

# TÓPICOS METEOROLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS



Volumen 19

ISSN 2953-738X

Junio 2020

*Edición especial*

## Eventos hidrometeorológicos extremos



San José, Costa Rica



# TÓPICOS METEOROLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS

Número  
**1**  
ISSN 2953-738X



Volumen 19

ISSN 2953-738X

Junio 2020

*Edición especial*

# Eventos hidrometeorológicos extremos

Periodos 1700-1899 y 1980-2017

San José, Costa Rica

Ministerio de Ambiente y Energía  
Instituto Meteorológico Nacional

*Coordinación general:*  
Ing. José Alberto Retana Barrantes

*Edición:*  
Dra. Gladys Jiménez Valverde

*Revisión:*  
Ing. José Alberto Retana Barrantes, Ing. Katia Carvajal Tovar,  
Dra. Gladys Jiménez Valverde y Rodrigo Granados Jiménez

*Diseño y diagramación:*  
Rodrigo Granados Jiménez

*Imágenes de portada:*  
**Foto de sequía:** IMN / Rodrigo Granados Jiménez  
**Foto de inundación:** Cruz Roja Costarricense / Carlos Herrera Artavia

*La revista "Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos"  
es publicada por el Instituto Meteorológico Nacional,  
Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica. Tiene como  
finalidad dar a conocer los resultados de investigaciones y  
estudios en Ciencias de la Atmósfera y Oceanografía Física.*

\* Los artículos publicados en Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos expresan la opinión del autor  
y no necesariamente del Instituto Meteorológico Nacional

## CONTENIDO

- | Pág. | Artículo   |
|------|--|
| 5    | <b>Prólogo</b><br>JOSÉ ALBERTO RETANA BARRANTES  |
| 11   | <b>Eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica en los siglos XVIII y XIX: Una aproximación a la reconstrucción histórica</b><br>RODRIGO GRANADOS JIMÉNEZ        |
| 35   | <b>Análisis descriptivo de los fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos de mayor frecuencia en Costa Rica en el período 1980-2017</b><br>RUBÉN MORALES AGUILAR |
| 47   | <b>Análisis de la mortalidad ocasionada por el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica, periodo 1980-2017</b><br>KATTIA CARVAJAL TOVAR           |
| 67   | <b>Análisis de afectados por eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica, en el periodo 1980-2017</b><br>GLADYS JIMÉNEZ VALVERDE                                |



# Análisis de la mortalidad ocasionada por el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica, periodo 1980-2017

KATTIA CARVAJAL TOVAR<sup>1</sup>

## Resumen

Costa Rica a lo largo de su historia ha sido afectada directa e indirectamente por diferentes fenómenos atmosféricos extremos, tales como huracanes, bajas presiones, frentes fríos, vaguadas, tormentas y ondas tropicales. Estos fenómenos han generado eventos relacionados con lluvias fuertes, las cuales han desencadenado inundaciones, deslizamientos y cabezas de agua, provocando la muerte de muchas personas en el país. Se analizó la mortalidad ocasionada por los efectos de estos eventos hidrometeorológicos extremos (EHE) en Costa Rica, desagregando los resultados por género, década, año, mes, provincia y cantón. Se utilizó la base de datos de Eventos Meteorológicos Extremos (EME) del Instituto Meteorológico Nacional.

El análisis indica que los hombres son los que más han muerto debido EHE. La década de 1990-1999 fue la que más decesos presentó, siendo el huracán César el fenómeno que más afectó. Los años en que más personas han perdido la vida han sido 1988, 1996, 2002, 2007, 2010, 2016 y 2017. Además, julio, octubre y noviembre son los meses con mayor probabilidad de ocurrencia de EHE y en los que más muertes se han reportado. Puntarenas (Corredores, Osa, Golfito y Montes de Oro), San José (Escazú, Pérez Zeledón, San José y Tarrazú) y Limón (Talamanca, Limón, Matina y Pococí) son las provincias y los cantones donde más personas han fallecido debido a estos eventos extremos.

**PALABRAS CLAVE:** EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS, INUNDACIÓN, CABEZA DE AGUA, DESLIZAMIENTO, LLUVIA, MORTALIDAD.

## Abstract

Costa Rica, throughout to its history has been directly and indirectly affected by different extreme atmospheric phenomena, such as low pressures, cold fronts, troughs, storms and tropical waves. These phenomena have generated events related to heavy rains which have triggered floods, landslides and water heads, causing the death of many people in the country. Mortality caused by effects of those extreme hydrometeorological events (EHE) in Costa Rica was analyzed, disaggregating the results by gender, decade, year, month, province and canton. For this study, the Extreme Meteorological Events (EME) database by Instituto Meteorológico Nacional was used.

The analysis indicates that men are the most who have died due to EHE. 1990-1999 decade had most deaths, Hurricane Cesar was the phenomena that affected most in that decade. The years where more people lost their lives were 1988, 1996, 2002, 2007, 2010, 2016 and 2017. Moreover, July, October and November are the months with the highest probability of occurrence of EHE in which more deaths reported. Puntarenas (Corredores, Osa, Golfito and Montes de Oro), San José (Escazú, Pérez Zeledón, San José and Tarrazú) and Limón (Talamanca, Limón, Matina and Pococí) are the provinces and cantons where more people have died due to these extreme events.

**KEYWORDS:** EXTREME HYDROMETEOROLOGICAL EVENTS, TRIGGERED FLOODS, LANDSLIDES, WATER HEADS, RAIN, MORTALITY.

1 Ingeniera Agrónoma. Departamento de Desarrollo. Instituto Meteorológico Nacional. Correo electrónico: [kcarvajal@imn.ac.cr](mailto:kcarvajal@imn.ac.cr).

## 1. INTRODUCCIÓN

Los eventos hidrometeorológicos extremos (EHE) se consideran como aquellos valores umbrales que desde el punto de vista climatológico producen una situación de emergencia, determinan un área de riesgo y establecen posibles impactos, manifestándose en costos sociales, productivos y económicos. En promedio para Costa Rica, 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).

El IPCC (2007), define a los eventos meteorológicos extremos (EME) como fenómenos raros, que ocurren en determinado lugar y época del año; las definiciones sobre lo que se considera raro pueden variar. Las características de una meteorología extrema varían según los lugares, si el efecto del evento meteorológico extremo persiste en el tiempo, puede clasificarse como evento climático extremo; sin embargo, actualmente los eventos meteorológicos o climáticos extremos están referidos no tanto a su probabilidad de ocurrencia, sino más bien a la magnitud de su impacto (Retana, 2012).

Retana (2012) definió los EHE basado en tres aspectos: el fenómeno de variabilidad climática responsable de la perturbación extrema del elemento meteorológico, la intensidad de esa perturbación y la consecuencia de ese extremo en algún sistema socio productivo. La combinación de estos tres aspectos produce un escenario de evento extremo. No todo fenómeno de variabilidad climática genera un evento extremo, aún si la intensidad del fenómeno es alta, no asegura un impacto definitivo, ya que esto depende del grado de vulnerabilidad del sistema presionado.

De acuerdo con UNISDR (2015), las manifestaciones extensivas del riesgo asociadas 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, mientras que las cantidades anuales de pérdida de vidas humanas y viviendas destruidas por cada 100 mil habitantes no muestran un aumento considerable, lo cual es contrario a la tendencia mundial, al menos en los datos de mortalidad. Durante el periodo 1990-2013, los eventos hidrometeorológicos asociados con manifestaciones intensivas del riesgo concentraron el 78% de la pérdida de vidas y el 75% de las personas afectadas en América Latina y el Caribe.

Las mayores afectaciones sociales y económicas en Costa Rica se deben a los EHE principalmente asociados a los huracanes del Caribe, los sistemas de bajas presiones y los frentes fríos (Retana, 2012); las depresiones tropicales, las tormentas tropicales, las ondas tropicales y las vaguadas, son fenómenos que también han ocasionado eventos extremos sobre el territorio nacional (IMN, 2008a).

El país presenta importantes condiciones de vulnerabilidad ante los fenómenos atmosféricos debido a su condición geográfica, geológica, geomorfológica y climatológica (Campos y Quesada, 2017). Se debe tener presente que en Costa Rica hay dos regímenes bien definidos de precipitación, el régimen de la Vertiente del Pacífico y el régimen de la Vertiente del Caribe; ambos están caracterizados por una distribución distinta de la estación lluviosa, así como por un distinto horario de la precipitación (Manso et al., 2005).

Un aspecto interesante que se puede tomar en cuenta cuando se habla de eventos extremos en Costa Rica, es la influencia de fenómenos de escala planetaria que modulan el clima regional. Por ejemplo, El Niño-Oscilación Sur (ENOS) puede regular la ocurrencia de otros fenómenos atmosféricos de menor escala, como en el

número de tormentas que se desarrollan en el mar Caribe. Durante la fase cálida de ENOS (El Niño), la cortante vertical del viento aumenta y disminuye el desarrollo de posibles ciclones tropicales, lo que incrementa las precipitaciones por los frentes fríos en la Vertiente Caribe en estos periodos. Durante la fase fría de ENOS (La Niña), el número de ciclones tropicales tienden a aumentar, así como las precipitaciones en la Vertiente del Pacífico dada la alimentación de estos fenómenos atmosféricos (sistemas de baja presión e incluso ciclones tropicales), que al chocar con los sistemas montañosos transversales que cruzan el país favorece la precipitación en las secciones medias de la Vertiente del Pacífico y tienen asociación directa con la incidencia de eventos hidrometeorológicos (Taylor y Alfaro, 2005).

Los EHE 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 debido a 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) menciona que en Costa Rica, entre 1985-2015, 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; seguido de las inundaciones, las lluvias y las tempestades, que generaron 103 muertes y, por último, 57 personas fallecieron en medio de una avenida torrencial o cabeza de agua.

De acuerdo con Brenes (2016), durante el periodo 1985-2015 la concentración de eventos dañinos hidrometeorológicos (exceptuando sequía) ha estado en San José, Desamparados y Alajuela, los tres cantones con la mayor cantidad de

población por cantón en el país. Puntarenas, Cartago, Golfito, San Carlos, Pérez Zeledón, Pococí, Aserrí, La Unión y Turrialba, reportaron entre 300 y 445 eventos dañinos para el periodo en cuestión; significativamente, cantones como San Mateo, Hojancha, Los Chiles, Dota y Orotina contabilizaron menos de 50 desastres a lo largo del periodo en estudio.

El objetivo de este trabajo fue determinar y analizar la mortalidad ocasionada por los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica, desagregado por género, década, mes, año, provincia y cantón para el periodo comprendido entre 1980 y el 2017.

## 2. METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo utilizando la Base de Datos de Eventos Meteorológicos Extremos del Instituto Meteorológico Nacional, la cual fue construida con información de múltiples fuentes, tales como: la base de datos de “Mortalidad y afectados por eventos hidrometeorológicos extremos de 1952-2007” elaborada por Gerardo Ortiz del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), el documento “Histórico de desastres en Costa Rica: febrero 1723 - abril 2017” de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), la base de datos “Mortalidad e impactos humanos derivados de los eventos extremos en el periodo 1980-2017 en Costa Rica” realizado por Gabriela Quirós y Josselyn Villalobos, así como de información de la Comisión Nacional de Emergencias y noticias de periódicos nacionales.

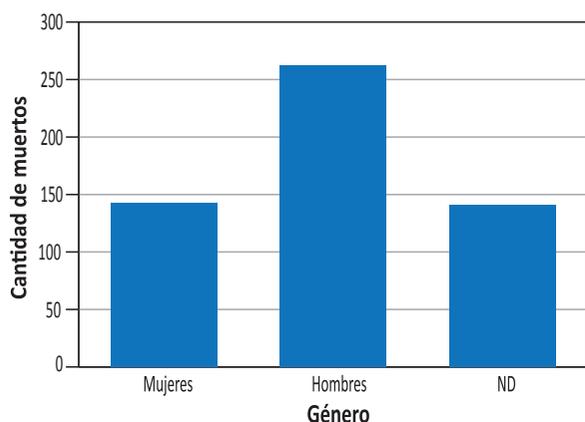
El periodo analizado en este trabajo fue de 1980 a 2017 (37 años). Las muertes analizadas fueron las ocasionadas por EHE, tales como inundaciones, deslizamientos, cabezas de agua y vientos fuertes. El análisis consistió en evaluar la cantidad de personas fallecidas a causa de un EHE por género, década, año, mes, provincia y cantón.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Mortalidad por género

De acuerdo con la figura 1, aproximadamente 546 personas han perdido la vida a causa de algún tipo de EHE, 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). 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



**Figura 1.** Cantidad de personas fallecidas por eventos hidrometeorológicos extremos (EHE) en Costa Rica, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

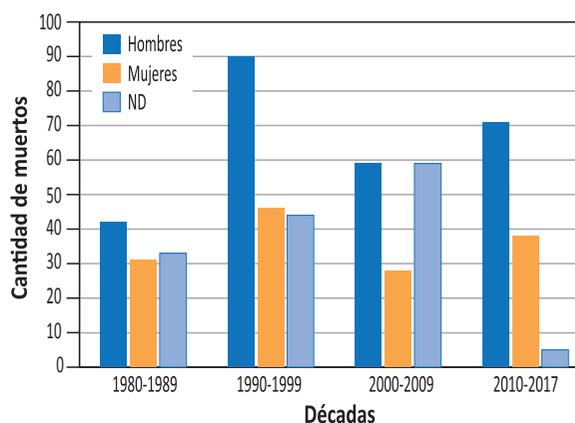
precauciones, ya que son más propensos a asumir riesgos sin evaluar la gravedad de la situación a la que se enfrentan como golpes de frío o calor extremo.

#### 3.2. Mortalidad por década

En cuanto a la mortalidad diferenciada por período de tiempo y sexo, en la figura 2 se presenta el monitoreo a partir de períodos de 10 años.

La mayor cantidad de muertes ocasionadas por EHE se sitúan en la década de 1990-1999 (figura 2), durante estos años murieron cerca de 180 personas; entre los EHE que hubo en este periodo están los huracanes César y Mitch, los cuales afectaron indirectamente el territorio nacional; además, se presentaron las tormentas tropicales Gert, Lilly y Marco (IMN, 2013).

Entre el 2000 y el 2009 hubo 146 muertes por EHE, durante estos años las tormentas Alma y Hanna fueron las que provocaron la mayoría de los eventos. En la década 2010-2017, los EHE que ocurrieron y provocaron decesos en el país fueron las tormentas tropicales Tomás, Otto y Nate, un total de 114 personas perdieron la vida durante este periodo (IMN, 2013).



**Figura 2.** Cantidad de personas muertas por década según género, ocasionadas por EHE en Costa Rica, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

La década de 1980 a 1989, fue la que tuvo menor cantidad de pérdidas de vidas humanas a causa de un EHE (106 personas); el huracán Joan, en el año 1988, fue el fenómeno que causó el mayor impacto sobre el territorio costarricense.

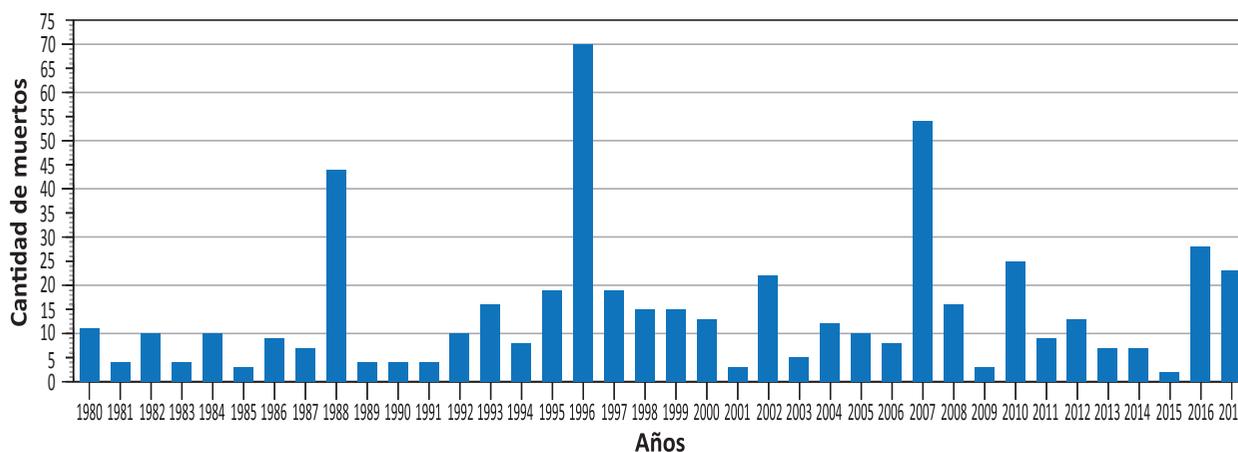
### 3.3. Mortalidad por año

En la figura 3 se grafica la cantidad de muertos por EHE por año, en Costa Rica, se 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 1988, en enero 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).

El huracán César ocurrido en julio de 1996, fue el responsable de provocar 35 decesos por EHE en el país; el mayor impacto en cuanto a cantidades de lluvia se produjo en el Pacífico Central y Sur, del total de lluvia acumulada en el país el 41 % ocurrió en el Pacífico Central, el 17% en el Pacífico Sur, el 20% en el Valle Central y Guanacaste, y el 22% restante en la Zona Norte y la Vertiente del Caribe (IMN, 1996c). 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 (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, ya que cayó una mayor cantidad de lluvia en un menor tiempo (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 temporal



**Figura 3.** Cantidad de personas fallecidas por año ocasionadas por EHE en Costa Rica, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

ocasionado por 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 el Pacífico Central (IMN, 1996d).

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 vieron afectadas, como Cartago (Paraíso, Turrialba, Oreamuno, Alvarado y Jiménez), Heredia (Sarapiquí y San Isidro) y en Alajuela (San Carlos) (IMN, 2002b).

El mes de octubre de 2007, fue en el que hubo más personas fallecidas como consecuencia de EHE, 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 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.

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).

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 Madden-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 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 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 EHE (IMN, 2017).

### 3.4. Mortalidad mensual

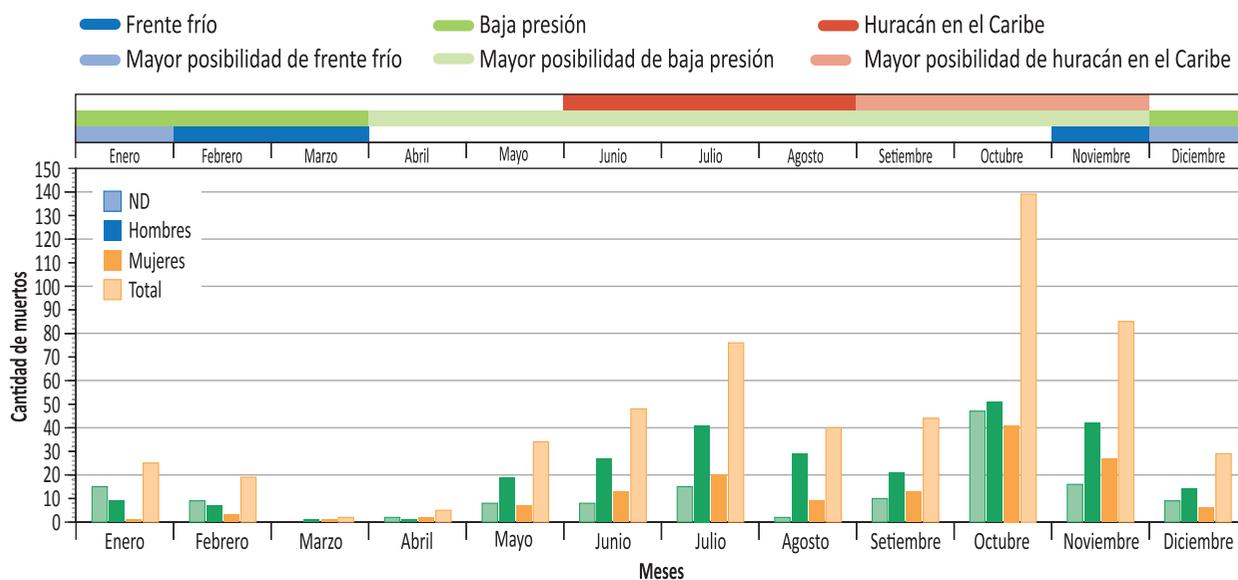
En la figura 4 se puede observar el total de personas fallecidas por mes, ocasionadas por efectos de EHE, durante el periodo 1980-2017. Se incluyó en el gráfico una representación de los meses en los que ocurren los frentes fríos, las bajas presiones y los huracanes tropicales del Caribe, se destacó el periodo de mayor probabilidad de ocurrencia de cada uno de estos eventos.

Retana (2012) señala que los frentes fríos se presentan entre noviembre y marzo, pero tienen mayor probabilidad de aparición en los meses de diciembre y enero. 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 (figura 4).

De acuerdo con el IMN (2008a), 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 EHE. Los meses que tienen la mayor cantidad de personas muertas son julio, octubre y noviembre, meses en los que el país ha experimentado los EHE 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.



**Figura 4.** Cantidad de personas fallecidas por mes debido a EHE en Costa Rica y meses de mayor probabilidad de frentes fríos, bajas presiones y huracanes tropicales del Caribe, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

### 3.5. Mortalidad por provincia

En la figura 5, se puede observar que 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.

El IMN (2008a) y Retana (2012) mencionan que los frentes fríos afectan principalmente el Valle Oriental de la Región Central, la Zona Norte y la Región Caribe. Los sistemas de baja presión tienen su impacto principalmente en el Pacífico Norte, Pacífico Central, el Valle Occidental de la Región Central y en el Caribe. Los efectos indirectos de huracanes en el Caribe afectan todo el país (excepto el Caribe), aunque la mayor afectación ocurre en el Pacífico Norte y en el Pacífico Central. Los sistemas ciclónicos que se producen en el Caribe (desde bajas presiones, tormentas y huracanes tropicales), normalmente impactan sobre el litoral pacífico de Costa Rica. En las figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 se detalla el efecto de cada fenómeno por provincia.

De acuerdo con lo anterior, las provincias de Puntarenas, San José y Guanacaste, se ven afectadas por sistemas de baja presión, efecto de los huracanes y sistemas ciclónicos. En las provincias de Limón y Cartago, los fenómenos

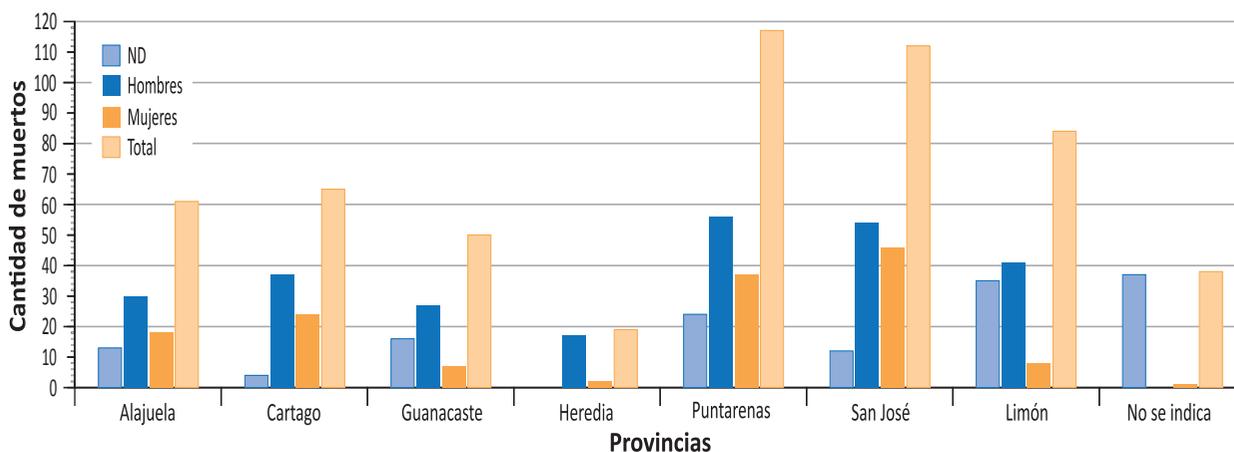
que han ocasionado mayor cantidad de lluvia son los frentes fríos, las bajas presiones y los sistemas ciclónicos. La provincia de Alajuela se ve afectada por frentes fríos, bajas presiones, sistemas ciclónicos y huracanes. Heredia es la provincia que se ha visto menos impactada por EHE, el efecto de los huracanes y sistemas ciclónicos son los que han provocado aumento en las lluvias.

### 3.6. Mortalidad cantonal y mensual por provincia

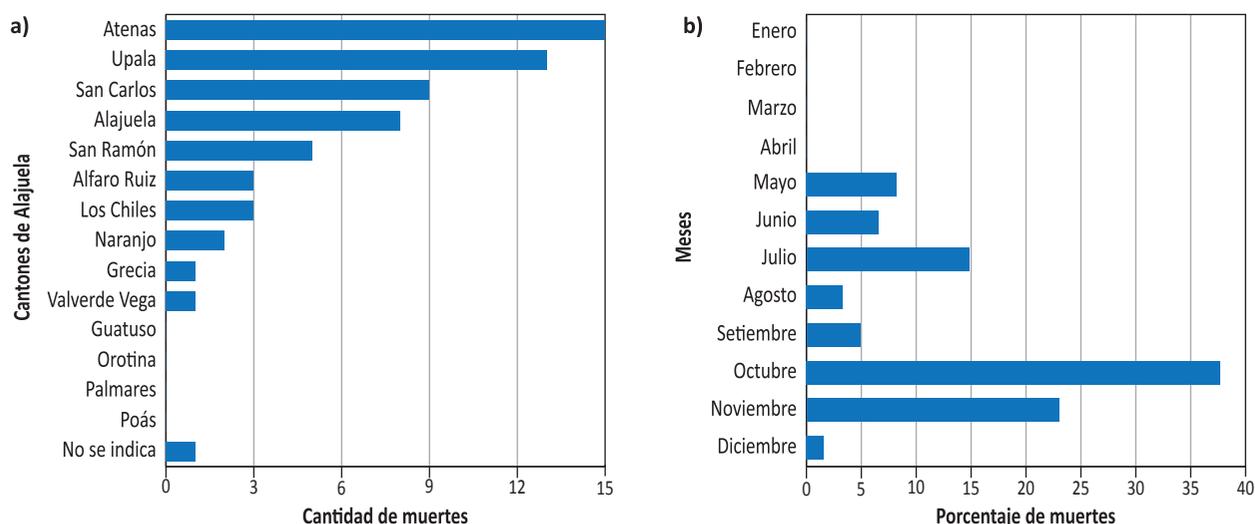
#### 3.6.1 Alajuela

Del total de personas fallecidas a causa de los efectos de un EHE, 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 (ver figura 6 a y b).

El 11 de octubre del 2007, murieron 14 personas en el caserío de Fátima en Atenas, debido a un deslizamiento, producto de la saturación de los



**Figura 5.** Cantidad de personas muertas por provincia debido a EHE en Costa Rica, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).



**Figura 6.** Cantidad de personas muertas en la provincia de Alajuela por cantón (a) y por mes (b) debido a EHE, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

suelos por constantes lluvias y a un muro de contención que colapsó debido a malos trabajos (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 EHE, 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 bajó por una quebrada unos dos kilómetros hasta provocar un represamiento cerca de dos

viviendas en calle Pichardo, en Bijagua de Upala (CNE, s.f.g; IMN, 2016b).

El cantón de Upala posee una red fluvial bien definida, que está compuesta principalmente por los ríos: Zapote, Chimurria, Pizote, Caño Negro y Guacalito. Con el huracán Otto, en el Miravalles, se formó una cabeza de agua, la cual bajó por el río Zapote, que se desbordó provocando graves impactos en diversos lugares (CNE, s.f.g; IMN, 2016b).

El cantón de San Ramón específicamente el distrito de San Lorenzo, se vio afectado en julio del 2007 por una cabeza de agua que provocó la muerte de cinco personas; en la Zona Norte, las precipitaciones tendieron a igualar o sobrepasar los valores promedio; las estaciones meteorológicas en Ciudad Quesada y en Santa Clara arrojaron valores que corresponden a escenarios muy lluviosos (IMN, 2007a).

Tanto en San Carlos como en Alajuela, se han presentado diferentes eventos meteorológicos en distintos años, pero no provocaron muertes a gran escala como en los demás cantones; la mayoría de estos eventos fueron lluvias intensas que ocasionaron inundaciones.

### 3.6.2 Cartago

Turrialba, La Unión, Alvarado, Paraíso, Oreamuno y Jiménez son los cantones donde se ha reportado mayor cantidad de muertes ocasionadas por EHE (figura 7a). Sus características topográficas y geológicas hacen que sean 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).

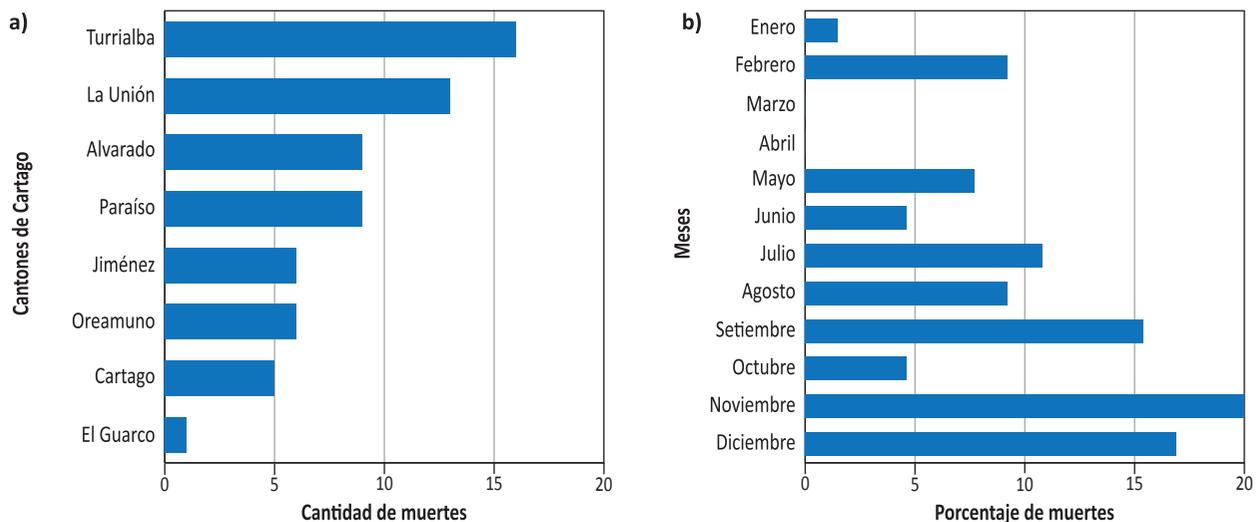
Como se observa en la figura 7b, en la provincia de Cartago, se han presentado muertos por EHE en la mayoría de los meses del año, solamente en marzo y abril no se han reportado decesos; los meses en los que se han presentado mayor cantidad de muertes son noviembre (20%), diciembre (16,9%), setiembre (15,4%) y julio (10,8%).

En diciembre de 1993 se presentaron condiciones lluviosas en la Vertiente del Caribe (IMN, 1993),

las cuales provocaron inundaciones en Turrialba, cuatro personas perdieron la vida debido a éstas. 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



**Figura 7.** Cantidad de personas muertas en la provincia de Cartago por cantón (a) y por mes (b) debido a EHE, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

y mediados de mes. No obstante, tres vórtices ciclónicos de baja intensidad produjeron un incremento significativo de las precipitaciones en el 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).

Del 15 al 21 de diciembre de 1995, se desarrollaron aguaceros poco usuales en esta época del año, principalmente sobre el extremo sur de la Vertiente del Pacífico, así como en la porción oeste del Valle Central, éstos fueron provocados por un alejamiento del sistema de alta presión hacia el Océano Atlántico, la activación de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) sobre el extremo este del Océano Pacífico y la disipación del frente frío en el Mar Caribe. Debido a deslizamientos en San Ramón ocasionados por estas lluvias murieron cuatro personas (IMN, 1995b).

Hacia el sur del volcán Irazú, ubicado en el cantón de Oreamuno, donde se localiza la población de este cantón, se han reconocido deslizamientos de diversa magnitud. En el norte de este volcán, si bien la pendiente es mucho mayor, lo despoblado de la zona, favorece que no hallan personas amenazadas directamente; sin embargo, se mantiene la posibilidad que haya deslizamientos en las partes altas de las cuencas (CNE, s.f.c).

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).

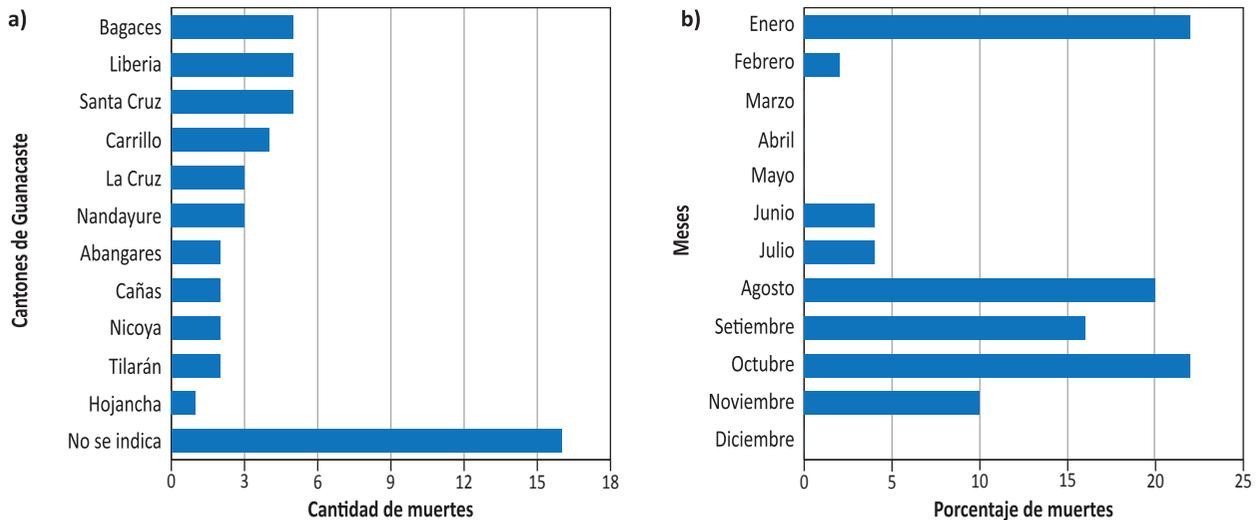
En el cantón de Jiménez, los distritos de Pejibaye y Juan Viñas son los que se han visto afectados por inundaciones, deslizamientos y cabezas de agua; estos problemas son ocasionados por la ocupación de las planicies de inundación de los ríos con asentamientos formales e informales, la deforestación de las cuencas altas y medias, y la falta de programas de uso sostenible de recursos naturales (CNE, s.f.b).

### 3.6.3 Guanacaste

En la figura 8a se muestra que Bagaces, Carrillo, La Cruz, Liberia y Santa Cruz, son los cantones donde se han reportado más muertes por EHE. Debido a falta de información en las fuentes consultadas, existe un gran número de muertos en Guanacaste que no se pudo asociar con algún cantón. Por tal motivo se describen solamente los cantones que tienen información. Muchas de estas muertes fueron ocasionadas por inundaciones.

En el cantón de Bagaces, la mayoría de las muertes se reportaron durante el huracán Otto en el 2016, 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, en los primeros días de agosto, la tormenta tropical Earl (quinto ciclón tropical de la temporada 2016) se formó en las aguas del Mar Caribe, ésta se originó de la onda tropical No. 22 (según conteo llevado por DMSA-IMN) que ingresó a la cuenca la madrugada del 31 de julio.



**Figura 8.** Cantidad de personas muertas en la provincia de Guanacaste por cantón (a) y por mes (b) debido a EHE, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

El dos de agosto fue declarado tormenta tropical, para el tres de agosto por la tarde se declaró huracán categoría 1, y durante los días tres y cuatro de agosto estuvo modulando el tiempo en Costa Rica. La ubicación de Earl frente a las costas de Honduras, produjo un mayor 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).

En el cantón de Santa Cruz, han ocurrido decesos en diferentes años a causa de EHE, 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).

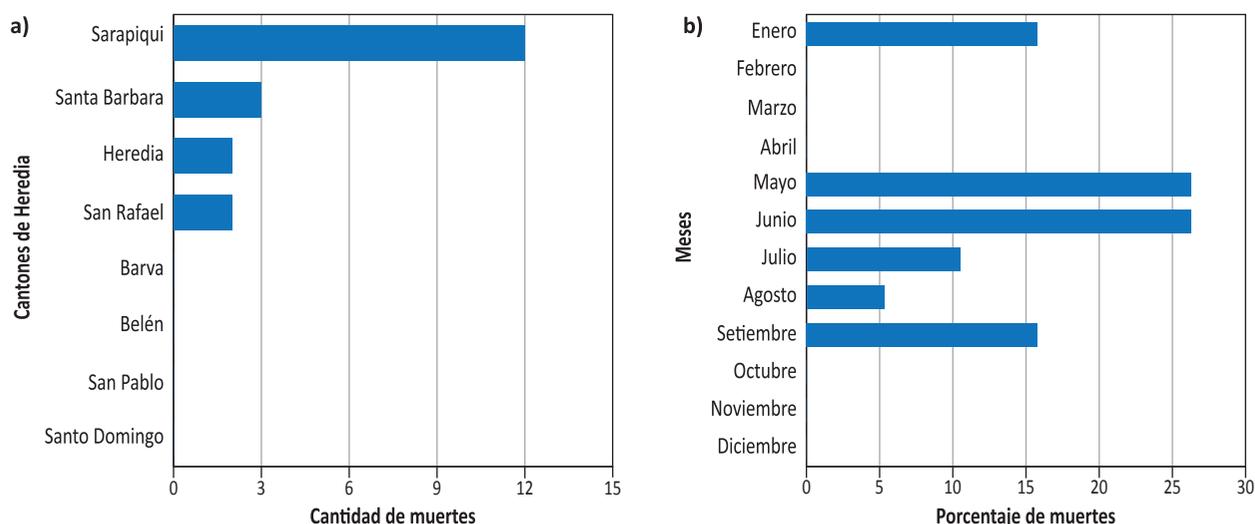
En Guanacaste, los meses en los que se perdieron más vidas humanas a causa de un EHE fueron enero (22%), agosto (20%), setiembre (16%), octubre (22%) y noviembre (10%) (figura 8b). Durante enero los vientos fuertes afectan esta provincia, de acuerdo con el registro utilizado para este estudio el vendaval 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.

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).

### 3.6.4 Heredia

Heredia es una de las provincias donde menos muertes por EHE se han presentado, los meses de mayor afectación han sido mayo con un



**Figura 9.** Cantidad de personas muertas en la provincia de Heredia por cantón (a) y por mes (b) debido a EHE, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

26,3% del total de decesos, junio (26,3%), enero (15,8%), setiembre (15,8%) y julio (10,5%) (figura 9b); Campos y Quesada (2017) mencionan que esta provincia junto con Guanacaste son los lugares donde se han reportado menos fallecidos por eventos hidrometeorológicos, en el periodo 2000-2015.

El cantón de Sarapiquí por su topografía es el más afectado por EHE (figura 9a), 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).

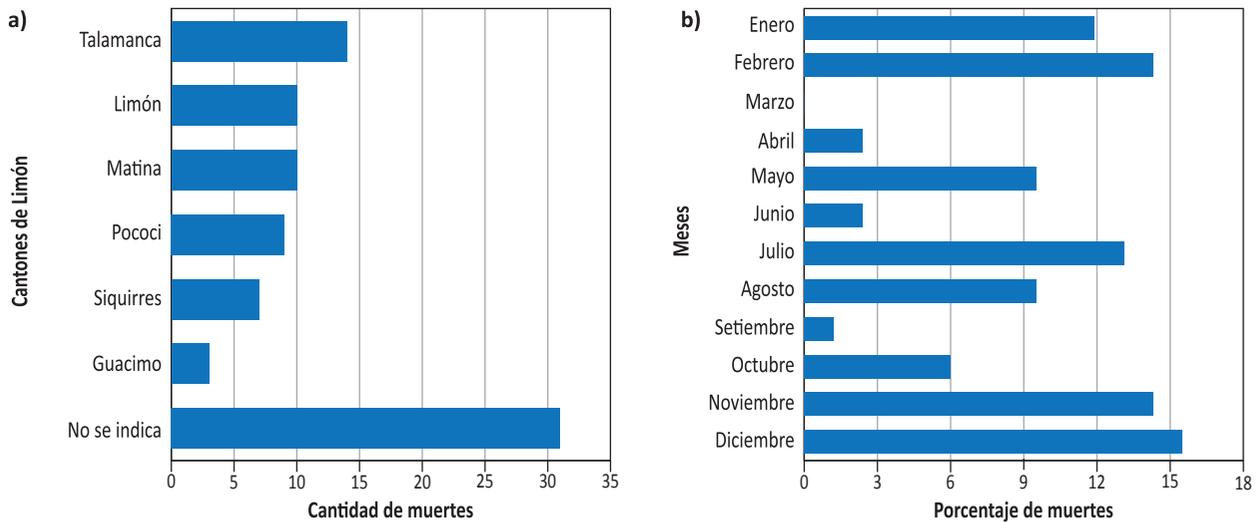
En enero de 1998, tres personas murieron debido a deslizamientos en la zona; en mayo y junio de 1999, seis personas perdieron la vida en Horquetas de Sarapiquí debido a deslizamientos en la zona y a cabezas de agua, en ambos meses se presentaron ondas tropicales que aportaron lluvias en el Caribe (IMN, 1998; IMN, 1999ab).

### 3.6.5 Limón

Talamanca es el cantón donde han fallecido más personas a causa de EHE (figura 10a); 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 et al., 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.

Diciembre es el mes en el que se han presentado más muertes por EHE en Limón, representa un 15,5% del total de muertos, pero también se han reportado decesos en febrero (14,3%), noviembre (14,3%), julio (13,1%), enero (11,9%), mayo (9,5%) y agosto (9,5%) (ver figura 10b). Por



**Figura 10.** Cantidad de personas muertas en la provincia de Limón por cantón (a) y por mes (b) debido a EHE, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

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 se pueden presentar inundaciones en cualquier momento. 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).

### 3.6.6 Puntarenas

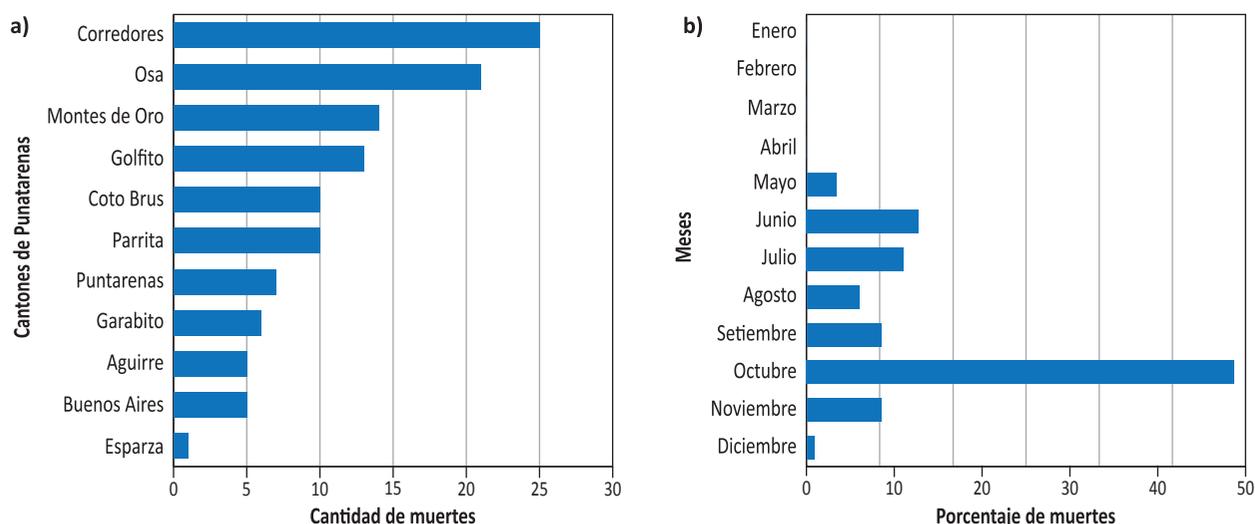
Los cantones de la provincia de Puntarenas en los que han habido más muertes por EHE, están ubicados en el Pacífico Sur, estos son: Osa, Corredores, Coto Brus, Montes de Oro, Golfito, Garabito, Buenos Aires y Puntarenas (figura 11a); muchas de las muertes ocurridas en estos cantones fueron debido al efecto de los huracanes Joan, César, Mitch y Tomas.

El riesgo de que se produzcan inundaciones es real, con consecuencias como destrucción de caminos, puentes, viviendas, escuelas y otras obras de infraestructura similares, como lo demostró la

tormenta tropical Alma, que en 2008 produjo cuantiosos daños de ese tipo en diversas regiones de Costa Rica, especialmente del Pacífico. Para el cantón de Puntarenas un claro riesgo derivado de causas hidrometeorológicas es el eventual desbordamiento del Río Barranca, que pondría en peligro el 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 11b, 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 EHE, esto



**Figura 11.** Cantidad de personas muertas en la provincia de Puntarenas por cantón (a) y por mes (b) debido a EHE, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

coincide con la presencia de estos eventos en la provincia, los cuales pueden presentarse a partir de mayo y con mayor frecuencia desde setiembre hasta noviembre. El mes de octubre es el que concentra la mayor frecuencia de casos, en agosto se produce una disminución que se puede asociar con el veranillo y como se muestra en la figura 11b hay una disminución en las muertes ocurridas en este mes (IMN, 2008a).

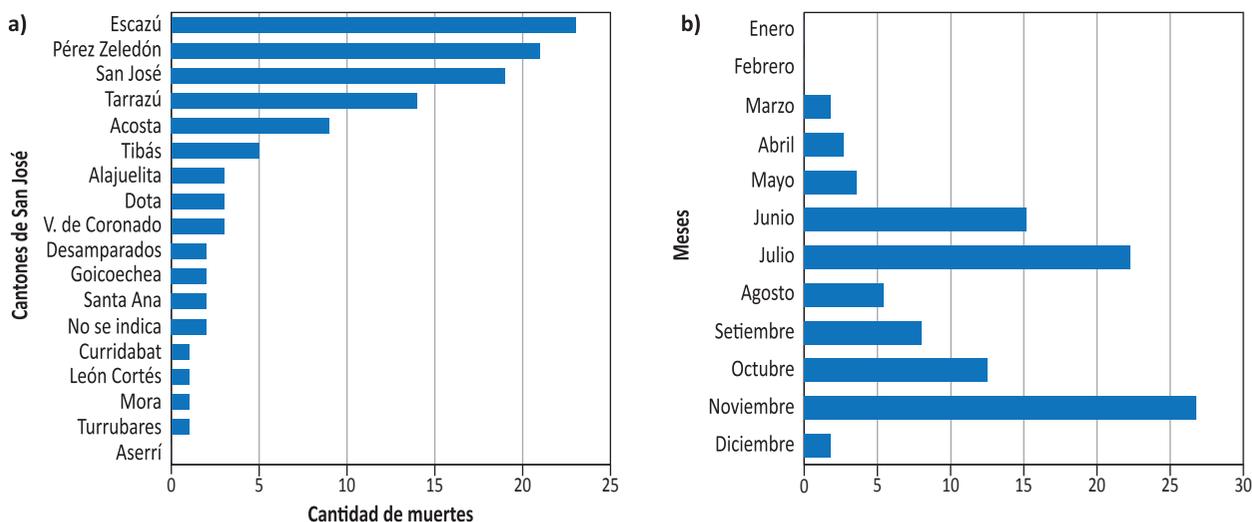
### 3.6.7 San José

En Costa Rica, los cantones con el mayor reporte de impactos están en el Valle Central y son colindantes (San José y Desamparados), además son de los cantones más poblados (Pérez et al., 2016). 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 12b). Noviembre se destaca como uno de los meses con más muertes (26,8% del total de decesos), este comportamiento se explica con el gráfico de muertes por cantón en el que aparece Escazú (figura 12a), ya que 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).

De acuerdo con el INDER (2016), debido a la topografía quebrada que presenta mayoritariamente el territorio de Pérez Zeledón y la ubicación de los centros de población a la orilla de los ríos y quebradas, los principales desastres ocurridos en ese cantón han sido por causa de inundaciones, provocadas por huracanes y lluvias prolongadas (temporales). En las cuencas de Pérez Zeledón predominan las formas alargadas o rectangularmente alargadas, éstas presentan mayores caudales pico para un área similar, debido a que por lo general tienen un cruce menor, de forma que 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.

En el cantón de Tarrazú (figura 12a), se perdieron alrededor de 14 vidas humanas, el 25 de julio



**Figura 12.** Cantidad de personas muertas en la provincia de San José por cantón (a) y por mes (b) debido a EHE, periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

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, 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 el cantón de San José, se han dado varios eventos que han cobrado la vida de personas como se muestra en la figura 12a; la ocupación de las planicies de inundación, el desarrollo urbano en forma 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, en el cantón de San José. 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 (CNE, s.f. i).

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).

## 4. CONCLUSIONES

Aunque una parte de la población fallecida que no pudo ser identificada por género, se puede concluir con los datos obtenidos de la base que la mayoría de los decesos por EHE en Costa Rica han sido hombres.

La década de 1990-1999 fue la que presentó mayor cantidad de muertos debido a EHE, los eventos que ocasionaron estas muertes fueron los huracanes César y Mitch, pero también afectaron las tormentas tropicales Gert, Lilly y Marco.

Los huracanes Joan, César, Tomas, Otto y Nate, así como las tormentas tropicales Gert, Lilly y Hanna, son los EHE que han ocasionado la mayor cantidad de personas fallecidas debido a los deslizamientos, cabezas de agua e inundaciones.

Los meses en los que se ha observado mayor cantidad de decesos 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 por EHE son Puntarenas, San José y Limón. En Puntarenas, los cantones más afectados fueron Corredores, Osa, Golfito y Montes de Oro; Escazú, Pérez Zeledón, San José y Tarrazú, son los cantones de San José que más decesos han presentado. En Limón, la mayoría de las personas que perdieron la vida no pudieron ser identificadas por cantón. Los cantones con mayor reporte de muertes por los efectos de EHE son Talamanca, Limón y Matina.

Heredia es la provincia con menos decesos por EHE, donde el cantón más afectado ha sido Sarapiquí.

Se recomienda hacer la evaluación de las muertes por EHE tomando en cuenta la población estimada por año, provincia y cantón, para realizar una mejor comparación.

## 5. REFERENCIAS

- Arias, L. (2008). *Vulnerabilidad en el Cantón de Puntarenas, Costa Rica*. Inter Sedes 8: 11-25.
- BBC. (2010). *Costa Rica: más de 20 muertos a causa de Tomás*. BBC. Recuperado de [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101104\\_2121\\_costa\\_rica\\_derrumbe\\_ao](https://www.bbc.com/mundo/noticias/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](https://www.cepal.org/mujer/reuniones/conferencia_regional/manual.pdf)
- Brenes, A. (2016). *Gestión de riesgo y vulnerabilidad en Costa Rica*. Estado de la Nación. Recuperado de: <http://repositorio.conare.ac.cr:8080/rest/bitstreams/0dc0f066-b433-4dc0-a4e9-3fe12bc2697d/retrieve>
- Brenes, A. (2017). *Informe sobre el Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: Gestión del riesgo en Costa Rica e impactos del huracán Otto*. CONARE. Recuperado de [http://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/1078/1033.%20Gestión%20del%20riesgo%20en%20Costa%20Rica%20e%20impactos%20del%20huracán%20Otto\\_\\_Estado%20de%20la%20Nación\\_Capítulo%20Armonía%20con%20la%20Naturaleza.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/1078/1033.%20Gestión%20del%20riesgo%20en%20Costa%20Rica%20e%20impactos%20del%20huracán%20Otto__Estado%20de%20la%20Nación_Capítulo%20Armonía%20con%20la%20Naturaleza.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Campos, D. y Quesada, A. (2017). Impacto de los eventos hidrometeorológicos en Costa Rica, periodo 2000-2015. *Geo UERJ*, Rio de Janeiro (30) p. 440-465.
- Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cantón de Puntarenas*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenazas/mapas\\_de\\_amanaza/puntarenas/Puntarenas%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenazas/mapas_de_amanaza/puntarenas/Puntarenas%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)
- Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.a). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cantón de Alvarado*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenazas/mapas\\_de\\_amanaza/cartago/Alvarado%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenazas/mapas_de_amanaza/cartago/Alvarado%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)
- Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.b). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cantón de Jiménez*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenazas/mapas\\_de\\_amanaza/cartago/Jimenez%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenazas/mapas_de_amanaza/cartago/Jimenez%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)
- Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.c). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cantón de Oreamuno*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenazas/mapas\\_de\\_amanaza/cartago/Oreamuno%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenazas/mapas_de_amanaza/cartago/Oreamuno%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)

- Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.d). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cantón de Paraíso*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenzas/mapas\\_de\\_amaneza/cartago/Paraíso%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/cartago/Paraíso%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)
- Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.e). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cantón de Sarapiquí*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenzas/mapas\\_de\\_amaneza/heredia/Sarapiquí%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/heredia/Sarapiquí%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)
- Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.f). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cantón de Turrialba*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenzas/mapas\\_de\\_amaneza/cartago/Turrialba%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/cartago/Turrialba%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)
- Comisión Nacional de Emergencias. (s.f.g). *Mapas de Amenazas: Amenazas de origen natural cantón de Upala*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenzas/mapas\\_de\\_amaneza/alajuela/Upala%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/alajuela/Upala%20-%20descripcion%20de%20amenazas.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](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 cantón de San José*. CNE. Recuperado de [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenzas/mapas\\_de\\_amaneza/san\\_jose/San%20Jose%20-%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/san_jose/San%20Jose%20-%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)
- Cordero, C. (2003). Contrastan riesgos por deslizamientos potenciales. *El Financiero*. Recuperado de [http://www.elfinancierocr.com/ef\\_archivo/2003/julio/20/tecnologia2.html](http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2003/julio/20/tecnologia2.html)
- Instituto de Desarrollo Rural. (2016). *Caracterización del Territorio Pérez Zeledón*. Instituto de Desarrollo Rural: Dirección Región Brunca Oficina Subregional San Isidro. Recuperado de <https://www.inder.go.cr/perez-zeledon/Caracterizacion-territorio-Perez-Zeledon.pdf>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2019). *Base de Datos de Eventos Meteorológicos Extremos*. Departamento de Desarrollo / Unidad de Informática. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1988a). *Boletín meteorológico mensual - enero*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1988b). *Boletín meteorológico mensual - setiembre-octubre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1992). *Boletín meteorológico mensual - junio*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1993). *Boletín meteorológico mensual - diciembre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1995a). *Boletín meteorológico mensual - setiembre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1995b). *Boletín meteorológico mensual - diciembre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1996a). *Boletín meteorológico mensual - febrero*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1996b). *Boletín meteorológico mensual - junio*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1996c). *Boletín meteorológico mensual - julio*. IMN. San José, Costa Rica.

- Instituto Meteorológico Nacional. (1996d). *Boletín meteorológico mensual - octubre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1998). *Boletín Meteorológico Mensual - enero*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1999a). *Boletín Meteorológico Mensual - mayo*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (1999b). *Boletín Meteorológico Mensual - junio*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2002a). *Boletín meteorológico mensual - agosto*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2002b). *Boletín meteorológico mensual - noviembre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2007a). *Boletín meteorológico mensual - julio*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2007b). *Boletín meteorológico mensual - octubre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2008a). *Segunda Comunicación sobre Cambio Climático en Costa Rica: El clima, su variabilidad y cambio climático en Costa Rica*. Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH). San José, Costa Rica. 75p.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2008b). *Atlas Climático Interactivo*. IMN. San José, Costa Rica
- Instituto Meteorológico Nacional. (2006). *Boletín meteorológico mensual - junio*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2010). *Boletín meteorológico mensual - noviembre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2013). *Los huracanes y sus efectos en Costa Rica*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2016a). *Boletín meteorológico mensual - julio*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2016b). *Boletín meteorológico mensual - noviembre*. IMN. San José, Costa Rica.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2017). *Boletín meteorológico mensual - octubre*. IMN. San José, Costa Rica.
- 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\\_Mortalidad\\_por\\_Eventos\\_Climaticos\\_Extremos\\_en\\_Mexico\\_entre\\_el\\_2000\\_y\\_2015/link/5e4af51f299bf1cdb933a79e/download](https://www.researchgate.net/publication/339314027_Cambios_en_la_Mortalidad_por_Eventos_Climaticos_Extremos_en_Mexico_entre_el_2000_y_2015/link/5e4af51f299bf1cdb933a79e/download)
- La Nación. (1996). César sembró tragedia y caos. *La Nación*. Recuperado de <https://www.nacion.com/archivo/cesar-sembró-tragedia-y-caos/QKTK2VBIKNALZMNOCWNF6O6GFQ/story/>
- La Nación. (1999). Prevención, un paso adelante. *La Nación*. Recuperado de [http://www.nacion.com/In\\_ee/1999/setiembre/12/pais1.html](http://www.nacion.com/In_ee/1999/setiembre/12/pais1.html)
- La Nación. (2002). Desastre: Pánico y destrucción tras avalancha en Orosí. *La Nación*. Recuperado 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://www.nacion.com/In\\_ee/2007/octubre/14/sucesos1277471.html](http://www.nacion.com/In_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/>

- Manso, P.; Stolz, W. y Fallas, J.C. (2005). El régimen de precipitación en Costa Rica. *Ambientico* (144). p. 7-8.
- Panel Intergubernamental sobre 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. IPCC. UNNEP. 153 p.
- Pérez, P.; Alfaro, E.; Hidalgo, H. y Jiménez, F. (2016). Distribución espacial de impactos de eventos hidrometeorológicos en América Central. *Revista de Climatología*. 16: 63-75. Recuperado de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/74079/Distribucion%20espacial%20de%20impactos%20de%20eventos%20hidrometeorologicos%20en%20America%20Central.pdf?sequence=1>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2010). *Género y Desastres*. PNUD. Recuperado de [www.undp.org](http://www.undp.org)
- Retana, J. (2012). Eventos hidrometeorológicos extremos lluviosos en Costa Rica desde la perspectiva de la adaptación al cambio de clima. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos* 11(1):52-64.
- 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.
- 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.
- Taylor, M. y E. Alfaro E. (2005). *Climate of Central America and the Caribbean*. Encyclopedia of World Climatology 2005: 183-189.
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2015). *Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe 1990-2013*. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Recuperado de <https://eird.org/americas/docs/impacto-de-los-desastres-en-america-latina-y-el-caribe-1990-2013.pdf>
- Vallejos, S.; Esquivel, L. y Hidalgo, M. (2012). *Histórico de desastres en Costa Rica (febrero 1723 - setiembre 2012)*. Comisión Nacional de Emergencias (CNE). San José, Costa Rica.





Instituto Meteorológico Nacional

Sitio web:  
[www.imn.ac.cr](http://www.imn.ac.cr)

Teléfono: (506) 2222 5616

Apartado postal: 5583-1000  
San José  
Costa Rica

