datos y análisis de las diferentes variables que se documentan durante estos acontecimientos. Sin esta información y su análisis, difícilmente se podrá obtener una línea base de conocimiento, que es el insumo primero para los planes de prevención. La gestión de los recursos y situaciones implica información y el conocimiento que se desprende de su análisis. En este sentido, las bases de datos sobre eventos extremos, permiten extraer y analizar información para caracterizar la amenaza a la cual se enfrentan los sistemas sociales y productivos. De esta forma se proporciona un mejor criterio de atención basado en los patrones históricos y actuales de los fenómenos, sus tendencias y la referencia de escenarios climáticos probables (Pérez et al., 2016).

Según Morales (2019), un enfoque adecuado para analizar información histórica de eventos desde el punto de vista numérico, es la Teoría de Valores Extremos (EVT por sus siglas en inglés) que es una rama de la estadística que centra su estudio en los eventos asociados a las colas de la distribución (valores más altos o más bajos de la variable en estudio). La EVT puede ser aplicada a varios campos, como por ejemplo la ingeniería, para estimar la resistencia de los materiales, o bien aplicarla a la hidrología y meteorología para calcular los períodos de retorno de inundaciones, o la precipitación máxima esperada en los próximos 100 años. El registro y documentación de eventos meteorológicos extremos encuentra su importancia en el análisis estadístico que permita caracterizar los eventos con el fin de proyectar sus impactos futuros, ya sea en el orden ambiental, económico o social.

1.4.1. Impactos ambientales

Si la frecuencia o magnitud de eventos meteorológicos extremos varía producto del cambio de clima, algunos impactos deberán ser registrados de forma más recurrente, como por ejemplo, olas de calor o de frío asociadas a cambios en la temperatura del planeta y que tienen efectos sobre la salud humana, el consumo de energía y el equilibrio de los ecosistemas. (Alianza y Clima, 2012).

Para el IPCC (2019), un aumento de 0,5 °C en la temperatura actual traerá consigo nuevos cambios detectables en los fenómenos extremos. De hecho, ya se han detectado tendencias en relación con la intensidad y la frecuencia de varios fenómenos climáticos y meteorológicos extremos a partir de 1950. Los impactos observados en los sistemas naturales pueden estar relacionados con este calentamiento. Para el IPCC (2019), muchos ecosistemas terrestres y oceánicos y algunos de los servicios que proveen ya han cambiado debido al calentamiento global.

Precisamente, los ecosistemas y las especies tropicales pueden ser muy sensibles a pequeñas variaciones del clima, debido a que responden lentamente a los cambios rápidos del clima, por lo que se prevé que un incremento en los eventos extremos de clima tendrá importantes efectos sobre la biodiversidad (Uribe, 2015).

En la actualidad los sistemas biológicos, están siendo afectados por el aumento en la temperatura, lo que provoca cambios en sus condiciones biofísicas e influye en su desarrollo y mantenimiento. Los extremos de temperaturas altas, las sequías y las inundaciones, afectan de manera substancial los ecosistemas, lo cual tiene como resultado la reducción del hábitat de especies vegetales y animales. Los eventos extremos pueden causar una mortalidad sustancial de especies, y contribuyen en la determinación de las especies que conforman un ecosistema. En el contexto local, Araya y Sanabria (2019), señalan que la orografía compleja de Costa Rica, su relieve pronunciado e irregular, la densa red fluvial y las llanuras aluviales extensas, no

solo contribuyen con la presencia de gran variedad de microclimas que sostienen una amplia gama de ecosistemas, sino que se convierten en un factor de riesgo producto de eventos meteorológicos extremos, sobre todo de carácter lluvioso.

1.4.2. Impactos económicos

La manifestación extrema de un fenómeno meteorológico tiene altas probabilidades de impactar algún sistema vulnerable y causarle pérdidas. Los sistemas de producción agropecuario son especialmente vulnerables por la exposición a cielo abierto de la mayor parte de sus actividades. A los impactos directos, como la pérdida de la capa fértil del suelo o la pérdida total de una cosecha, deben de sumarse los impactos indirectos como la afectación en caminos rurales, alteración de precios de mercado o aparición de plagas y enfermedades. Ambos son erosivos de la actividad productiva. Para UNISDR (2016), los impactos indirectos de los EME propician escasez de insumos agrícolas y materias primas, problemas en el traslado y comercialización de la producción, problemas en la contratación y en el traslado de mano de obra.

Otro de los efectos de los EHE de mayor impacto y que no ha sido cuantificado en la agricultura es el daño a los procesos de degradación de suelos y pérdida de fertilidad. Retana y Villalobos (2002) mencionan que "la incidencia de fenómenos climáticos recurrentes como las fases de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) o las tormentas tropicales y huracanes, son uno entre varios factores que, en forma constante o periódica, van degradando el suelo ya sea por acción física directa (deslizamientos, erosión eólica, compactación por escorrentía) o por acción indirecta (cambio en el entorno por sequedad, inundación o incendio). Las características físicas del suelo se van alterando, cambia su capacidad de uso y cambia el ecosistema que sostiene, ya sea agrícola o natural".

Por su parte, la producción pecuaria también experimenta efectos negativos vinculados a la muerte de ganado, daños en la infraestructura productiva, decrementos en la producción de leche, carne, huevos y otros productos pecuarios. También la pesca artesanal y comercial es afectada por los desastres debido a los daños en su infraestructura (bordos, bombas, contaminación de las piscinas piscícolas), y pérdidas de producción (biomasa) y por un menor rendimiento debido tanto a enfermedades o porque se debe recuperar la cosecha antes de que las especies alcancen su peso y maduración ideal (UNISDR, 2016).

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se estima que entre el 2006 y el 2016, 23% de los daños y pérdidas causados por los desastres de mediana y alta intensidad en países de desarrollo afectaron al sector agrícola, y que el 80% de los daños y pérdidas relacionados

a eventos de sequía se concentraron en este sector. El subsector de los cultivos fue el más afectado absorbiendo el 42% de los daños y pérdidas totales, mientras que la ganadería fue el segundo subsector más afectado absorbiendo el 34% del impacto económico. El subsector pesquero y la silvicultura se vieron afectados en menor medida, absorbiendo respectivamente el 5,5 y el 2,3% de los costos (FAO, 2017).

De acuerdo con el informe de el *El Impacto Económico de los Eventos Naturales y Antrópicos Extremos en Costa Rica 1988-2009*, el sector Agricultura perdió 396.9 millones de dólares debido a eventos naturales, lo cual lo ubicó en el segundo lugar entre los sectores con mayores pérdidas en ese período de tiempo (Flores et al., 2010). Para el período 2005-2011, en el informe de *Sistematización de la Información de Impacto de los Fenómenos Naturales en Costa Rica*, el sector agropecuario reportó pérdidas por 128.25 millones de dólares (Flores et al., 2013).

1.4.3. Impactos sociales

Los impactos sociales producto de EME tienen una repercusión trascendental en la dinámica y la psiquis de las comunidades porque atentan contra la vida directamente. Se pueden traducir en la pérdida más sensible de un grupo humano producto de ser evacuado, ser damnificado o la muerte.

1.4.3.1. Evacuados

Huir ante una situación de riesgo, es un comportamiento natural. De acuerdo con Barrio, García, Ruiz y Arce. (2006), previo a la huida, se produce una situación de estrés. Es una reacción del organismo como respuesta ante una amenaza. En primera instancia la respuesta es para la sobrevivencia. Como lo apunta el autor, se refiere a las consecuencias de las demandas que nos solicita el ambiente y no siempre se debe considerar como una situación negativa. El estrés permite al cuerpo reaccionar rápidamente en situación donde apremia la vida.

Sin embargo, las emergencias generadas por el paso del huracán Otto en el 2016, y la tormenta tropical Nate en octubre del 2017 en Costa Rica, dejan al descubierto que huir ante una amenaza hidrometeorológica, pareciera no ser siempre el primer instinto del ser humano (Madrigal, 2016). En algunos casos se pierde la capacidad natural de huir ante un peligro inminente. Esto puede deberse a falsos ambientes de seguridad que se construyen en torno a la infraestructura, una mala percepción del riesgo, o por esquemas de conducta asumidos por cuestiones culturales o el condicionamiento social.

La evacuación en un sistema humano, consiste en la acción de desocupar ordenada y planificadamente un lugar por razones de seguridad ante un peligro potencial o inminente. Incluye el desplazamiento de bienes y/o documentos (valores) de vital

importancia o irrecuperable ante un incidente. El principal objetivo, es el de evitar pérdidas humanas por lo que para lograrlo debe ser organizada, rápida y oportuna. Lázcares (2008)

1.4.3.2. Damnificados

Para el Diccionario de la Real Academia Española, el verbo damnificar es un sinónimo de causar daño a alguien o a algo (RAE, 2020). De acuerdo con la Asociación Iberoamericana de Organismos de Defensa y Protección Civil (2013), una persona damnificada es "aquella que ha sufrido daño o perjuicio en sus bienes, quedando sin alojamiento o vivienda, en forma total o parcial, permanente o temporalmente, por lo que recibe de la comunidad y de las autoridades, albergue y ayuda alimenticia temporales, hasta el momento en que se alcanza el restablecimiento de las condiciones normales del medio y la rehabilitación de la zona alterada por el desastre". Por tanto, comunidades o grupos de personas damnificadas, son grupos impactados y se contabilizan como parte de los efectos sociales producto de un fenómeno atmosférico, de acuerdo con el fin de este estudio.

1.4.3.3. La mortalidad como el mayor impacto

De acuerdo con Retana (2017), la adaptación ante cambios climáticos pasados, lograda por especies de flora y fauna, presentan cuatro características que deberían ser consideradas en todo proceso de adaptación de los sistemas humanos. Primero, la adaptación involucra un desarrollo lento y oscilante. Por tanto los horizontes de tiempo pertenecen al mediano y largo plazo. Segundo, son transformaciones profundas. Se invita entonces a buscar cambios de paradigma. Tercero, obedecen a cambios integrales. Esto quiere decir que la adaptación no es un fin en sí mismo, sino la consecuencia de un cambio generalizado en diferentes aspectos de la vida. Por último y no menos valiosa, la adaptación es exitosa solamente si logra reproducirse. De esta manera, acciones de adaptación que cumplan las tres primeras condiciones, pueden malograrse si no hay transmisión generacional. Esa transmisión generacional puede fracasar por dos tipos de colapso: gestión de recursos o biológico. El primero tiene que ver con una mala planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje de experiencias. El segundo se refiere a la imposibilidad de reproducción biológica. Uno de los mayores impedimentos para esta transmisión, es obviamente la muerte de los individuos.

Los eventos extremos del clima son un agente de presión sobre una comunidad. Si esta presión se caracteriza por una gran cobertura espacial, una gran magnitud y una alta frecuencia, las respuestas ante esta presión deben de tener solo dos caminos: el grupo debe adaptarse o migrar. De lo contrario, va a sucumbir. La muerte en

una comunidad, es el mayor impacto producto de un evento extremo. En términos de adaptación, la muerte es el fracaso de todo intento de crear resiliencia ya que se extingue la posibilidad de transmisión generacional de experiencias.

Obviamente, la muerte no solo tiene valor en el marco de la adaptación de los sistemas humanos ante el Cambio Climático. Trastorna la economía y la sociedad de los países que sufren muertes masivas producto del impacto de eventos meteorológicos extremos. Por esta razón el análisis de la mortalidad producto de catástrofes naturales cobra vital importancia. Por ejemplo, la EM-DAT es la base de datos internacional sobre desastres de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica). En ella se reúne y se compila información sobre desastres "naturales" y tecnológicos procedentes de fuentes públicas (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2018). Según la sistematización de la EM-DAT, operada por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED), un evento constituye un desastre cuando al menos 10 personas mueren y/o 100 o más son afectadas (Sivakumar, 2005). Un recuento actualizado usando la EM-DAT indica que para la última década el 80% de los desastres de origen natural han sido provocados por eventos relacionados con el clima, principalmente por inundaciones y tormentas.

Tal es la importancia de la muerte producto de EME, que en el Marco de Acción de Sendai (MAS) para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, aprobado durante la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (14 al 18 de marzo de 2015 en Sendai, Miyagi, Japón) se definieron siete metas mundiales para aumentar la resiliencia de los países. La primera meta consiste en "reducir considerablemente la mortalidad causada por desastres para 2030, y lograr reducir la tasa de mortalidad mundial causada por desastres por cada 100.000 personas en el decenio 2020-2030 respecto del período 2005-2015" (UNISDR, 2016)

Para cualquier país, cumplir con la meta propuesta en el MAS, no solo va a asegurar un aumento de la resiliencia de las comunidades históricamente impactadas por EME, sino que se debe de considerar como un activo en el proceso de adaptación de los sistemas humanos ante el cambio de clima.

1.5. Objetivo general

Analizar la mortalidad y afectaciones sociales producto de eventos meteorológicos extremos a partir de documentación variada para el período 1980-2017, con el fin de mejorar la gestión del riesgo del clima extremo en Costa Rica.

2. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque

El enfoque que alinea el estudio es la plataforma técnica de gestión de riesgos climáticos. El análisis persigue identificar y caracterizar estadísticamente, todos aquellos elementos propios del riesgo planteado a partir de los componentes de vulnerabilidad y amenaza. En este caso el riesgo quedaría definido como la posibilidad de muerte ante eventos extremos de clima. Se analiza entonces la mortalidad como la sensibilidad del sistema vulnerable y los fenómenos y eventos meteorológicos extremos como la amenaza que presiona el sistema. La muerte contabilizada representa la posibilidad de pérdida o riesgo ante amenazas del clima extremo.

Para analizar la mortalidad (vulnerabilidad) ante eventos meteorológicos extremos (amenazas climáticas) se elaboraron dos bases de datos de acuerdo con el esquema de relación de riesgo que se presenta en la figura 1.

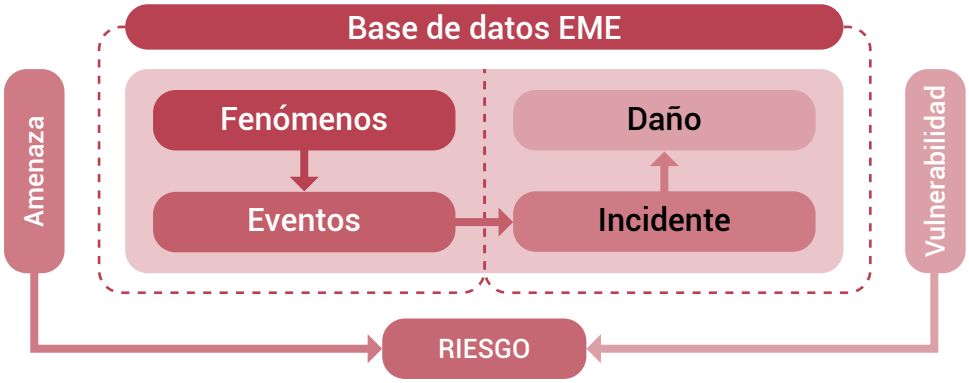


Figura 1. Esquema de relación de riesgo de la Base de Datos de Eventos Meteorológicos Extremos.

2.2. Período de análisis

El período de estudio se enmarcó dentro de lo que la Organización Meteorológica Mundial establece como la norma climática reglamentaria, que son lapsos de 30 años con el fin de establecer climatologías robustas y comparables. Originalmente

se utilizó el fragmento comprendido entre 1980 y 2010. Sin embargo, debido a la facilidad de registro a partir del perfeccionamiento y uso de nuevas tecnologías de comunicación, así como la ocurrencia de eventos extremos inéditos (sequía histórica en Guanacaste en el 2015, huracán Otto en el 2016, tormenta tropical Nate en el 2017), se amplió el período a 37 años: desde 1980 hasta el 2017. A partir de este período de estudio, se caracterizó estadísticamente los eventos meteorológicos extremos y la mortalidad asociada a ellos.

2.3. Bases de datos

La información sobre vulnerabilidad (la sensibilidad del sistema), fue desarrollada por Quirós y Villalobos (2018a) quienes construyeron 3 bases de datos relacionadas entre sí. Utilizaron diferentes fuentes de información: la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), prensa escrita de medios de circulación nacional, sistema 911, algunos informes de municipalidades y el Instituto Meteorológico Nacional. Las bases son: mortalidad, personas evacuadas y personas damnificadas.

La información sobre la amenaza fue desarrollada por el Instituto Meteorológico Nacional. Se construyó una base de datos sobre fenómenos y eventos meteorológicos extremos (IMN 2019a). Esta base se generó para dos períodos de referencia. Uno antiguo y otro contemporáneo. El período antiguo se formuló para registrar la historia de eventos en el país como muestra de la recurrencia de fenómenos e impactos. El período contemporáneo se utilizó para el análisis de la mortalidad propuesto como objetivo. Para la elaboración del período contemporáneo, se partió del acopio, actualización y depuración de información existente en dos bases anteriores: IMN-CRRH (2008) y Ortíz (2007). Tomando como base estas dos fuentes de información se creó una arquitectura coherente para consolidar una sola base donde se pueda identificar el fenómeno atmosférico generador, los eventos meteorológicos registrados, incidentes y daños documentados. La información fue revisada y actualizada utilizando además de los boletines meteorológicos mensuales, fuentes noticiosas y documentos oficiales de la Comisión Nacional de Emergencias.

El segundo período, complejo en su elaboración por la dificultad de encontrar información relacionada, va desde 1700 a 1900. Pretende reconstruir la historia de los impactos asociados con el clima extremo en Costa Rica como referencia del pasado. Se recabaron datos de documentos resguardados en el Archivo Nacional de Costa Rica (ANCR), el Archivo Histórico Arquidiocesano Bernardo Augusto Thiel (AHABAT), en la hemeroteca de la Biblioteca Nacional de Costa Rica y en algunas publicaciones científicas especializadas. A pesar de las limitaciones de la información en cuanto al verdadero fenómeno atmosférico generador de los impactos y la

ubicación espacial de los eventos, se siguió la arquitectura propuesta con el fin de consolidar una sola base para un período 1700-2017. Las bases de vulnerabilidad y amenaza se relacionaron posteriormente. La arquitectura de la base de datos descansa en lo dispuesto por IMN (2019b), quienes utilizaron el orden establecido en documentos técnicos de la Comisión Nacional de Emergencia (Vallejos *et al*. 2017), valoraciones económicas producto de eventos hidrometeorológicos (Flores *et al*. 2011, Flores *et al*. 2010) y la interpretación por parte del IMN en lo referente a la amenaza.

3. RESULTADOS

3.1. Fenómenos, eventos, incidentes y daños: arquitectura de la base de datos

La esquematización del encadenamiento de elementos se presenta en la figura 2.

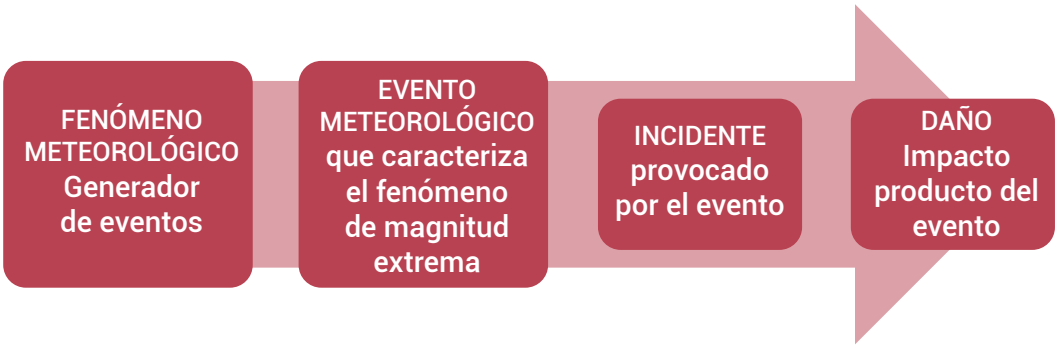


Figura 2. Encadenamiento de los elementos de un evento extremo.

La información registrada se codificó a partir de la concatenación de cuatro elementos, que juntos constituyen el escenario de desastre: fenómeno de variabilidad climática causal, el evento o los eventos que generó ese fenómeno, el incidente o incidentes reportados y los daños cuantificados, que pueden corresponder con el número de personas fallecidas, evacuadas o damnificadas.

La base de datos sobre EME es la fuente de análisis de la mortalidad en este estudio y presenta una arquitectura en dos dimensiones: la amenaza atmosférica (fenómenos y eventos) y la vulnerabilidad (incidentes y daños), reflejada en los impactos asociados (véase figura 1 y 2). En cuanto a la amenaza se logró identificar y registrar un total de 14 fenómenos y 25 eventos. La vulnerabilidad se asocia con el número de personas afectadas y el número de personas fallecidas.

En el cuadro 2 se detalla la composición de los principales elementos de la base de datos.

Para efectos de la sistematización de la información, el IMN identificó los fenómenos meteorológicos como sistemas de gran escala espacial y temporal. Si bien

Cuadro 2. Elementos de la amenaza registrados en la base de datos EME

FENÓMENOS		INDICADORES	OBSERVACIÓN
Manifestación atmosférica conocida y consecuente con un sistema meteorológico de escala espacial sinóptica a global, y de escala temporal del orden de semanas a meses.	01	Frente frío	Cuatro elementos de un mismo sistema: Grandes masas de aire desprendidas del Polo Norte.
	02	Empuje frío	
	03	Masa de aire polar	
	04	Línea de cortante frontal	
	05	Depresión tropical	Tres potencialidades de un mismo sistema: ciclónico
	06	Tormenta tropical	
	07	Huracán (efecto indirecto)	
	08	Alta presión o Anticiclón	Dos magnitudes de un mismo sistema: Presión atmosférica
	09	Baja presión	
	10	El Niño	Dos fases de un mismo sistema: ENOS
	11	La Niña	
	12	Onda tropical u onda del este	Sistemas atmosféricos variados
	13	Vaguada	
	14	ZCI o Vaguada Monzónica	
EVENTOS		**INDICADORES**	**METEORO ASOCIADO**
Se relaciona con los diferentes meteoros que caracterizan un fenómeno: temperatura, lluvia, viento, radiación, humedad. Son perceptibles y es posible registrarlos instrumentalmente. Dentro de la climatología propia del evento, sus registros corresponden con valores extremos. Corresponden con la mesoescala y microescala en el orden espacial y con evoluciones desde minutos a meses o años (para la sequía) en el orden temporal.	01	Lluvias intensas	Precipitación
	02	Temporal	
	03	Tormenta eléctrica	
	04	Tormenta convectiva	
	05	Aguacero de los cafetaleros	
	06	Cordonazo de San Francisco	
	07	Granizo	
	08	Sequía	
	09	Viento intenso o vendaval	Viento
	10	Tromba marina	
	11	Vientos descendentes	
	12	Nortes Papagayos	
	13	Vientos Alisios intensos	
	14	Frente de briza	
	15	Brisa del oeste	
	16	Marejada	
	17	Canícula	Estacionalidad de la lluvia
	18	Veranillo	
	19	Veranillo de San Juan	
	20	Temperaturas extremas altas	Temperaturas extremas
	21	Temperaturas extremas bajas	
	22	Ola de frío	
	23	Ola de calor	
	24	Escarcha	
	25	Descarga eléctrica	Eléctrico

	SEGUNDO A MINUTOS	MINUTOS A HORAS	HORAS A DÍAS	DIAS A SEMANAS	MESES A AÑOS
ESCALA GLOBAL (5000 Km)					El Niño, La Niña
ESCALA SINOPTICA (2000 Km)				Frente frío, Empuje frío, Masa de aire polar, Línea de Cortante Frontal, Tormenta tropical, Depresión Tropical, Huracán, Onda Tropical, Alta y Baja presión, vaguada, ZCI.	
MESOESCALA (20 Km)		Lluvias intensas, tormenta eléctrica, tormenta convectiva, Aguacero de los cafetaleros, Cordonazo de San Francisco, Viento intenso, Nortes çPapagayos, Vientos Alisios, escarcha, marejada	Temporal, temperaturas extremas bajas y altas, olas de calor, olas de frío, frente de briza, briza del oeste	Veranillo, Veranillo de San Juan, Canícula	Sequía
MICROESCALA (2 Km)	Tromba, vientos descendentes, descargas eléctricas, granizo.				
	SEGUNDO A MINUTOS	MINUTOS A HORAS	HORAS A DÍAS	DIAS A SEMANAS	MESES A AÑOS

Figura 3. Escala espacial y temporal de fenómenos y eventos meteorológicos.

es cierto, en algunos casos la conceptualización oficial no obedece al enfoque clásico de "fenómeno", si es posible relacionar grandes áreas caracterizadas por condiciones atmosféricas particulares, con sistemas de escala sinóptica y global, con resoluciones temporales que van desde días a semanas, hasta de meses a años, tal como se observa en la figura 3. También, se conceptualizan los eventos meteorológicos como sistemas que se presentan en escalas espaciales menores, que varían en todas las escalas de tiempo.

Debido a las escalas propias de los fenómenos, es difícil su georreferenciación por lo que normalmente han sido descritos como sistemas que se extienden a nivel de región climática o bien a nivel de provincia en el caso de la división administrativa del país.

3.2. Eventos meteorológicos extremos: la huella del pasado

1725: primer registro documentado sobre el impacto de un evento meteorológico extremo en Costa Rica

Si bien es cierto que el lapso 1980-2017 es el período de análisis de este estudio, resulta importante explorar las afectaciones por EME en períodos anteriores. A pesar de que en décadas recientes se han observado variaciones en la intensidad y frecuencia de algunos fenómenos atmosféricos relacionados con el actual cambio climático (IPCC, 2019), estos grandes sistemas han sido parte de la evolución del clima del planeta y por ende, se han entrelazado con la historia de la humanidad. Los impactos que han producido han quedado grabados en evidencias próximas utilizadas por los paleoclimatólogos para reconstruir el pasado climático y en documentos antiguos recopilados por los historiadores. Estas huellas junto a la evidencia actual, pueden mejorar el conocimiento de los EME y su impacto en las sociedades, con el fin de aumentar la capacidad de prevención y atención de emergencias dentro de las estrategias de adaptación ante el cambio del clima.

Tal y como lo señala Granados (2019), para poder entender la afectación de los EME en la sociedad costarricense, es indispensable hacer una revisión de su ocurrencia en periodos anteriores al presente y construir una referencia sólida sobre los impactos producidos en el país. Las publicaciones periódicas como diarios, anuarios o boletines entre otros, permiten reconstruir una buena parte de la historia de eventos a partir del siglo pasado,

principalmente luego de 1950 cuando el crecimiento y la distribución de la población por todo el territorio, permite que los impactos se registren más fácilmente en tiempo y espacio. Sin embargo, documentar eventos anteriores se vuelve complejo conforme se retrocede en el tiempo. A pesar de esto, existen aún algunas cartas, comunicados y otras fuentes escritas que recogen el impacto de eventos excepcionales en períodos de la Colonia. Además, algunos estudios paleoclimáticos recientes han evidenciado la huella de fenómenos atmosféricos de gran escala que afectaron el clima de la región no solo en tiempos coloniales sino en siglos anteriores al XVIII. Estos pudieron ser los causantes de condiciones extremas, inundaciones y sequías que impactaron considerablemente las civilizaciones precolombinas y posteriormente las coloniales donde el conocimiento de los eventos mejora.

En el caso de Costa Rica, la observancia de los EME inicia de forma sistemática a finales del siglo XIX, principalmente por la creación del Instituto Meteorológico Nacional en 1888 y porque a partir de la década de 1880, la información noticiosa sobre las afectaciones de algunos de los fenómenos hidrometerológicos y sus impactos en la sociedad costarricense adquiere relevancia en la prensa. Aun así, no es sino es hasta la segunda mitad del siglo XX cuando los EME empiezan a tomar importancia en el país para la toma de decisiones por parte de las autoridades de gobierno o instituciones de carácter social, agrícola y de atención de emergencia y desastres.

Si bien es cierto, algunos documentos antiguos logran describir la magnitud de los eventos registrados por medio de valoraciones de impactos o relatos de acontecimientos, la aproximación a la magnitud del impacto de un evento extremo parte del supuesto que el número de registros que se encuentren para la misma fecha podría ser un indicador de severidad. De esta manera, un evento muy documentado puede estar ligado (no necesariamente) a un impacto extendido o grande. Un solo registro podría asociarse con un bajo impacto (no necesariamente). Con esta lógica posible, se presenta a continuación una serie cuantificada de registros sobre eventos, incidentes y daños en Costa Rica para el período comprendido entre 1700 y 1980.

3.2.1. EME en el período Colonial

Para fines de este estudio, el período Colonial se fijó entre 1725 y 1821. Se inicia en 1725 con el primer registro encontrado y termina con los registros hallados hasta el 31 de diciembre de 1821. A partir de enero de 1822 Costa Rica ya experimenta la vida independiente. Se logró encontrar al menos un documento sobre impactos causados por un evento meteorológico para 20 de los 96 años que cubre este período. En otras palabras, el 21% de la serie temporal anual presenta al menos un registro de un evento meteorológico que impactó algún sector socioeconómico de la época, tal y como se evidencia en la figura 4.

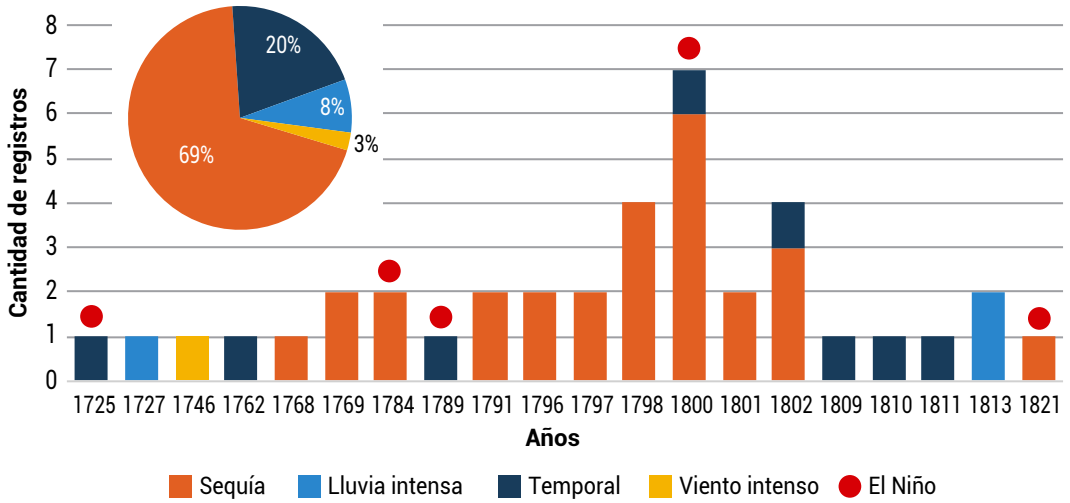


Figura 4. Número de registros sobre eventos meteorológicos que afectaron al menos una localidad conocida. Período 1725-1821

El registro más antiguo encontrado es un relato sobre una inundación que sufre la población de Ujarrás, Cartago, ocurrida el 15 de enero de 1725[1]. Posterior a esta fecha los registros son escasos y poco detallados. El año de más cantidad de registros corresponde a 1800. De acuerdo con Apaestegui (2015) entre 1799 y 1800 se presentó un fenómeno de El Niño de magnitud moderada. Normalmente en Costa Rica este tipo de sistemas generan condiciones secas en el pacífico y escenarios lluviosos en el Caribe. Este patrón espacial y de escenarios de lluvia, coincide con los reportes del año 1800 donde se documentan situaciones secas en Abangares, Cartago, Heredia, San José y Nicoya (régimen pacífico) y un temporal reportado para Matina (régimen caribe) que provocó inundaciones (González, 1910). Igualmente, los reportes de sequía de 1789 y 1791 podrían estar relacionados con dos eventos El Niño de fuerte magnitud identificados por Apaestigui (2015). También se registra reporte de sequía para 1821 en Santa Bárbara de Heredia, que igualmente coincide con los fenómenos de El Niño, identificados por Apaestigui (2015). Es difícil identificar el fenómeno generador de eventos, incidentes y daños del resto de los años. Sin embargo, es posible asegurar que el 69% de los reportes es sobre sequías y el 28% sobre eventos lluviosos, tal y como se observa en la figura 4.

Siguiendo la arquitectura propuesta en la metodología y sabiendo que dada la naturaleza de la documentación disponible es difícil definir un fenómeno generador de eventos meteorológicos, a continuación, se presentan los incidentes y daños

1 ANCR. Fondo Álbum José María Figueroa. No. 1, tomo 1, folio 1-074f.

reportados como impactos. En la figura 5 se presenta la distribución de registros donde se consignan incidentes generados por las lluvias o la sequía.

Las plagas referidas son las de langostas, probablemente del género *Schistocerca* y que se presentaron en Costa Rica entre 1768-1769 y 1796-1802 y que también afectaron el reino de Guatemala (Arrioja Díaz, 2019). También hay un ataque de langosta en Alajuela, en el año 1800 según lo reporta Alfaro (1920). En cuanto a daños, el 67% de los registros mencionan pérdidas para el sector agropecuario, mientras que el 10% se refiere a daños en carreteras y caminos, tal y como se observa en la figura 6. La afectación de los caminos y puentes es uno de los reportes de mayor frecuencia por la importancia comercial que significó la comunicación terrestre en ese tiempo (González, 1910; ANCR[2]).

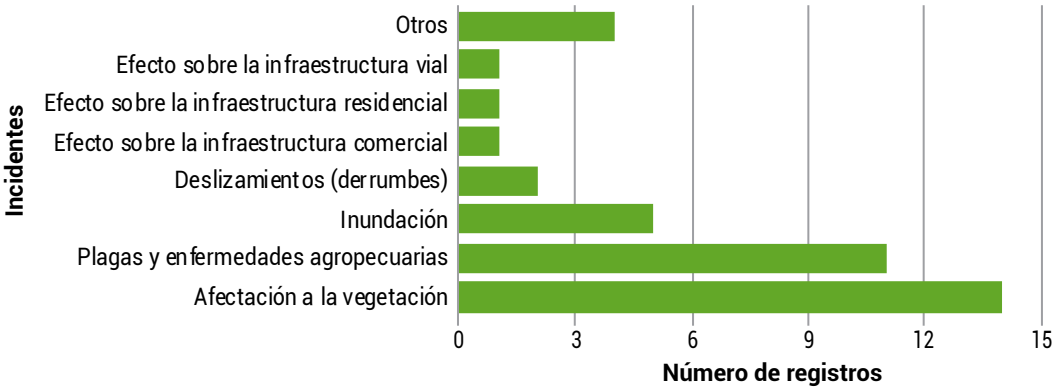


Figura 5. Incidentes reportados por diferentes eventos meteorológicos documentados entre 1725 y 1821.

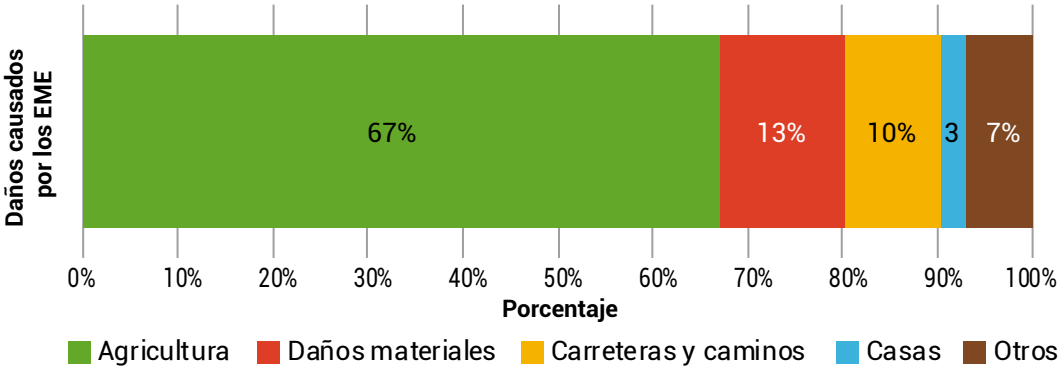


Figura 6. Daños producto de eventos meteorológicos extremos en Cosa Rica de 1725 a 1821.

Cuadro 3. Localidades afectas por eventos meteorológicos en Costa Rica de 1700 a 1820.

Población	Evento	Años con reportes
Abangares	Sequía	1797, 1798, 1800
Barva	Lluvias intensas	1727
Cartago	Sequía	1768, 1769, 1784, 1791, 1796, 1797, 1798, 1800, 1801, 1802
Cartago	Temporal	1809
El Roble	Temporal	1762
Heredia	Sequía	1769, 1800
Heredia	Lluvias intensas	1813
Matina	Temporal	1800, 1810, 1811
Matina	Viento intenso o vendaval	1746
Nicoya	Sequía	1784, 1791, 1796, 1798, 1800
Nicoya	Temporal	1789
San José	Sequía	1800
Santa Bárbara	Sequía	1821
Savegre	Temporal	1802
Ujarrás	Temporal	1725

Fuente: Base de datos de EHE antiguos del IMN a diciembre de 2019.

La localización geográfica de los impactos por los eventos meteorológicos está limitada por la distribución de la población, que en tiempos coloniales se concentraba al centro del país. Sin embargo, hay referencias válidas para poder hacer una estimación. La mayoría de los registros encontrados para esta época son de la vertiente del Pacífico (Región Central, Pacífico Norte y Pacífico Central). Solo el 11% de las referencias corresponde a la vertiente Caribe. En el cuadro 3 se aprecia que las poblaciones con más reportes de daños son Cartago, Nicoya y Matina.

3.2.2. EME entre 1822 y 1850

Para el 34% de los años comprendidos entre 1822 a 1850 (10 años) se logró encontrar por lo menos un reporte sobre impactos ocasionados por algún evento meteorológico. El año 1830 es el que presenta la mayor cantidad de registros. Como se observa en la figura 7, los eventos meteorológicos identificados corresponden en un 26% de las referencias a sequías, el 63% relatan extremos lluviosos (lluvias intensas o temporales) y un 11% describen vientos fuertes o vientos descendentes (erróneamente llamados tornados).

Los años 1824, 1828, 1832 y 1833 son clasificados por Apaestegui (2015) como años El Niño, con intensidades de fuerte a muy fuerte. En todos estos años se

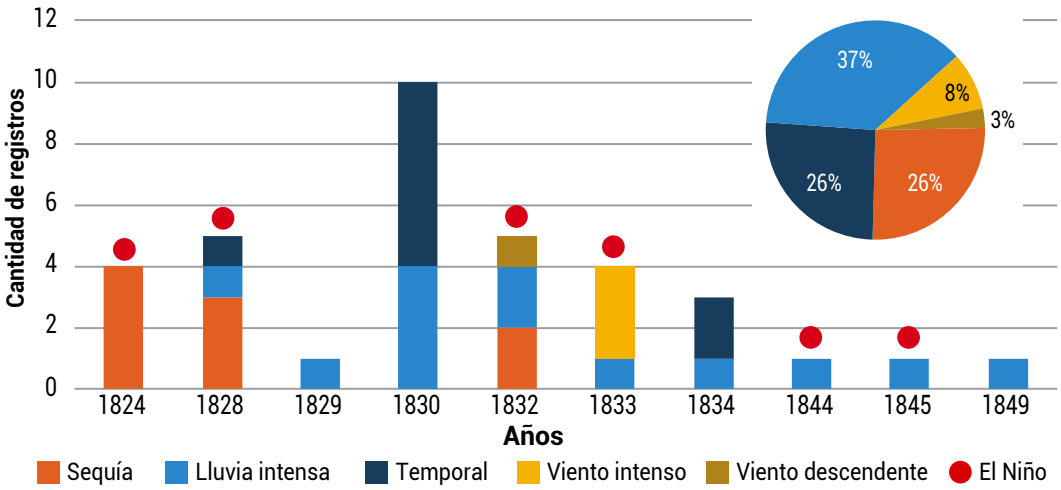


Figura 7. Número de registros sobre eventos meteorológicos que afectaron al menos una localidad conocida. Período 1822-1850.

reportaron impactos por sequías en diferentes localidades del pacífico, afectando la producción de granos, principalmente de maíz. También se registró escasez de agua. La presencia del fenómeno podría explicar el escenario seco asociado. Las localidades donde se reportaron sequías fueron San José, Cartago, Alajuela y Guanacaste en 1824, Santa Cruz (Partido de Nicoya) en 1828 y San Pedro de Barva en 1832[3].

Los reportes sobre eventos lluviosos se dieron en 1828 y 1830 en Ujarrás. También se vieron afectadas las ciudades de San José y Matina en 1828 y Cartago, Alajuela y Guanacaste en octubre de 1830. Para octubre y noviembre de 1833 se reportaron lluvias intensas y vendavales en Santa Cruz, Guanacaste[4]. La cantidad y variedad de informes encontrados para 1830 indican que ese año en particular fue más lluvioso de lo normal, generando situaciones de emergencia, que

Muchas de las sequías registradas en el pacífico costarricense a partir de 1725 pueden ser explicadas por la presencia del fenómeno de El Niño.

3 ANCR: Fondo Municipal. No. 841; Fondo Provincial Independiente (PI), No. 1438; Fondo Municipal. No. 514 y Fondo Asamblea Legislativa. No. 248. Fondo Ministerio de Gobernación (MG). No. 8579 y Fondo Municipal. No. 355. Fondo Municipal. No. 196, y No. 227.

4 ANCR. Fondo Municipal. Ujarrás. No. 366; Fondo Municipal, No. 36091; Fondo Ministerio de Gobernación (MG). No. 10660 y Fondo Ministerio de Gobernación, No. 8579; Fondo Ministerio de Gobernación (MG), No. 13492 y No. 13495.

implicaron intervenciones del gobierno orientadas a solventar la pérdida de cosechas por el exceso de lluvias.

Las dos principales incidencias presentados por los EME fue la afectación a la vegetación (manejada agrícolamente o bien la natural), con un 34% de los registros y las inundaciones con un 26%. Como se muestra en la figura 8, a diferencia del periodo colonial, en estos años si hubo reportes de afectación en los servicios públicos (14%) referidos a la disminución de agua potable y suspensión de actividades, mientras que un 12% se relacionó a efectos en la salud pública y en la infraestructura vial.

Los principales daños que provocaron los incidentes causados por los eventos extremos, corresponden al sector agrícola por la pérdida de cosechas y escasez de granos tal y como se observa en la figura 9. Un 37% de los documentos consultados mencionan este tipo de impactos. También se reportaron daños materiales a casas

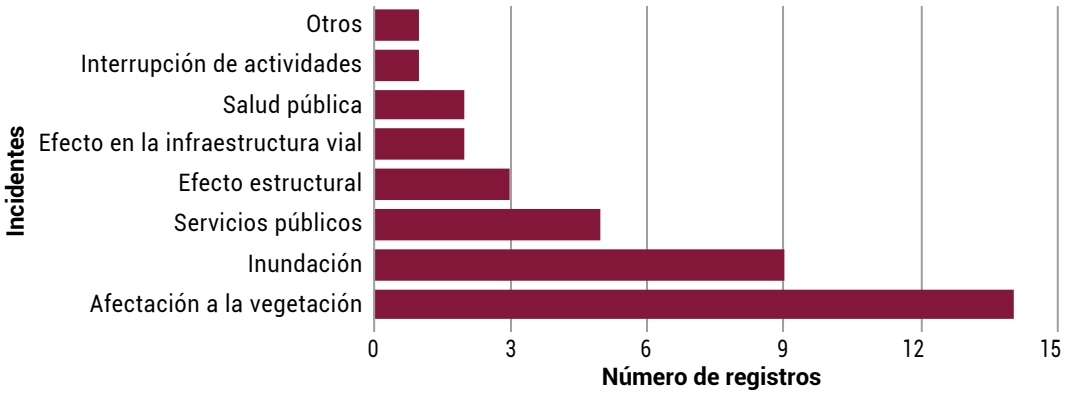


Figura 8. Incidentes reportados por diferentes eventos meteorológicos documentados entre 1822-1850.

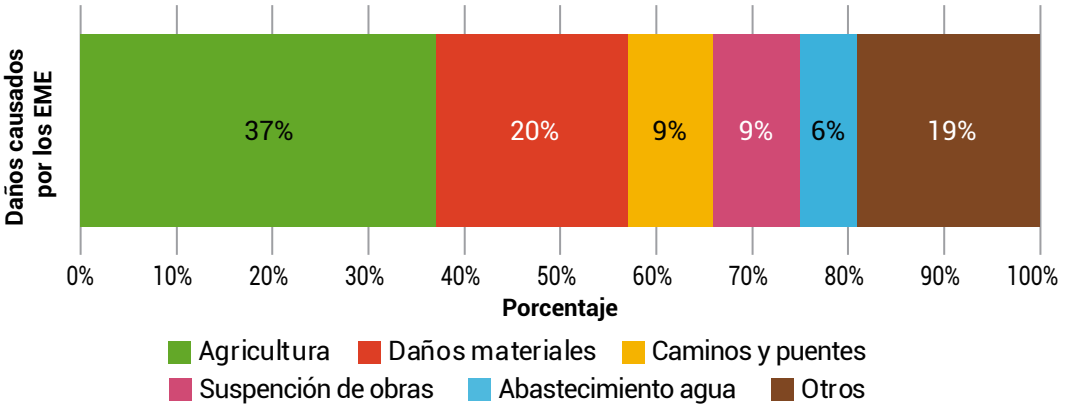


Figura 9. Daños producto de eventos meteorológicos extremos en Cosa Rica de 1821 a 1850.

Cuadro 4. Localidades afectas por eventos meteorológicos en Costa Rica de 1821 a 1850.

Población	Evento	Años con reportes
Agua Caliente	Lluvias intensas	1830
Alajuela	Lluvias intensas Sequía	1830, 1845 1824
Bagaces	Sequía	1824
Barva	Sequía	1832
Cartago	Lluvias intensas Sequía	1829, 1830, 1844 1824
Limón	Vientos descendentes	1832
Matina	Temporal	1828, 1830
Paraíso	Lluvias intensas	1832
Puntarenas	Luvias intensas o temporal	1834
San José	Sequía	1824
Santa Cruz	Lluvias intensas Sequía Viento intenso	1833 1828 1833
Ujarrás	Lluvias intensas o temporal	1825, 1830 y 1832

de habitación y edificios en un 20% de los registros, daños en caminos y puentes (9%), suspensión de obras públicas que consistían en la reparación o mantenimiento de caminos y puentes afectados (9%) y 6% a daños en servicios públicos como suspensión del servicio de agua potable. El restante 19% de los reportes hacen referencia a medidas tomadas por el gobierno para enfrentar los impactos en la salud pública. Por ejemplo, se mencionan calenturas en la población de Alajuela a raíz de un temporal[5].

Respecto a la distribución espacial de los impactos, la región climática más afectada fue la Región Central con un 57% de los casos registrados. Otra región que reportó afectaciones de consideración fue el Pacífico Norte con un 34% de los registros. Las poblaciones que más frecuentemente son citadas por el impacto de los eventos meteorológicos extremos son Santa Cruz y Cartago, seguidas de Alajuela (Cuadro 4). Las tres localidades sufrieron tanto por el extremo seco como por el extremo lluvioso.

5 ANCR. Fondo Municipal (MU) No. 385. ANCR. Fondo Ministerio de Gobernación (MG). No. 3565; Fondo Gobernación. No. 23832.

3.2.3. EME entre 1851 y 1875

El 28% de los años del período analizado, presentan por lo menos un registro sobre impactos producto de un evento meteorológico. En la figura 10 se aprecia el detalle del tipo de evento registrado. Prácticamente, la totalidad de los documentos revisados tratan sobre las condiciones lluviosas que provocaron incidentes y daños en diferentes sectores. Un caso interesante corresponde a uno de los reportes en 1855 que menciona una inusual lluvia en San José en el mes de febrero que al parecer afectó la agricultura[6]. El mes de febrero climatológicamente es uno de los más secos en San José, por lo que es probable que la lluvia reportada sea más inusual que intensa. Para los años 1855 y 1871 Apaestegui (2015) identificó dos fenómenos de El Niño, lo cual podría explicar las condiciones lluviosas reportadas para Limón y Colorado en esos años y que coinciden con el patrón climático que este fenómeno produce en nuestro país. Sin embargo, llama la atención la ausencia de reportes sobre sequías o condiciones secas, sobre todo para el año 1871 cuando El Niño tuvo una intensidad de "Muy Fuerte", según la escala de valores con la que se califica.

Para 1861 se encuentra el mayor número de reportes (figura 10), sobre todo de lluvias intensas, crecidas de ríos y afectaciones en los caminos y puentes. En 1870 dos temporales, posiblemente estacionales, afectaron las zonas costeras, en octubre uno en la vertiente del Pacífico y en noviembre otro en la vertiente del Atlántico. Para 1871 un temporal generó daños en la región de Tortuguero[7].

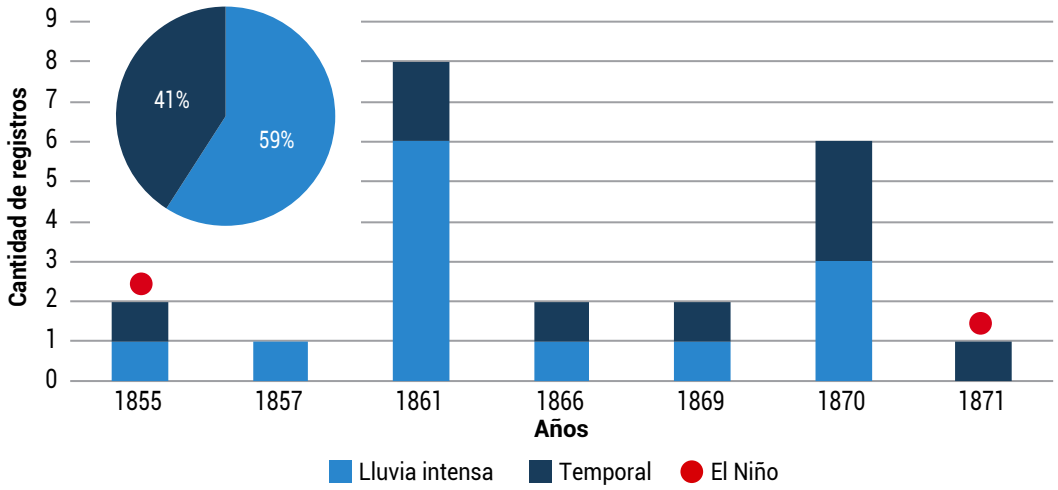


Figura 10. Número de registros sobre eventos meteorológicos que afectaron al menos una localidad conocida. Período 1851-1875.

6 *Eco de Irazú*, Tomo 1 (No. 9), p. 262. 10 de febrero de 1855.

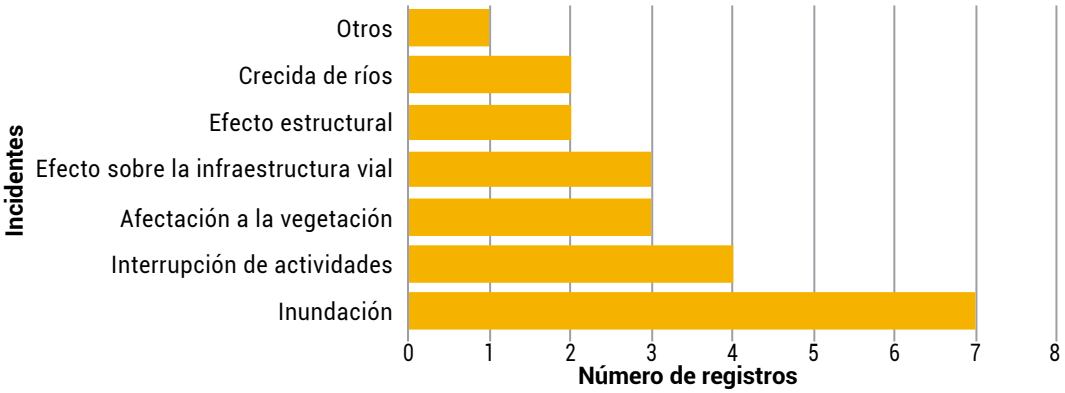


Figura 11. Incidentes reportados por diferentes eventos meteorológicos documentados entre 1851-1875.

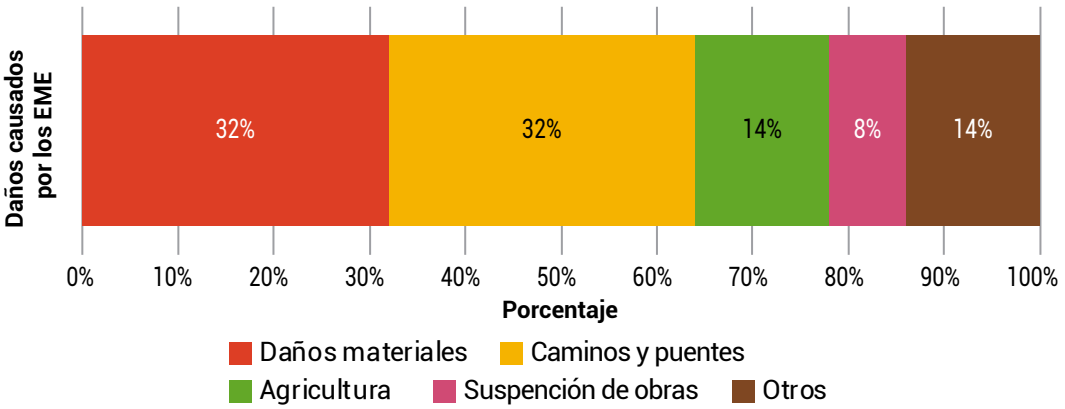


Figura 12. Daños producto de eventos meteorológicos extremos en Cosa Rica de 1851 a 1875.

Las principales incidencias en estos 25 años son las inundaciones, la interrupción de actividades humanas (de cualquier índole) y los efectos sobre coberturas vegetales e infraestructura, tal y como se detalla en la figura 11.

A partir de estas incidencias se produjeron daños materiales y daños en carreteras, caminos y puentes que en conjunto sumaron el 64% de los reportes (figura 12). Los daños en la agricultura significaron el 14%, mientras que la suspensión de obras (públicas o privadas) y la suspensión de actividades (sociales, culturales, religiosas, políticas, entre otras) representaron el 8%. También se dieron daños en casas, trapiches y plantaciones, principalmente en Escazú por el desbordamiento de la quebrada o río Agres, en donde se reportaron tres personas fallecidas (primer reporte de muertes documentado en 1861) y varias desaparecidas. Algunas de las localidades afectas fueron San Antonio de Curridabat, Desamparados, Aserrí, Escazú y San José (Granados, 2019).

Cuadro 5. Localidades afectas por eventos meteorológicos en Costa Rica de 1851 a 1875.

Población	Evento	Años con reportes
Alajuela	Temporal	1869
Alajuelita	Lluvias intensas	1870
Barranca	Temporal	1870
Cartago	Temporal	1861
Colorado	Temporal	1871
Escazú	Lluvias intensas	1861, 1870
Limón	Temporal	1855, 1870
Matina	Temporal	1870
Nicoya	Lluvias intensas	1857
Pavones	Temporal	1866
San José	Lluvias intensas y temporal	1855, 1861
San Mateo	Lluvias intensas	1869
Santa Cruz	Lluvias intensas	1870
Valle Central	Lluvias intensas	1861, 1866

1861: Primer registro de muertes en Costa Rica por un evento meteorológico extremo. Desbordamiento de la Quebrada Agres en Escazú.

La mayor cantidad de reportes proviene de la Región Central que concentró el 64% del total. Le siguen el Caribe Norte y el Pacífico Norte con 18 y 14 por ciento, respectivamente. Las poblaciones afectadas se muestran en el cuadro 5.

3.2.4. EME entre 1876 y 1900

En los últimos 25 años del siglo XIX hay reportes para el 76% de los años con varios eventos extremos: sequías, temporales, lluvias intensas y vientos descendentes (erróneamente llamados tornados). Las referencias, como se aprecia en la figura 13, concentran un 87% de los registros en el escenario extremo lluvioso (temporales, lluvias intensas y tormentas convectivas), un 11% a sequías, un 2% a eventos eólicos y 1% a tormentas convectivas.

Particularmente la sequía de 1877 y 1878 es explicada por la presencia de un fenómeno El Niño de “muy fuerte” magnitud y que está bien documentado (Díaz y Alfaro, 2016; Díaz, Alfaro y Leitón, 2019). Según los autores el déficit en las precipitaciones abarcó desde junio de 1877 hasta agosto de 1878 provocando una sequía y aumento en la temperatura,

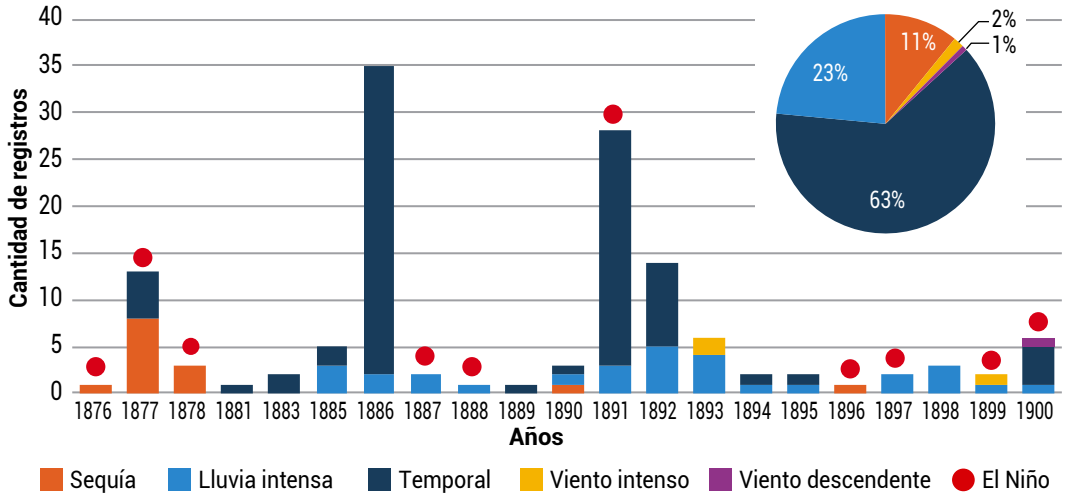


Figura 13. Número de registros sobre eventos meteorológicos que afectaron al menos una localidad conocida. Período 1876-1900.

que propició las condiciones adecuadas para que una plaga de langosta se extendiera a diferentes partes del país. Otros eventos de El Niño identificados por Apaestegui (2015), no pueden explicar completamente el comportamiento documentado en algunos años y zonas del país.

En 1885 nuevamente se reportan fallecidos debido a una cabeza de agua[8], sin embargo sobresale el temporal de 1886 que, de acuerdo a los muchos reportes de diferentes zonas del país, pareciera que fue de gran extensión e intensidad (Granados, 2020). Por otra parte, el temporal de 1891 corresponde con la inundación de Cartago del 27 de octubre, que dejó al menos cinco fallecidos.

Entre 1890 y 1893 se presentaron condiciones lluviosas en la Región Central que afectó nuevamente la zona de Cartago (diciembre de 1890 y 1891). En octubre de 1892 el temporal se reportó en San José con daños en los caminos de Puriscal y la línea férrea al Atlántico[9]. En 1893 nuevamente se reportan impactos producto de las lluvias en San José, e incluso se documentó la presencia de "tornados"[10] en el mes de octubre (corrientes de aire descendentes). Ese mismo año hubo en Guanacaste brotes de fiebre y disentería en varias comunidades debido a las fuertes lluvias[11].

8 *Otro Diario*, 3 de noviembre de 1885, p. 4; 28 de noviembre de 1885, p. 3; *Diario de Costa Rica*, 18 de noviembre de 1885

9 *El Anunciador Costarricense*, 1 de octubre de 1892, p. 1; *La Prensa Libre*, 5 de octubre de 1892, p. 1 y 21 de octubre de 1892, p. 4.

10 *El Imparcial*, 24 de diciembre de 1890, p. 3; *La República*, 10 de octubre de 1893, p. 2; *El Independiente Demócrata*, 11 de octubre de 1893, p. 3; y *El Heraldo de Costa Rica*, 22 de octubre de 1893, p. 2.

11 ANCR. Fondo Secretaría de Policía (SECPOL), No. 14929.

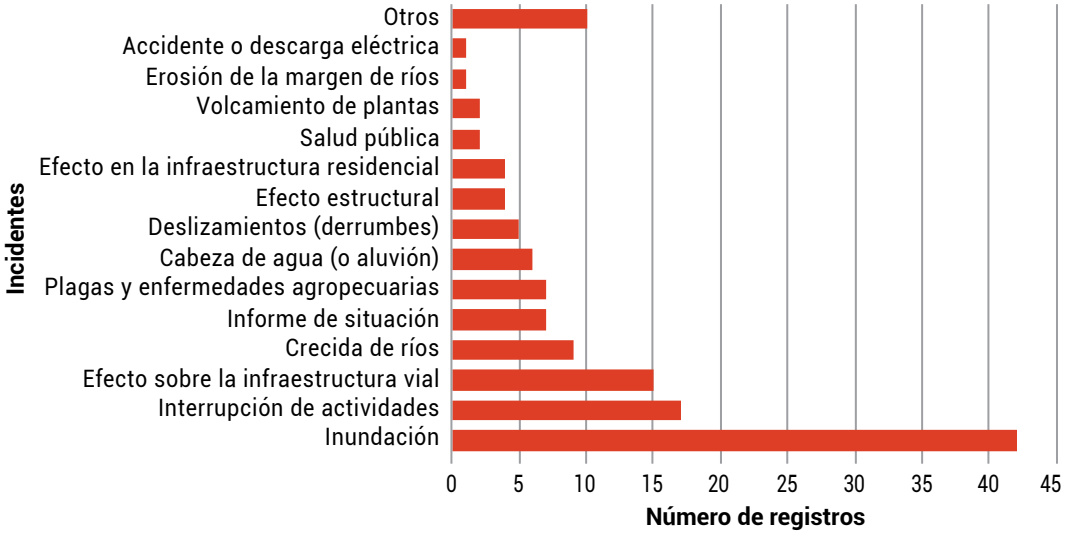


Figura 14. Incidentes reportados por diferentes eventos meteorológicos documentados entre 1876-1900.

En 1894 hubo una inundación en Sarapiquí en el mes de diciembre y en 1895 se reportaron fallecidos por cabezas de agua en San José y Heredia. Finalmente, en 1899, Santa Cruz fue afectada por el desbordamiento de los ríos Diría, San Juan, En medio y río Grande los días 28 y 29 de noviembre[12].

En lo relevante con las incidencias causadas por los eventos meteorológicos, se puede observar en la figura 14 que la mayoría corresponde a inundaciones (32% de las referencias). La interrupción de actividades suman un 13%, el efecto sobre la infraestructura vial un 11%, y un 9% a crecida de ríos (que no llegaron a desbordarse). Otras incidencias reportadas fueron plagas y enfermedades agropecuarias, efectos estructurales, cabezas de agua, deslizamientos, entre otros.

En cuanto a daños, tal y como se presenta en la figura 15, el 26% de los registros particularizan la afectación a la infraestructura vial (caminos, puentes y vía férrea). Un 20% de los registros reportan daños materiales en forma general. Un 11% de los documentos se refieren a la suspensión de obras y actividades a consecuencia de los eventos extremos. El 7% de los registros tratan la afectación del sector agropecuario. Destaca en este periodo que un 11% de los documentos consultados hacen alusión a las personas afectadas y, aunque no constituye un daño por sí mismo, si

12 ANCR. Fondo Álbum José María Figueroa, tomo 1, folio 51f; *La Patria*, 10 de octubre de 1895, p. 3; *La Unión Católica*, 11 de octubre de 1895, p. 2; y ANCR. Fondo Ministerio de Gobernación, No. 23282, folio 15, 20 y 93-94v.

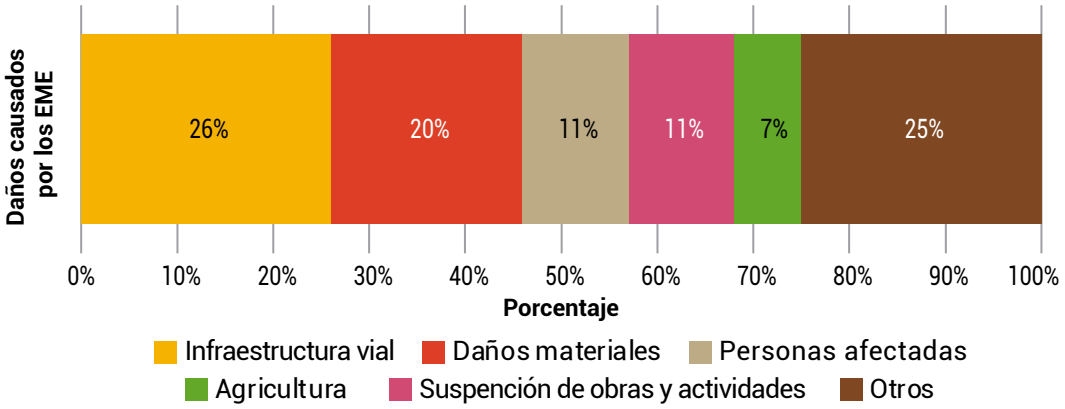


Figura 15. Daños producto de eventos meteorológicos extremos en Cosa Rica de 1876 a 1900.

se asume como un costo el ayudar a los damnificados. Se documentaron colectas de dinero, gestiones de gobierno y otros en esta línea de acción.

Los eventos documentados provienen sobre todo del Pacífico Norte (sequía de 1877-1878) y la región Central (temporales de 1886, 1891 y 1892), mientras que los impactos, traducidos en incidencias y daños, se concentran más en la Región Central con un 64% de los casos. Otras regiones climáticas con reportes de consideración son el Pacífico Norte con 12% y el Caribe Norte con el 11% de los registros. Dada la disponibilidad de información, es posible hacer aproximaciones geográficas de impacto más generalizadas a partir de cantones. A este nivel, los distritos más afectados fueron Cartago, por la inundación de 1891, San José, Heredia y Limón (cuadro 6).

Cuadro 6. Localidades afectadas por eventos meteorológicos en Costa Rica de 1875 a 1899.

Población	Evento	Años con reportes
Alajuela	Temporal	1886
Aserrí	Temporal	1886
Atenas	Temporal	1886
Barva	Temporal	1886
Boruca	Temporal	1892
Cangrejal	Temporal	1886
Carrandi	Temporal	1877
Carrillo	Sequía y temporal	1886, 1891, 1896
Cartago	Lluvias intensas y temporal	1886, 1890, 1891
Colón	Lluvias intensas	1890
Cot	Temporal	1886

Cuadro 6. Continuación

Población	Evento	Años con reportes
Desamparados	Lluvias intensas	1892, 1897
Grecia	Lluvias intensas	1885
Heredia	Sequía, lluvias intensas, temporal y tormenta convectiva	1877, 1886, 1888, 1900
Juan Viñas	Temporal	1889
Liberia	Sequía y temporal	1878, 1875
Limón	Lluvias intensas y temporal	1877, 1885, 1887, 1892, 1898
Matina	Temporal	1877
Nicoya	Temporal	1883, 1892
Orosi	Lluvias intensas	1893
Palmares	Lluvias intensas	1895
Potrero Grande	Temporal	1881
Puerto Viejo	Temporal	1886
Puntarenas	Sequía y temporal	1877, 1883, 1886
Río Segundo	Temporal	1895
Sabanillas	Temporal	1886
San Antonio	Temporal	1886
San José	Sequía, Lluvias intensas, temporal y vientos descendentes	1877, 1886, 1891, 1892, 1893, 1898
San Marcos	Temporal	1894
San Ramón	Sequía, lluvias intensas y temporal	1877, 1886
Santa Ana	Temporal	1900
Santa Bárbara	Temporal	1892
Santa Cruz	Temporal	1891
Santa Teresita	Temporal	1892
Santiago	Lluvias intensas	1892, 1893
Sarapiquí	Lluvias intensas	1894, 1895
Savegre	Sequía	1890
Turrialba	Lluvias intensas y temporal	1892
Vuelta de Jorco	Temporal	1876, 1877, 1878, 1886, 1886, 1892, 1893, 1900
Varios distritos*	Sequía, lluvias intensas y temporal	1886

* Documentos que hacen referencia a las provincias o a regiones más amplias: ej. Guanacaste, vertiente Pacífica o Atlántica, o que no precisan una localidad específica.

3.2.5. EME entre 1901 y 1950

Para la primera mitad del siglo XX se han identificado reportes de eventos meteorológicos extremos para el 54% de los años, con eventos tales como temporales, lluvias intensas, tormentas convectivas y sequía. En estos 50 años predomina el escenario lluvioso. De hecho, si los EME solo se refieren a los extremos de lluvia (déficit o superávit), el 98% de las referencias mencionan excesos, mientras que de sequía solo un 2% (figura 16).

Sobresalen los años 1906, 1908, 1919 y 1933 con la mayor cantidad de información sobre daños reportados a causa de los extremos meteorológicos suscitados. El temporal de 1906 afectó toda la vertiente del Pacífico. La mitad de las referencias documentadas de ese año fueron de la Región Central, con reportes desde Paraíso en Cartago hasta San Ramón en Alajuela. En el Pacífico Central se afectaron cantones como Puriscal, Dota, Tarrazú y Parrita; en el Pacífico Sur lo fueron Pérez Zeledón y Buenos Aires, mientras que en el Pacífico Norte hubo incidencias desde Esparza hasta Liberia.

En 1908, la influencia geográfica del temporal fue más reducida. Los eventos se reportaron en la Región Central (desde La Unión hasta San Ramón y Sarchí) y en el Pacífico Norte en Orotina, Carrillo, Santa Cruz y Cañas. Para 1919, el extremo lluvioso registró impactos en la Región Central en cantones como Alajuela, Cartago, San José, Mora y Puriscal, y en el Pacífico Norte en Puntarenas, Liberia y La Cruz.

En 1933 el mayor impacto se dio en el Pacífico Norte donde se reportaron inundaciones por el desbordamiento de varios ríos. Las poblaciones más afectadas

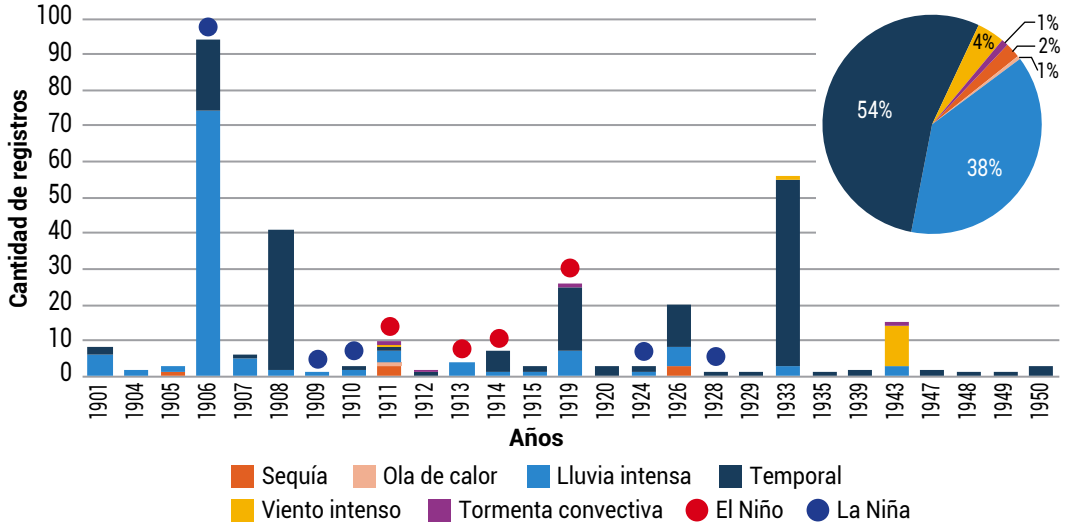


Figura 16. Número de registros sobre eventos meteorológicos que afectaron al menos una localidad conocida. Período 1901-1950.

fueron Bolsón en Santa Cruz, Filadelfia en Carrillo y San Pablo en Nandayure por las avenidas de los ríos La Palma, Tempisque y Morote. Sin embargo, el temporal impactó todo el pacífico Norte, reportándose afectación en los cantones de Liberia, Nicoya, Nandayure, Carrillo, Santa Cruz, Cañas, Montes de Oro y Orotina. En la Región Central se registraron daños en el cantón de Mora.

Las incidencias generadas por los eventos meteorológicos extremos de 1901 a 1950 se resumen en la figura 17. El 26% corresponde a efectos sobre la infraestructura vial, un 21% a inundaciones, el 13% obedece a informes de situación que reportan generalidades sobre el temporal (cantidad de días con lluvia o temporal, intensidad del mismo) y otro 9% son derrumbes o deslizamientos. Otras incidencias que se presentaron fueron crecidas de ríos y quebradas, efectos sobre la vegetación (desde daños en cultivos, caída de árboles o árboles incendiados por la caída de un rayo), efectos en la infraestructura (tanto comercial como residencial), incidencia en los servicios públicos (luz, agua y comunicaciones) y en la salud de los habitantes.

Respecto a los daños, como se aprecia en la figura 18, el 36% alude a la afectación de las vías de comunicación (caminos, puentes y línea férrea). Un 21% se refiere a daños materiales. Un considerable 9% recuenta los efectos en el sector agropecuario. Un 5% es exclusivo a la afectación directa de personas, ayuda a damnificados[13] y fallecimiento de ocho personas por ahogamiento a consecuencia de

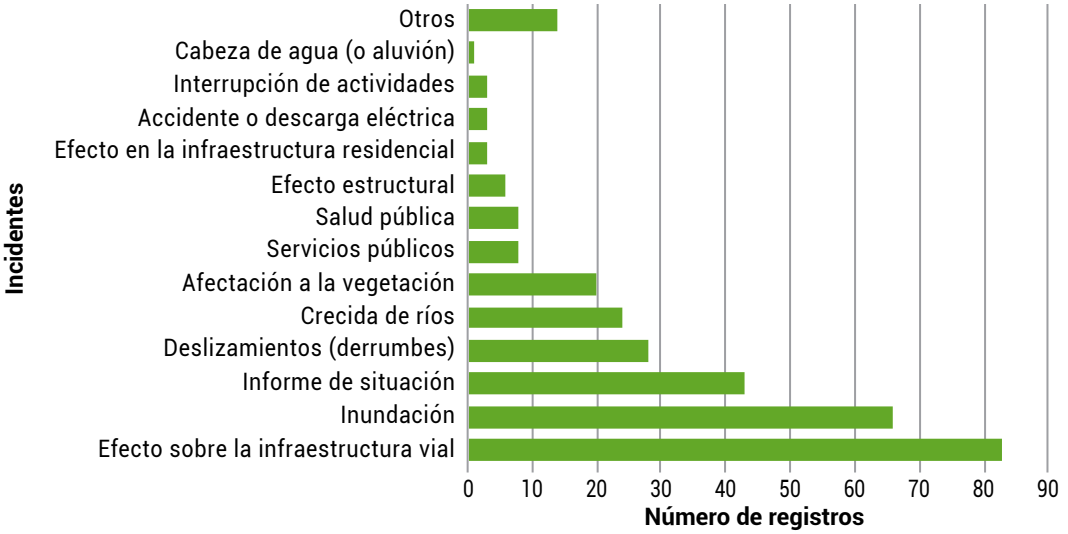


Figura 17. Incidentes reportados por diferentes eventos meteorológicos documentados entre 1901-1950.

13 *El Heraldo*, 29 de septiembre de 1933, p. 1,

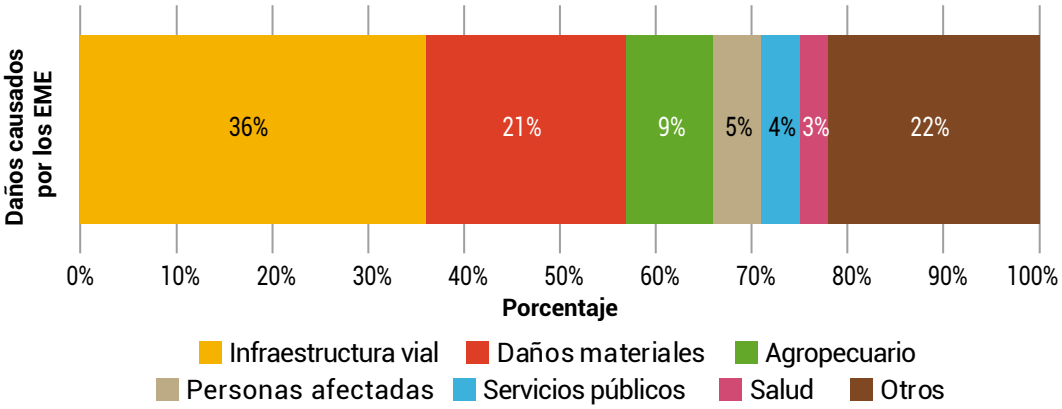


Figura 18. Daños producto de eventos meteorológicos extremos en Cosa Rica de 1901 a 1950.

incidentes generados por temporales[14]. El 4% de los daños fue sobre los servicios públicos (abastecimiento de agua, líneas de telégrafo, tendido eléctrico y comunicaciones) y un 3% trata sobre los efectos en la salud de la población: proliferación epidemias de influenza, paludismo (malaria).

En estos 50 años, las referencias a incidentes y daños se concentran en un 92% en la vertiente del Pacífico. Específicamente, del Pacífico Norte proviene el 40% de los registros, 39% de la Región Central, 10% son del Pacífico Central y un 3% se relacionan con el Pacífico Sur. De la vertiente del Caribe son el restante 8% de los casos con principal afectación de la región Caribe Norte. El cuadro 7 muestra la afectación geográfica por cantón, según región climática.

3.2.6. EME de 1951 a 1980

De 1950 hacia el presente es mayor la cantidad de información existente sobre eventos meteorológicos extremos ocurridos en el país, así como de las comunidades que reportaron alguna afectación por ellos. Se cuenta con registros para el 100% de los años de este periodo.

Los años finales de la década de 1970 presentan la mayor cantidad de reportes por afectación debido a eventos extremos. Como se observa en la figura 19, el 76% de las referencias se relacionan al extremo lluvioso. Los principales eventos ocurridos son las lluvias intensas con el 49% de los reportes y los temporales con el 17%.

El 19% de los registros se refiere a vientos intensos o vendavales y vientos descendentes (erróneamente llamados tornados). Los reportes de este tipo de eventos

14 *El Día*, 16 de octubre de 1901, p. 2; *El Heraldo de Costa R*ica. 1901, 10 de octubre de 1901, p. 3; *Diario de Costa Rica*, 19 de octubre de 1919, p. 4 y 28 de septiembre de 1933, p. 7; *El Heraldo*, 19 de septiembre de 1933, p. 3.

Cuadro 7. Cantones afectados por eventos meteorológicos en Costa Rica de 1901 a 1950.

Región climática / Cantón	Registros
REGIÓN CENTRAL	**114**
San José	12
Mora	10
Santa Ana	9
Aserrí	9
Alajuela	9
Cartago	8
Naranjo	7
Escazú	6
Heredia	5
San Ramón	5
Acosta	5
Desamparados	5
Paraíso	4
Montes de Oca	4
Grecia	3
Atenas	2
Palmares	2
Puriscal*	2
Alvarado	1
Santa Bárbara	1
Alajuelita	1
Moravia	1
Poás	1
Goicoechea	1
La Unión	1
CARIBE NORTE	**13**
Limón	12
Siquirres	1
ZONA NORTE	**3**
San Carlos	2
Sarapiquí	1

Región climática / Cantón	Registros
PACÍFICO NORTE	**102**
Carrillo	18
Puntarenas	15
Nandayure	13
Santa Cruz	10
Abangares	8
Liberia	8
Esparza	7
Nicoya	7
Orotina	7
Cañas	6
La Cruz	2
Bagaces	2
Montes de Oro	1
Pacífico Central	30
Dota	10
Tarrazú	8
Puriscal*	3
Parrita	2
León Cortés	2
Pérez Zeledón*	1
Acosta	1
Garabito	1
PACÍFICO SUR	**8**
Buenos Aires	3
Coto Brus	3
Pérez Zeledón*	2
CARIBE SUR	**7**
Turrialba	5
Jiménez	1
Limón	1

* Los cantones de Pérez Zeledón y Puriscal presentan parte de sus territorios en dos regiones climáticas. La regionalización climática de Costa Rica obedece a factores fisiográficos y climáticos. No responde a una división administrativa.

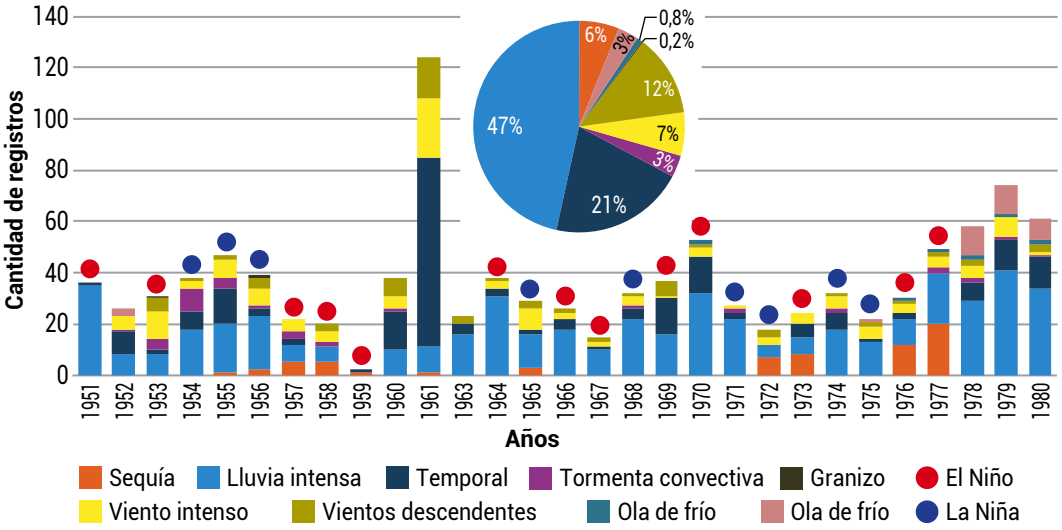


Figura 19. Número de registros sobre eventos meteorológicos que afectaron al menos una localidad conocida. Período 1951-1980.

eran casi nulos en períodos anteriores, y para este, únicamente en 1951 y 1959 no hay mención de ellos (figura 19). Las referencias provienen de todas las provincias, reportándose su ocurrencia en el 68% de cantones del país en estas tres décadas.

Un 7% de los registros se refiere al extremo seco. Sin embargo, a diferencia de los periodos anteriores, en estos 30 años hay mayor información sobre el impacto de las sequías en años específicos: 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1965, 1972, 1973, 1976 y 1977 (figura 19). La vertiente Pacífica, en particular el Pacífico Norte fue el más afectado; el 85% de las referencias sobre sequía provienen de cantones de la provincia Guanacaste y del norte de Puntarenas.

Con relación a las incidencias presentadas a consecuencia de eventos meteorológicos extremos, la principal ocurrencia son las inundaciones, con un 52% de las referencias. Un 12% mencionan deslizamientos y un 17% son efectos estructurales y sobre la infraestructura residencial. En el restante 19% se incluyen incidencias como afectación a la vegetación, descargas eléctricas, cabezas de agua e interrupción de los servicios públicos (figura 20).

La atención que prestan las autoridades de gobierno a partir de 1950 al impacto de los eventos extremos y el levantamiento de datos que se realiza de personas afectadas para diversos fines sociales, humanitarios y estadísticos, aunado a un mayor seguimiento en los medios de comunicación (prensa escrita) de los impactos producidos por estos, se refleja en la dinámica de observación de los daños. Por ello, en este periodo, el 65% de los daños corresponde a la afectación directa en las

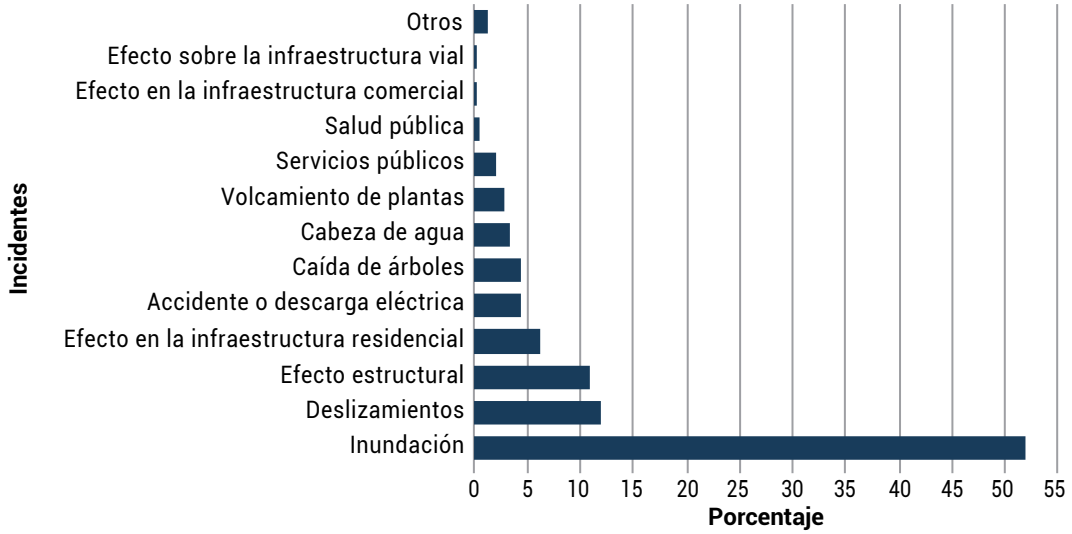


Figura 20. Incidentes reportados por diferentes eventos meteorológicos documentados entre 1951-1980.

personas (damnificadas, evacuadas o fallecidas). De 1951 a 1980 se reportan más de 70 personas fallecidas a causa de algún incidente asociado a un evento meteorológico extremo.

En la figura 21 se resume que un 21% de los reportes son daños materiales (pérdida de bienes, daños estructurales a casas y negocios comerciales). Comparativamente con los periodos anteriores, la afectación en la infraestructura vial se redujo a un 4% de los registros; mientras que la afectación en el sector agropecuario se reportó en el 3% de las referencias.

En cuanto a la distribución geográfica, los reportes provienen de 79 cantones del país. Dada la buena cobertura de información, una forma interesante de

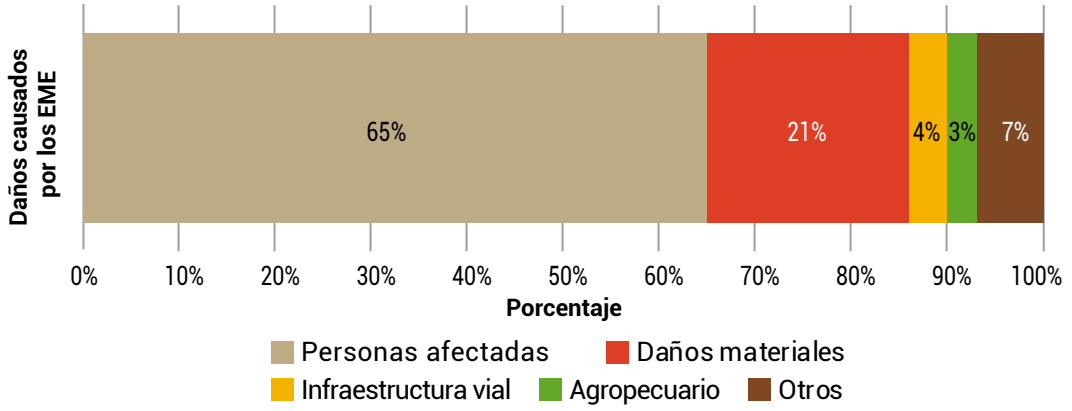


Figura 21. Daños producto de eventos meteorológicos extremos en Cosa Rica de 1951-1980.

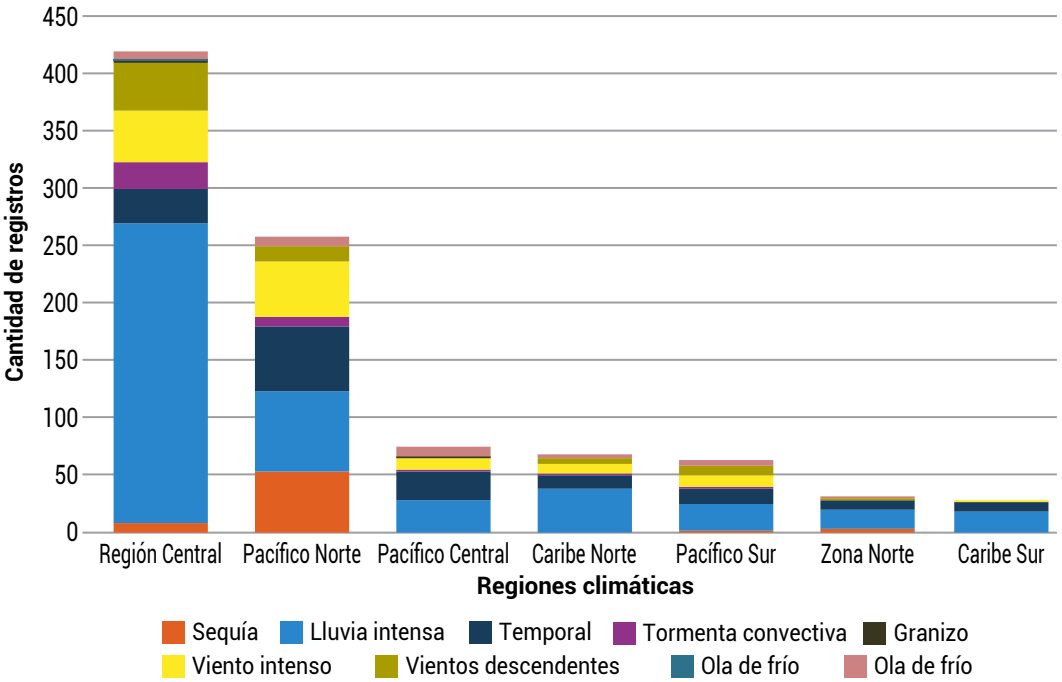


Figura 22. Eventos meteorológicos extremos en Cosa Rica de 1951-1980 según región climática.

visualizar los reportes, es a partir de la actual regionalización climática de Costa Rica. Dos regiones concentran el 71% de las referencias a eventos meteorológicos extremos (figura 22): la Región Central con un 45% y el Pacífico Norte con un 26%. Las otras cinco regiones se distribuyen el 29% restante. En todas las regiones predominan las incidencias causadas por lluvias intensas, en particular en la Región Central.

La región Pacífico Norte es la que presenta afectación severa por sequía. De otras regiones, hay reportes procedentes de la Región Central (Cartago) que se vio afectado por una sequía a finales de 1958 y donde se estimaron pérdidas por 16 millones de colones por la escasez de lluvia en el sector agropecuario[15], y de San José por déficit en la precipitación en 1957. En el Pacífico Sur (Valle de El General) y en la Zona Norte (Llanuras de San Carlos) también hubo déficit de precipitación por la sequía de 1957 con perjuicio en la agricultura.[16]

15 *La Nación*, 10 de enero de 1959, p. 8, y 15 de enero de 1959, p. 8.

16 *La Prensa Libre*, 15 de mayo de 1958, p. 9.

La memoria histórica de los pueblos debe ser rescatada, interpretada y analizada como insumo valioso en la construcción de estrategias de adaptación de las comunidades ante la variabilidad y el cambio de clima.

Fotografía de la Cruz Roja Costarricense
tomada del sitio web www.ameliarueda.com

3.3. Fenómenos y eventos meteorológicos extremos causantes de impactos 1980-2017

El período 1980-2017 es el que centra la atención de este estudio. Para mejorar el conocimiento sobre la amenaza climática, se analizó tanto los fenómenos como los eventos meteorológicos detonantes de incidentes y daños. La muerte, entendida como el mayor daño generado por EME, es la pérdida referida al sistema social que se encuentra en riesgo, ante la presión de la amenaza climática. Una forma de aumentar el conocimiento sobre EME es su descripción estadística. Se realizó, por tanto, un análisis descriptivo de los fenómenos y eventos meteorológicos registrados en la base de datos del IMN (IMN, 2019a) con el fin de mejorar el conocimiento de su distribución espacial y temporal. Cabe señalar que todos los fenómenos y eventos registrados presentan un impacto asociado, ya sea por un incidente o un daño. Debido a la concatenación de elementos (fenómeno, evento, incidente y daño), las estadísticas que se presentan deben ser entendidas en el contexto de un escenario extremo de desastre. Otras fuentes pueden cuantificar la presencia de fenómenos y eventos atmosféricos en el país, pero sin la asociación con impactos, por lo que las estadísticas pueden diferir.

Un evento extremo consiste en un escenario compuesto por un fenómeno atmosférico de gran escala que genera uno o varios eventos meteorológicos de gran magnitud que son los causantes de incidentes y daños en sistemas vulnerables.

3.3.1. Fenómenos meteorológicos

Como se definió anteriormente, el escenario de desastre está compuesto por un fenómeno de variabilidad climática causal, el evento o los eventos que generó ese fenómeno, el incidente o incidentes reportados y los daños cuantificados, que pueden corresponder con el número de personas fallecidas, evacuadas o damnificadas. Los fenómenos son grandes sistemas meteorológicos de escala espacial sinóptica o global, y de escala temporal del orden de semanas a meses.

Siguiendo la definición propuesta se identificó un total de 14 fenómenos (referirse al cuadro 2): frente frío, empuje frío, masa de aire polar, línea de cortante frontal, depresión tropical, tormenta tropical, huracán (como efecto indirecto), alta presión o anticiclón, baja presión, El Niño, La Niña, onda tropical u onda del este, vaguada y la Zona de Convergencia Intertropical o Vaguada Monzónica. En la

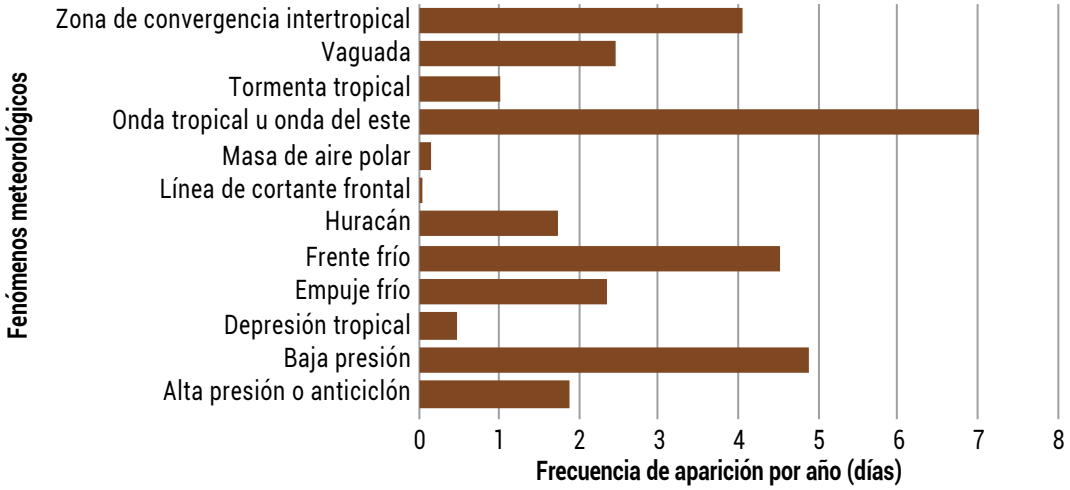


Figura 23. Frecuencia anual de fenómenos atmosféricos en Costa Rica. 1980-2017.

figura 23 se presenta la frecuencia anual promedio de 12 fenómenos. Se excluyen los fenómenos de El Niño y La Niña debido a que la escala temporal y espacial de estos (meses o años) anida otros fenómenos de menor escala por lo que la sucesión de eventos, incidentes y daños resulta difícil de cuantificar bajo el esquema propuesto en este estudio.

Se desprende de la figura 23 que las ondas tropicales u ondas del este, son los fenómenos que más frecuentemente impactan algún sector socio productivo o natural. De todas las ondas que se presentan por año, al menos 7 son generadoras de eventos extremos con impactos reportados. Luego de las ondas, las bajas presiones son las que con mayor frecuencia crean algún tipo de incidente y daño (cerca de 5 por año). Estos dos fenómenos junto con los frentes fríos, la Zona de Convergencia Intertropical y las Vaguadas suman el 73,5 % de fenómenos causantes de impactos en Costa Rica.

Por otra parte, la permanencia de estos fenómenos es determinante para estimar el riesgo en los sistemas sociales. En la figura 24 se detalla el número de días que en promedio permanecen estos fenómenos en nuestro territorio.

Las altas presiones son los fenómenos que duran más días circulando en el territorio. Pueden permanecer aproximadamente 7 días. Los efectos indirectos de los huracanes pueden extenderse por más de 4 días. El resto de fenómenos dura entre 1 y 3 días. No existe una proporcionalidad entre el número de días de permanencia del fenómeno y el impacto que se le puede asociar. De hecho, los fenómenos de mayor frecuencia de impactos duran en promedio dos días. Esto podría ser un indicador de la intensidad de las lluvias generadas.

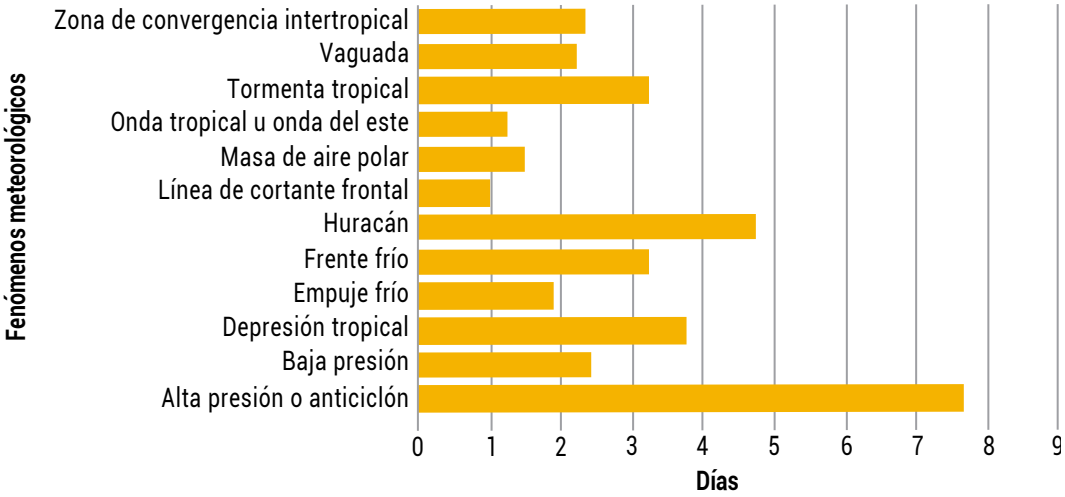


Figura 24. Duración promedio de fenómenos atmosféricos en Costa Rica. 1980-2017.

Se considera que los fenómenos más frecuentes en Costa Rica son aquellos que concentran más del 70% de registros recopilados. La cantidad de EME para el periodo 1980-2017 es de 1.184 registros, de los cuales un 73,5% corresponde a las vaguadas, la Zona de Convergencia Intertropical, los frentes fríos, las bajas presiones y las ondas tropicales u ondas del este. La distribución mensual de los fenómenos más frecuentes se presenta en la figura 25.

La distribución de los fenómenos a nivel mensual, permite recrear una climatología valiosa para la operatividad de la gestión de riesgo y la atención de emergencias. En este sentido, la figura 18 ofrece información valiosa para la planificación. Por ejemplo, los frentes fríos que afectan principalmente la Zona Norte y la Región Caribe son sistemas que están relacionados con la estacionalidad del invierno del hemisferio norte. Según las estadísticas, los frentes más tempranos pueden afectar desde octubre y los más tardíos podrían llegar a presentarse incluso en mayo (ambos con una baja probabilidad de ocurrencia). El período crítico de atención va desde noviembre hasta abril, siendo los meses

Un fenómeno atmosférico es la manifestación atmosférica conocida y consecuente con un sistema meteorológico de escala espacial sinóptica a global, y de escala temporal del orden de semanas a meses.

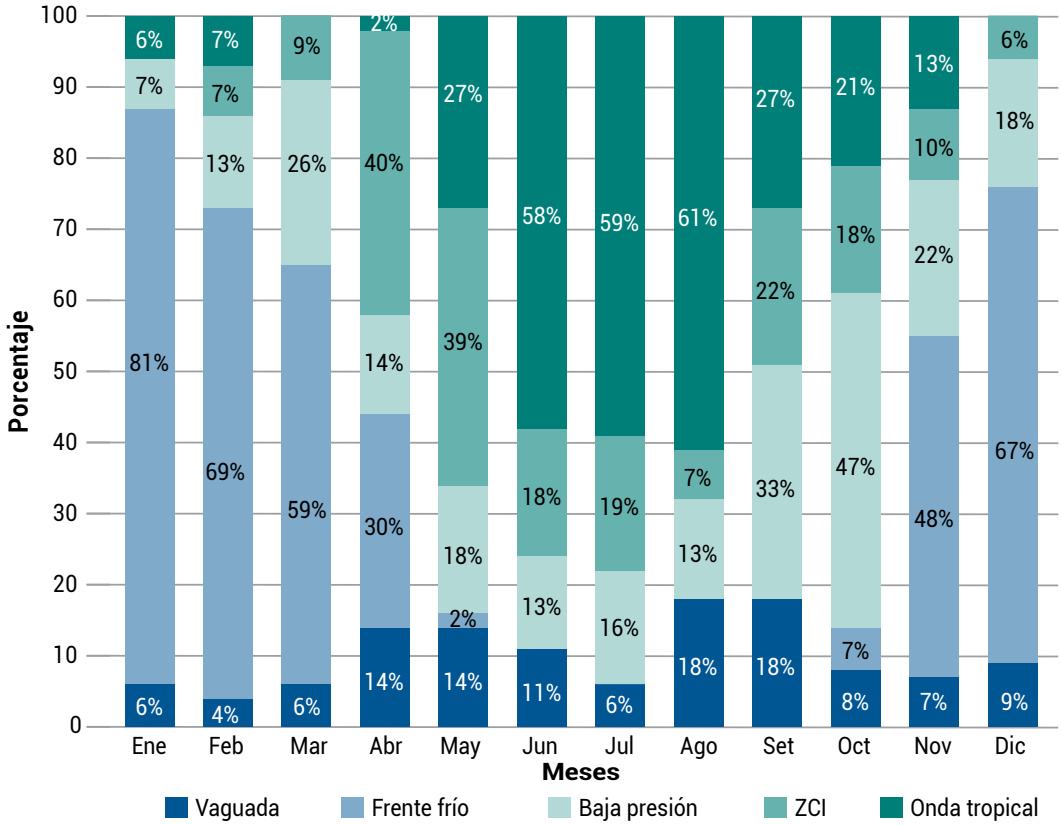


Figura 25. Distribución mensual de fenómenos atmosféricos en Costa Rica. 1980-2017.

de diciembre y enero los que presentan mayor probabilidad de ocurrencia, lo que concuerda con lo descrito por Retana (2012).

En el caso de los efectos provocados por la cercanía de la ZCI, estos se distribuyen a lo largo de casi todo el año; sin embargo, abril y mayo son los meses donde la ZCI es la mayor fuente de impacto si se comparan los cinco fenómenos en estudio. En Costa Rica, su importancia se ve reflejada en la influencia que ejerce sobre el inicio, desarrollo y finalización de la temporada lluviosa, la cual comienza en marzo en la parte sur del país y alcanza dos meses después la región norte (IMN-MINAET, 2009). En los meses de junio, julio y agosto, la mayor probabilidad de afectación se debe a las ondas tropicales, en comparación con la ZCI, las bajas presiones o las vaguadas. Las bajas presiones y las vaguadas pueden presentarse en cualquier mes del año (Retana, 2012); en el caso específico de las vaguadas, los meses donde su presencia es mayor con respecto a los otros fenómenos meteorológicos son abril, agosto y setiembre; mientras que las bajas presiones son el fenómeno más frecuente en los meses de setiembre y octubre.

Todo lo anterior hace resaltar la importancia de identificar la distribución temporal de los fenómenos atmosféricos. Sin embargo, se debe de complementar con la distribución espacial de esa información. Tal y como se mencionó anteriormente, debido a las escalas propias de los fenómenos, es difícil su georreferenciación. Aunque el clima no discrimina entre unidades administrativo- políticas, se considera que estas poseen gran importancia informativa para la población en general, por lo que se consideró apropiado representarlas. En la figura 26 se presenta la distribución por provincias del total de casos de los 12 fenómenos analizados para el período en estudio.

Como se puede observar, la provincia de Limón es la que concentra la mayor cantidad de casos de fenómenos atmosféricos generadores de impactos. Le sigue la provincia de Puntarenas junto a San José. Las provincias con menor registros son Heredia y Cartago.

En las figuras 27, 28, y 29 se presenta la distribución espacial de los 5 fenómenos más frecuentes en nuestro país.

Figura 26. Distribución de fenómenos meteorológicos registrados en Costa Rica. 1980-2017.

A)

B)

Figura 27. Distribución por provincia de los registros de ondas tropicales (A) y bajas presiones (B) en Costa Rica. 1980-2017.

A)

B)

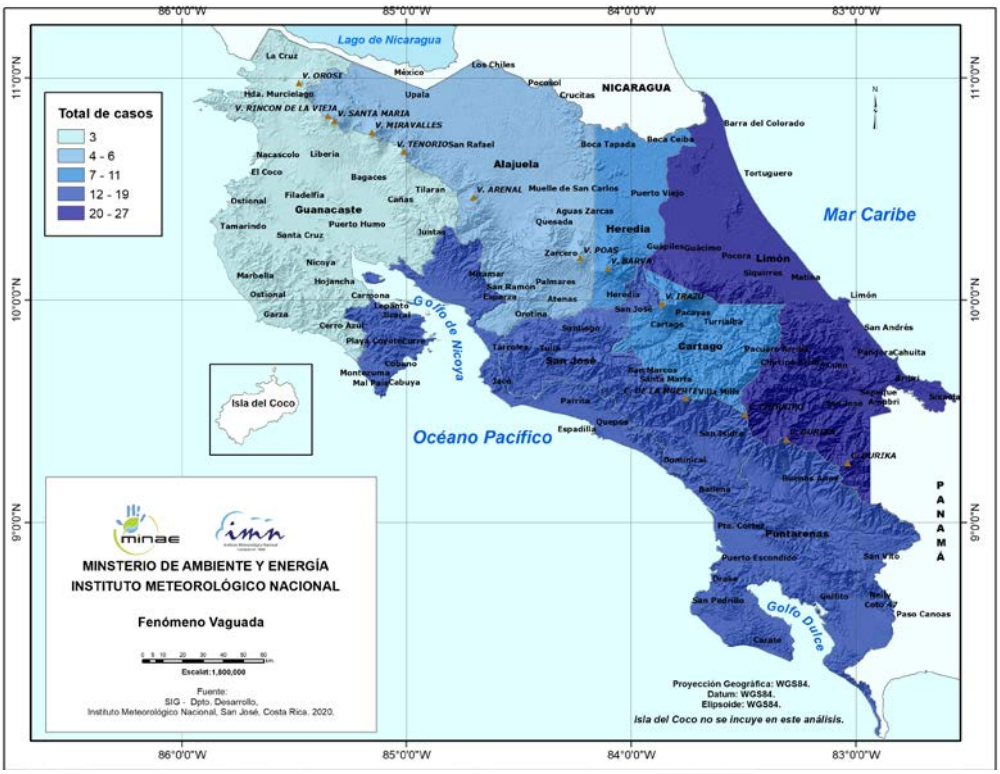


Figura 28. Distribución por provincia de los registros de frentes fríos (A) y vaguadas (B) en Costa Rica. 1980-2017.

Figura 29. Distribución por provincia de los registros de los efectos de la Zona de Convergencia Intertropical en Costa Rica. 1980-2017.

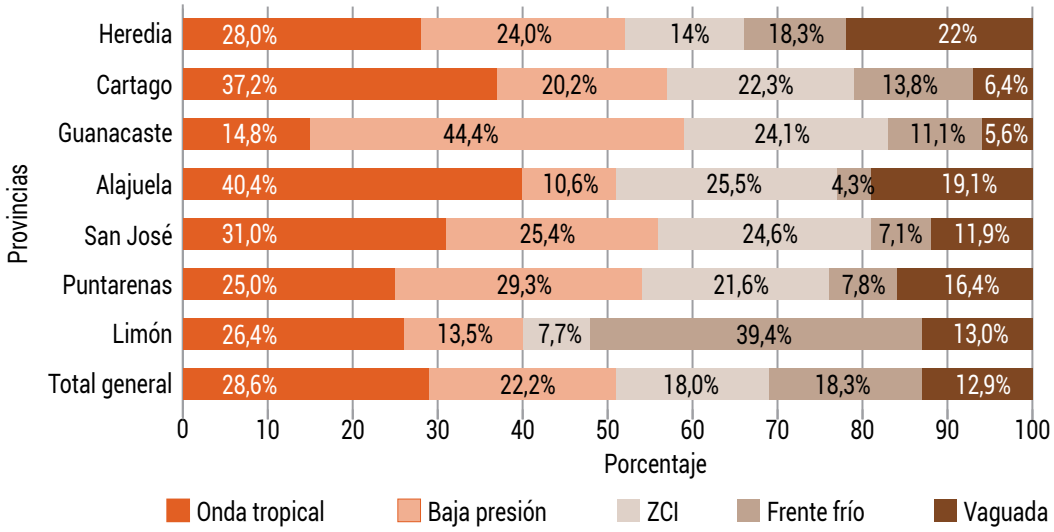


Figura 30. Distribución por provincia de los fenómenos meteorológicos más frecuentes en Costa Rica. 1980-2017.

En la figura 30, se detalla la composición relativa de fenómenos y eventos por provincia. De los 871 fenómenos registrados, 695 cuentan con una ubicación geográfica a nivel de provincias.

En concordancia con lo mostrado en los mapas (figuras 27, 28 y 29), la provincia de Limón posee la mayor afectación por frentes fríos y ondas tropicales, en Cartago los fenómenos con mayor influencia son las ondas tropicales y la ZCI. En lo que respecta a San José y Puntarenas, en su mayoría se ven afectadas por ondas tropicales, bajas presiones y la ZCI. En Alajuela destacan las ondas tropicales y la ZCI, mientras que Heredia se ve mayormente impactada por las ondas tropicales, bajas presiones y vaguadas. Finalmente en Guanacaste inciden principalmente las bajas presiones y la ZCI.

3.3.2. Eventos meteorológicos

Los eventos que caracterizan los fenómenos pueden estar referidos a cualquier elemento del clima, como son la precipitación, la temperatura, el viento, entre otros. En el cuadro 2 se detalla los 25 tipos de eventos identificados que son: lluvias intensas, temporal, tormenta eléctrica, tormenta convectiva, aguacero de los cafetaleros, Cordonazo de San Francisco, granizo, sequía, viento intenso o vendaval, tromba marina, vientos descendentes, Nortes Papagayos, vientos Alisios intensos, frente de briza, brisa del oeste, canícula, veranillo, veranillo de San Juan, temperaturas extremas altas, temperaturas extremas bajas, ola de frío, ola de calor, escarcha, descargas eléctricas y marejada. Algunos de estos eventos llevan en su denominación la particularidad folclórica nacional por lo que están identificados en la memoria histórica de los pueblos. Debido a este valor cultural, relacionado igual con la estacionalidad, se conservaron en su expresión popular y no en la técnica. Además, se conservaron separados de otros eventos que los podían absorber o explicar.

La cantidad de eventos registrados fue de 1.264. El 72,1% corresponde a granizos, tormentas convectivas, temporales y lluvias intensas, por lo que se consideran

Un fenómeno atmosférico es la manifestación atmosférica conocida y consecuente con un sistema meteorológico de escala espacial sinóptica a global, y de escala temporal del orden de semanas a meses.

los más frecuentes. Al estar relacionados con precipitaciones intensas, son generadores de múltiples impactos en el sector social, como por ejemplo la pérdida de vidas humanas (Campos y Quesada, 2017).

A nivel mensual, la frecuencia de aparición es particular para cada evento, tal y como se muestra en la figura 31 que presenta la contribución porcentual por mes de los cuatro eventos más frecuentes en el país.

Los eventos no presentan un patrón de comportamiento mensual, que pueda ser asociado con algún régimen de precipitación en particular, estos representan la integración de los dos regímenes (Pacífico y Caribe). Por ejemplo, al menos el 65% de los EME causados por fenómenos atmosféricos, en cada mes, se debe a lluvias intensas, esta característica de intensidad de la lluvia hace suponer que los altos porcentajes presentados entre los meses de diciembre a marzo, corresponden

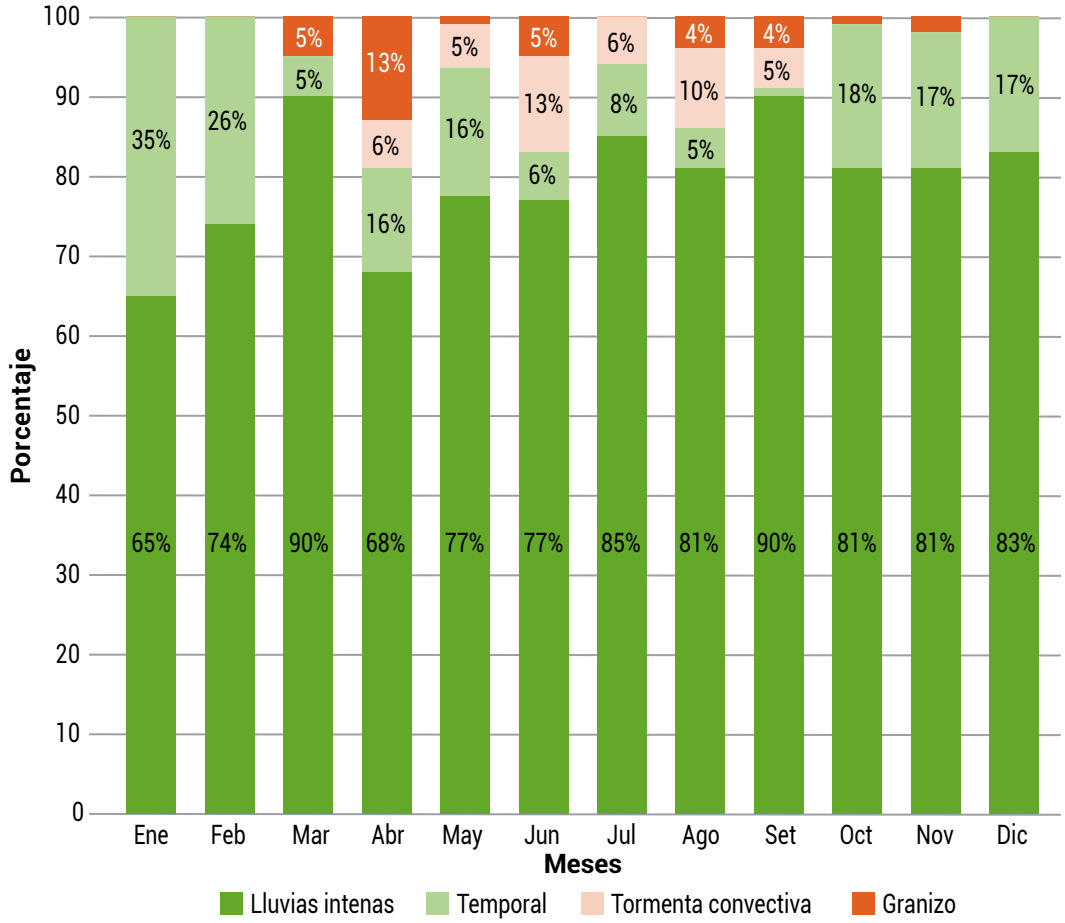


Figura 31. Distribución mensual porcentual de eventos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

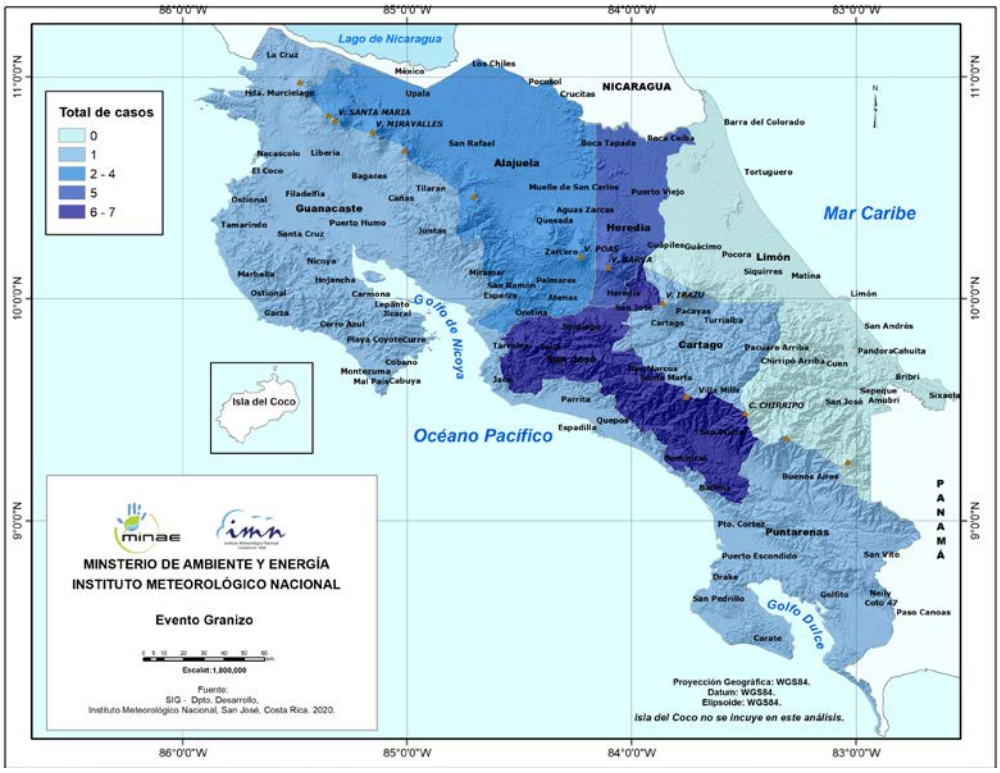
a lluvias en la vertiente del Caribe o en la Zona Norte, que son los meses más lluviosos en estas regiones climáticas, pero los más secos en la vertiente pacífica (IMN-CRRH,2008). Los temporales del Caribe son comunes durante los primeros meses del año, asociados en su mayoría a los frentes fríos que se presentan en esta época del año, esto concuerda con los datos presentados para este evento durante los meses de diciembre, enero y febrero en la figura 23. Los meses de setiembre y octubre son los de mayor precipitación en el Pacífico, mientras que en el Caribe se presenta una disminución relativa (IMN-CRRH, 2008), es de esperar que las lluvias intensas de estos meses correspondan a eventos del Pacífico.

Si bien es cierto que la escala espacial que caracteriza los eventos es menor a la escala de los fenómenos, su distribución en el territorio se puede expresar a nivel de provincias. En la figura 32 se presenta la distribución espacial por provincia del total de eventos registrados para el período en estudio.

La distribución provincial de eventos muestra un comportamiento similar a la presentada por los fenómenos: Limón es la provincia de mayor registro de eventos,

Figura 32. Distribución de eventos meteorológicos registrados en Costa Rica. 1980-2017.

A)



B)

Figura 33. Distribución por provincia de los registros de granizos (A) y tormenta convectiva (B) en Costa Rica. 1980-2017.

A)

B)

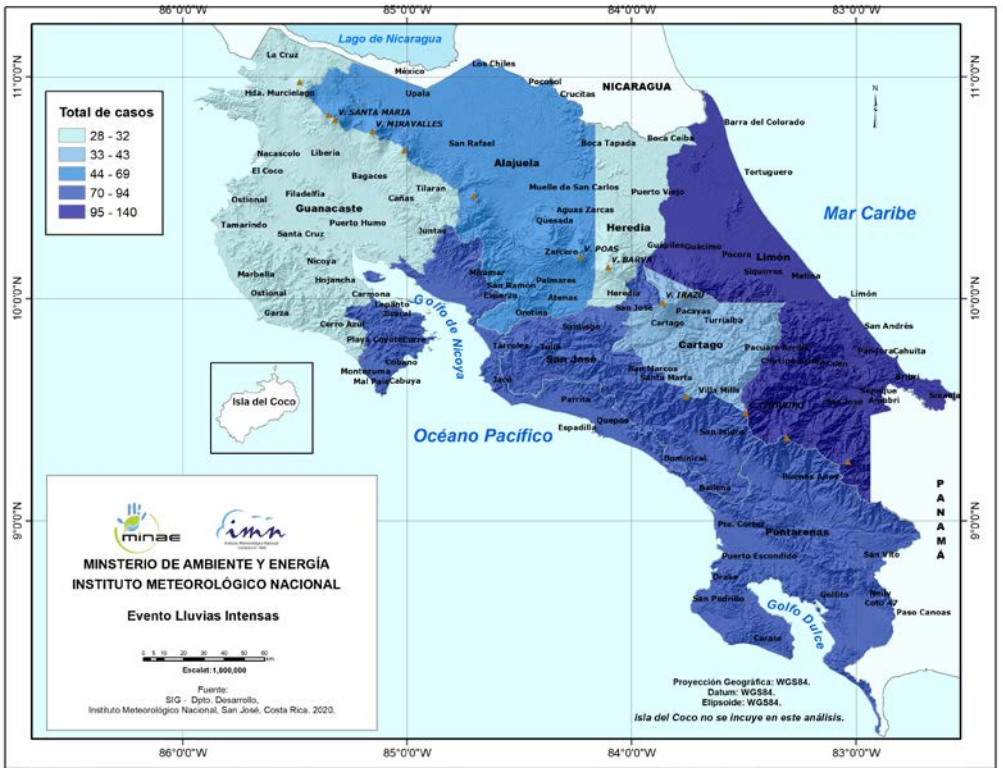


Figura 34. Distribución por provincia de los registros de temporales (A) y lluvias intensas (B) en Costa Rica. 1980-2017.

Un evento meteorológico relaciona con los diferentes meteoros que caracterizan un fenómeno: temperatura, lluvia, viento, radiación, humedad. Son perceptibles y es posible registrarlos instrumentalmente.

seguida de Puntarenas y San José. Alajuela es la cuarta provincia en cuanto al número total de eventos. Cartago, Heredia y Guanacaste son las provincias de menor registro.

En las siguientes figuras (33 y 34) se presenta la distribución por provincia del número de registros de los 4 eventos más frecuentes de acuerdo con el período 1980-2017.

En la figura 35 se resume la distribución porcentual de los cuatro eventos más frecuentes a nivel de provincia.

Es importante resaltar, que las lluvias intensas son el principal evento que puede generar algún tipo de pérdida o desastre en todas las provincias y en cualquier mes del año, tal como se muestra en las figuras 23 y 27. Se rescata la importancia relativa de los temporales principalmente en las provincias de Limón y Guanacaste por su traducción a frecuencia absoluta. En San José, Alajuela y Heredia son notables los reportes de granizo, finalmente se puede observar que las tormentas convectivas acontecen en proporciones muy similares en todas las provincias.

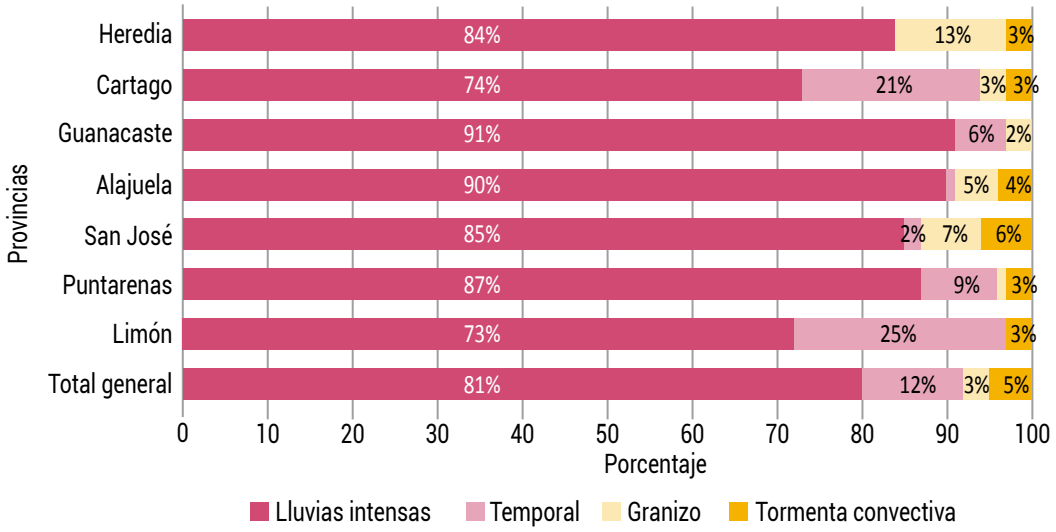


Figura 35. Distribución por provincia de los eventos meteorológicos más frecuentes en Costa Rica. 1980-2017.

3.3.3. Asociación de fenómenos y eventos meteorológicos

La asociación del fenómeno con el o los eventos es de suma importancia para mejorar el conocimiento sobre la amenaza climática y la proyección de sus efectos. La presencia de un fenómeno podría traducirse fácilmente en uno o varios eventos cuyas características de duración, distribución e impactos son conocidas una vez que se compruebe que su intensidad alcanza valores umbrales. En las figuras 36 y 37 se presenta tanto el número de eventos, así como el detalle de las asociaciones con los fenómenos según lo que el IMN logró identificar (IMN, 2019b).

Los eventos generados por los fenómenos meteorológicos más frecuentes, se distribuyen en un 81% de lluvias intensas, un 12% como temporales, un 5 % como tormentas convectivas y un 3% como granizos. La figura 38 condensa la distribución de los eventos según el fenómeno más frecuente. De acuerdo con el número de registros de eventos asociados con fenómenos, es importante resaltar que en el caso de la Zona de Convergencia Intertropical el evento más frecuente que provoca son las lluvias intensas y las tormentas convectivas, mientras que las vaguadas, los frentes fríos y las bajas presiones presentarían mayor frecuencia de lluvias intensas y temporales, y finalmente las ondas tropicales u ondas del este han generado lluvias intensas y una posibilidad similar de tormentas convectivas y temporales.

El comportamiento de los fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos, exhibe una tendencia creciente que podría estar ligada a un aumento en la disponibilidad, la calidad y el detalle de los registros, debido a un desarrollo progresivo de las tecnologías de información y comunicación (Figura 39). El mayor número se reportó durante el año 2003, con una frecuencia por encima de los 70 acontecimientos

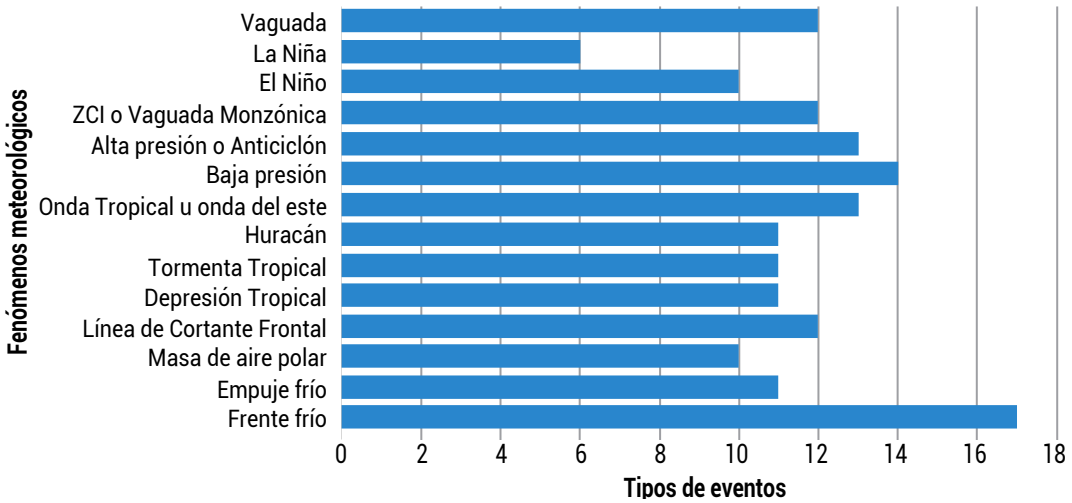


Figura 36. Número de eventos asociados a fenómenos meteorológicos identificados.

	EVENTOS / FENOMENOS	1 Frente frío	2 Empuje frío	3 Masa de aire polar	4 Línea de cortante frontal	5 Depresión tropical	6 Tormenta tropical	7 Huracán	8 Onda tropical	9 Baja presión	10 Alta presión o anticiclón	11 ZCI o Vaguada Monzónica	12 El Niño	13 La Niña	14 Vaguada
EVENTOS	1 Lluvias intensas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2 Temporal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3 Tormenta Eléctrica	X	X		X	X	X	X	X	X		X		X	X
	4 Tormenta convectiva	X			X	X	X	X	X	X		X			X
	5 Aguacero de los cafetaleros									X		X			X
	6 Cordonazo de San Francisco									X		X			X
	7 Viento intenso o vendaval	X	X	X		X	X	X	X		X		X		X
	8 Tromba marina	X			X	X	X	X	X	X		X			X
	9 Vientos descendentes	X			X	X	X	X	X			X			X
	10 Nortes Papagayos	X	X	X	X						X				
	11 Vientos Alisios intensos	X	X	X	X						X		X		
	12 Inicio de época de lluvias								X	X		X			
	13 Fin de época de lluvias	X	X	X							X				
	14 Temperaturas extremas altas										X		X		
	15 Temperaturas extremas bajas	X	X	X										X	
	16 Ola de frío	X	X	X											
	17 Ola de calor										X		X		
	18 Canícula										X		X		
	19 Veranillo										X		X		
	20 Veranillo de San Juan										X		X		
	21 Sequía												X	X	
	22 Granizo	X			X	X	X	X	X	X		X			X
	23 Frente de brisa								X	X					
	24 Brisa del oeste								X	X					
	25 Escarcha	X	X	X	X						X				
	26 Descarga eléctrica	X			X	X	X	X	X	X		X		X	X
	27 Lluvias débiles	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X
	28 Marejada	X				X	X	X		X	X				

Figura 37. Tipo de eventos asociados con fenómenos meteorológicos registrados en Costa Rica. 1980-2017.

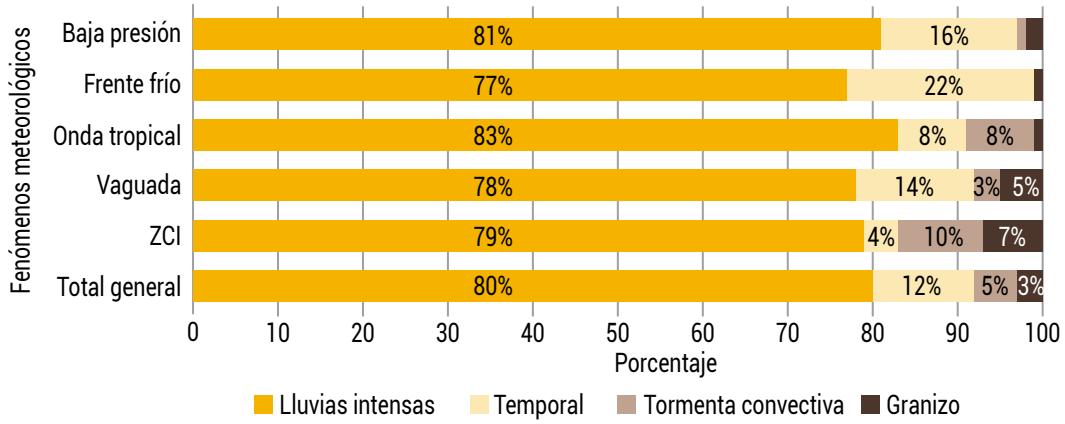


Figura 38. Distribución porcentual de tipos de evento según el fenómeno meteorológico.

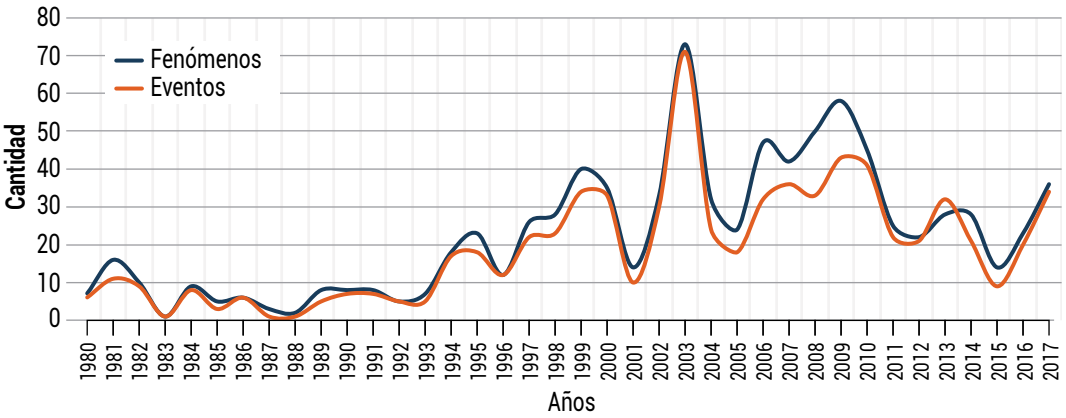


Figura 39. Registro de fenómenos y eventos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

o registros. La tendencia conjunta de los fenómenos y eventos no ha sido estudiada para el país, sin embargo, se han realizado estudios individuales de frentes fríos y bajas presiones (Zárate, 2005; IMN- CRRH, 2008; Alvarado *et al*, 2011).

La estacionalidad de los fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos considerados, se pone en evidencia al representar el total de casos por mes. Resulta interesante que el total acumulado de registros, tanto de los fenómenos como de los eventos, al estar relacionados con la precipitación, describen un comportamiento estacional similar al de las lluvias en la vertiente del Pacífico (IMN-CRRH, 2008) tal y como se aprecia en la figura 40. Este comportamiento puede obedecer a la mayor densidad de población en el Pacífico, comparado con Zona Norte y vertiente del Caribe cuyo régimen de precipitación mensual es diferente. Por razones obvias, donde la concentración de la población es mayor, los reportes y la documentación de impactos, será mayor.

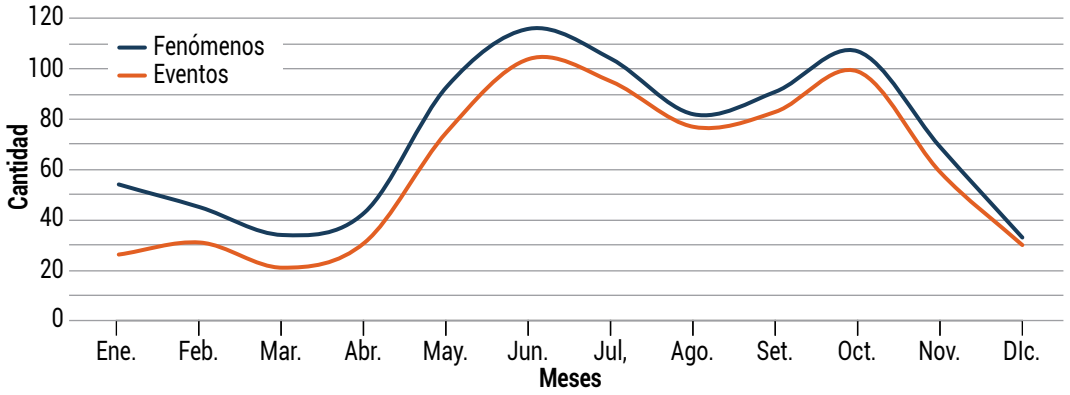


Figura 40. Distribución mensual de fenómenos y eventos meteorológicos registrados en Cosa Rica. 1980-2017.

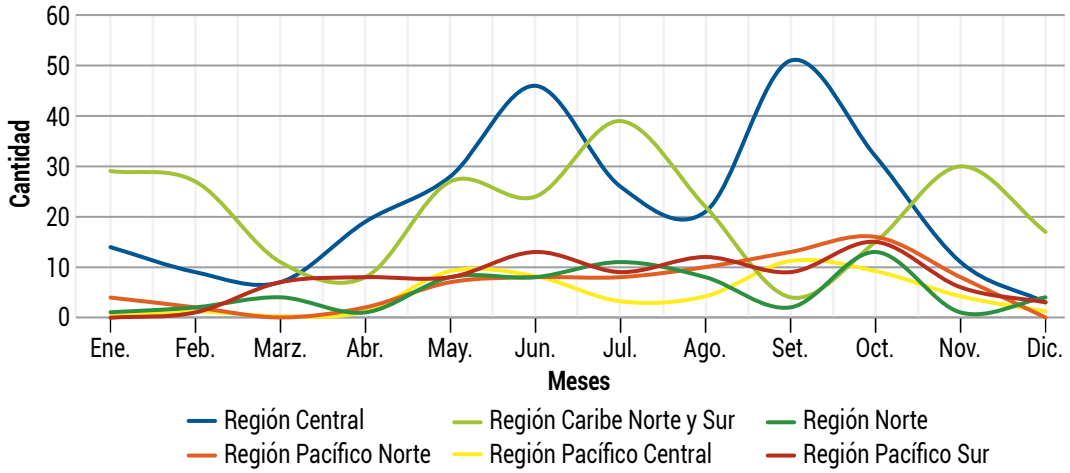


Figura 41. Distribución mensual de fenómenos meteorológicos por región climática. 1980-2017.

Cuando se realiza el mismo ejercicio pero desagregando la información a nivel de región climática, se pude observar mejor la estacionalidad propia de cada régimen según la zona, tal y como se presenta en las figuras 41 y 42.

Queda en evidencia que la mayoría de los reportes para los meses de noviembre a febrero pertenecen a la región Caribe Norte y Sur, que son los meses más lluviosos en estas zonas, mientras que la mayoría de registros en junio y setiembre, se concentran en la región Central, coincidiendo no solo con meses lluviosos (régimen pacífico), sino con una alta densidad de población.

Por último, en cuanto a la distribución de los registros tanto de fenómenos como eventos a nivel de provincia (figura 43), se observa que Limón es donde

existe mayor frecuencia de registros, seguido de Puntarenas, San José y Alajuela. Guanacaste, Cartago y Heredia son las provincias de menor cantidad de registros para el período 1980-2017.

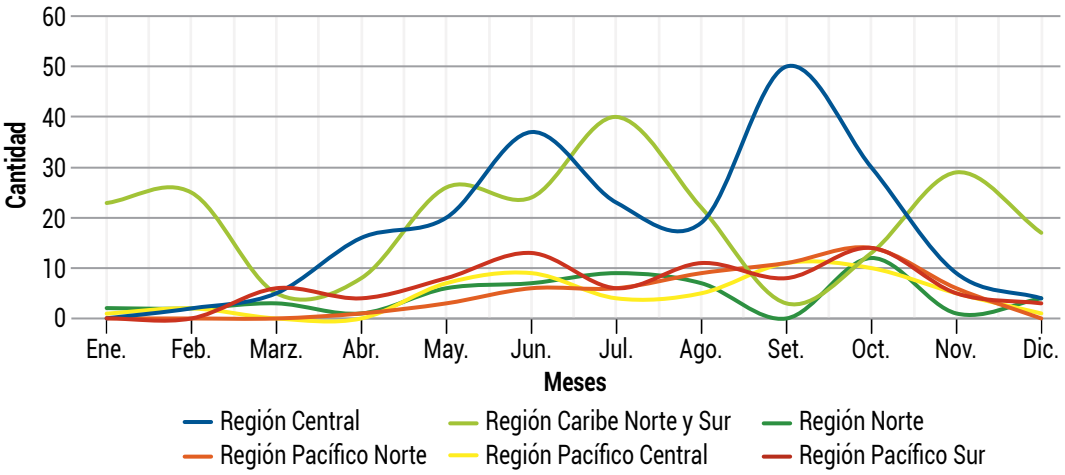


Figura 42. Distribución mensual de eventos meteorológicos por región climática. 1980-2017.

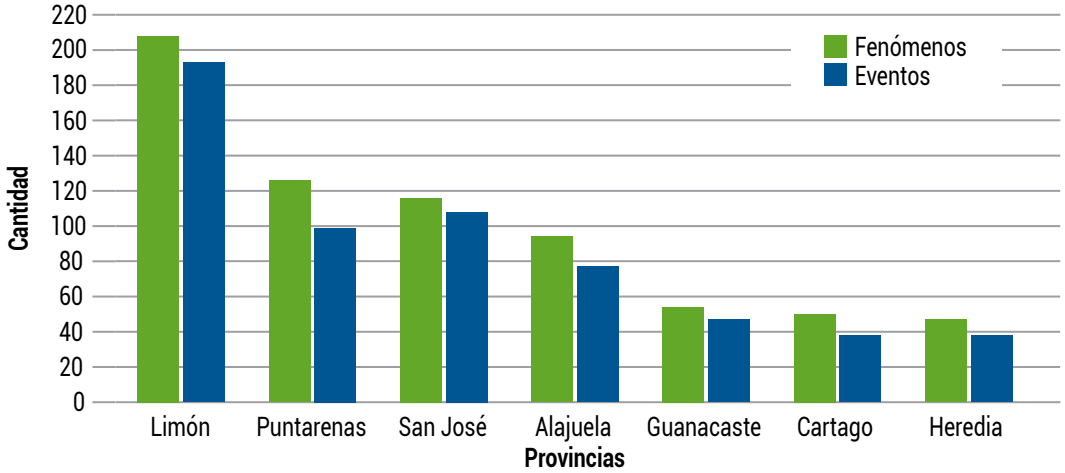


Figura 43. Distribución provincial de fenómenos y eventos meteorológicos por región climática. 1980-2017.

Dentro de la climatología propia del evento, sus registros consisten en valores extremos, correspondientes con la mesoescala y microescala en el orden espacial y con evoluciones desde minutos a meses o años (para la sequía) en el orden temporal.

3.4. Impacto social de los EME: los afectados

Según Retana (2012), las mayores afectaciones sociales y económicas en Costa Rica producto de fenómenos meteorológicos extremos, se asocian a los huracanes del Caribe, los sistemas de bajas presiones y los frentes fríos. La evidencia documental reciente, indica que los efectos indirectos de los huracanes Joan en 1988, César en 1996, Mitch en 1998, el impacto directo del huracán Otto en 2016, y las tormentas tropicales Alma en el 2008, Tomás en el 2010 y Nate en 2017, causaron pérdidas de vidas humanas, gran cantidad de afectados y muchos daños a la infraestructura residencial. No existe duda alguna que los eventos meteorológicos de carácter extremo son uno de los eventos naturales que más afectaciones produce en el sistema social de un país.

Para propósitos de este estudio, se entiende por afectado a la persona que ha sido perjudicada por los impactos producidos por un evento meteorológico extremo. Se incluye tanto las personas damnificadas, es decir, aquellas que sufrieron algún daño grave directamente asociado al evento en sus bienes y/o servicios individuales o colectivos, como a las personas evacuadas y aquellas que sufrieron daños indirectos o secundarios asociados a un desastre (Jiménez, 2020).

En el período 1980-2017, se contabilizaron en total 1.311.024 personas afectadas como producto de eventos asociados con diferentes fenómenos meteorológicos. Tal y como se presenta en la figura 44, la década de mayor número de afectados es 1990-1999.

Entre 1990 y 1999 se presentó un total de 740.637 personas afectadas. Los principales eventos que se dieron en esa década fueron el huracán César en el año

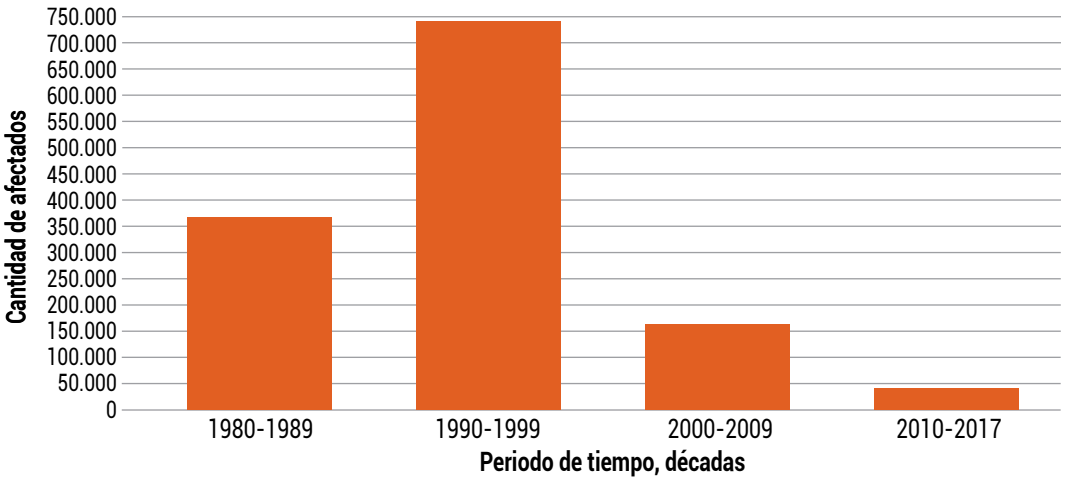


Figura 44. Número de personas afectadas por década, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

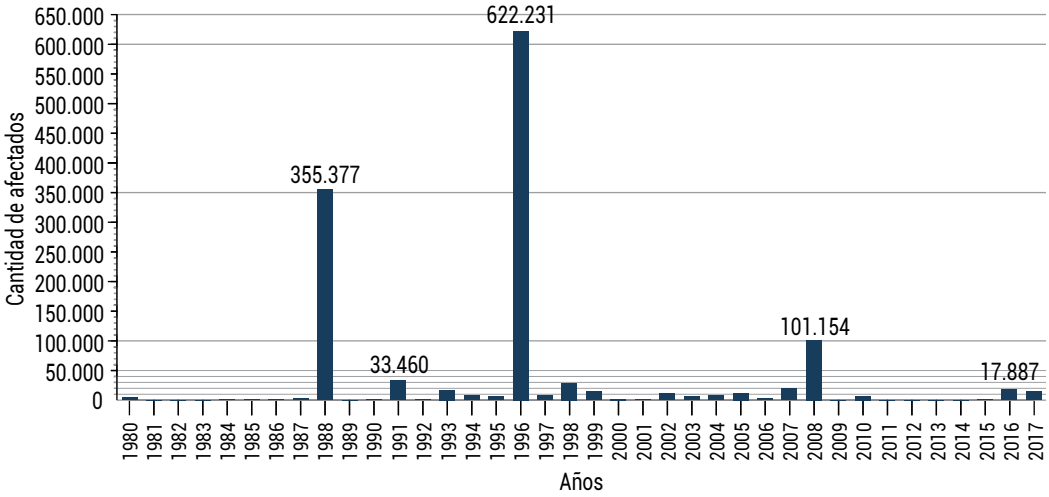


Figura 45. Número de personas afectadas por año, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

1996, que mantuvo incomunicada la zona Sur del país y el Pacífico Central; y el huracán Mitch en 1998, que afectó todo el territorio nacional en especial la vertiente del Pacífico (Vallejos, Esquivel y Hidalgo, 2017). En la figura 45 se detalla el total de afectados por año, para el período en estudio.

En 1988, los huracanes Joan y Gilbert afectaron un total de 355.377 personas. Joan tuvo mayor número de reportes, sobre todo en los cantones de Corredores y Limón. Por su parte, los efectos indirectos de Gilbert se concentraron en la vertiente Pacífica causando inundaciones en Guanacaste y Parrita (IMN, 1988).

El año 1996 fue el que mayor cantidad de afectados reportó, para un total de 622.231, lo que representa un 84% de los afectados de toda la década. Según las fuentes consultadas la mayoría de los afectados fueron producto de las lluvias provocadas por el huracán César, el cual causó impactos en diez cantones del país, situados en las provincias de Puntarenas y San José, siendo el cantón de Osa uno de los más perjudicados (Madrigal, 1996).

Un incidente es un acontecimiento anormal producto de la magnitud extrema de un evento. Es un desequilibrio momentáneo que tiene localización geográfica.

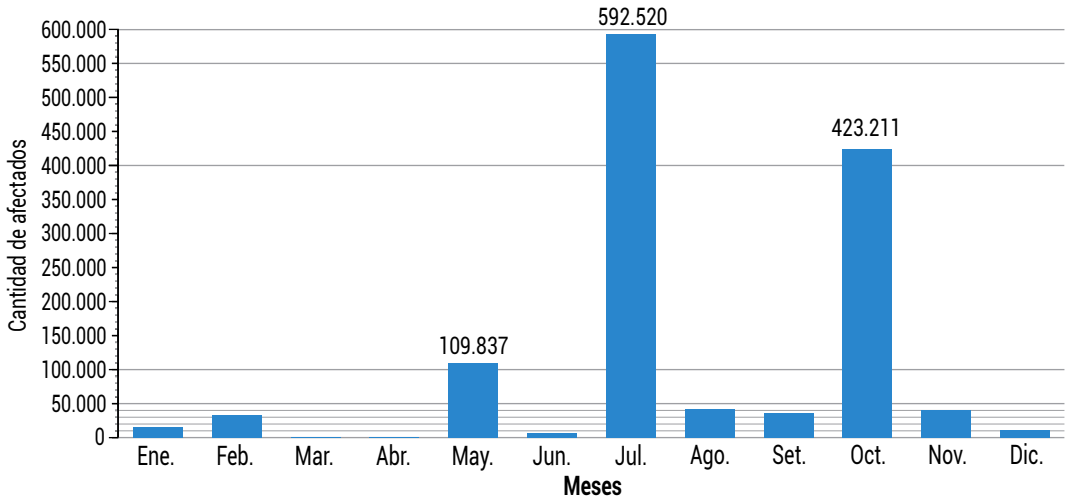


Figura 46. Número de personas afectadas por mes, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

En cuanto a la cantidad de afectados según el mes, en la figura 46 se muestra que los meses de julio y octubre son los que registran más afectados por EME, con 592.520 y 423.211 respectivamente. Esto coincide con la temporada de huracanes, la cual inicia el 1° de junio y finaliza el 30 de noviembre de cada año. Al ser julio un mes afectado normalmente por la canícula del Pacífico (disminución relativa de las lluvias durante julio y agosto), se podría sugerir que las afectaciones reportadas podrían corresponder con la vertiente Caribe y Zona Norte, dado que julio representa un mes lluvioso para esas regiones. Los reportes de octubre, por otro lado, pueden asociarse con las condiciones extremadamente lluviosas que experimentan las zonas de régimen pacífico para ese mes.

3.4.1. Distribución espacial de los afectados.

La georreferenciación de los afectados es más fácil que la de los fenómenos y eventos. Por tratarse de personas, normalmente los datos sobre la localidad donde vivía, la localidad donde se traslada o bien la ubicación residencial dañada, es parte de la documentación que se levanta.

En lo que respecta a las provincias con más afectados por EME, la figura 47 resume el número de afectados total para el período 1980-2017. Se observa que Puntarenas presenta la mayor cantidad con un total de 964.797. Lo anterior coincide con lo planteado por Campos y Quesada (2017), que indican que esto se debe principalmente al desbordamiento de los ríos asociado a sistemas de baja presión, fuertes lluvias y la influencia de huracanes. Le sigue Limón con 96.490 afectados,

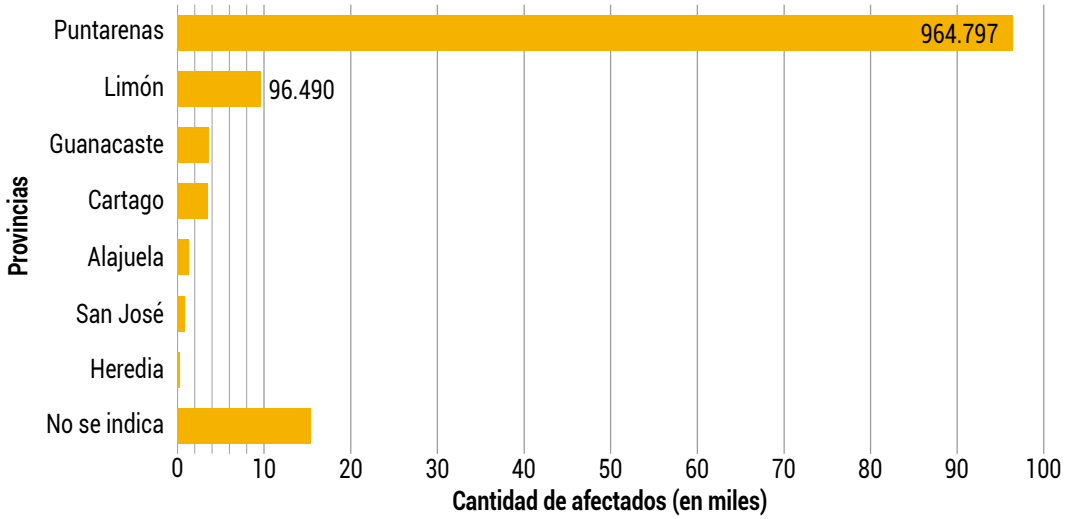


Figura 47. Número de personas afectadas por provincia, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

Guanacaste (36.261), Cartago (35.057), Alajuela (13.259), San José (8.444) y por último Heredia con 2.535. A un total de 154.181 afectados no se logró determinar a qué provincia del país pertenecen.

Con un nivel de mayor desagregación, en las figuras 48, 49 y 50 se presentan para cada una de las provincias, los cuatro cantones de mayor número de afectados total para el período 1980-2017. Con el fin de poder hacer comparables los datos, se agruparon las provincias según la escala de los registros.

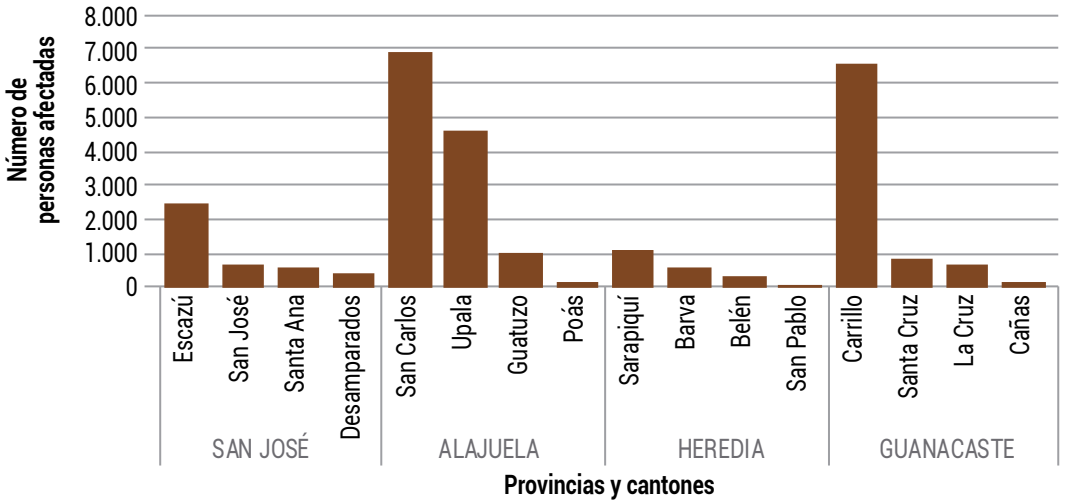


Figura 48. Cuatro cantones con mayor número de afectados en San José, Alajuela, Heredia y Guanacaste, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

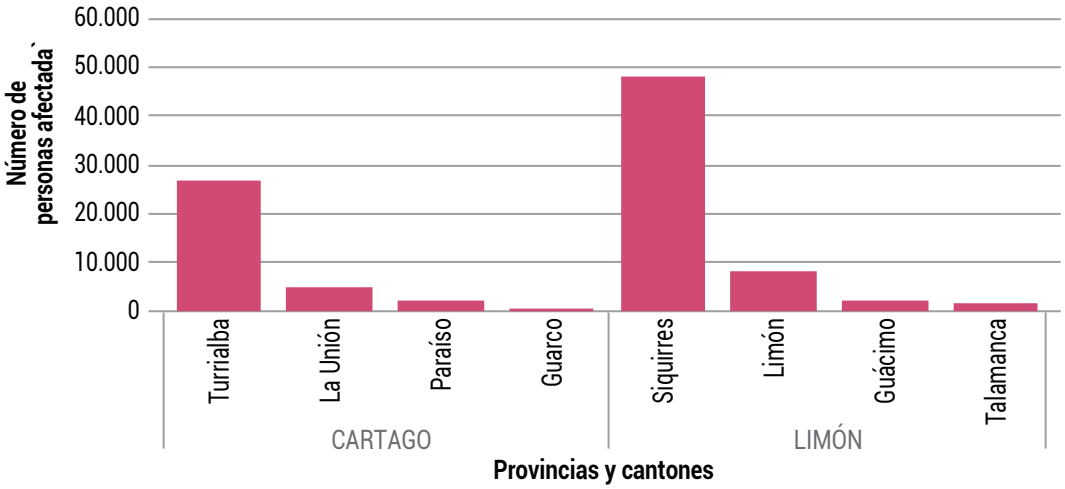


Figura 49. Cuatro cantones con mayor número de afectados en Cartago y Limón, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

Para este primer grupo, la máxima escala de valores es ajustada para los cantones de San Carlos en Alajuela y Carrillo en Guanacaste, que presentan un total de afectados superior a las 6 mil personas. Un segundo grupo que se presenta en la figura 49, muestra la información para los cantones de Cartago y Limón. En este caso, el cantón de Siquirres, contabiliza un total acumulado de 48097 personas afectadas. Para Turrialba, Cartago, el acumulado es de 26557 afectados. El resto de cantones contabiliza menos de 10000 afectados.

La provincia de Puntarenas es un caso aparte por la cantidad de afectados que se contabilizaron. En la figura 50 se presentan los datos para los cuatro cantones de

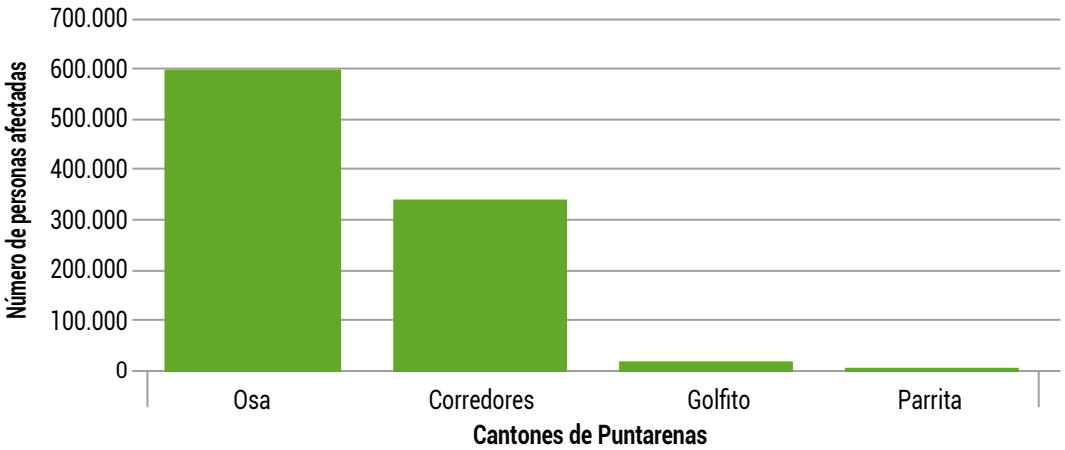


Figura 50. Cuatro cantones con mayor número de afectados en Puntarenas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

mayor registro. El cantón de Osa en el Pacífico Sur suma más de medio millón de personas afectadas.

Los cantones que reportaron más afectados en el período de estudio fueron: Osa con 596.851, seguido por Corredores (339.419), Golfito (19.059) y Parrita (4.938).

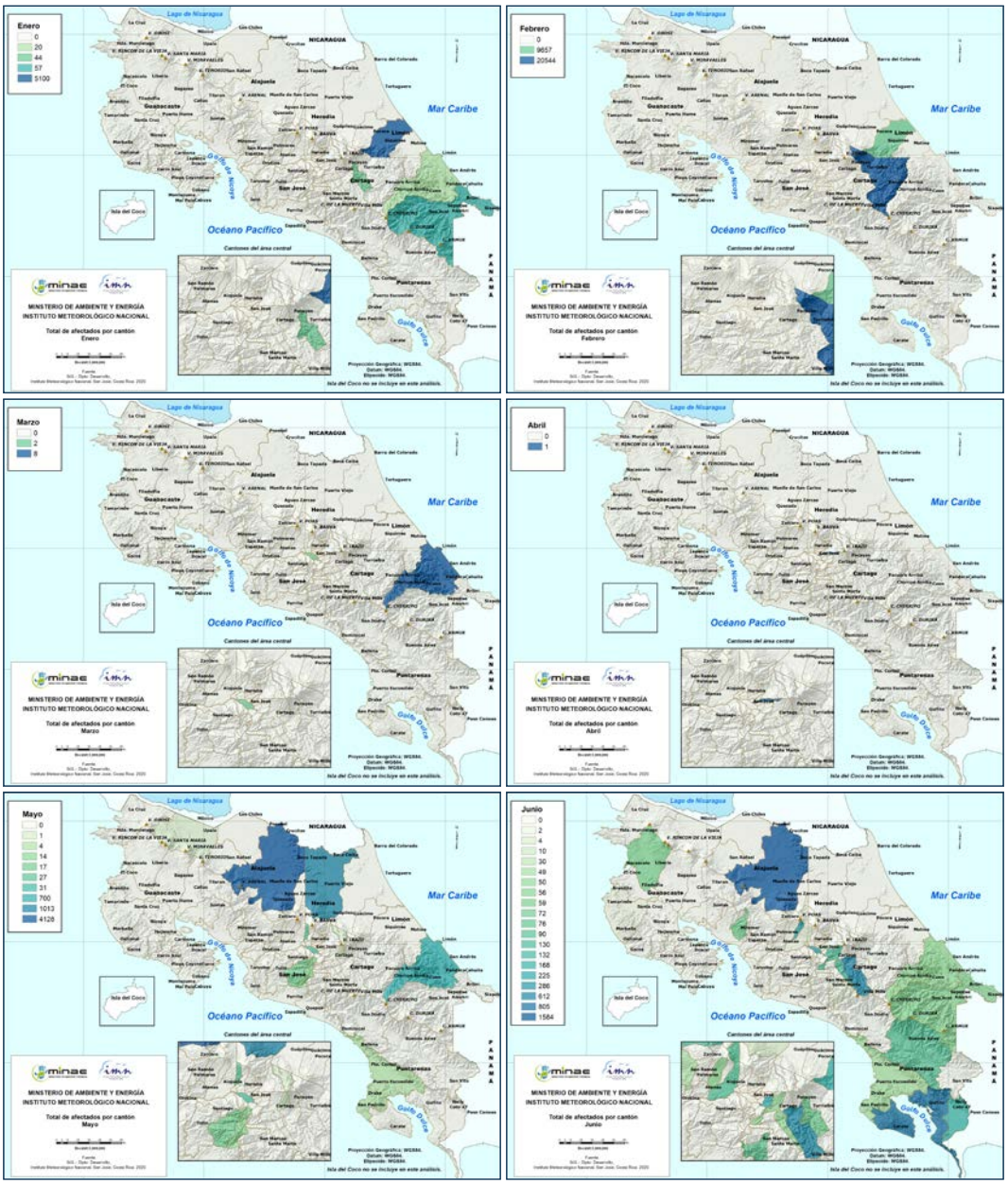


Figura 51. Distribución cantonal por mes (enero a junio) del número de personas afectadas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

Estos afectados fueron producto de varios fenómenos meteorológicos: el huracán Gilbert que en setiembre del año 1988 ocasionó un temporal que afectó la vertiente Pacífica causando inundaciones. El huracán Joan que en el mes de octubre afectó la zona sur, principalmente el cantón de Corredores (IMN, 1988b). En julio del año

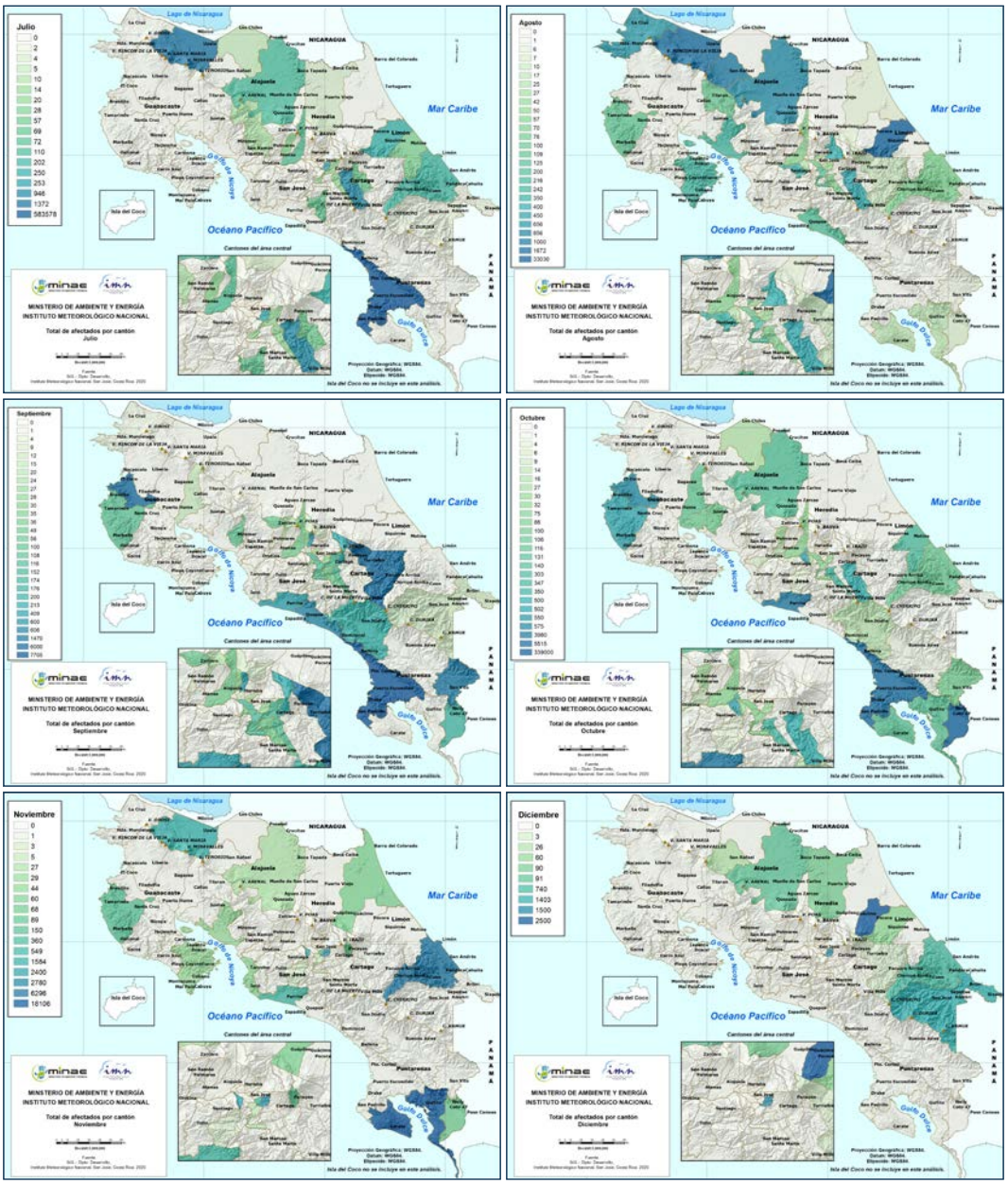


Figura 52. Distribución cantonal por mes (julio a diciembre) del número de personas afectadas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

1996 el país fue afectado por un temporal, como consecuencia del huracán César, siendo su mayor impacto en el Pacífico Central y Sur. Algunos de los cantones de la provincia de Puntarenas con mayor afectación fueron Osa, Corredores, Parrita y Quepos, entre otros (IMN, 1996).

La distribución mensual y espacial de los afectados es uno de los mayores derivados de este tipo de análisis. Permite obtener estadísticas descriptivas de un período de años considerable, que pueden servir para ubicar las zonas que históricamente (según los años considerados) han presentado mayores afectaciones por eventos meteorológicos extremos. En las siguientes figuras se presenta la distribución mensual, a nivel de cantones, del número total de afectados.

Los cantones con mayor número de afectados se alternan entre las vertientes Pacífica, Caribe y Zona Norte según la estacionalidad de las precipitaciones. Entre enero y marzo los cantones con más afectados son de régimen Caribe. En abril se da el mínimo a nivel país. A partir de mayo, el componente es más pacífico y norte.

Los daños son pérdidas cuantificadas producto del acontecimiento anormal. Contabilización de impactos en los sistemas ambientales, productivos o sociales.

Otro aporte importante a partir de la información en series de tiempo, es ubicar los máximos acontecimientos. En este sentido, se realizó un análisis de los diez años que presentan el mayor número de afectados en el país, como consecuencia de eventos meteorológicos extremos. Los años 1988, 1996 y 2008 son los que presentan la mayor cantidad de afectados, con 355.377, 622.231 y 101.564 respectivamente. Todos los registros superiores a 100 mil personas, lo cual los ubica como extremos excepcionales. Los otros años que destacan son 1991 (33.460), 1993 (17.279), 1998 (29.133), 1999 (14.776), 2007 (19.304), 2016 (17.877) y 2017 (14.783).

3.4.2. Año 1988

La mayor cantidad de afectados se presentó a consecuencia del huracán Joan (330 006) durante el mes de octubre (figura 53). Los impactos se concentraron principalmente en el Pacífico Sur. Además, en enero se reportaron 9.100 afectados como resultado de un sistema de alta presión que arrastró una masa de aire frío que provocó fuertes lluvias en la vertiente Caribe, causando inundaciones en la región de Telire, Estrada, Bribri y Sixaola, entre otros (IMN, 1988a). En febrero se registraron 3.504 afectados, producto de lluvias en el Caribe Central y Sur (IMN, 1988b),

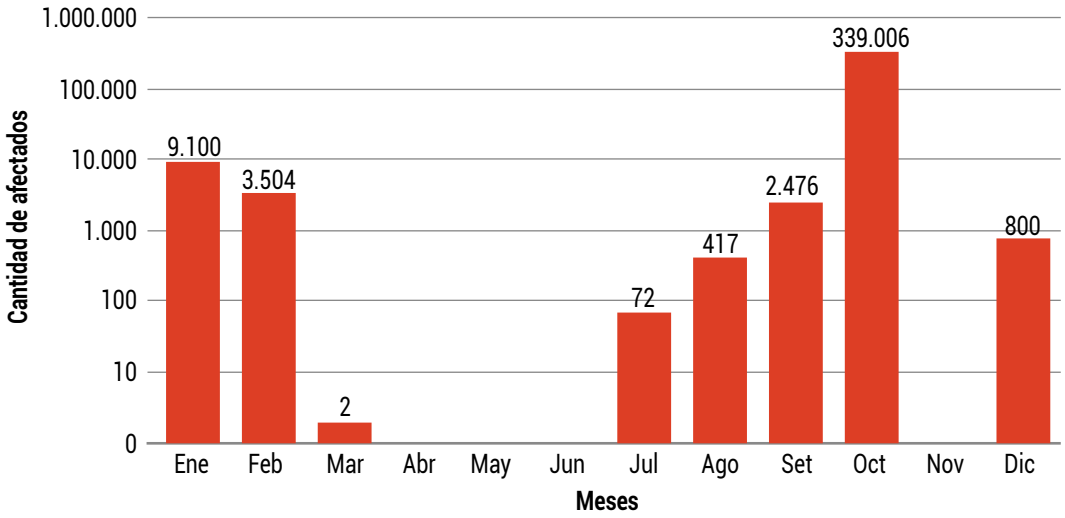


Figura 53. Distribución mensual del número de personas afectadas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1988.

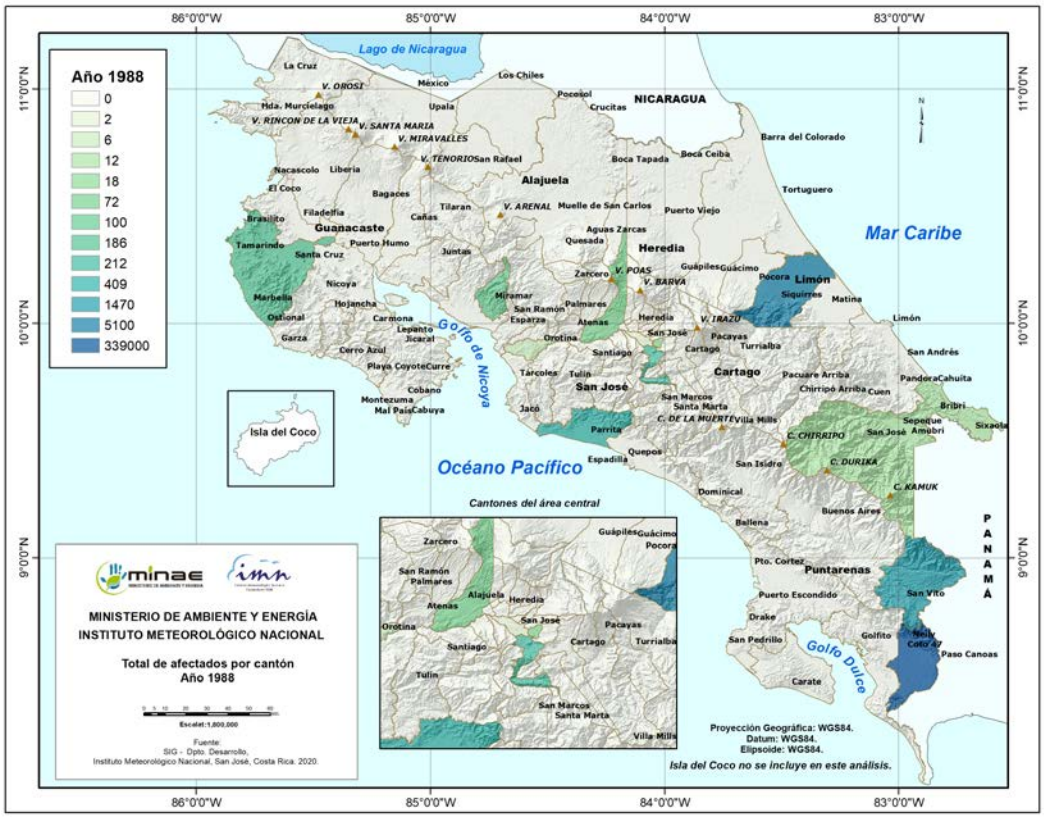


Figura 54. Distribución cantonal del número de afectados por EME. 1988.

mientras que los afectados del mes de setiembre (2.476) fueron consecuencia del efecto indirecto del huracán Gilbert, que afectó la vertiente Pacífica causando inundaciones en Guanacaste y Parrita (IMN,1988c). Diciembre presenta 800 afectados, lo que podría ser consecuencia de lluvias intermitentes en el Litoral Caribe producto de masas de aire con un alto contenido de humedad (IMN, 1988d).

En la figura 54 se muestran los más afectados por cantón. Corredores es el cantón con la mayor cantidad de personas afectadas (339.000), seguido por Siquirres (5.100) y Coto Brus (1.470).

Las altas presiones son los fenómenos que duran más días circulando en el territorio. Pueden permanecer aproximadamente 7 días. Los efectos indirectos de los huracanes pueden extenderse por más de 4 días. El resto de fenómenos dura entre 1 y 3 días.

3.4.3. Año 1996

Este es el año de mayor registro de afectados. Un total de 622 231 personas sufrieron algún impacto (damnificado, evacuado, efectos indirectos) por EME. Tal y como se presenta en la figura 55, la mayoría (585.074) se presentó en el mes de julio, como consecuencia de un fuerte temporal ocasionado por la influencia indirecta del huracán César. El mayor impacto en cuanto a cantidades de lluvia se produjo

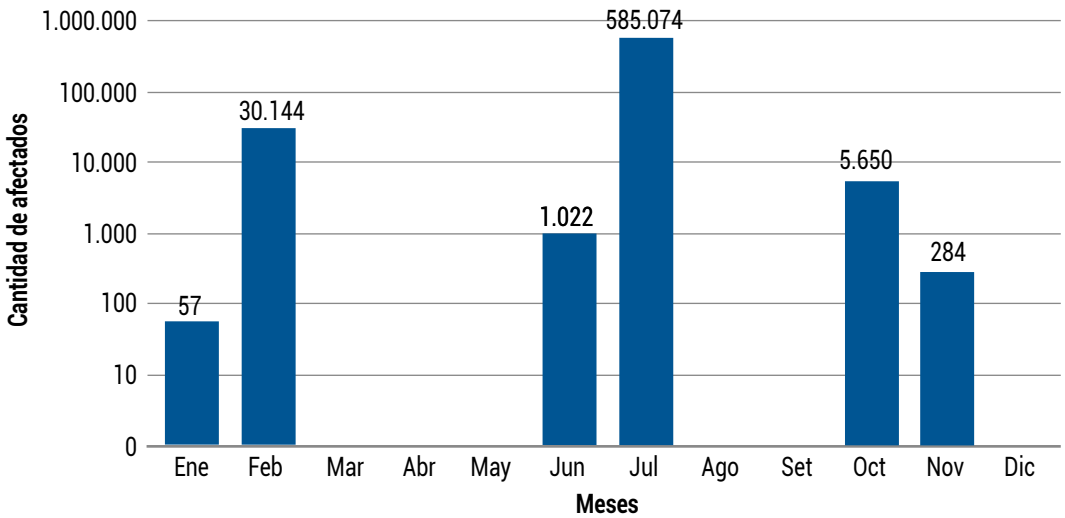


Figura 55. Distribución mensual del número de personas afectadas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1996.

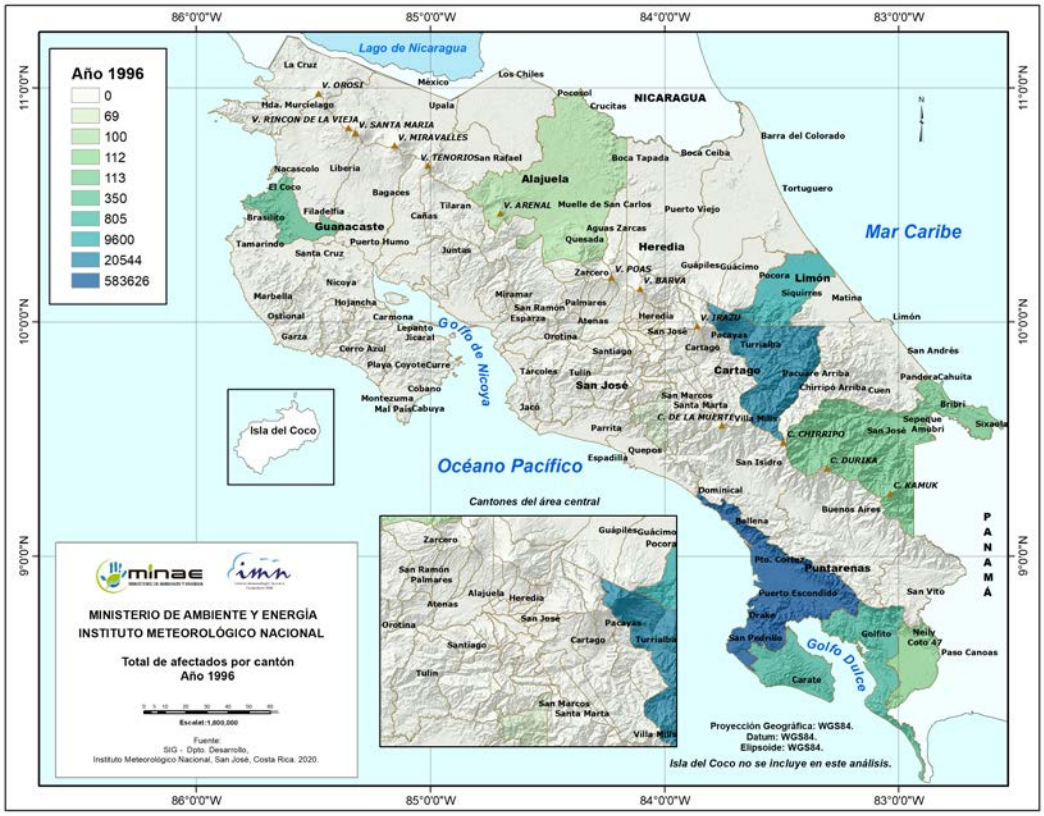


Figura 56. Distribución cantonal del número de afectados por EME. 1996.

Las ondas tropicales son los fenómenos que con mayor frecuencia impactan algún sector social, productivo o natural en Costa Rica.

en el Pacífico Central y Sur (IMN, 1996c). También se reportaron afectados en el mes de febrero (30.144), producto de un frente frío que ocasionó un temporal en la vertiente del Caribe (IMN, 1996a). En el mes de junio 1.022 personas resultaron afectadas por un fuerte temporal en el Pacífico (IMN, 1996b), mientras que en octubre 5.650 fueron afectadas debido al huracán Lili, que produjo un temporal moderado en el Pacífico del país (IMN, 1996d).

En cuanto a los cantones más afectados, Osa presenta el mayor registro para un total de 583.626, en tanto que Turrialba registró 20.544, Siquirres 9.600, Golfito 805, Carrillo 350, Talamanca 113, Corredores 112, San Carlos 100 y Tarrazú 69. En la figura 56 se presenta la distribución de los afectados a nivel cantonal. Los datos corresponden al número total de afectados durante el año 1996.

3.4.4. Año 2008

Se reportaron 101.544 afectados, de estos la mayoría (90.356) se ubicaron en el mes de mayo, como consecuencia de la tormenta tropical Alma que causó una severa afectación en la vertiente del Pacífico (IMN, 2008a). En el mes de noviembre se reportaron 6.096 afectados, como resultado de un fuerte temporal en la Zona Norte y la vertiente del Caribe, ocasionado por cuatro fenómenos atmosféricos: dos empujes fríos, un frente frío y una baja presión (IMN, 2008d). En octubre se presentaron 3.000 afectados por efecto de una baja presión atmosférica, una depresión tropical y un empuje frío, que causaron dos temporales en el Pacífico y abundantes lluvias en el Valle Central y la Zona Norte (IMN, 2008c). Por su parte setiembre presentó 2.112 afectados, debido a la influencia indirecta de dos huracanes, Hanna e Ike, que generaron un fuerte temporal en Guanacaste (Hanna) y diversas granizadas en el Valle Central (Ike) (IMN, 2008b). La distribución mensual se presenta en la figura 57.

En cuanto a los afectados por cantón se refiere, Limón y Parrita son los que reportan más afectados con 6.096 y 3.000 respectivamente. El dato de más de 90 mil afectados en mayo producto de la Tormenta Tropical Alma y que no se contabilizan en el detalle por cantones, se debe a que las fuentes consultadas no precisan el desglose a nivel cantonal, solo provincial. Para Guanacaste se reportaron más de 2000 afectados por Alma, y en el resto del país se distribuyen los otros 7000 perjudicados. El decreto generado por Alma (34533 MP) señala que se declaran en estado de emergencia los siguientes cantones: Puriscal, Tarrazú, Aserrí, Mora, Acosta, Turrubares, Dota, Pérez Zeledón y León Cortés, de la provincia de San

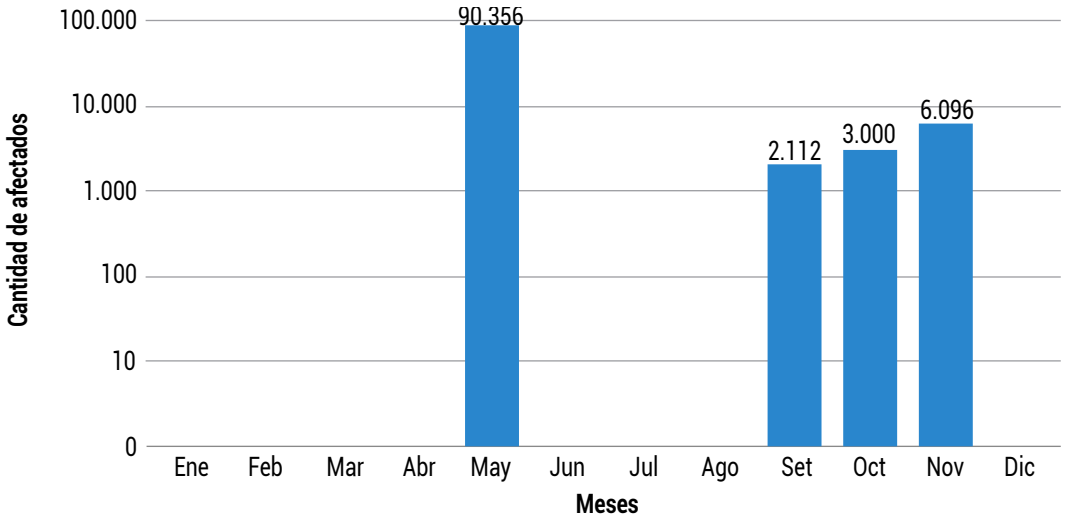


Figura 57. Distribución mensual del número de personas afectadas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 2008.

Las ondas tropicales, bajas presiones, frentes fríos y la Zona de Convergencia Intertropical son los fenómenos más frecuentes en Costa Rica.

José; Nicoya, Santa Cruz, Bagaces, Carrillo, Cañas, Nandayure y Hojancha de la provincia de Guanacaste; Puntarenas, Buenos Aires, Montes de Oro, Aguirre, Parrita, Corredores y Garabito de la provincia de Puntarenas.

En la figura 58 se resume a nivel de cantón, la distribución del número total de afectados para todo el año 2008, con la salvedad de que la información por cantón del número de afectados por Alma es omisa.

En la figura 59 se resumen los 10 años con mayor número de afectados así como los diferentes fenómenos y eventos meteorológicos generadores de impactos. Se representa además, los fenómenos más impactantes y el mes en el que sucedieron. Se incluyen dos eventos: temporales y lluvias intensas a los cuales no fue posible asociarles algún tipo de fenómeno.

Figura 58. Distribución cantonal del número de afectados por EME. 2008.

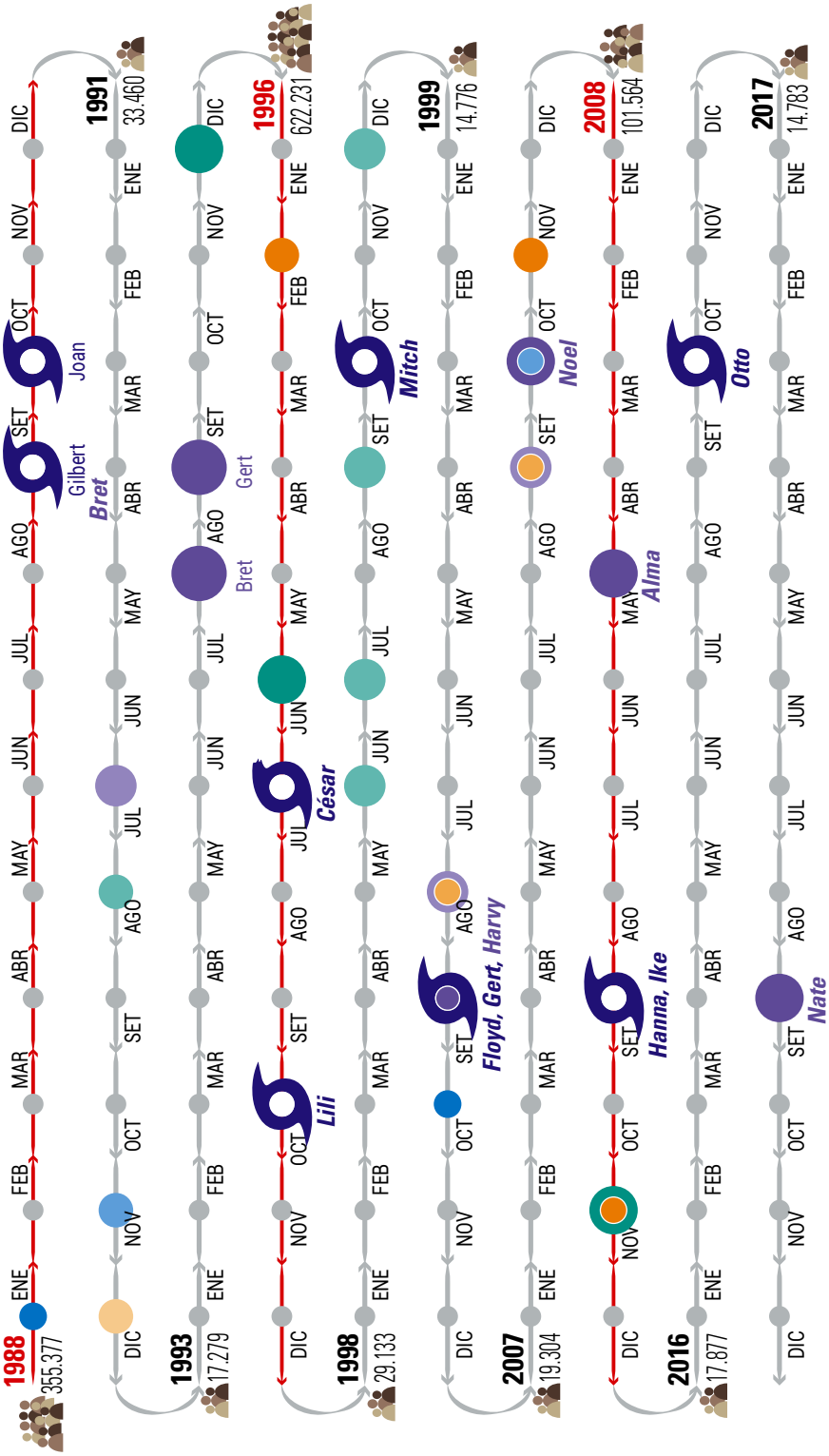


Figura 59. Años con mayor número de afectados por eventos meteorológicos extremos.

3.5. Impacto social de los EME: los fallecidos

Como ya se ha mencionado, el mayor impacto de un EME en el sector social es el fallecimiento de las personas. Es posible que estas pérdidas se puedan evitar o disminuir a partir del estudio técnico de eventos extremos. La determinación de áreas de riesgo, frecuencia de acontecimientos y distribución espacial y temporal de los impactos, son elementos vitales para la planificación ligada a la debida gestión de los riesgos climáticos. Además, si los eventos extremos muestran una tendencia de aumento, producto del calentamiento global, resulta imperiosa la necesidad de fortalecer las capacidades en la prevención y atención de emergencias.

De acuerdo con UNISDR (2015), el riesgo asociado con eventos hidrometeorológicos y climáticos están creciendo progresivamente, en especial, en las cantidades anuales de personas afectadas y de viviendas dañadas por cada 100 mil habitantes. Sin embargo, las pérdidas de vidas humanas por cada 100 mil habitantes por año, no muestran un aumento considerable. A pesar de estas tendencias mundiales, durante el periodo 1990-2013, los eventos hidrometeorológicos asociados con un aumento del riesgo concentraron el 78% de la pérdida de vidas y el 75% de las personas afectadas en América Latina y el Caribe.

Los eventos meteorológicos extremos asociados con la precipitación, son los que recurrentemente provocan más afectación en los diferentes sectores sociales y productivos de nuestro país. Estas manifestaciones son parte de la evolución del clima y sus impactos referidos a los asentamientos humanos, han acompañado la historia de las comunidades. Para Costa Rica, en promedio, un evento climático extremo, representa un aumento de un 29% o una disminución de un 24% del total de la lluvia anual; la distribución de esta lluvia también se ve alterada. La cantidad de días con lluvia, se pueden reducir o aumentar hasta en tres semanas (IMN, 2008a).

En el caso particular de Costa Rica, el país presenta importantes condiciones de vulnerabilidad ante los fenómenos atmosféricos debido a su condición geográfica, geológica, geomorfológica y climatológica (Campos y Quesada, 2017). Los EME provocan en su mayoría inundaciones, deslizamientos y cabezas de agua, lo cual ha generado pérdidas de vidas humanas. A pesar de la tendencia a la baja en las víctimas humanas, los países son susceptibles a pérdidas significativas de vidas producto de los eventos climáticos extremos, como lo demuestran el huracán Katrina, la ola de calor en Europa en 2003 y la ola de calor en Chicago en 1995 (Jáuregui et al., 2020).

Brenes (2016) analizó el período 1985-2015 en Costa Rica y encontró que la mayor cantidad de muertes por eventos extremos ocurrieron por deslizamientos, donde la rapidez con que se movilizan miles de metros cúbicos de material no deja

margen para que las personas puedan ponerse a salvo. Luego de los deslizamientos, las inundaciones, las lluvias y las tempestades, son los eventos que generaron más muertes (103 fallecimientos). Por último, 57 personas fallecieron en medio de una avenida torrencial o cabeza de agua. El autor concluye que la concentración de eventos hidrometeorológicos dañinos (exceptuando sequía) ha estado en San José, Desamparados y Alajuela, los tres cantones con la mayor cantidad de población. Puntarenas, Cartago, Golfito, San Carlos, Pérez Zeledón, Pococí, Aserrí, La Unión y Turrialba, reportaron entre 300 y 445 eventos, mientras que San Mateo, Hojancha, Los Chiles, Dota y Orotina contabilizaron menos de 50 desastres

La muerte en una comunidad, debe de ser interpretada como el mayor impacto de un evento meteorológico extremo.

3.5.1. Muertes diferenciadas por sexo

De acuerdo con la figura 60, aproximadamente 546 personas han perdido la vida a causa de algún tipo de EME, entre 1980 y 2017. Del total de muertos, 262 personas eran hombres, lo que representa un 48% del total de decesos y 143 eran mujeres (26,2%). Cabe destacar, que hay 141 personas (25,8%) que no se pudieron categorizar por su género debido a que los reportes sólo mencionan el total de personas sin hacer la distinción.

Según el PNUD (2010), las mujeres, los niños y las niñas son 14 veces más propensos que los hombres a morir durante un desastre natural; sin embargo, las diferencias de género también aumentan la mortalidad de los hombres en situaciones de desastre. Muchos hombres están expuestos a situaciones de riesgo e incluso mueren, porque creen que no necesitan tomar precauciones por ser el "sexo más fuerte" y también, porque la sociedad espera que realicen acciones heroicas de rescate (Bradshaw, 2004).

Por otra parte, Jáuregui et al. (2020) indican que en México los hombres mueren más que las mujeres por desastres meteorológicos, por imprudencia al creer que no necesitan tomar precauciones, ya que son más propensos a asumir riesgos sin evaluar la gravedad de la situación a la que se enfrentan como golpes de frío o calor extremo.

Cuando se analiza la mortalidad por década (figura 61), se observa que la mayor cantidad de muertes ocasionadas por EME se sitúan en la década de 1990-1999. La misma tendencia se presentó en el número de afectados (sección 3.4). Durante estos años murieron cerca de 180 personas. Los fenómenos meteorológicos de

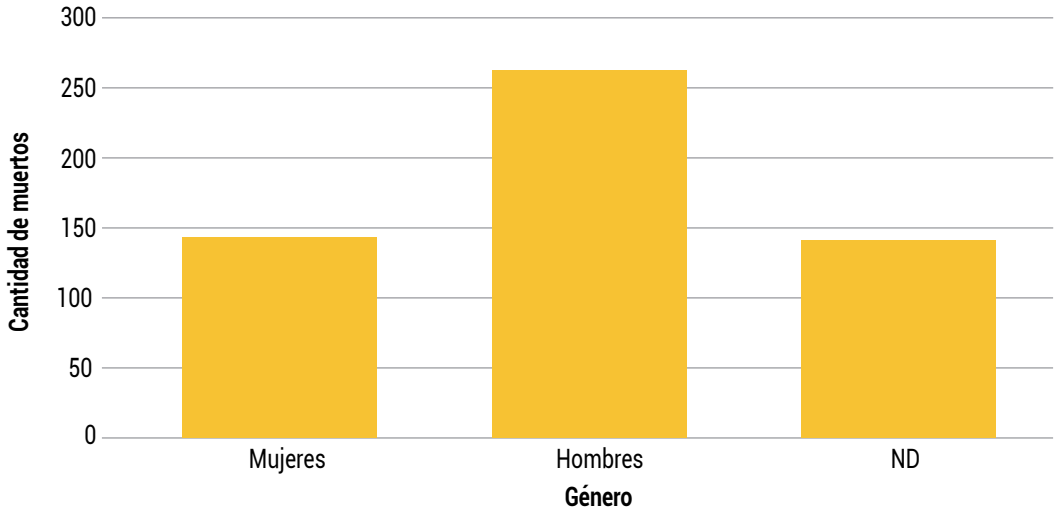


Figura 60. Número de muertos por eventos meteorológicos extremos. 1980-2017.

mayor impacto fueron los huracanes César y Mitch (efectos indirectos sobre el territorio nacional), y las tormentas tropicales Gert, Lilly y Marco (IMN, 2013). Entre el 2000 y el 2009 hubo 146 muertes por EME siendo las tormentas Alma y Hanna las que provocaron la mayoría de los eventos. Por último, en el período 2010-2017, los EME que provocaron decesos en el país fueron las tormentas tropicales Tomás y Nate, y el efecto directo del huracán Otto. Un total de 114 personas perdieron la

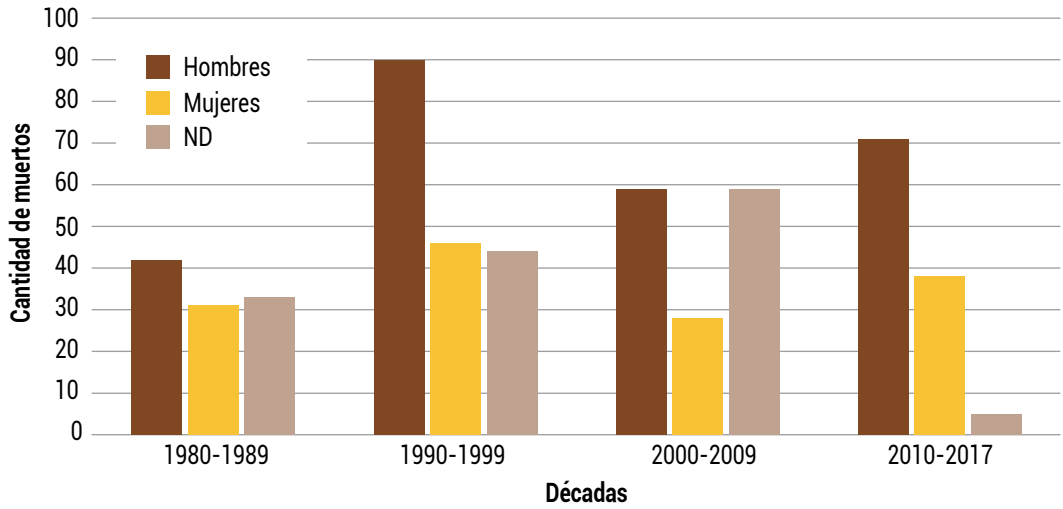


Figura 61. Número de muertos por década, relacionados con eventos meteorológicos extremos. 1980-2017.

vida durante este periodo (IMN, 2013). Para las tres décadas analizadas, la cantidad de hombres que murieron fue mayor al número de mujeres muertas.

Cuando la información se desagrega a nivel mensual, se observa que el mayor número de muertes ocurre en los meses de julio, octubre y noviembre, con la misma tendencia en cuanto a la diferenciación por sexo. En estos meses se presenta una alta probabilidad de impacto por bajas presiones, efectos de huracanes en el Caribe y frentes fríos (Figura 62).

Retana (2012) señala que los sistemas de bajas presiones se distribuyen más uniformemente a lo largo del año, pudiendo presentarse desde enero hasta diciembre, siendo entre abril y noviembre el período de mayor probabilidad de aparición. Los huracanes tropicales del Caribe se concentran entre junio y noviembre, pero es entre setiembre y noviembre cuando la probabilidad de su influencia es mayor. Los frentes fríos en promedio inician su influencia sobre nuestro país a partir de noviembre (figura 62). Por otra parte, el IMN (2008a), menciona que los frentes fríos aportan más del 14% de la lluvia anual en Costa Rica, los sistemas de baja presión pueden contribuir en más de un 12% a la lluvia anual y los efectos indirectos de huracanes colaboran en promedio con un 9% a la lluvia por año.

Se destaca además, que existe una relación entre la cantidad de decesos y los meses de mayor probabilidad de aparición de EME. Los meses que tienen la mayor cantidad de personas muertas son julio, octubre y noviembre, meses en los que el

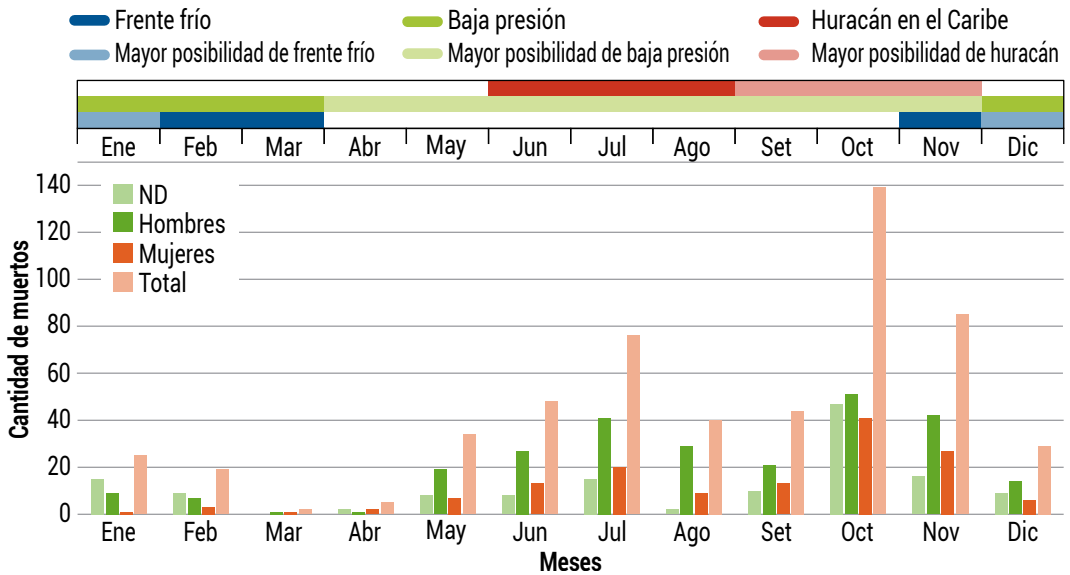


Figura 62. Distribución mensual del número de muertos en Costa Rica, relacionados con eventos meteorológicos extremos. 1980-2017.

país ha experimentado los EME que han ocasionado mayores daños: julio de 1996 huracán César, octubre de 1988 huracán Joan, octubre del 2017 huracán Nate y en noviembre del 2016 huracán Otto. En las figuras 63 y 64 se presenta la distribución espacial de los muertos por mes.

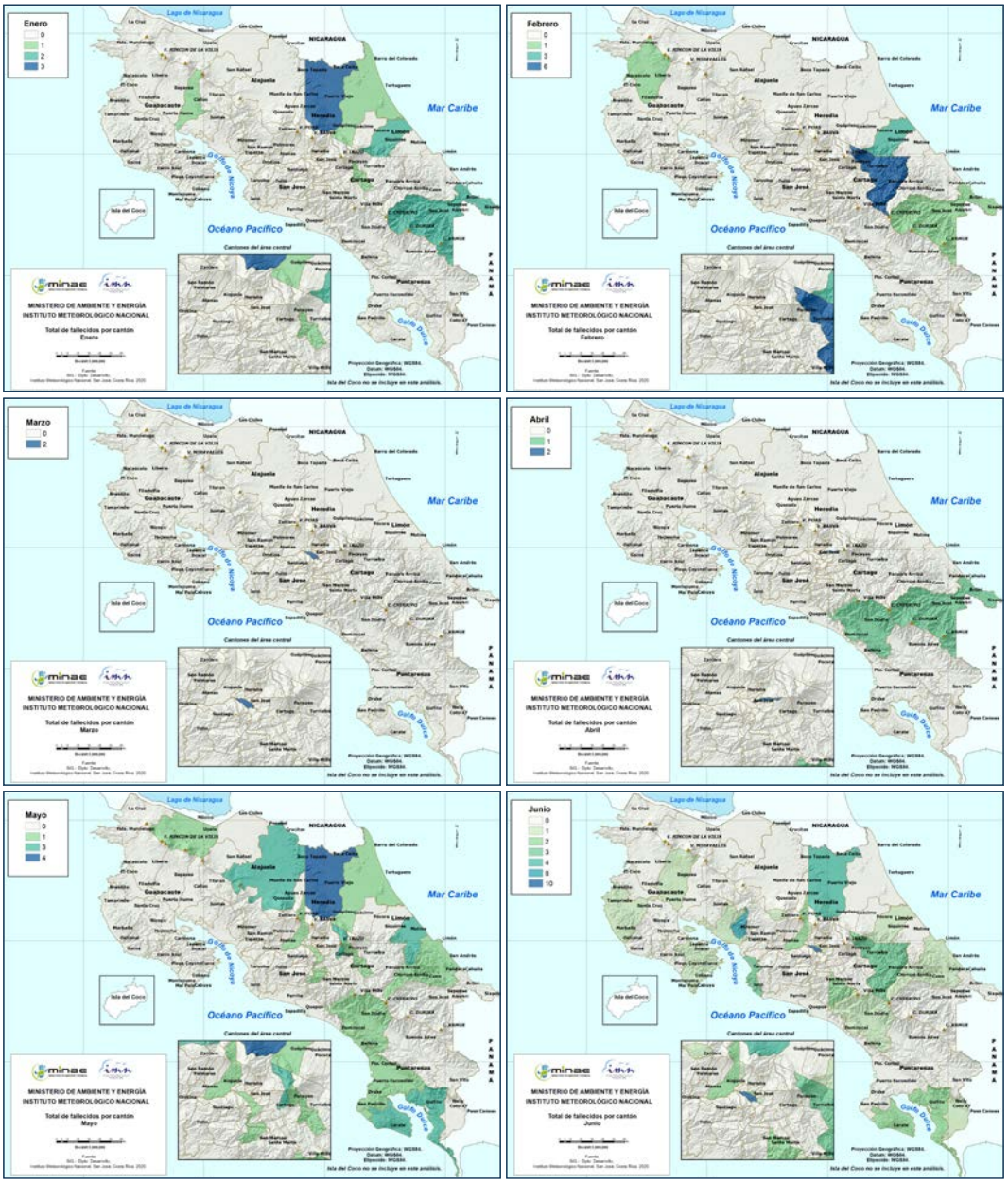


Figura 63. Distribución cantonal por mes (enero a junio) del número de personas fallecidas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

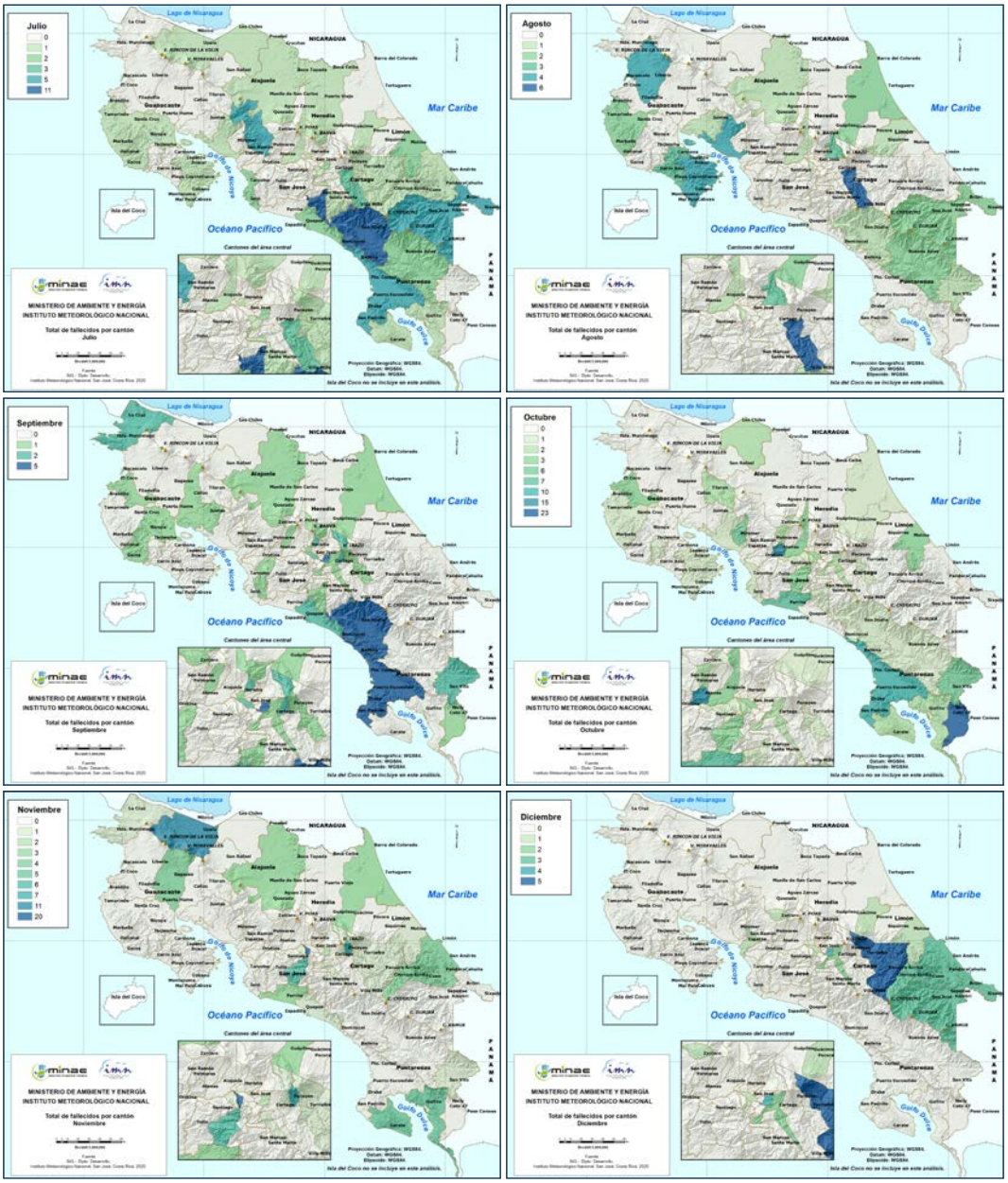


Figura 64. Distribución cantonal por mes (julio a diciembre), del número de personas fallecidas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

3.5.2. Muertes por provincia

Puntarenas es la provincia en la que se ha reportado la mayor cantidad de muertos, seguido por San José, Limón, Cartago, Alajuela, Guanacaste y Heredia, como bien se presenta en la figura 65. La tendencia de muertes por tipo de sexo, muestra el mismo comportamiento que se presenta a nivel de país. Mueren más hombres que mujeres debido a EME.

Tal y como se concluye en la sección 3.3.1, las provincias de Puntarenas y San José (que presentan la mayor cantidad de fallecidos) se ven afectadas principalmente por ondas tropicales, bajas presiones y la influencia de la ZCI. La provincia de Limón (tercera en cuanto al número total de fallecidos) posee la mayor afectación por frentes fríos y ondas tropicales, mientras que en Cartago los fenómenos con mayor influencia son las ondas tropicales y la ZCI. En Alajuela destacan las ondas tropicales y la ZCI, mientras en Guanacaste inciden principalmente las bajas presiones y la ZCI. Heredia que es la provincia con menor registro de muertes para el período de estudio, se ve mayormente impactada por las ondas tropicales, bajas presiones y vaguadas.

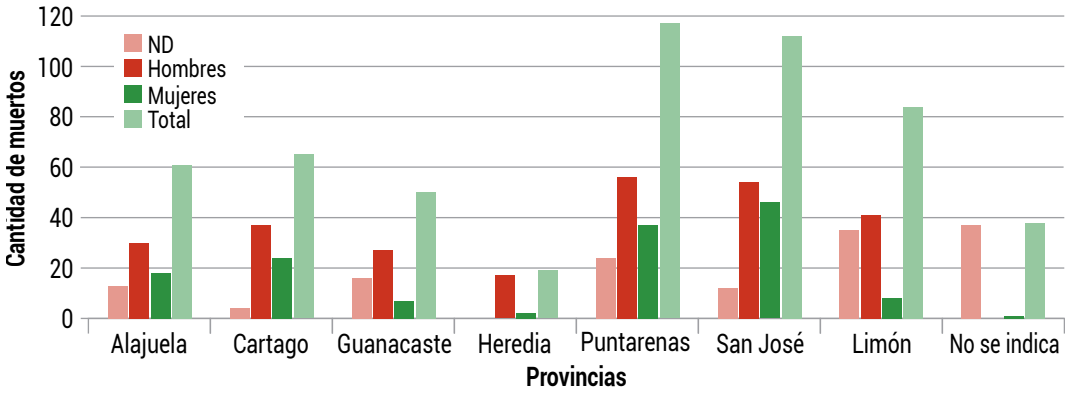


Figura 65. Muertes por provincia producto de diferentes fenómenos meteorológicos en Costa Rica. 1980-2017.

3.5.2.1. Puntarenas

Los cantones de la provincia de Puntarenas en los que han habido más muertes por eventos meteorológicos extremos son: Corredores, Osa, Coto Brus, Montes de Oro, Golfito, Garabito, Buenos Aires y Puntarenas (Figura 66a). Muchas de las muertes ocurridas en estos cantones fueron debido al efecto indirecto de los huracanes Joan, César, Mitch y Tomas.

Para el cantón de Puntarenas un claro riesgo derivado de causas hidrometeorológicas es el eventual desbordamiento del Río Barranca, que pondría en peligro el

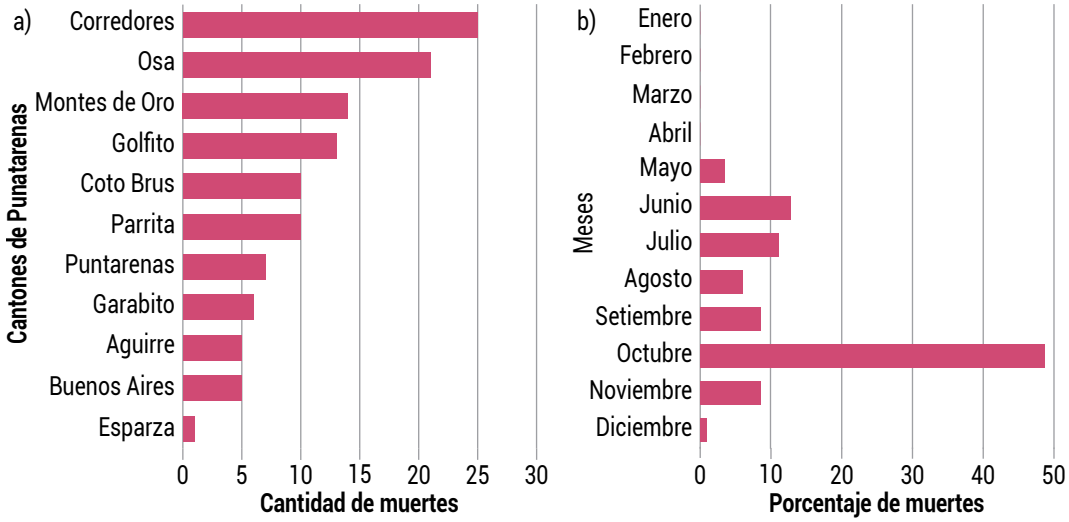


Figura 66. Muertes por cantón (a) y por mes (b) en la provincia de Puntarenas, producto de diferentes fenómenos meteorológicos. 1980-2017.

dique que protege a la población del distrito homónimo, en el cual habitan cerca de cuarenta mil personas (Arias, 2008).

La CNE (s.f.) y Arias (2008), reportan que la inestabilidad de suelos representa para el cantón de Puntarenas una amenaza, en especial en las partes altas de las cuencas de los ríos Ario, Pánica, San Rafael, Guarial y Grande, y en áreas hacia el norte de la ciudad de Puntarenas, donde se localizan los poblados de Monte Verde, Guacimal, San Rafael, Cabuyal, Bajo Los Chanchos, Arancibia, Las Lagunas y Bajo Caliente. En estos lugares, la saturación del suelo por el efecto combinado de las lluvias, ciertos tipos de suelo y condiciones topográficas podrían producir deslizamientos.

De acuerdo con la figura 66b, el mes en que más personas han perdido la vida es octubre (48,7%); pero también de mayo a diciembre se han reportado muertes debido a EME. Esto coincide con la presencia de fenómenos y eventos ya descritos en la sección 3.3. en la provincia, los cuales pueden presentarse a partir de mayo y con mayor frecuencia desde setiembre hasta noviembre. La distribución mensual del número de muertos está estrechamente relacionada con el régimen de lluvias del Pacífico.

Puntarenas y San José, se ven mayormente afectadas por ondas tropicales, bajas presiones y la ZCI.

3.5.2.2. San José

De acuerdo con la figura 67a, el cantón de Escazú es el que presenta mayor número de muertes en la provincia de San José, sin embargo la explicación se encuentra en un solo EME. En noviembre del 2010 en este cantón hubo un deslizamiento en Calle Lajas, donde alrededor de 20 personas murieron sepultadas por una avalancha, situación provocada por los efectos de la tormenta tropical Tomas (La Nación, 2010; BBC, 2010).

Pérez Zeledón es el segundo cantón en cantidad de muertos para el período de análisis. De acuerdo con el INDER (2016), debido a la topografía quebrada que presenta mayoritariamente el territorio y la ubicación de los centros de población a la orilla de los ríos y quebradas, los principales desastres ocurridos han sido por causa de inundaciones, provocadas por huracanes y lluvias prolongadas (temporales). La misma fuente detalla que en las cuencas de Pérez Zeledón predominan las formas alargadas, que se caracterizan por presentar mayores caudales pico para una misma área. La escorrentía se va acumulando a lo largo del cauce principal. Esto afecta el riesgo por inundación en las zonas bajas de la cuenca. El paso del huracán Joan dejó cuatro personas sin vida, mientras que el Huracán César provocó 11 decesos, aunque también las tormentas tropicales Gert, Lilly y Hanna y los huracanes Mitch y Gustav ocasionaron impactos en la zona.

Según el número total de fallecidos entre 1980 y el 2017, el cantón de San José, es el tercero de mayor afectación (figura 67a). Según analiza la CNE (CNE, s.f.i), la ocupación de las planicies de inundación, el desarrollo urbano en forma

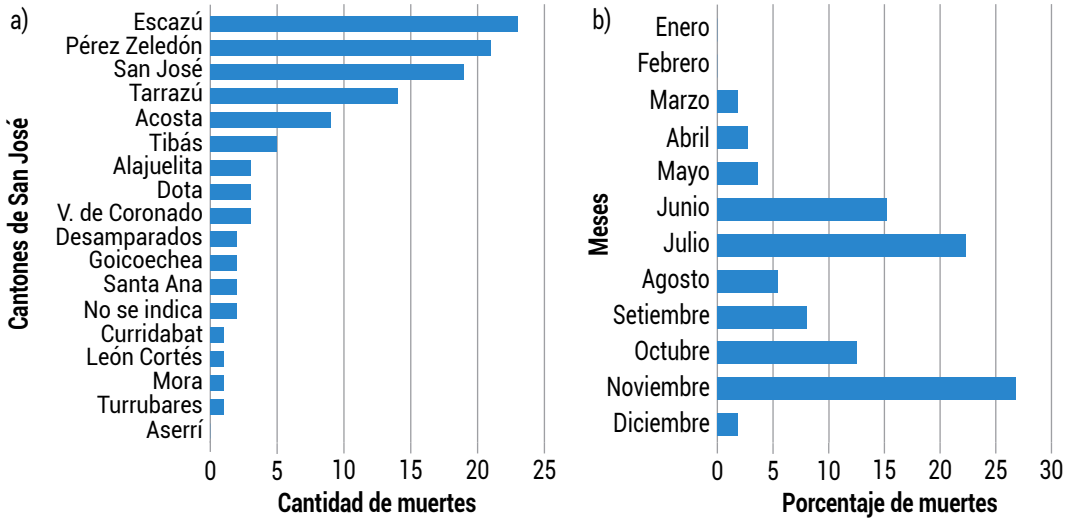


Figura 67. Muertes por cantón (a) y por mes (b) en la provincia de San José, producto de diferentes fenómenos meteorológicos. 1980-2017.

desordenada y sin ninguna planificación, así como la disposición de desechos sólidos en los cauces de los ríos, han reducido la capacidad de la sección hidráulica, lo que provoca el desbordamiento de ríos y quebradas, situación que se ha generado por los serios problemas de viviendas cercanas a los ríos. Las zonas o barrios más afectados por las inundaciones de los ríos y quebradas antes mencionadas son Barrio Escalante, Barrio Dent, Uruca, Zapote, San Francisco, Sabana Sur y Paso Ancho. Uno de los eventos más trágicos se presentó en 1992, cuando un derrumbe en el Barrio Corazón de Jesús cayó sobre tres casas cobrando la vida de siete personas, el cual ocurrió debido a lluvias intensas (CNE, s.f.h; La Nación, 1999; IMN, 1992).

En el cantón de Tarrazú (figura 67a), se perdieron alrededor de 14 vidas humanas, el 25 de julio de 1996, debido a un deslizamiento que sepultó varias viviendas en San Marcos (La Nación, 1996). En junio de 1992, se presentó un patrón irregular en cuanto a la distribución espacial de las lluvias. Por ejemplo, en San José la precipitación total fue de un 50% más de lo normal lo que ocasionó deslizamientos en varios distritos de San José, Escazú, Tibás y Curridabat (IMN, 1992).

En la provincia de San José se registran gran cantidad de personas fallecidas por EHE en los meses de junio, julio, octubre y noviembre (figura 67b). Noviembre y julio podrían explicarse por los eventos puntuales que se registraron en los cantones de Escazú en noviembre del 2010 y en Tarrazú en julio de 1996 ya comentados. A semejanza con Puntarenas, la distribución mensual de muertos también presenta una relación importante con la climatología de la precipitación, sin embargo, el mes de noviembre es particular por el evento puntual en Escazú, relacionado con la Tormenta Tomas.

3.5.2.3. Limón

Talamanca es el cantón donde han fallecido más personas a causa de EME (figura 68a). La frecuencia de las precipitaciones, la presencia de una densa red fluvial y las extensas llanuras al pie de elevadas cordilleras crean las condiciones adecuadas para eventos como inundaciones, deslizamientos, así como avalanchas de agua y lodo, las cuales se presentan con mayor frecuencia en las áreas circundantes a los valles y llanuras del territorio (IMN, 2008a; Robinson y Ramírez, 2013).

Los datos muestran gran cantidad de personas fallecidas en la provincia, a las que no fue posible ubicar su procedencia geográfica por falta de información, la mayoría de estas muertes fueron ocasionadas por temporales en diciembre de 1980, febrero de 1996, agosto de 1997 y enero del 2005.

La distribución mensual que se presenta en la figura 68b, indica que diciembre es el mes en el que se han presentado más muertes por EME en Limón, representa un 15,5% del total de muertos, pero también se han reportado decesos en febrero

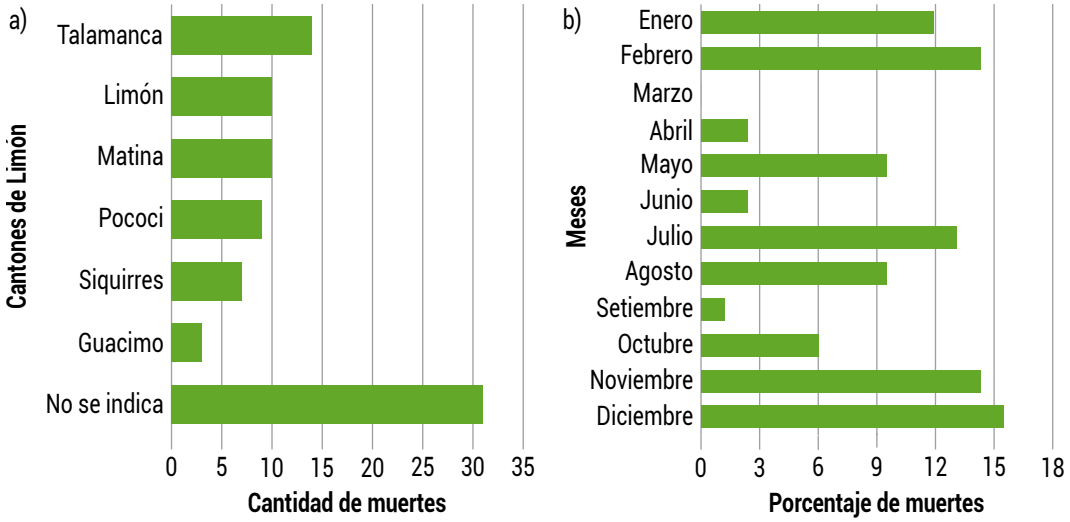


Figura 68. Muertes por cantón (a) y por mes (b) en la provincia de Limón, producto de diferentes fenómenos meteorológicos. 1980-2017.

La provincia de Limón posee la mayor afectación por frentes fríos y ondas tropicales.

(14,3%), noviembre (14,3%), julio (13,1%), enero (11,9%), mayo (9,5%) y agosto (9,5%). Por sus condiciones climáticas, la región Caribe es la zona de mayor frecuencia de inundaciones en Costa Rica, la precipitación fluctúa entre 2 000 y más de 8 000 mm al año y está presente durante todo el año, por lo que la probabilidad de inundaciones es alta. La influencia de las lluvias estacionales y los frentes fríos, son los condicionantes de que en julio y diciembre se presenten las máximas precipitaciones (IMN,2008a; IMN, 2008b). Las muertes relacionadas con EME podrían ser explicadas por el régimen de precipitación del Caribe. Enero y febrero lluviosos producto de la afectación de frentes y empujes polares, así como las altas presiones, características de estos meses. Disminuye en marzo y abril para ir retomando intensidades mayores en mayo con máximos en julio y agosto. En setiembre y octubre se presenta una merma relativa de las lluvias para luego aumentar hasta alcanzar los valores más altos en noviembre y diciembre.

3.5.2.4. Cartago

Turrialba y La Unión son los cantones con más personas fallecidas durante el período de estudio, con más de 10 muertos cada uno (figura 69a). La CNE ha estudiado detalladamente las características topográficas y geológias que los hacen territorios especialmente vulnerables a deslizamientos, tal como se ha manifestado

en períodos de intensas lluvias. Los sectores más vulnerables son aquellos ubicados hacia los valles de los ríos, que es donde la pendiente es mayor; además, se debe llamar la atención de aquellos lugares, donde se han practicado cortes en el suelo (para caminos y viviendas) y rellenos más compactos (CNE, s.f. a, b, c, d, f).

En diciembre de 1993 se presentaron condiciones lluviosas en la Vertiente del Caribe (IMN, 1993) las cuales provocaron inundaciones en Turrialba con un saldo de cuatro personas fallecidas. En febrero de 1996 el cantón se vio afectado por un temporal en el Caribe, se rompieron récords de lluvia de 24 horas, hubo inundaciones y deslizamientos, los cuales cobraron la vida de seis personas (IMN, 1996a). En junio del 2006 hubo una onda tropical, que provocó lluvias fuertes las cuales ocasionaron una cabeza de agua en La Suiza, cuatro personas murieron debido a esto (IMN, 2006).

En el caso de La Unión, las zonas de mayor riesgo por posibles deslizamientos de tierra se ubican en los asentamientos más pobres y de más alto riesgo (Cordero, 2003). El cantón de Alvarado posee una red fluvial muy dispersa y baja, la misma cuenta con varios ríos y quebradas que se pueden considerar el punto focal de las amenazas hidrometeorológicas del cantón, las zonas o barrios que han sido afectados con alguna recurrencia, con alto riesgo por las inundaciones, y flujos de los ríos y quebradas antes mencionadas son Pacayas y Capellades (CNE, s.f.a).

En setiembre de 1995, las presiones atmosféricas estuvieron relativamente altas hacia principios y mediados de mes. No obstante, tres vórtices ciclónicos de baja intensidad produjeron un incremento significativo de las precipitaciones en el

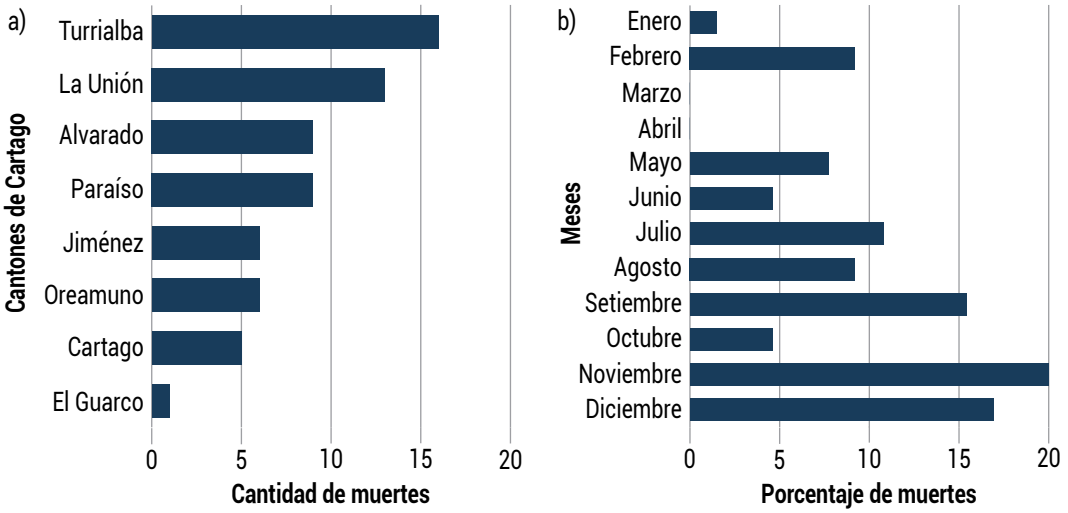


Figura 69. Muertes por cantón (a) y por mes (b) en la provincia de Cartago, producto de diferentes fenómenos meteorológicos. 1980-2017.

En Cartago los fenómenos con mayor influencia son las ondas tropicales y la ZCI.

occidente del país. El segundo de los tres vórtices se desarrolló entre el 11 y el 15 de setiembre, como consecuencia del acercamiento del huracán Luis al Mar Caribe, las lluvias asociadas afectaron a un 80% del país, debido a los deslizamientos en la zona murieron cuatro personas (IMN, 1995a).

En el cantón de Paraíso, se identifican una serie de deslizamientos que han impactado varias comunidades y que provocaron daños en viviendas, puentes, acueductos, postes de electricidad y caminos, así como, pérdidas de vidas humanas (CNE, s.f.d). En el 2002 se presentó un deslizamiento en Cachí, causado por lluvias intensas, que ocasionó la muerte de seis personas (Vallejos et al., 2012; La Nación, 2002).

Como se observa en la figura 69b, en la provincia de Cartago, se han presentado muertos por EHE en la mayoría de los meses del año, solamente en marzo y abril no se han reportado decesos; los meses en los que se han presentado mayor cantidad de muertes son noviembre (20%), diciembre (16,9%), setiembre (15,4%) y julio (10,8%). Esta distribución podría ser explicada por la combinación de los regímenes de precipitación que se presentan en Cartago. Una parte pacífica y otra caribeña principalmente en el cantón de Turrialba y los efectos sobre zonas altas.

3.5.2.5. Alajuela

Los cantones de Atenas, San Carlos, Upala y el cantón central de Alajuela, son los que presentan un mayor número de muertes debido a EME para la provincia. En el caso de Atenas, el 93% de los registros corresponde a un solo evento. El 11 de octubre del 2007, murieron 14 personas en el caserío de Fátima en Atenas, debido a un deslizamiento y el colapso de un muro de contención, producto de la saturación de los suelos por constantes lluvias (La Nación, 2007).

En Upala, la mayor pérdida de vidas humanas se dio por los efectos del huracán Otto; en noviembre del 2016. Las condiciones de noviembre fueron muy lluviosas en todo el país, especialmente en la Vertiente del Pacífico y la región de Guatuso, Los Chiles y Upala, debido al efecto mutuo del calentamiento en el mar Caribe y el desarrollo de La Niña, ambos también estuvieron muy relacionados con el desarrollo del huracán Otto, que afectó fuertemente al país a partir del 24 de noviembre (IMN, 2016b). Upala ha sido uno de los cantones más afectados por EME, las características topográficas y geológicas propias del cantón, hacen que algunos sitios sean vulnerables a la inestabilidad de suelos, principalmente aquellos donde se han hecho cortes de caminos a tajos. Durante el huracán Otto, en la pared del lado este del volcán Miravalles, en el cerro al pie del macizo, se produjo un deslave que

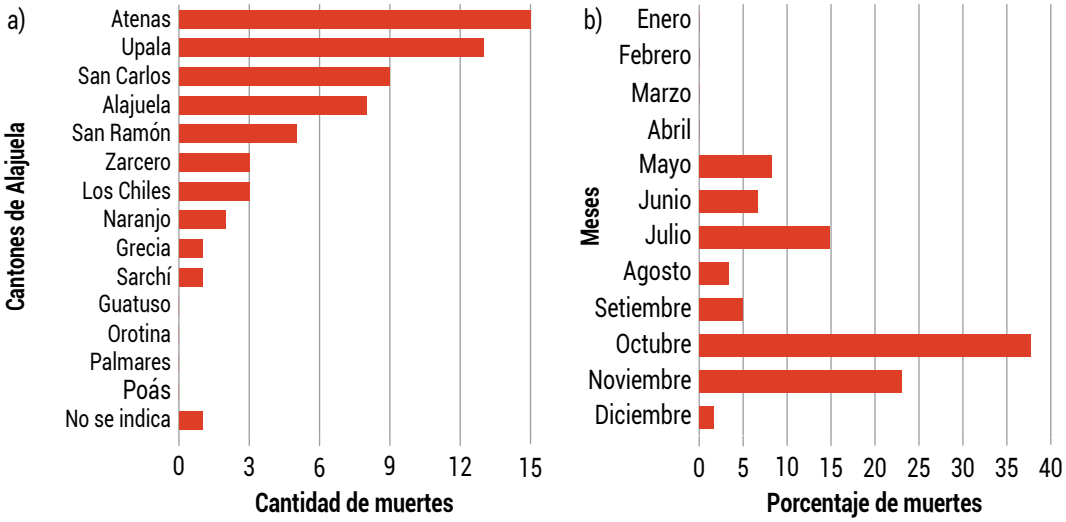


Figura 70. Muertes por cantón (a) y por mes (b) en la provincia de Alajuela, producto de diferentes fenómenos meteorológicos. 1980-2017.

bajó por una quebrada unos dos kilómetros hasta provocar un represamiento cerca de dos viviendas en calle Pichardo, en Bijagua de Upala. Con el represamiento, se formó una cabeza de agua, la cual bajó por el río Zapote provocando graves impactos en diversos lugares (CNE, s.f.g.; IMN, 2016b).

Tanto en San Carlos como en Alajuela, se han presentado diferentes eventos meteorológicos en distintos años que provocaron muertes. Sin embargo la escala de las tragedias no ha sido tan grande como en otros cantones de otras provincias. La mayoría de estos eventos fueron lluvias intensas que ocasionaron inundaciones.

En Alajuela destacan las ondas tropicales y la ZCI.

Del total de personas fallecidas a causa de los efectos de un EME, en la provincia de Alajuela, un 37,7% perdieron la vida en octubre, 23% en noviembre, 14,8% en julio y un 8,2% en mayo. Los frentes fríos, las bajas presiones y los sistemas ciclónicos son los fenómenos que más ha afectado a esta provincia. Los cantones que se han visto más impactados son Atenas, Upala, San Carlos y Alajuela (figura 70 a y b).

3.5.2.6. Guanacaste

Algunas de las fuentes consultadas para contabilizar las muertes debido a EME en la provincia de Guanacaste, no cuentan con el desglose cantonal. Por esa razón, existe un gran número de registros de muertes sin ubicación geográfica.

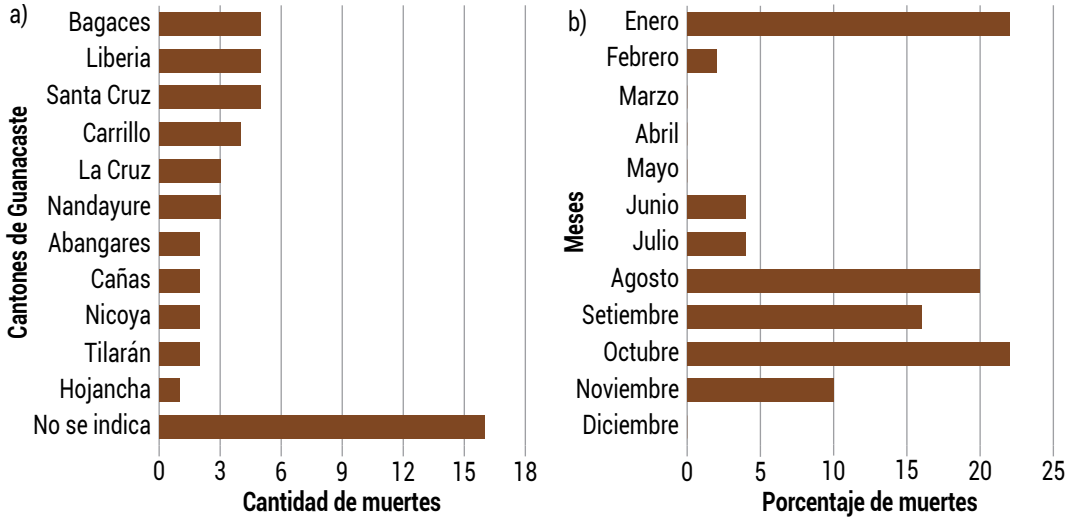


Figura 71. Muertes por cantón (a) y por mes (b) en la provincia de Guanacaste, producto de diferentes fenómenos meteorológicos. 1980-2017.

Pncipalmente, en Guanacaste inciden las bajas presiones y la ZCI.

En la figura 71a se presenta a Bagaces, Liberia y Santa Cruz como los cantones de mayor registro, cada uno con 5 muertes documentadas.

En el cantón de Bagaces, la mayoría de las muertes se reportaron durante el huracán Otto en el 2016, cuando murieron cuatro personas debido a flujos de lodo y detritos en los ríos Tenorio y Blanco, y en la parte norte-noroeste del volcán Miravalles, Negro, Frijoles y Guacalito (Brenes, 2017; IMN, 2016b).

Retana et al. (2017) mencionan, que la zona media norte de Liberia es la más vulnerable a EHE; los distritos más afectados son Cañas Dulces, Curubandé y Mayorga. Además, se menciona que los daños no solo se dan por el desbordamiento de cauces, sino también por el impacto directo de lluvias fuertes sobre la infraestructura, obras y salud pública. En agosto del 2016, tres personas perdieron la vida debido a una cabeza de agua en Curubandé, debido a la influencia del Huracán Earl, que llegó como onda Tropical al Caribe y se desarrolló como tormenta y luego como huracán. Precisamente la ubicación de Earl frente a las costas de Honduras, produjo un mayor de aporte de humedad desde el Océano Pacífico al territorio nacional desde tempranas horas del día; esto, junto con el calentamiento matutino producto de la poca nubosidad ocasionó precipitaciones convectivas (IMN, 2016a) que desencadenaron la tragedia.

En el cantón de Santa Cruz, han ocurrido decesos en diferentes años a causa de EME, muchos se han dado por inundaciones; sin embargo, se reportaron tres personas que perdieron la vida a causa de un rayo que los impactó, dos personas en el 2011 y una en el 2016 (IMN, 2019).

En Guanacaste, los meses en los que se perdieron más vidas humanas a causa de un EHE fueron enero (22%), agosto (20%), setiembre (16%), octubre (22%) y noviembre (10%) (figura 71b). Durante enero los vientos fuertes afectan esta provincia, de acuerdo con el registro utilizado para este estudio el vendaval que ocasionó mayor cantidad de muertos ocurrió en el año 1988, en el cual murieron nueve personas; en el Boletín Meteorológico de enero (IMN, 1988a) se señala que se presentaron tres empujes polares que afectaron el país los días 5, 11 y 28, y el último empuje polar generó vientos muy fuertes en el Valle Central y Guanacaste. Esta es la explicación del por qué enero presenta tantas muertes siendo un mes seco.

La frecuencia de inundaciones en el Pacífico Norte se puede presentar de mayo a noviembre, siendo éstas más frecuentes a partir de agosto; octubre concentra la mayor incidencia de inundaciones. Los temporales generadores de inundaciones pueden durar de tres a cuatro días como promedio general y 10 días como casos extremos. En estos períodos se acumulan entre 100 a 300 mm de lluvia como promedio. Durante algunos temporales se han llegado a registrar desde 400 hasta 700 mm. En los periodos de temporal, el pico máximo de lluvia está entre los 250 a 380 mm (IMN, 2008a).

3.5.2.7. Heredia

Heredia es la provincia de menor registro de muertes por EME. Destaca solo el cantón de Sarapiquí que, por su topografía y ubicación con respecto al ingreso de los vientos Alisios, es el más afectado por EME (figura 72a). Los problemas asociados a la inestabilidad de las laderas son escasos; sin embargo, se deben tomar en cuenta los efectos que genera la erosión en los márgenes de los principales ríos, lo cual genera el colapso de porciones de suelo. Se debe destacar que, en los poblados ubicados al extremo suroeste del cantón, donde la pendiente del terreno es mayor, la vulnerabilidad aumenta (CNE, s.f.e). En enero de 1998 tres personas murieron debido a deslizamientos en la zona; en mayo y junio de 1999, seis personas perdieron la vida en Horquetas de Sarapiquí debido a deslizamientos en la zona y a cabezas de

Heredia se ve mayormente impactada por las ondas tropicales, bajas presiones y vaguadas.

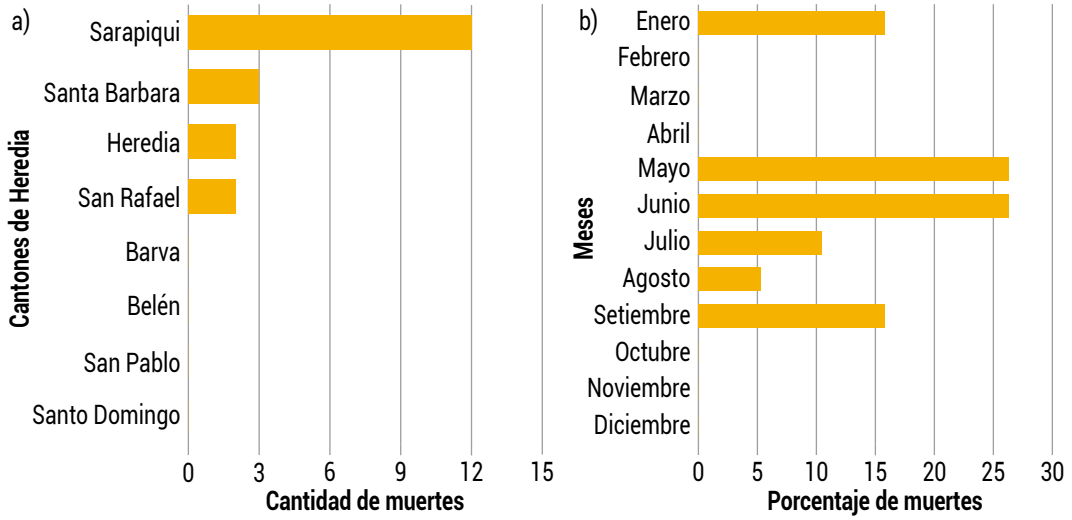


Figura 72. Muertes por cantón (a) y por mes (b) en la provincia de Heredia, producto de diferentes fenómenos meteorológicos. 1980-2017.

agua, en ambos meses se presentaron ondas tropicales que aportaron lluvias en el Caribe (IMN, 1998; IMN, 1999ab).

Los meses de mayor afectación han sido mayo con un 26.3 % del total de decesos, junio (26,3%), enero (15,8%), setiembre (15,8%) y julio (10,5%) (figura 72b). Campos y Quesada (2017) analizaron el período 2000-2015 y coinciden con los resultados de este estudio en cuanto a que Heredia junto con Guanacaste son los lugares donde se han reportado menos fallecidos por eventos hidrometeorológicos.

3.5.3. Los años de mayor impacto

En la figura 73 se grafica la cantidad de muertos por EME por año. Destacan siete años donde la cantidad de muertos es mayor o igual a 20 personas, los cuales fueron 1988,1996, 2002, 2007, 2010, 2016 y 2017.

En enero de **1988**, se reportaron 10 decesos debido a los fuertes vientos ocasionados por un empuje polar (IMN, 1988a). En setiembre el país se vio afectado por un temporal producto del huracán Gilbert, el cual afectó la Vertiente Pacífica causando inundaciones en Guanacaste y Parrita (IMN, 1988b), este dejó cerca de seis personas sin vida. El huracán Joan en el mes de octubre, ocasionó la muerte de alrededor de 23 personas.

En su etapa madura Joan llegó a alcanzar el grado de huracán categoría 4 (de acuerdo con la escala internacional de Saffir/ Simpson), cuando impactó directamente a Nicaragua (IMN, 1996c).

En la figura 74 se presenta la distribución cantonal de los muertos asociados con EME para el año 1988.

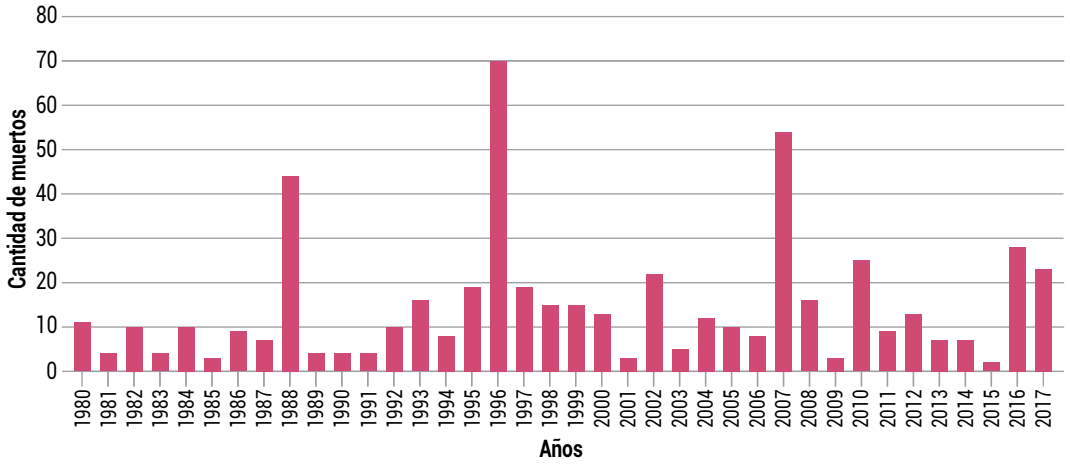


Figura 73. Número de muertos en Costa Rica relacionados con eventos meteorológicos extremos. 1980-2017.

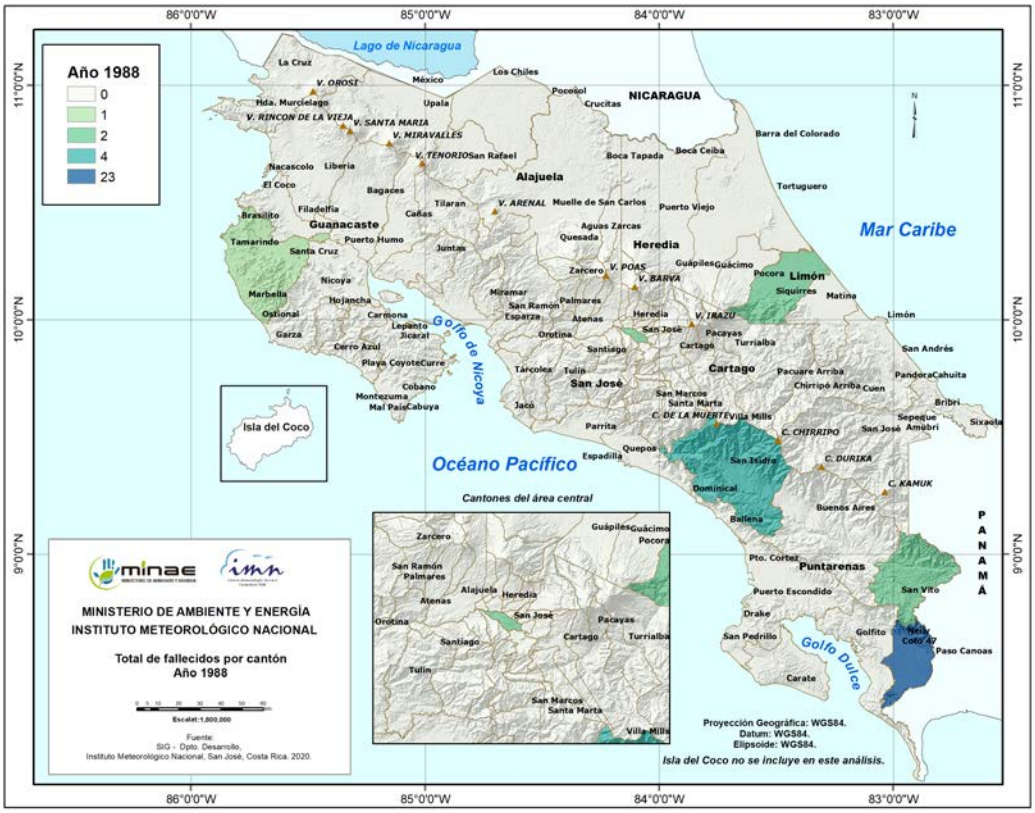


Figura 74. Número de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos. 1988.

Por otra parte, en **1996** el huracán César ocurrido en julio de 1996, fue el responsable de provocar 35 decesos por EME en el país. Este huracán fue catalogado como huracán categoría 1 (escala internacional de Saffir/Simpson); sin embargo, su impacto en el país fue mayor al producido por el huracán Joan en 1988 (categoría 4). Tanto Joan como César causaron las máximas cantidades de lluvia en la Región Pacífico Central, pero el temporal con César fue mucho más intenso (IMN, 1996c). Cabe destacar, que a lo largo del año 1996 se presentaron otros temporales que provocaron deslizamientos e inundaciones y ocasionaron la muerte de varias personas. En febrero hubo dos temporales intensos que afectaron el Caribe durante la primera quincena del mes, el primero se registró del 1º al 6 de febrero y el segundo del 12 al 14. El segundo temporal fue el que tuvo mayor impacto sobre la región (IMN, 1996a). En junio se registró un fuerte temporal en la segunda quincena, que afectó a varios cantones de Puntarenas (IMN, 1996b). En octubre, el huracán Lili ocasionó daños en el país, este temporal duró cinco días (del 11 al 15 de octubre), la zona más afectada fue la provincia de Guanacaste y

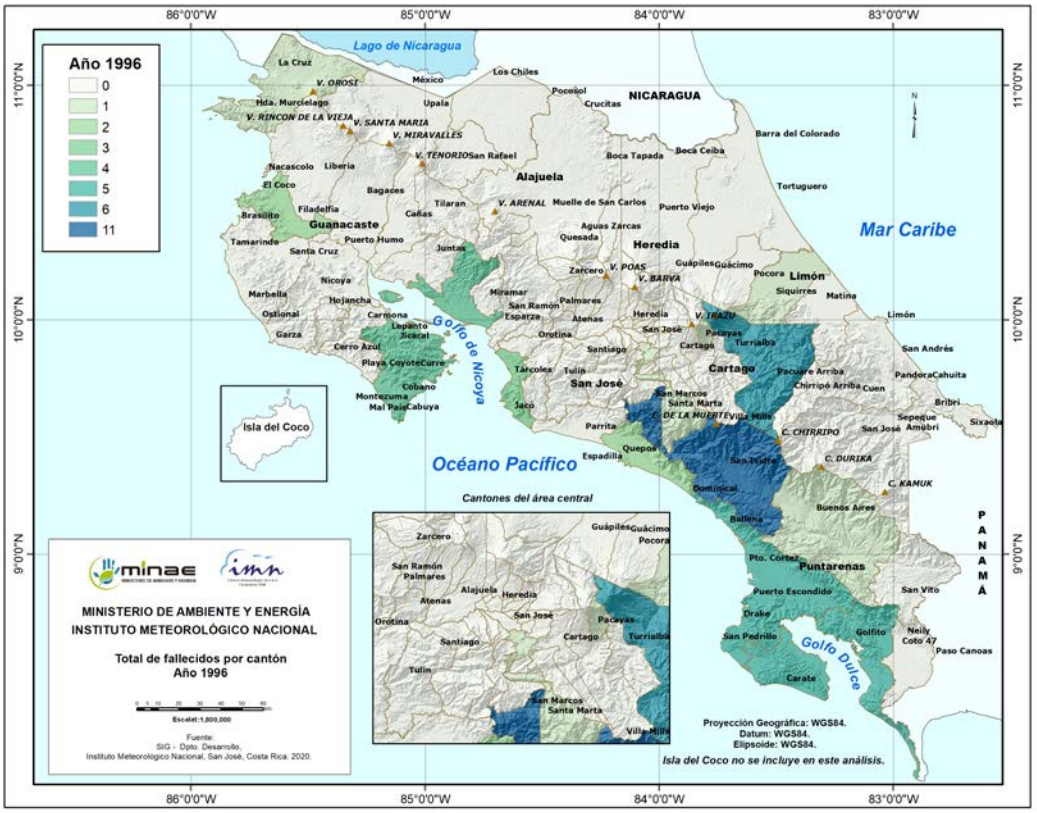


Figura 75. Número de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos. 1996.

el Pacífico Central (IMN, 1996d). La figura 75 presenta la distribución por cantón del número de muertos durante 1996.

A finales de agosto del **2002**, se presentó un exceso de lluvias en el Valle de Orosi, que tuvo como consecuencia una avalancha de lodo, por el derrumbe de una ladera, en el caserío de Alto Loaiza la madrugada del día 29; el resultado final fue la destrucción de 13 casas de habitación y seis personas muertas (IMN, 2002a). Entre el 21 de noviembre y el 1º de diciembre del 2002, hubo dos temporales muy severos en la provincia de Limón, los cuales provocaron inundaciones y deslizamientos en toda la zona. Otras provincias también se

Las provincias de Limón, Puntarenas y San José concentran la mayor cantidad de registros sobre impactos de fenómenos y eventos meteorológicos extremos entre 1980 y 2017.

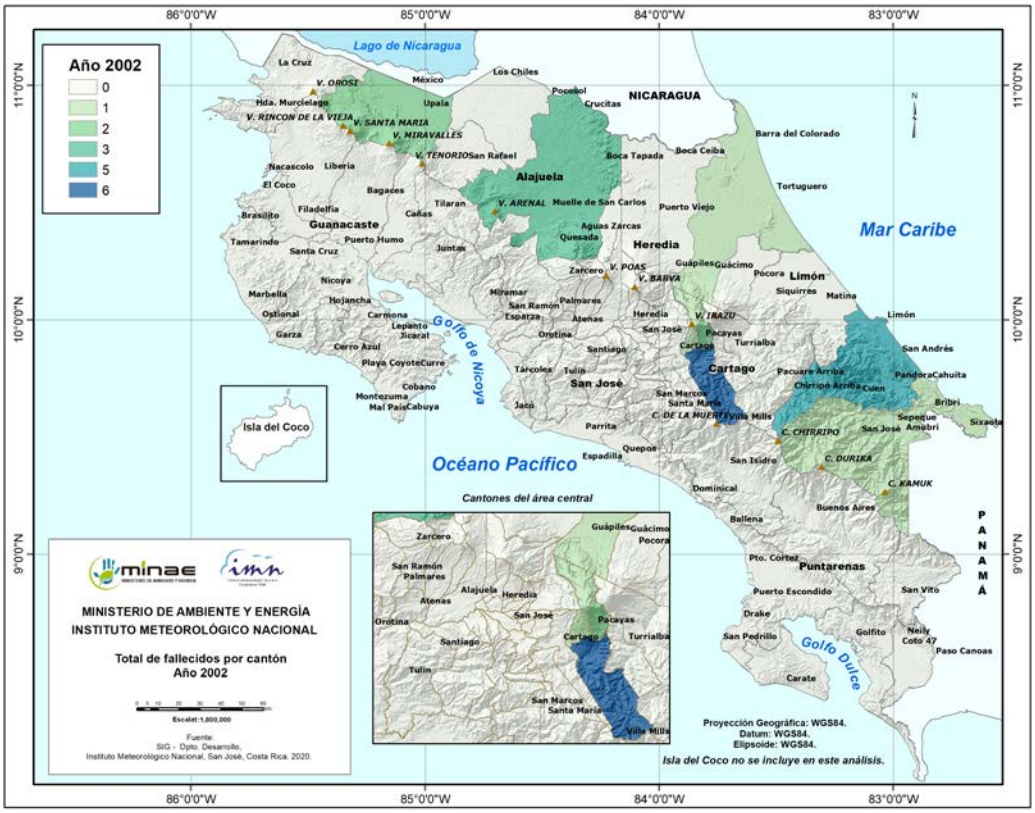


Figura 76. Número de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos. 2002.

vieron afectadas, como Cartago (Paraíso, Turrialba, Oreamuno, Alvarado y Jiménez), Heredia (Sarapiquí y San Isidro) y en Alajuela (San Carlos) (IMN, 2002b). En la figura 76 se presenta la distribución espacial a nivel de cantón, del número de muertos total durante el 2002.

En el mes de octubre de **2007**, hubo 21 personas fallecidas como consecuencia de EME. Se presentaron varias anomalías atmosféricas que lo hicieron uno de los meses más lluviosos, con fuertes temporales en el Pacífico Norte y en el Pacífico Central y grandes cantidades de lluvia acumulada en el Valle Central. Según el IMN (2007b), se conjugaron varios factores atmosféricos que favorecieron una persistente e intensa actividad lluviosa, tanto en el Pacífico como en el Valle Central, entre ellos: a) la presión atmosférica estuvo muy por debajo de sus valores promedio, por lo que los vientos del oeste fueron persistentes, aumentando la humedad atmosférica sobre el país; b) el dipolo de temperaturas, por un lado el océano Pacífico frío debido al fenómeno La Niña y por el otro, el Mar Caribe cálido; c) un sistema de baja presión sobre Belice y la tormenta tropical Noel, generaron condiciones de temporal

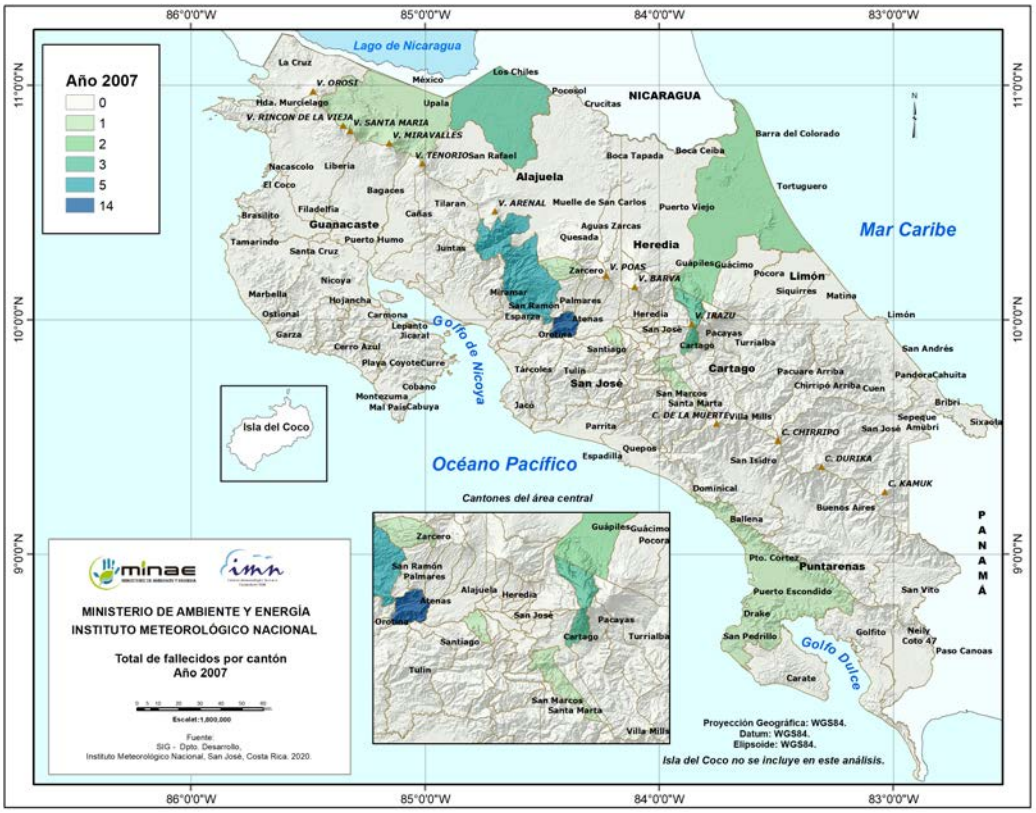


Figura 77. Número de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos. 2007.

sobre el país; d) la oscilación de Madden-Julian (MJO, por sus siglas en inglés), en su fase divergente predominó durante la mayor parte del mes.

La distribución a nivel de cantón del número total de personas fallecidas producto de eventos meteorológicos extremos en el 2007, se presenta en la figura 77.

En noviembre de **2010**, se presentaron condiciones en extremo lluviosas a nivel nacional, particularmente en el Pacífico Central, Pacífico Sur y el Valle Central, la condición fue generada por la influencia indirecta del huracán Tomas junto con la interacción de la Zona de Convergencia Intertropical; esto ocasionó pérdidas millonarias en la infraestructura vial, la vivienda y el sector agrícola del país; además, pérdidas humanas por el deslizamiento del cerro Pico Blanco en San Antonio de Escazú, ocasionando la muerte de 24 personas. Se registraron también tres empujes polares que ingresaron a Centroamérica, todos aumentaron la presión atmosférica en la región y por lo tanto la intensidad de los vientos (IMN, 2010). La figura 78 presenta la distribución espacial por cantón, del número total de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos.

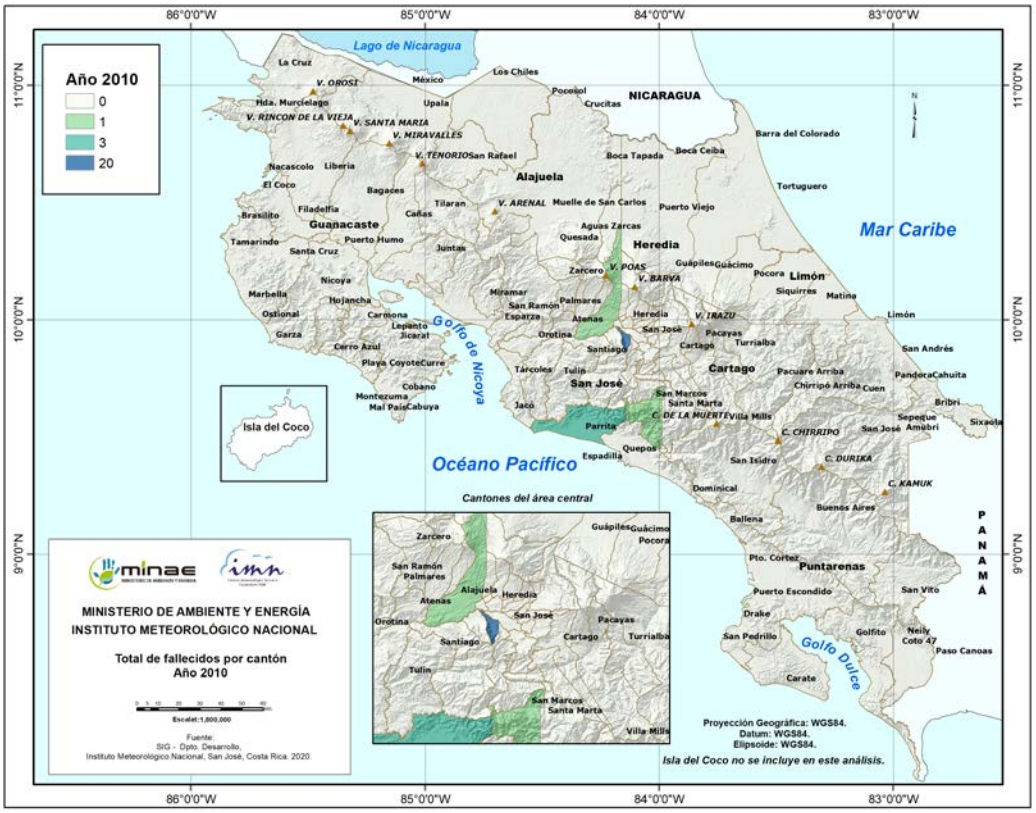


Figura 78. Número de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos. 2010.

En julio del **2016**, las ondas tropicales fueron los únicos sistemas atmosféricos que ocasionaron lluvias intensas, sobre el país pasaron 12 ondas tropicales, con un promedio de una cada tres días. La interacción entre el paso de las ondas sobre el país, junto con la configuración atmosférica y la fase de la Oscilación Maden-Julian (MJO), ocasionó que las precipitaciones fueran muy abundantes de forma puntual (IMN, 2016a). Costa Rica se vio afectada por el huracán Otto en noviembre del 2016, el cual fue el primer huracán en la historia documentada con impacto directo en el país, a su paso generó aguaceros torrenciales y vientos intensos en la región Caribe Norte, Zona Norte y en el sector norte de Guanacaste. Éste se vio favorecido por la presencia del empuje frío número cinco, que lo encauzó sobre el territorio continental nicaragüense y costarricense, causando daños de diversa índole, además de la pérdida de 17 vidas humanas (IMN, 2016b). En la figura 79 se puede observar la distribución del número total de muertos durante el 2016.

En la primera semana de octubre del **2017** se formó la tormenta tropical Nate, la cual posteriormente se intensificó a huracán el siete de octubre en el Golfo de

Figura 79. Número de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos. 2016.

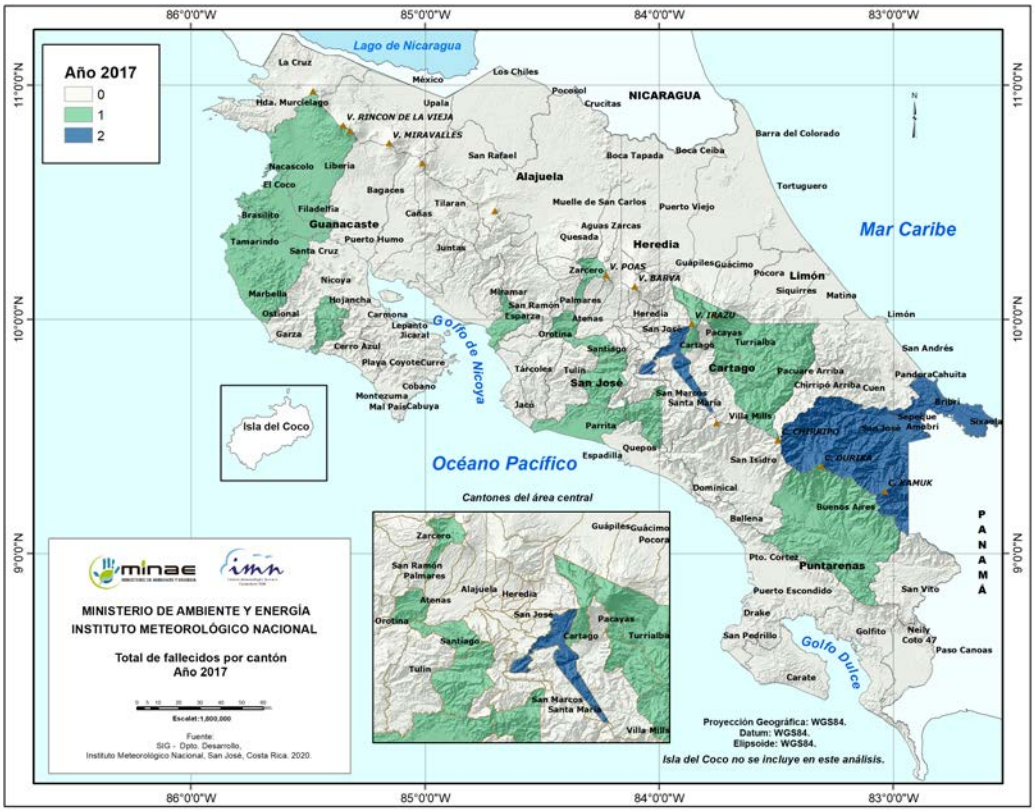


Figura 80. Número de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos. 2017.

México. Sin embargo, antes de llegar a ser tormenta tropical, siendo todavía depresión tropical (la número 16 de la temporada de huracanes), dejó abundantes precipitaciones en el país, ocasionando un fuerte temporal a lo largo de la Vertiente del Pacífico y el Valle Central. Los daños ocasionados por este fenómeno, lo convierten en uno de los más dañinos que se han registrado en Costa Rica en la última década, 16 personas perdieron la vida debido a los efectos de este EME (IMN, 2017). En la figura 80 se observa la distribución cantonal del número de muertos para ese año.

En la figura 81 se resumen los años y los principales fenómenos que han causado más muertes en Costa Rica.

Los huracanes y las tormentas tropicales son los que han dejado más muertos en Costa Rica entre 1980 y 2017.

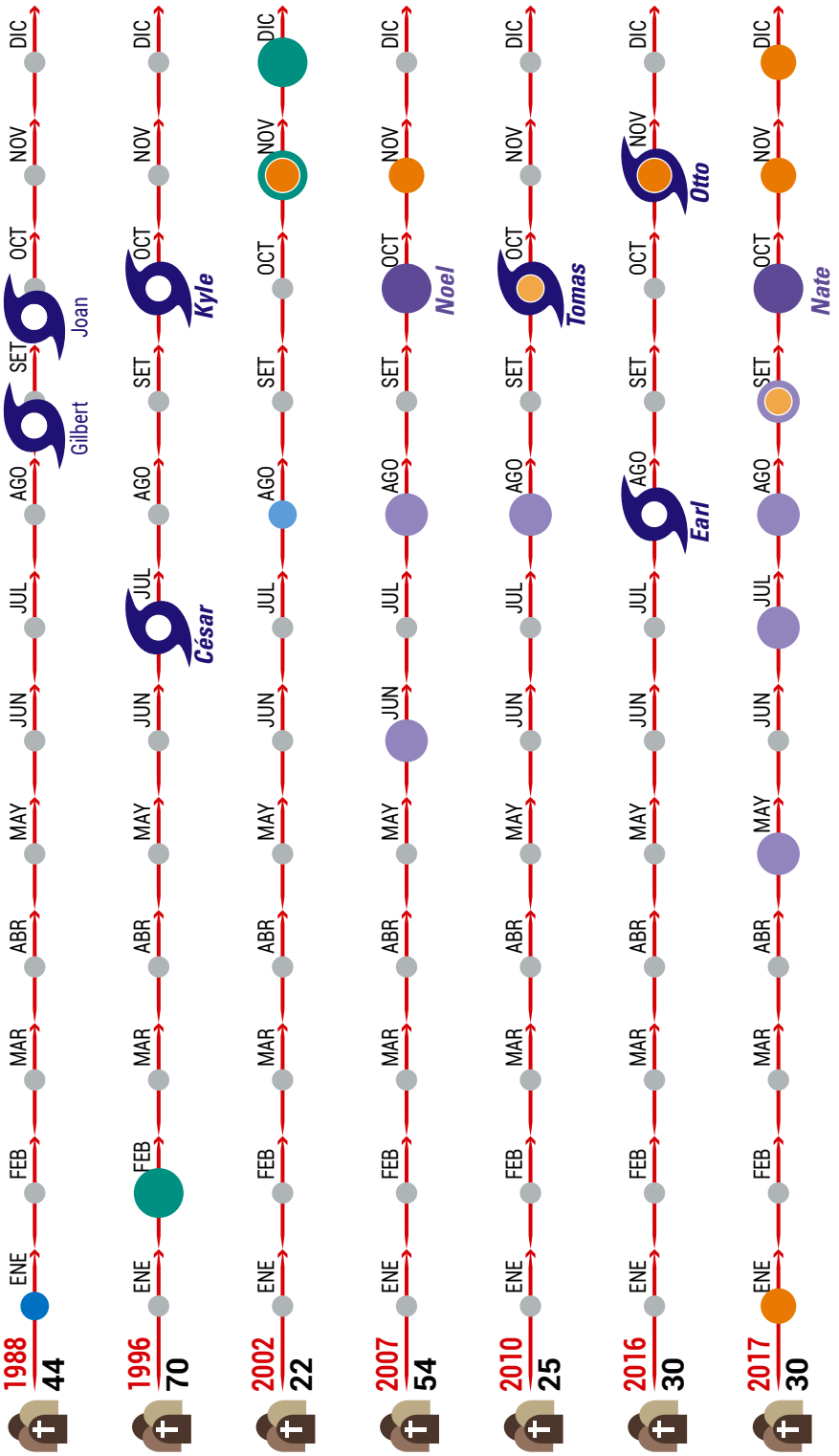


Figura 81. Años con mayor número de muertos por eventos meteorológicos extremos.

3.5.4. Fenómenos y eventos de mayor mortalidad

La estructura para el análisis de la información en este estudio obedece a la concatenación de 4 elementos: fenómeno atmosférico, evento atmosférico, incidente y daño (referido a la muerte de las personas). Sin embargo, debido a los vacíos de información en las fuentes consultadas, algunos registros no logran asociar al número de muertos, el fenómeno, el evento, o bien el incidente causante. Por ejemplo, para el período de análisis 1980-2017 existen 406 fallecimientos asociados con fenómenos meteorológicos, 546 fallecimientos a los que se le logró asociar eventos meteorológicos y 545 fallecimientos cuya causa está bien referenciada por un incidente.

Con estas aclaraciones sobre la información existente y tomando como variable de consulta el número de muertos, se logra crear una estadística importante que asocia los fallecimientos con fenómeno, eventos e incidentes de forma individual para cada caso.

No todos los fenómenos identificados en la base de datos del IMN (IMN, 2019) han sido causantes de muertes. De los 14 fenómenos registrados, 10 (71%) presentan impactos traducidos en muertes. El fenómeno que más muertos produjo en Costa Rica entre 1980 y el 2017, fueron los efectos indirectos y directos de los huracanes. Importante aclarar que solo el Huracán Otto en noviembre del 2016 tuvo impactos directos sobre el país en el período de análisis. Este solo evento (Otto) acumuló en 2 días el 15% de los impactos totales por efectos indirectos de huracanes. Estos datos fríos, revelan la magnitud del impacto directo de un huracán en relación con la historia de 37 años de ciclones el país.

Tal y como se presenta en la figura 82, los huracanes Joan, César, Tomas, Otto, así como las tormentas tropicales Nate, Mitch, Bret y Erin son los fenómenos que han ocasionado la mayor cantidad de personas fallecidas debido a deslizamientos, cabezas de agua e inundaciones. El huracán César en 1996 es el fenómeno individual, que produjo más afectados (622.231) y muertes (35), mientras que Nate ha sido la tormenta tropical más mortífera en el período de tiempo analizado.

Los eventos meteorológicos más frecuentes, producto de fenómenos de gran escala son lluvias intensas, tormentas convectivas, temporales y granizos

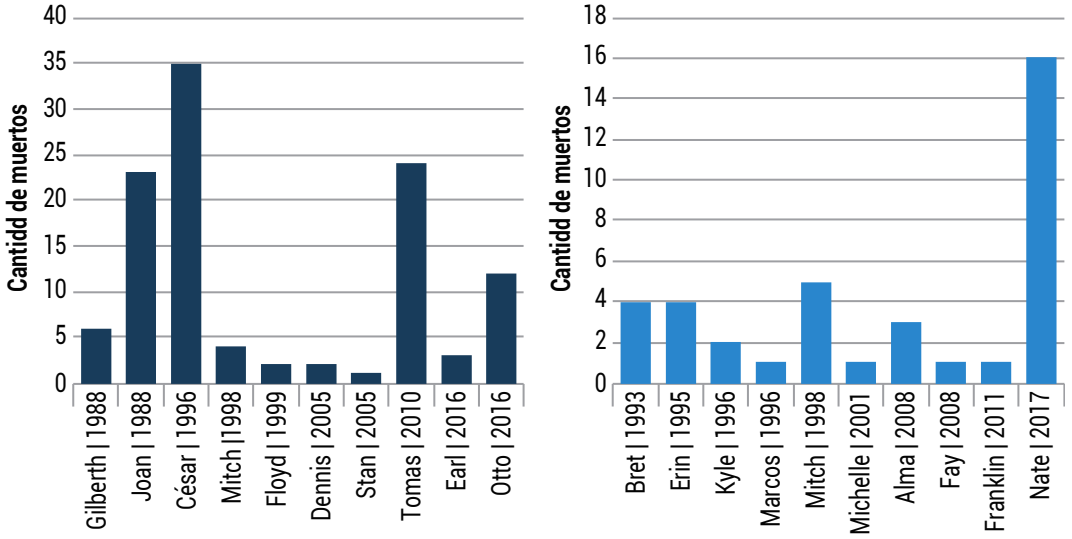


Figura 82. Huracanes (a) y Tormentas Tropicales (b) que han dejado más muertos en Costa Rica. 1980-2017. Los huracanes se consignan como efecto indirecto del fenómeno, con excepción de Otto.

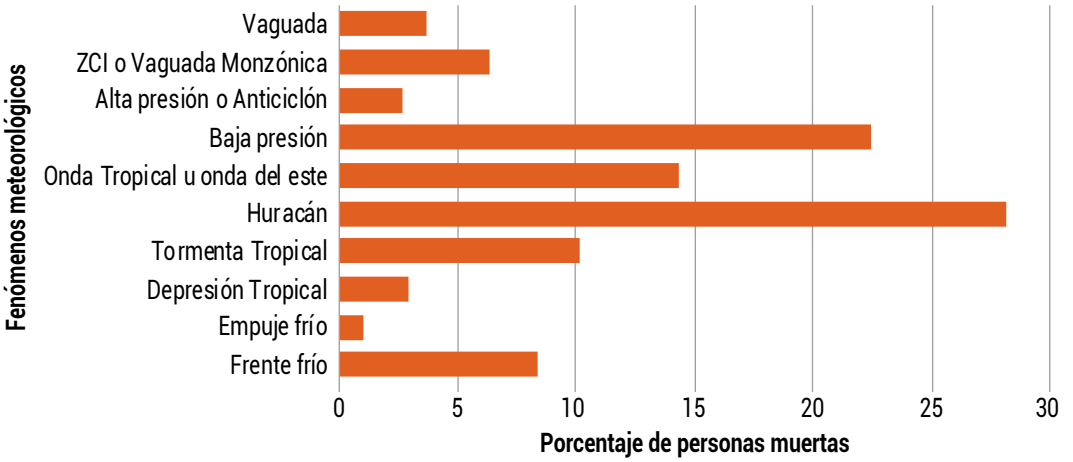


Figura 83. Porcentaje de muertos relacionados con fenómenos meteorológicos extremos. 1980-2017.

Luego de los efectos directos e indirectos de los huracanes, los sistemas de baja presión y las ondas tropicales son los fenómenos de mayor afectación. Entre ambos, acumulan cerca del 37% del total de registros tal y como se aprecia en la figura 83. Entre huracanes, bajas presiones y ondas tropicales se obtiene el 65% de todos los registros.

En cuanto a los 25 eventos meteorológicos identificados, solo el 28% se asocia con mortalidad. Las lluvias intensas son los detonantes del 78% de los casos de muerte tal y como se observa en la figura 84. Con excepción del evento "vientos descendentes y viento intenso o vendaval", todos los demás corresponden con hidrometeoros, o sea, se relacionan con algún tipo de precipitación.

El incidente se conceptualizó como acontecimiento anormal producto de la magnitud extrema de un evento. Es un desequilibrio momentáneo que tiene localización geográfica. (IMN, 2019b). Solo 7 incidentes, de una lista de 17 (41%) han sido causantes de muerte. En la figura 85 se detalla el aporte porcentual de cada uno

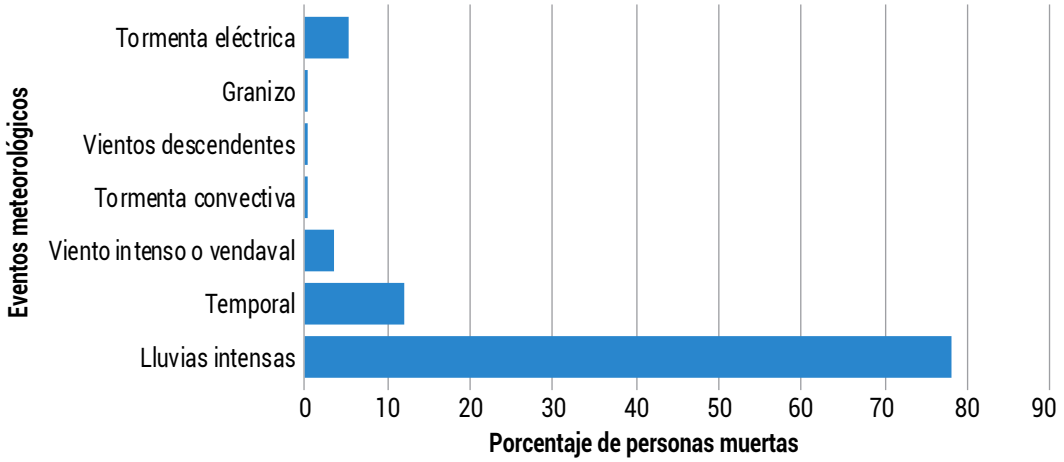


Figura 84. Porcentaje de muertos relacionados con eventos meteorológicos extremos. 1980-2017.

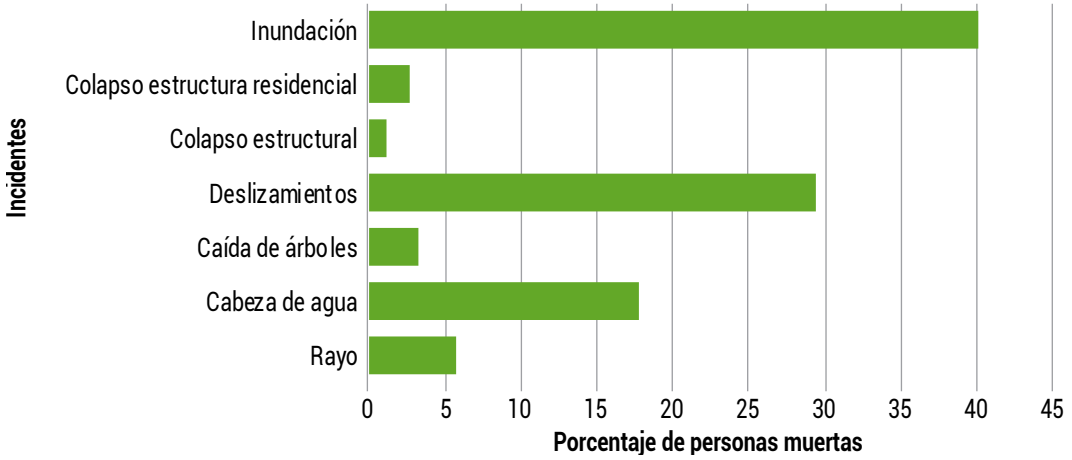


Figura 85. Porcentaje de muertos relacionados con incidentes. 1980-2017.

de los incidentes. Las inundaciones son responsables del 40% de los fallecimientos, mientras que los deslizamientos contribuyen con cerca del 30%.

Ahora bien, no se encontró una relación temporal importante entre el número de muertos, el número de afectados o la cantidad de fenómenos o eventos registrados, tal y como se aprecia en la figura 86.

Los años de mayor número de afectados no corresponden con los años de mayor número de fallecidos o bien con los años de mayor número de fenómenos o eventos documentados. Por tanto, un solo evento, puede generar un gran impacto

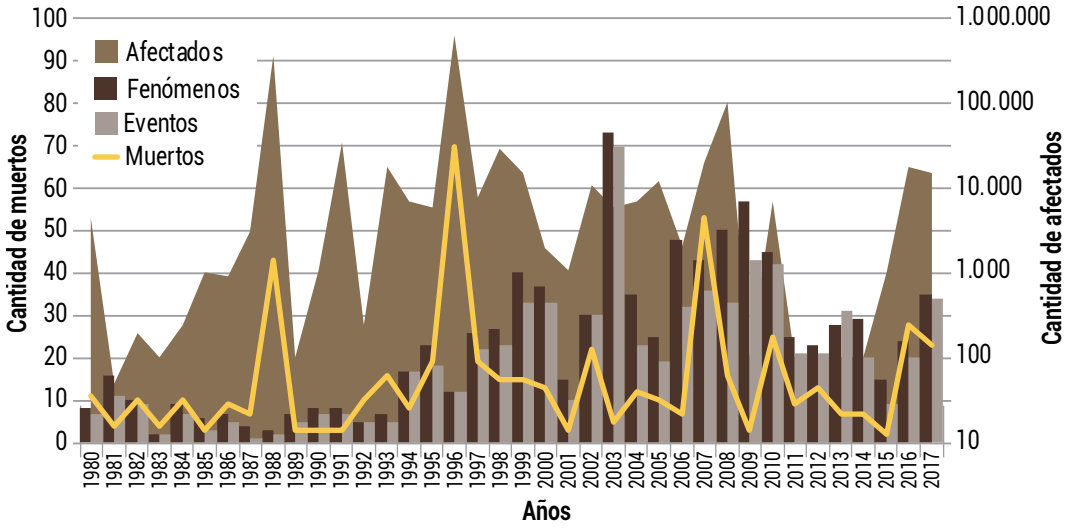


Figura 86. Fenómenos, eventos, afectados y muertos en Costa Rica. 1980-2017.

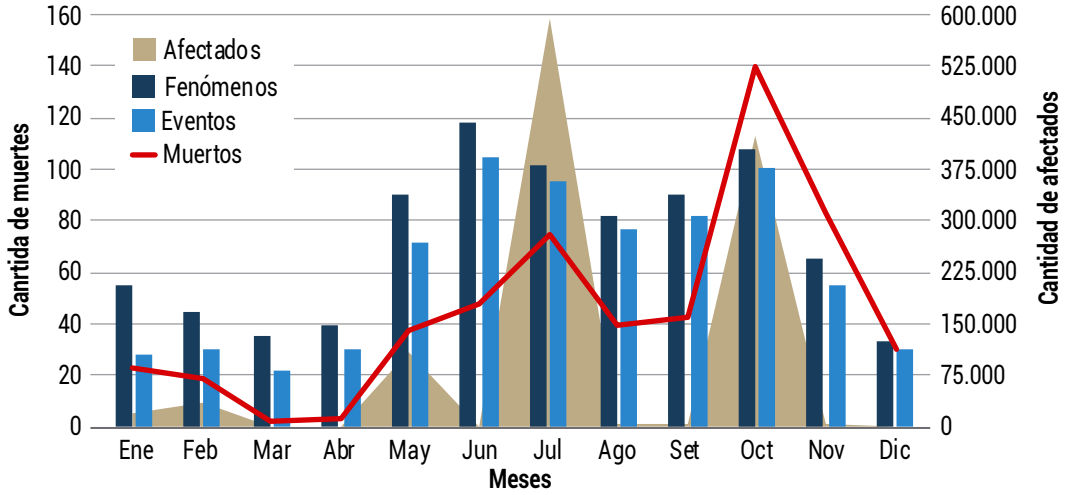


Figura 87. Fenómenos, eventos, afectados y muertos en Costa Rica a nivel mensual. 1980-2017.

social (por ejemplo, el huracán Otto en el 2016). Igualmente, varios fenómenos en el mismo año, causantes de varios eventos, no necesariamente causan una cantidad de muertos o afectados, como por ejemplo en el 2003. Si bien es cierto que en 1996 se presenta el máximo de afectados (622 231 personas) y el máximo de fallecidos a causa de incidentes relacionados con eventos meteorológicos extremos (70), la cantidad de fenómenos y eventos fue muy poca (12).

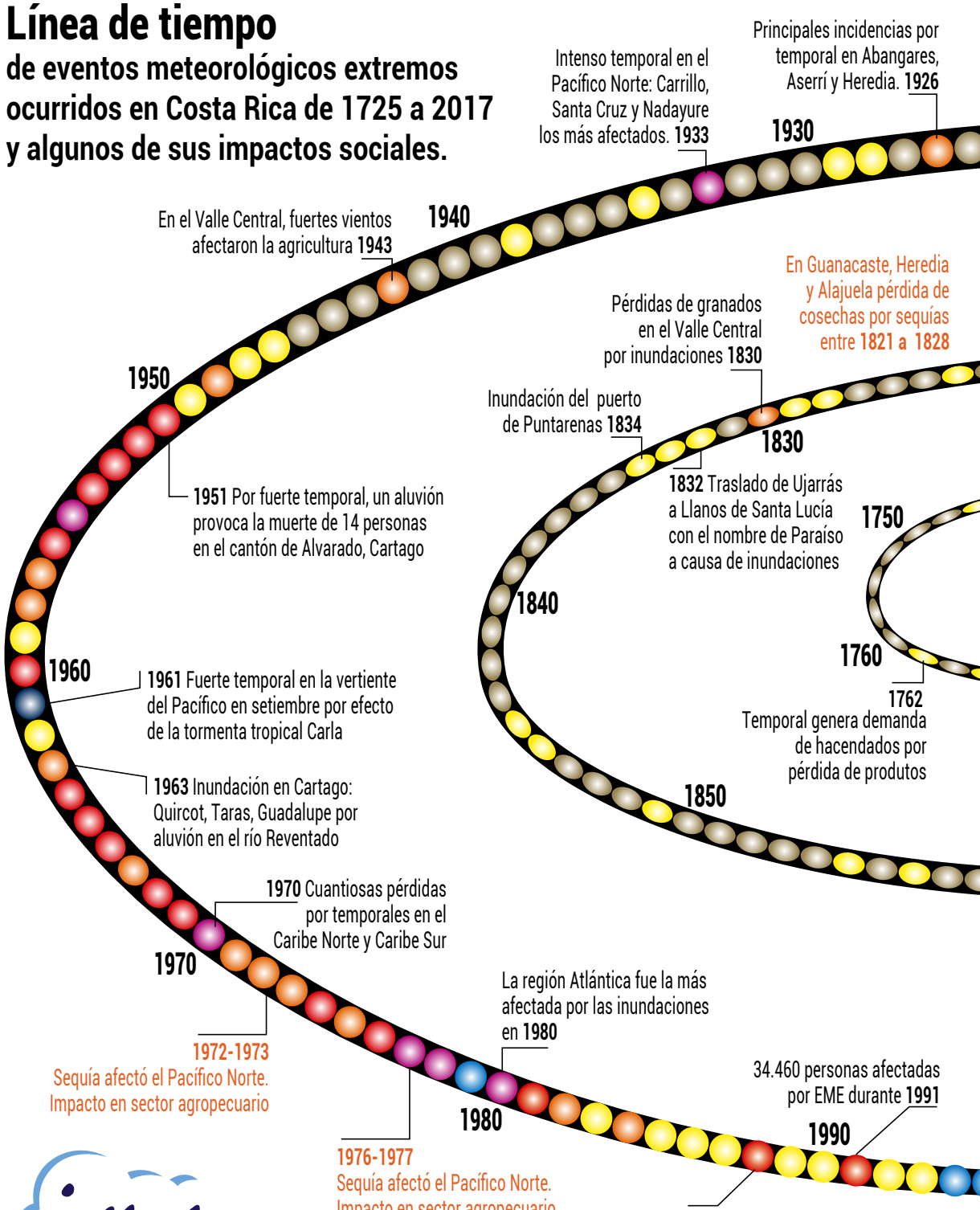
Sin embargo, sí existe relación mensual entre el número de registros de fenómenos, eventos, afectados y muertes. En la figura 87 se presenta el resumen de esta relación.

Se observan dos máximos en el número de muertes y afectados. En relación con las muertes, el primero se presenta en julio y el segundo en octubre. Durante el segundo máximo se presenta coincidencia total entre fenómenos, eventos e impactos.

Los meses de mayor registro de fenómenos y eventos meteorológicos con junio y octubre.

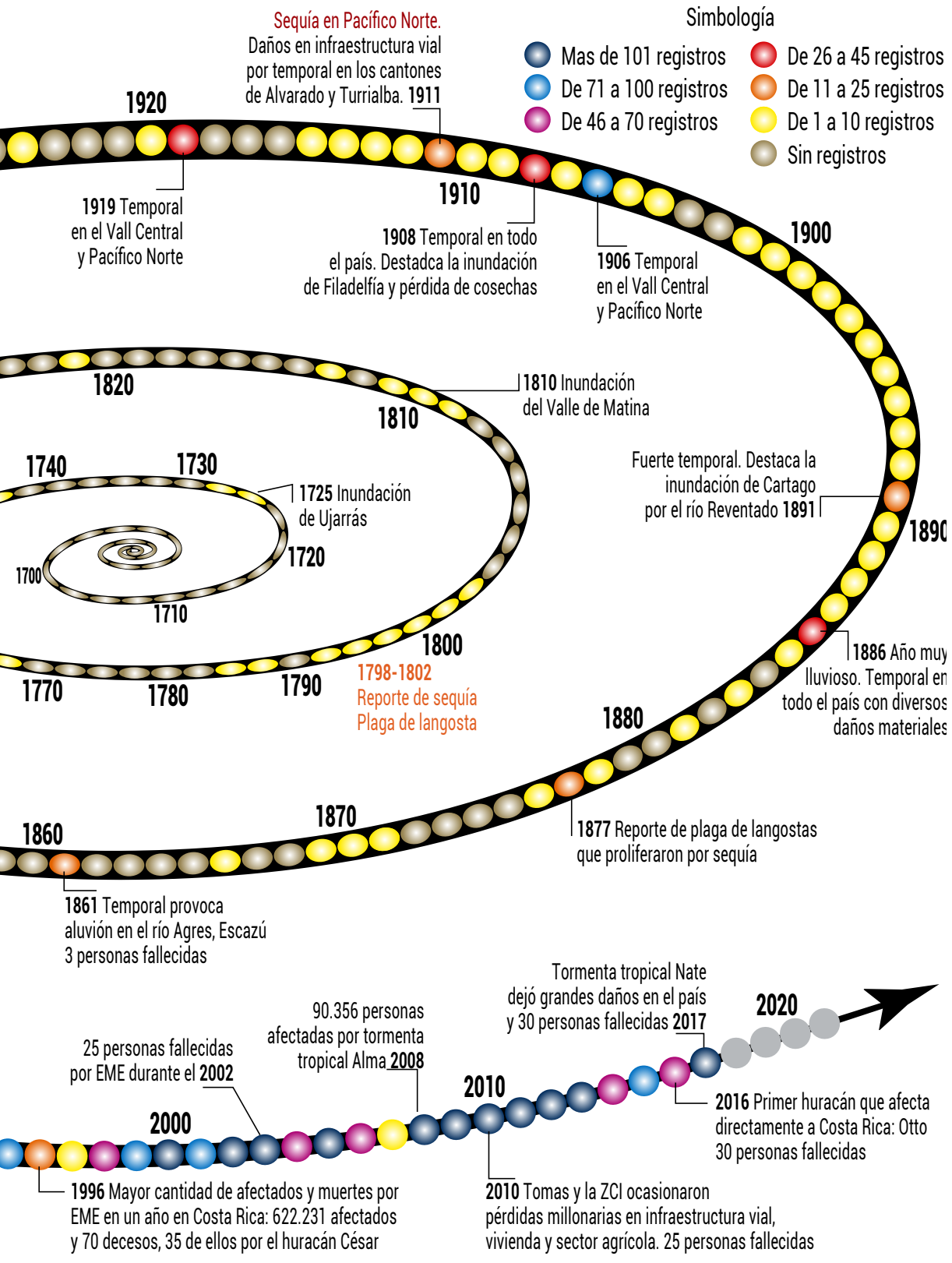
Línea de tiempo

de eventos meteorológicos extremos ocurridos en Costa Rica de 1725 a 2017 y algunos de sus impactos sociales.



Instituto Meteorológico Nacional
Fundado en 1888

Análisis de la mortalidad por eventos meteorológicos
extremos en Costa Rica. Período 1980-2017.



4. CONCLUSIONES

Los eventos meteorológicos extremos (EME) son parte de la variabilidad climática natural. Su carácter extremo, en cuanto a la magnitud con que se presentan, potencian la posibilidad de que produzcan impactos severos en diferentes sectores sociales, productivos y naturales. En el marco del actual cambio de clima, es probable que los EME aumenten su frecuencia e intensidad debido a los efectos del calentamiento global. Ante este panorama, resulta necesario mejorar el conocimiento que se tiene sobre EME en cuanto a sus tendencias, frecuencia de aparición, distribución espacial y temporal y la causalidad de muertes en nuestras sociedades.

Explorar el registro de impactos y eventos pasados, fortalece el conocimiento de EME y mejora la compresión de cómo la sociedad ha reaccionado ante la presencia de los fenómenos. Esto es vital para el diseño de estrategias de adaptación a partir de la experiencia documentada. La memoria histórica de los pueblos no debe ser desligada de los procesos actuales de planificación de la adaptación ante el cambio climático.

En ese sentido, es importante entender que los datos sobre impactos de EME anteriores a 1950 están condicionados al reporte que la población hacía a las autoridades de gobierno o a la cobertura que hizo la prensa incipiente. Por ejemplo, el período anterior a 1880, se caracteriza porque la información sobre eventos e impactos responde a comunicaciones oficiales de gobierno, entre funcionarios de las carteras administrativas o en peticiones particulares, clamando al Gobierno por ayuda ante una determinada situación. Es notorio el interés político o económico que generó el registro del EME, más que los aspectos sociales o humanitarios como ocurre a partir de 1880. Aún y con todas las limitaciones encontradas, la información recabada, cumple el objetivo de servir de radiografía para entender que los EME han formado parte de nuestra sociedad, que siempre nos han afectado y que se ha tenido alguna respuesta organizada. La cantidad de fallecimientos a consecuencia de los EME no es cuantiosa, no por la ausencia de ellos, sino por la carencia de registro del dato. La menor cantidad de población en el país también influye en la cantidad de muertes por EME, entre mayor población, mayor exposición colectiva al riesgo.

Con el auge de la prensa a partir de 1885, se mejora el reporte de impactos, pero hay una ausencia de información organizada en las estadísticas de las instituciones de Gobierno. Posterior a 1940, las políticas públicas en salud y bienestar social toman importancia, así como el registro estadístico de la causa diferenciada de muerte.

Con relación a la información antigua recuperada para este estudio, aún faltan documentos por revisar de fuentes de información disponibles para los siglos XVIII y XIX, que podrían arrojar más datos para incrementar la información sobre EME en estos 200 años. De acuerdo con la documentación presentada en este estudio, el primer reporte de muertes debido a un EME, se registra en Escazú, en 1861 donde fallecen 3 personas debido a una cabeza de agua.

Para el período 1980-2017, los fenómenos meteorológicos más frecuentes que producen impactos en algún sistema social, natural o productivo son ondas tropicales, bajas presiones, frentes fríos y la Zona de Convergencia Intertropical. Estos fenómenos producen más frecuentemente, cuatro tipos de eventos: lluvias intensas, temporales, tormentas convectivas y granizos. Las provincias de mayor registro tanto de fenómenos como de eventos son: Limón, Puntarenas y San José. Los meses de mayor registro de fenómenos y eventos son junio y setiembre en concordancia con la estacionalidad de las lluvias de régimen pacífico. Sin embargo, cuando se desagregan los datos por región climática, los registros para el Caribe coinciden con su régimen de precipitación presentando los mayores registros entre enero, febrero, julio y noviembre.

En lo que respecta al impacto cuantificado por muertes y afectados, a pesar de que una parte de la población fallecida no pudo ser identificada por género, se puede concluir que la mayoría de los decesos por EME en Costa Rica han sido hombres y ese patrón se mantiene a nivel espacial (provincias) y temporal (distribución mensual de muertes). Los meses en los que se ha observado mayor cantidad de decesos y afectados son octubre, noviembre, julio, junio y setiembre, lo cual coincide con la mayor probabilidad de huracanes y bajas presiones.

Las provincias donde se han reportado más muertes y afectados son Puntarenas, San José y Limón. En Puntarenas, los cantones más afectados fueron Corredores, Osa, Golfito y Montes de Oro. En San José, los cantones de Escazú, Pérez Zeledón, San José y Tarrazú, son los de mayores registros. En Limón, los cantones con mayor reporte de muertes por los efectos de EME son Talamanca, Limón y Matina. Por otra parte, Heredia es la provincia con menos decesos por EHE, donde el cantón más afectado ha sido Sarapiquí.

5. Referencias bibliográficas

Alfaro, A. (1920). *La invasión de la langosta*. Revista de Costa Rica. 1(5):143-148.

Apaestegui, J. (2015). *El fenómeno de El Niño en el último milenio*. Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres. Producto: Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al fenómeno de El Niño. Ministerio del Ambiente. Instituto Geofísico del Perú. Boletín Técnico. Vol 2(2):4-8.

Araya, C.; Sanabria, N. (2019). *Importancia de la geografía y los eventos hidrometeorológicos en Costa Rica*. Nota técnica. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. San José, CR. 2p.

Arias, L. (2008). *Vulnerabilidad en el Cantón de Puntarenas, Costa Rica*. Inter Sedes 8: 11-25.

Arrioja Díaz Viruell, Luis Alberto. 2019. *Bajo el crepúsculo de los insectos: clima, plagas y trastornos sociales en el reino de Guatemala (1768-1805)*. El Colegio de Michoacán, México.

Asociación Iberoamericana de Organismos de Defensa y Protección Civil (2013). *Glosario*. Técnicos en Protección Civil. España. Recuperado de http://www.proteccioncivil.net/Glosario%20T%C3%A9rminos%20E.htm

Ávila, B. y González, E. (2014). *Percepción social de los eventos climáticos extremos: una revisión teórica enfocada en la reducción del riesgo*. Revista Trayectorias. 16:39.

Barrio, J.A.; García, M.R.; Ruiz, I.; Arce, A. (2006). *El estrés como respuesta*. International Journal of Developmental and Educational Psychology. Vol 1(1): 37-48 pp. Asociación Nacional de Psicología Evolutiva y Educativa de la Infancia, Adolescencia y Mayores Badajoz, España. Recuperado de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349832311003

BBC. (2010). *Costa Rica: más de 20 muertos a causa de Tomás*. BBC. Recuperado de h t tp s: //w w w.bbc.c om/mundo/noti - cias/2010/11/101104_2121_costa_rica_ derrumbe_ao

Bradshaw, S. (2004). *Socio-economic impacts of natural disasters: a gender analysis*. Naciones Unidas-CEPAL. Recuperado de https://www.cepal.org/mujer/reuniones/ conferencia_regional/manual.pdf

Brenes, A. (2016). *Vigesimosegundo Informe Estado de La Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. Informe final "Gestión del riesgo y vulnerabilidad en Costa Rica". Programa Estado de La Nación. Consejo Nacional de Rectores. Defensoría de los Habitantes. San José, Costa Rica. 34p.

Campos, D. y Quesada, A. (2017). *Impacto de los eventos hidrometeorológicos en Costa Rica, periodo 2000-2015. Geo UERJ*, Rio de Janeiro (30): 440-465.

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón de Pu*ntarenas*. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_ ri esg o / map as_amen z as/map as_d e_ amaneza/puntarenas/Puntarenas%20-%20 descripcion%20de%20amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón de Pu*ntarenas*. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_ ri esg o / map as_amen z as/map as_d e_ amaneza/puntarenas/Puntarenas%20-%20 descripcion%20de%20amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.a). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón de Alvarado. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/ mapas_amenzas/mapas_de _amaneza/ cartago/Alvarado%20-%20descripcion%20 de%20 amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.b). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón de Jiménez. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/ mapas_amenzas/mapas_de _amaneza/ cartago/Jimenez%20-%20descripcion%20 de%20 amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.c). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón *de Oreamuno*. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_ ri esg o / map as_amen z as/map as_d e_ aman eza/c artag o / Oreamu n o %20-%20 descripcion%20de%20amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.d). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón *de Paraíso*. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/ mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/ cartago/Paraiso%20-%20descripcion%20 de%20 amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.e). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón de Sarapiquí. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/ mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/ heredia/Sarapiqui%20-%20descripcion%20 de%20 amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.f). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón de *Turrialba*. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/ mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/ cartago/Turrialba%20-%20descripcion%20 de%20 amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.g). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón de Upala. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/ mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/ alajuela/Upala%20-%20descripcion%20 de%20 amenazas.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.h). *Deslizamientos, Inundaciones y Sismos. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias*. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/ reduccion_riesgo/informacion_educativa/ recomentaciones_consejos/documentos/ Folleto_Deslizamientos.pdf

Comisión Nacional de Emergencias. (s.f. i). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cant*ón de San José. CNE. Recuperado de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/

mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/ san_jose/S an %20Jose%20%20-%20 descripcion%20de%20amenazas.pdf

Cordero, C. (2003). Contrastan riesgos por deslizamientos potenciales. *El Financiero*.

Díaz, R. y Alfaro, E. (2016). *El Mega-Niño de 1877 y 1878 y su impacto social en Costa Rica*. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 15(2): 22-32.

Díaz, R.; Alfaro, E. y Leitón, L. (2019). *La plaga de langostas Schistocerca sp. (Orthoptera: Acridae) y su relación con el Mega Niño de 1877-1878 en Costa Rica*. UNED *Research Journal*, 11 (2): 54-64.

Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE). (2020). *Daminificar*. Recuperado de https://dle.rae.es/damnificar

FAO. (2017). *The impact of disasters on agriculture, Addressing the information gap*. Recuperado de: http://www.fao.org/3/a-i7279e.pdf

Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2018). *Informe Mundial de Desastres*. Sin que nadie quede atrás. ISBN: 978-2-9701289-0-8

Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M; Rivera, J. (2010). *El Impacto Económico de los Eventos Naturales y Entrópicos Extremos en Costa Rica, 1988-2009*. MIDEPLAN. 22p.

Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M; Rivera, J. (2013). *Sistematización de la Información de Impacto de los Fenómenos Naturales en Costa Rica, Período 2005-2011*. MIDEPLAN. 141p.

Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M.; Rivera, J. (2010). *El impacto económico de los eventos naturales y antrópicos extremos en Costa Rica. 1988-2005*. Unidad de Inversiones. MIDEPLAN. San José, Costa Rica.

Flores, R.; Salas, J.; Astorga, M.; Rivera, J. (2011). Evaluación del impacto económico provocado por los fenómenos ciclónicos Nicole y Tomas en Costa Rica en el año 2010. Convenio Interministerial MAG-MIDEPLAN. San José, Costa Rica. 20P

González, C. (1910). *Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica 1608-1910*. Reimpresión de 1994. Editorial Tecnológica de Costa Rica, ITCR. Cartago, Costa Rica.

Granados, R. (2019). *Un repaso por los eventos hidrometeorológicos extremos ocurridos en Costa Rica de 1700 a 1979*. Departamento de Desarrollo. Instituto Meteorológico Nacional. Documento técnico. San José, Costa Rica. 21p.

Granados, R. (2020). Eventos hidrometerológicos extremos en Costa Rica en los siglos XVIII y XIX: Una aproximación a la reconstrucción histórica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. Vol.19, N°1. 11-34.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1988a). *Boletín meteorológico mensual - enero*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1988b). *Boletín meteorológico mensual - febrero*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1988c). *Boletín meteorológico mensual - septiembre- octubre*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1988d). *Boletín meteorológico - noviembre-diciembre*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1992). *Boletín meteorológico mensual - junio*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1993). *Boletín meteorológico mensual - diciembre*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1995a). *Boletín meteorológico mensual - setiembre*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1996a). *Boletín meteorológico mensual - febrero*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1996b). *Boletín meteorológico mensual - junio*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1996c). *Boletín meteorológico mensual - julio*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (1996d). *Boletín meteorológico mensual - octubre*. IMN Nacional. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (2006). *Boletín meteorológico mensual - junio*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (2008a). *Boletín meteorológico mensual - mayo*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (2008b). *Boletín meteorológico mensual - setiembre*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (2008c). *Boletín meteorológico mensual - octubre*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (2008d). *Boletín meteorológico mensual - noviembre*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN-CRRH. (2009). *Clima, Variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica*. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. IMN-CRRH-MINAET-PNUD. San José, Costa Rica. 75p.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (2013). *Los huracanes y sus efectos en Costa Rica*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (2016b). *Boletín meteorológico mensual - noviembre*. IMN. San José, Costa Rica.

IMN. (Instituto Meteorológico Nacional). (2019a). *Base de Datos de Eventos Meteorológicos Extremos EME IMN*. San José, Costa Rica.

IMN (Instituto Meteorológico Nacional). (2019b). *Taller Interno para la concatenación de elementos de la Base de Datos de Eventos Meteorológicos Extremos*. IMN. 4p. San José, Costa Rica.

IMN (Instituto Meteorológico Nacional). (2019c). *Sobre algunos fenómenos meteorológicos en Costa Rica. MINAE-IMN. San José, Costa Rica*. Recuperado de:

https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Compendio+sobre+fen%C3%B3menos+-meteorol%C3%B3gicos

IPCC. (2013a). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: *Cambio Climático 2013. Bases físicas*. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. Recuperado de: .https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2007). *Cambio climático 2007*. Base de las ciencias físicas. Resumen para responsables de políticas. Resumen técnico. Preguntas frecuentes. Contribución del Grupo de Trabajo 1 al Cuarto Informe de Evaluación. OMM-UNEP. 153p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). 2012. *Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático*. Resumen para los responsables de políticas. Informe especial del grupo de trabajo I y II del IPCC. 32p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2013b). *Cambio Climático 2013. Bases físicas.* Resumen para responsables de políticas. Informe del Grupo de Trabajo 1 del IPCC. 204p.

IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). (2019). *Calentamiento global de 1.5°C*. Resumen para los responsables de políticas. Informe especial del grupo de trabajo I, II y III del IPCC. 26p. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

Jáuregui, J.A.; Ávila , M.J. y Tovar, R. (2020). *Cambios en la Mortalidad por Eventos Climáticos Extremos en México entre el 2000 y 2015*. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 4(1), pp.80-94. Recuperado de https:// www. researchgate.net/publication/339314027_ Cambios_en_la_Mort al i dad_por_ E v e n t os_Clim a t ic os_Ex t r e m os_e n_ Me xic o_e n tr e _e l_2000_y _2015/ link/5e-4af51f299bf1cdb933a79e/download

AJiménez, G. (2020). Análisis de afectados por eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica, en el periodo 1980-2017. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. Vol.19, N°1. 67-84.

La Nación. (1999). Prevención, un paso adelante. *La Nación*. Recuperado de http://wvw. nacion.com/ln_ee/1999/setiembre/12/ pais1.html

La Nación. (2002). Desastre: Pánico y destrucción tras avalancha en Orosi. *La Nación*. Recupe- rado de https://www.nacion.com/el-pais/ desastre-panico-y-destruccion-tras-avalancha-en-orosi/IWBHJABMZ5FC5PGUM4ETS- OY5BY/story/.

La Nación. (2007). Recuperadas las 14 víctimas del deslizamiento en Atenas. *La Nación*. Recuperado de http://wvw.nacion.com/ln_ ee/2007/octubre/14/sucesos1277471.html.

La Nación. (2010). Aludes y lluvias dejan 21 muertos y 19 desaparecidos. *La Nación*. Recuperado de https://www.nacion.com/sucesos/aludes-y-lluvias-dejan-21-muertos-y-19-desaparecidos/EBOVNFOHUR- DX7E4P3L5GMBCWPA/story/

Láscarez, D. (2008). Protección Civil. Manual de Evacuación. Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa. México. Recuperado de http://www2.izt.uam.mx/proteccion_civil/MANUAL__Evac_Instal.pdf

Madrigal, J. (1996). *Informe t*écni*co huraca*án Cesar: *Evaluación de* Áreas A*fectadas por inundaciones y deslizamientos Pacífico Central y Sur*. Comisión Nacional de Emergencias.

Madrigal, R. (2016). Alcalde: Upala fue arrasada: 25 desaparecidos; vecinos se resistieron a evacuar. Sucesos. La Nación. CR. 25.Nov. Disponible en: https://www.nacion.com/sucesos/desastres/alcalde-upala-fue-arrasada-25-desaparecidos-vecinos-se-resistieron-a-evacuar/7LWVTKQZKJAC7HU7GEI32R5RKA/story/

Morales, R. 2019. Importancia estadística del registro de los eventos meteorológicos extremos. Nota técnica. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. San José, CR. 4p.

OMM (Organización Meteorológica Mundial) s.f... Reglamento Técnico de la OMM ,Volumen 1-Generalidades. Documentos Fundamentales N' 2, OMM-N° 49. Ginebra, Suiza.

OMM (Organización Meteorológica Mundial). (2017). Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas. OMM-N° 1203. Ginebra, Suiza. 32p. Recuperado de: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4167

OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2011. Guía de prácticas climatológicas. OMM-N°1. Tiempo-Clima-Agua. Organización Meteorológica Mundial. 7 bis, Avenue de la Paix CH-1211 Ginebra 2, Suiza. 128p.

Ortíz, L. (2007). *Base de datos: Eventos hidrometeorológicos extremos y sus impactos en Costa Rica. 1954-2007*. Comité Regional de Recursos Hidráulicos. CRRH-SICA-UNEP-AIACC.

Pérez, P., Alfaro, E., Hidalgo, H. y Jiménez, F. (2016).Distribución espacial de impactos de eventos hidrometeorológicos en América Central. *Revista de Climatología*, Vol. 16 (2016): 63-75.

Poleo, D. 2016. Cambio climático o variabilidad climática?. Historia, ciencia y política en el clima mesoamericano. Revista de Ciencias Ambientales. UNA-EUNA-AMBIENTALES. Vol 50(1):25-39.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2010). *Género y Desastres. PNUD*. Recuperado de www.undp.org

Quirós, G.; Villalobos, J. (2018a). Base de datos de mortalidad, número de personas evacuadas y número de personas damnificadas asociadas con eventos hidrometeorológicos extremos. Consultoría preparada para el Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Proyecto del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Formato excell. San José, Costa Rica.

Quirós, G., & Villalobos, J. (2018b). *Análisis de género sobre la mortalidad e impactos humanos derivados de los ventos extremos de los últimos años en el país.* San José, Costa Rica: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Retana, J.A.; Villalobos, R. (2002). *Estrategias para la comunicación de información y su utilización con el fin de lograr las prácticas óptimas para combatir la desertificación y la*

mitigación de los efectos de la sequía. Gestión de Desarrollo. Instituto Meteorológico Nacional. IMN. San José, Costa Rica.4p. Nota Técnica.

Retana, J.; Alvarado, L.; Solano, J.; Solera, M.; Araya, C.; Sanabria, N.; Pacheco, R.; Castro, V.; Calderón, F. 2009. Clima, Variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. IMN-CRRH-MINAET-PNUD. San José, Costa Rica. 75p.

Retana, J. (2012). Eventos hidrometeorológicos extremos lluviosos en Costa Rica desde la perspectiva de la adaptación al cambio en el clima. *Ambientales 44.* Págs. 5-16.

Retana, J.; Calvo, M.; Sanabria, N.; Córdoba, J.; Calderón, K. y Cordero, K. (2017). *Análisis de riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica. Casos de Estudio: Liberia, Carrillo, Matina y Talamanca*. Apoyo al Programa Nacional de Cambio Climático en Costa Rica, Mejora de la Capacidad de Mitigación y Adaptación de Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.

Retana, J. 2017. Adaptación al cambio climático: un proceso de enseñanza-aprendizaje. 16(1):48-61. ISSN: 1409-2034. Versión electrónica. Disponible en http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/revista/topicosmet20171/html5/index.html?page=1&noflash

Robinson, M. y Ramírez, R. (2013). *Diagnóstico base para determinar las características generales de la población y su entorno, de la zona afectada por el corredor fronterizo con Panamá, a marzo de 2013*. Dirección de Vivienda y Asentamientos Urbanos, MIVAH. San José, Costa Rica.

UM (Universidad de Murcia). 2000. *Riesgos Climáticos*. Capítulo 12. Notas académicas de trabajo. Curso de climatología. Sistemas de Información Geográfica. Licenciatura en Ciencias Ambientales. España. Campus Mare Nostrum. 12p. Disponible en http://www.um.es/geograf/clima/tema12.pdf

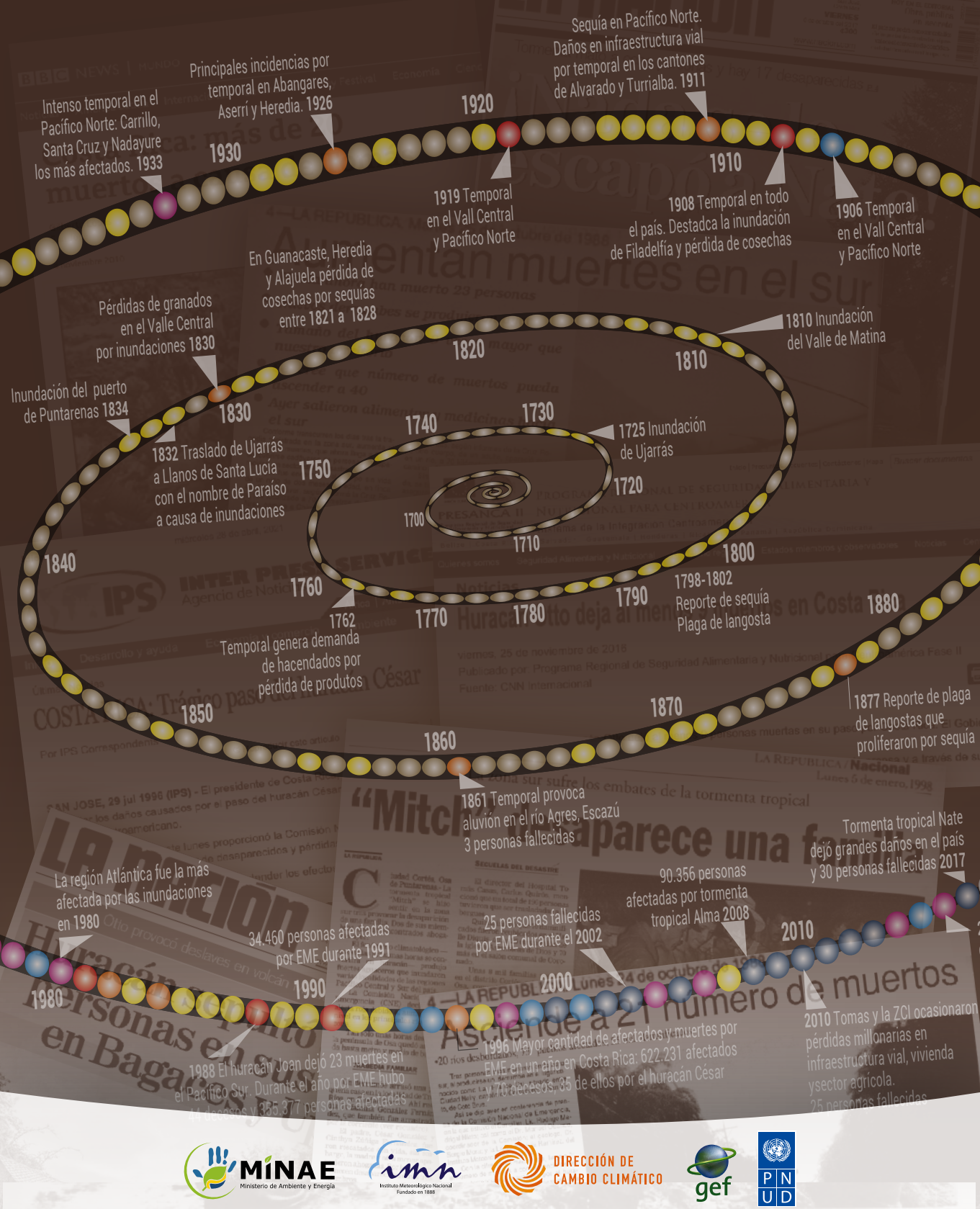
Sivakumar, M. (2005). *Impacts of natural disasters in agricultura rangeland and forestry: an overview*. 1-22p. In: Sivakumar, M.; Motha, R.; Das, H. 2005. Natural disasters and extreme events in agriculture. Ed. Springer. 367p.

Unidad de Investigación y análisis del riesgo. Centro de Documentación (CEDO). Segunda Edición. San José, Costa Rica. 62p.

UNISDR, 2016. Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Naciones Unidas. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. 9-11 Rue de Varembé CH 1202, Ginebra Suiza. 40.

UNISDR. (2016). *Informe Regional de estado de vulnerabilidad y riesgos de desastres en Centroamerica*. Organización de las Naciones Unidas. 196 p. Recuperado de: https://issuu.com/cepredenac/docs/informe-regional-centromericano-rar

Vallejos, S.; Esquivel, L.; Hidalgo, M. 2017. *Histórico de desastres en Costa Rica. Febrero 1720 - abril 2017*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. Dirección de Gestión del Riesgo.



MINAE Ministerio de Ambiente y Energía

imn Instituto Meteorológico Nacional Fundado en 1888

DIRECCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

gef

PNUD

Emergencia por temporal en región noratlántica

Redacción, Carlos Hernández y Enoc Hernández, corresponsales.

Desbordamiento de ríos y riachuelos, terraplenes, vías obstruidas y traslado de familias dejaba hasta ayer tarde —especialmente en

temía que los problemas aumentasen, debido a que las aguas del Sarapiquí se encontraban muy crecidas.

Por otra parte, en Barra del Colorado también hay familias afectadas y durante ayer no pudieron los vecinos recibir auxilio desde

Igualmente de Tapezco de Alfaro Ruiz y de San Juan de Ciudad Quesada se informó sobre dos casas afectadas por deslizamientos de tierra. Hubo necesidad de trasladar a sus moradores.

Entretanto en la comandancia de Limón,