

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

Análisis descriptivo de los fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos de mayor frecuencia en Costa Rica en el período 1980-2017

RUBÉN MORALES AGUILAR¹

Resumen

Utilizando la base de datos de eventos meteorológicos extremos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), se analizó el comportamiento de los cinco fenómenos hidrometeorológicos más frecuentes y su relación con los cuatro eventos de mayor relevancia en Costa Rica, en el período 1980-2017. Se entiende que un fenómeno es un sistema atmosférico de gran escala, responsable de generar diferentes eventos, donde los elementos meteorológicos como la precipitación, la temperatura y el viento, entre otros, toman valores extremos provocando impactos. Los fenómenos de mayor frecuencia son las ondas tropicales, las bajas presiones, los frentes fríos, la Zona de Convergencia Intertropical y las vaguadas; estos fenómenos producen principalmente cuatro eventos: lluvias intensas, temporales, tormentas convectivas y granizos. El fenómeno más frecuente son las ondas tropicales, los principales eventos asociados con estas son las lluvias intensas y los temporales; poseen una distribución mensual relacionada con la climatología de la precipitación diferenciada para las vertientes pacífica y caribe. Limón y Puntarenas son las provincias que se ven afectadas con mayor frecuencia por estos fenómenos.

PALABRAS CLAVE: EVENTOS EXTREMOS, INUNDACIONES, LLUVIAS INTENSAS, VARIABILIDAD CLIMÁTICA.

Abstract

Using extreme meteorological events database of National Meteorological Institute, the behavior of five of the most frequent phenomena and their relationship with four relevant events was analyzed (1980-2017). The phenomenon is a large-scale atmospheric system responsible for different events. Meteorological elements (precipitation, temperature, winds), take extreme values that could produce impacts. The selected phenomena are tropical waves, low pressures system, cold fronts, Intertropical Convergence Zone and trough. These phenomena mainly produce four events: heavy rainfall, temporary rains, convective storms and hail. The most frequent phenomenon is tropical waves and its mainly associated events are intense and temporary rains. They have a monthly distribution related to the differentiated precipitation climatology for both regimes: pacific and caribbean. The provinces that are most frequently affected by these phenomena are Limón and Puntarenas.

KEY WORDS: EXTREME EVENTS, FLOODS, HEAVY RAINS, CLIMATIC VARIABILITY.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con IPCC (2007) y Houghton et al. (2001), los eventos meteorológicos extremos se definen como fenómenos atmosféricos anómalos, que se producen en determinado lugar y época del año, con una baja frecuencia de aparición de

acuerdo con su curva de distribución estadística. Según esta definición, son eventos observables, pero poco comunes en una zona. Además, si las posibilidades permiten que sean registrados y parametrizados, es probable que su intensidad o magnitud logre superar los valores promedio. En este sentido, Abarbanel, Koonin, Levine,

1 Estadístico. Departamento Red Meteorológica y Procesamiento de Datos. Instituto Meteorológico Nacional. Correo: rmorales@imn.ac.cr.

MacDonald y Rothaus (1992), indican que los valores grandes o pequeños asumidos por una variable aleatoria a partir de un conjunto finito de mediciones, se denominan valores extremos.

En la misma línea de la parametrización, Ávila y González (2014) y el IPCC (2012), indican que 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 comportamiento común y alcanza estados límites; por lo tanto, al sobrepasar estos límites los eventos son considerados como extremos, siendo que en muchos casos repercuten en el sistema ocasionando desastres.

Con un enfoque más operativo en lo que a la atención de emergencias y gestión del riesgo se refiere, Retana (2012) señala, que los eventos meteorológicos extremos deben ser entendidos como un escenario compuesto por tres elementos: el fenómeno de variabilidad climática que origina los impactos (observación), la intensidad de este fenómeno (parametrización) y las consecuencias en los sistemas (impacto). De esta forma, el riesgo se describiría a partir de la amenaza (tipo e intensidad de fenómeno de variabilidad climática) y la vulnerabilidad (sensibilidad del sistema medida por el impacto o los daños cuantificables) (Retana, 2012).

Los eventos extremos pueden estar referidos a cualquier elemento del clima, como son la precipitación, la temperatura, el viento, entre otros. Los eventos hidrometeorológicos extremos (EHE) son aquellos que involucran alguna forma de precipitación (líquida o sólida) y que están relacionados con sus valores umbrales o extremos, tanto el déficit como el superávit (Retana, 2012).

Para gestionar el riesgo que implica el impacto de un fenómeno extremo, es necesario tener

información básica que alimente la planificación de las medidas preventivas, las medidas de atención y las acciones de adaptación. 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, y proporcionar 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).

La EM-DAT que es la base de datos internacional sobre desastres de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica), recopila información sobre desastres naturales y tecnológicos, procedentes de fuentes públicas. A partir de esta base de datos, se reporta el comportamiento anual de los desastres a nivel mundial. En el período 2008-2017, la base de datos EM-DAT registró 3.751 peligros naturales, de los cuales el 84% tienen origen relacionado con el clima; en este apartado, las inundaciones y tormentas representan el 66% de los peligros naturales (IFRC, 2018). El peso de los eventos hidrometeorológicos extremos es considerable en las estadísticas de desastres, si a esto sumamos el hecho de que los EHE en el futuro tienen una alta probabilidad de aumentar en su frecuencia y magnitud, como producto del calentamiento global (IPCC, 2007; Klein, Zwiers y Zhang, 2009), se comprende mejor la importancia de obtener información al respecto, con miras hacia la adaptación.

El IMN recopiló una serie de información relativa a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos de carácter extremo, que han impactado el territorio nacional. Entre las variables registradas, la base cuenta con la identificación de dos elementos relacionados los fenómenos meteorológicos y los eventos causados por esos fenómenos. El fenómeno consiste en un sistema atmosférico conocido, con una escala espacial sinóptica o planetaria y cuya duración es del orden de las semanas, meses o años. El evento corresponde

con la manifestación de la variable meteorológica (lluvia, viento, temperatura), con una extensión espacial de microescala o mesoescala y con una duración temporal que va desde minutos hasta días (IMN, 2019).

2. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio es caracterizar estadísticamente, los EHE relacionados con los fenómenos meteorológicos extremos (FME) de mayor frecuencia en Costa Rica, de acuerdo con la información sistematizada que posee el Instituto Meteorológico Nacional.

3. METODOLOGÍA

De la base de datos del IMN, se identificaron los cinco fenómenos con mayor frecuencia y los eventos relacionados con ellos en el período 1980-2017. Se aplicó estadística descriptiva para caracterizar el comportamiento de los fenómenos y eventos hidrometeorológicos en estudio, lo cual implica el uso de frecuencias absolutas y relativas porcentuales, para comprender su evolución en el tiempo, así como su distribución a nivel de provincias y regiones climáticas de Costa Rica.

4. RESULTADOS

La cantidad de FME recopilados por parte del IMN, para el periodo 1980-2017 fue de 1.184 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. Por otra parte, la cantidad de eventos registrados fue de 1.264, de estos el 72,1% corresponde a granizos, tormentas convectivas, temporales y lluvias intensas.

Los fenómenos seleccionados obedecen a la importancia relativa que poseen en el registro

del IMN; los eventos por su parte, además de su sustancial peso relativo, también cumplen la condición de ser categorizados como eventos de precipitación, los cuales están estrechamente relacionados con impactos y pérdidas en diferentes sectores sociales, productivos y naturales: vidas humanas, agricultura, ganadería, infraestructura vial, viviendas, entre otras (Campos y Quesada, 2017).

Para efectos de la sistematización de la información, el IMN identificó los fenómenos meteorológicos como sistemas de gran escala espacial y temporal. Si bien 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 1. También, se conceptualizan los eventos meteorológicos como sistemas que se presentan en escalas espaciales de menor tamaño, que varían en todas las escalas de tiempo, los que se describen en esta investigación van desde segundos hasta días (IMN, 2019b).

Según el IMN (2020), las definiciones de los cinco fenómenos meteorológicos causantes de eventos hidrometeorológicos extremos más frecuentes en Costa Rica, entre 1980 y 2017 son:

- **Onda del este:** fenómeno relacionado con una perturbación migratoria en forma de onda, de los vientos del este tropical. También se conocen como ondas tropicales.
- **Depresión:** corresponde con un área de baja presión, una baja u hondonada. Este concepto también se usa para designar una etapa en el desarrollo de un ciclón tropical, y es conocido como depresión tropical para diferenciarla de otras características sinópticas.

ESCALA GLOBAL (5000 Km)					El Niño, La Niña	FENÓMENOS
ESCALA SINÓPTICA (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 papagayos, Vientos alisios	Temporal	Veranillo, Veranillo de San Juan, Canícula, inicio de época lluviosa, final de época lluviosa	Sequía	EVENTOS
MICROESCALA (2 Km)	Tromba, Vientos descendentes, Descargas eléctricas					
	SEGUNDOS A MINUTOS	MINUTOS A HORAS	HORAS A DÍAS	DÍAS A SEMANAS	MESES A AÑOS	

Figura 1. Escalas temporales y espaciales de fenómenos y eventos meteorológicos (IMN, 2019).

- **Frente frío:** frente no ocluido que se mueve de manera tal, que la masa de aire frío sucede a la masa de aire cálido.
- **Zona de Convergencia Intertropical:** área en los hemisferios norte y sur donde convergen los vientos alisios, generalmente se localiza entre los 10 grados al Norte y Sur del ecuador geográfico. Es una amplia área de baja presión, donde tanto la fuerza de Coriolis como la baja presión gradual son débiles, permitiendo la formación ocasional de perturbaciones tropicales.
- **Vaguada:** es un área alargada de baja presión atmosférica, que se asocia con un área de circulación ciclónica mínima.

Según los registros del IMN, en el período 1980-2017 los fenómenos hidrometeorológicos extremos de mayor frecuencia para el país son los categorizados como: ondas tropicales, bajas presiones, frentes fríos, zona de convergencia intertropical y vaguadas, y representan un total de 871 fenómenos cuya distribución se muestra en la figura 2. Lo anterior, coincide lo mencionado por IMN-CRRH (2008) para el periodo 1980-2006, con la salvedad de la zona de convergencia intertropical que se menciona en el presente, lo cual se debe a la conceptualización de fenómeno que se utiliza actualmente.

De estos FME se derivan para el mismo período 731 eventos; en la figura 3 se observa que el evento con mayor frecuencia registrada son las

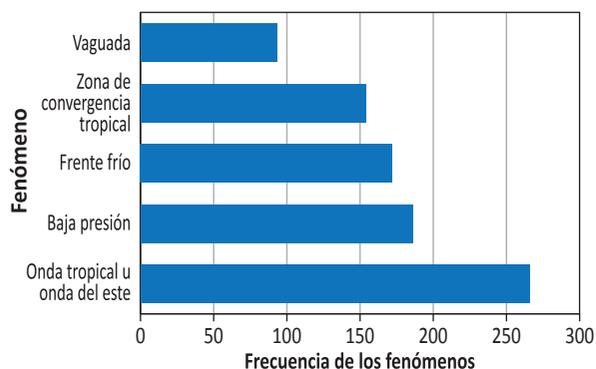


Figura 2. Fenómeos meteorológicos ocurridos en Costa Rica, en el periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

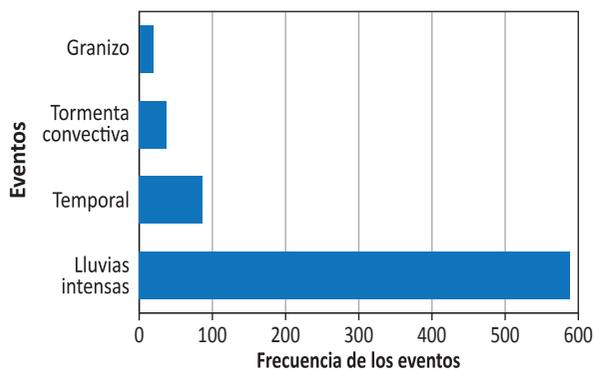


Figura 3. Eventos hidrometeorológicos extremos ocurridos en Costa Rica, en el periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

lluvias intensas (589), seguido de temporales (86), tormentas convectivas (37) y finalmente el granizo (19). Estos resultados van en la misma línea que se describen en IMN-CRRH (2008), donde se afirma que los frentes fríos aportan más del 14% de la lluvia del país, los sistemas de baja presión más de un 12%, las vaguadas un 3% y las ondas un 2%. Se menciona también, que la ZCI es uno de los factores más influyentes en el régimen de precipitación del Pacífico, destacando en el sur del país. Los mismos autores confirman, la relación estrecha que poseen estos fenómenos con el aumento en la probabilidad de precipitación en el país y que además se caracteriza su intensidad.

Los eventos de interés generados por los fenómenos meteorológicos bajo estudio, se distribuyen en: un 81% de lluvias intensas, un 12% como temporales, un 5 % como tormentas convectivas y un 3% como granizos, lo que corresponde a un total de 731 eventos. Lo anterior se muestra en la figura 4, junto con la composición de cada tipo de fenómeno según el evento que generó. Es importante resaltar para cada fenómeno sus principales eventos derivados, en el caso de la zona de convergencia intertropical serían 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 estos fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos, durante el período en estudio, exhibe una tendencia creciente que en cierta medida 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 (ver figura 5). La mayor presencia de estos fueron reportados durante el año 2003, ambos con una frecuencia por encima de

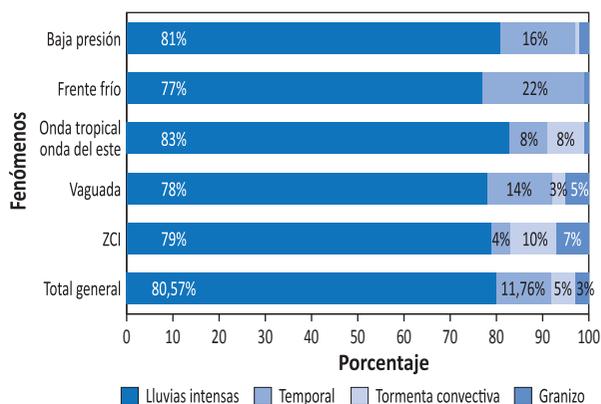


Figura 4. Porcentaje en que los fenómenos meteorológicos generaron EHE, en Costa Rica para el periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

los 70 acontecimientos. La tendencia conjunta de los FME y EME no ha sido estudiada para el país, sin embargo, se parte de sus componentes individuales entre ellos los frentes fríos y las bajas presiones tal como lo indican Zárate (2005), IMN-CRRH (2008) y Alvarado (2011).

Es importante destacar, que este registro de fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos de 38 años, por sí solo no puede considerarse como un indicador del cambio climático, ya que para tener robustez estadística es necesaria una mayor evidencia temporal (Retana, 2012). No obstante lo anterior, no es atrevido destacar que la serie también muestra un patrón de variabilidad heterocedástico, lo que aunado a su tendencia indicaría que las series no son estacionarias. Aun cuando lo anterior

no está entre los objetivos de este análisis, es indispensable para realizar la mayoría de modelos de series temporales, gracias a los cuales y con base en el comportamiento de la variable de interés y la ayuda de otras variables explicativas, se pueden pronosticar sus valores futuros con cierto grado de certeza.

La estacionalidad de los fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos considerados, se puede caracterizar al representar el total de casos por mes; el valor máximo de las series ocurre en el mes de octubre y el valor mínimo en abril (figura 6). Tanto los fenómenos como 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), esto significa, que se presentan pocos casos entre

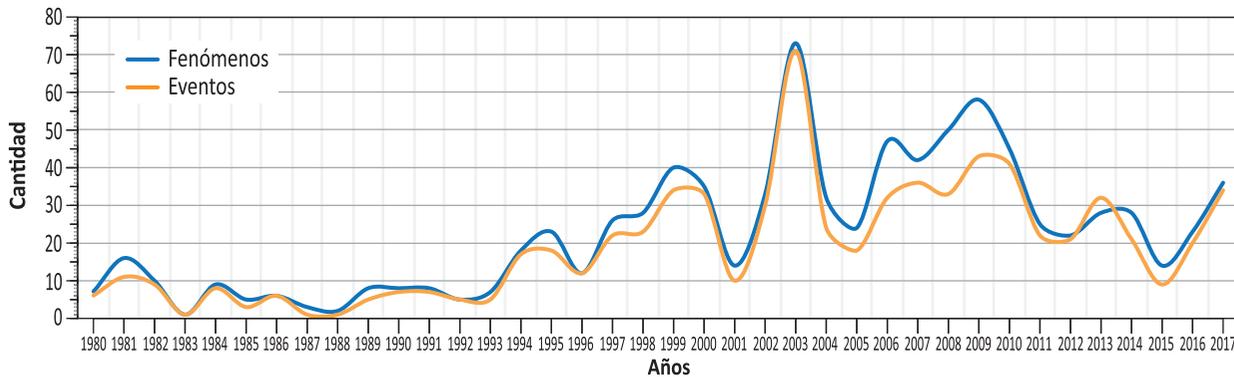


Figura 5. Distribución anual de fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica, durante el período 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

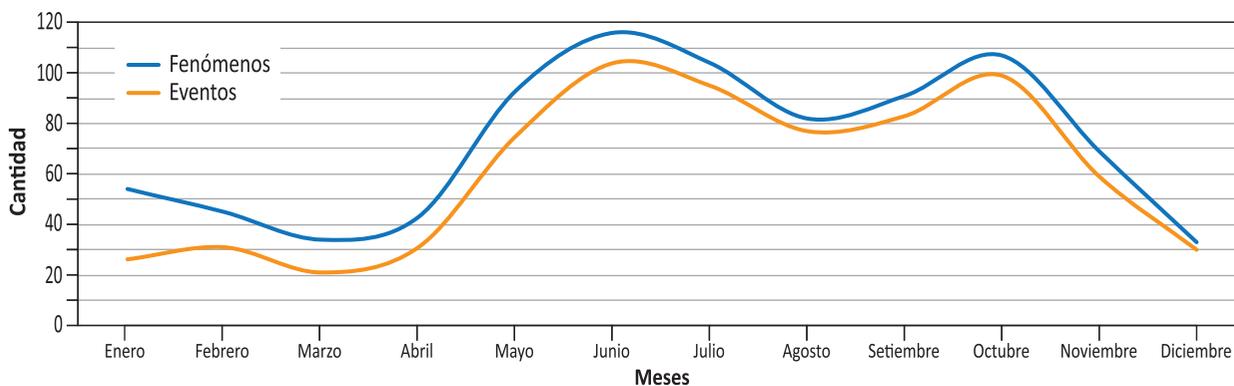


Figura 6. Distribución mensual de fenómenos y eventos meteorológicos extremos en Costa Rica, para el período 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

enero y abril. Luego de mayo hay un aumento y el primer máximo se da en junio. Durante el veranillo que ocurre entre julio y agosto, se produce una disminución relativa de casos y a partir de setiembre y octubre se presenta el segundo máximo, mientras que noviembre y diciembre son meses hacia la baja.

Los fenómenos y eventos bajo estudio, se caracterizan a nivel mensual; la representación de las frecuencias relativas porcentuales para los datos registrados en el período de estudio se muestra en las figuras 7 y 8.

La distribución de los fenómenos a nivel mensual, permiten recrear una climatología valiosa para la operatividad de la gestión de riesgo y la atención de emergencias. 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 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 de 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 la tienen 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

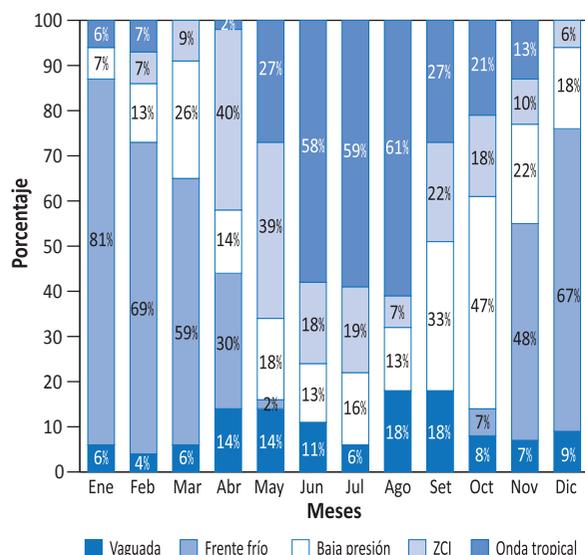


Figura 7. Composición relativa según incidencia mensual de fenómenos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica, en el periodo 1980-2017. Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

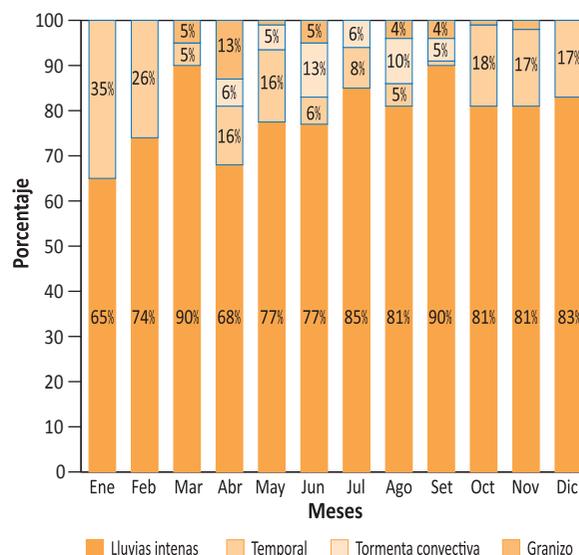


Figura 8. Composición relativa de los meses según eventos hidrometeorológicos registrados en el período de 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

es mayor con respecto a los otros fenómenos hidrometeorológicos son abril, agosto y setiembre; mientras que las bajas presiones son el fenómeno más frecuente en los meses de setiembre y octubre.

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 a lluvias en la vertiente del Caribe o en la Zona Norte, que son los meses más lluviosos en estas regiones climáticas (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 8. 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.

En la figura 9 se categorizan los fenómenos y eventos según la región climática, para el caso de los fenómenos fue posible contabilizar 815 casos, mientras que se ubicaron 693 eventos. La Región Central destaca con la mayor cantidad de casos registrados, mientras que las regiones Pacífico Central y Norte cuentan con el menor número de registros. La concentración de casos en la Región Central, puede deberse a un efecto de densidad poblacional, ya que donde hay más concentración de población se espera un mayor reporte de inci-

dentos y daños debidos por ejemplo, a la mayor demanda de servicios e infraestructura pública y privada, la alta presencia de contaminación ambiental, el colapso de las vías principales y secundarias y el desarrollo de anillos de pobreza, entre otros (Campos y Quesada, 2017).

En las figuras 10 y 11, se presenta el detalle del comportamiento estacional de los fenómenos y los eventos, en ellas se incluyen la totalidad de casos a nivel mensual para la Región Pacífico Sur, Región Pacífico Central, Región Pacífico Norte, Región Norte, Región Central y Regiones Caribe Norte y Sur. En general, los picos de fenómenos y eventos coinciden con los picos climatológicos de los acumulados de lluvia mensual, para cada región.

Es posible identificar pocos casos de FME durante los meses de enero a marzo-abril, en las regiones con influencia pacífica (Pacífico Norte, Pacífico Central y Región Central) (IMN-CRRH, 2008). A partir de mayo y hasta junio se registra el primer máximo, seguido de una disminución relativa en los meses del veranillo (julio y agosto); hay un segundo máximo en setiembre y octubre,

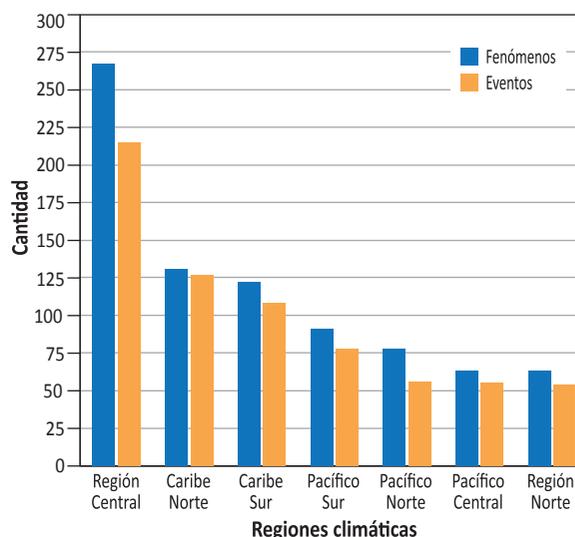


Figura 9. Incidencia de fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos en Costa Rica según región climática, en el período 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

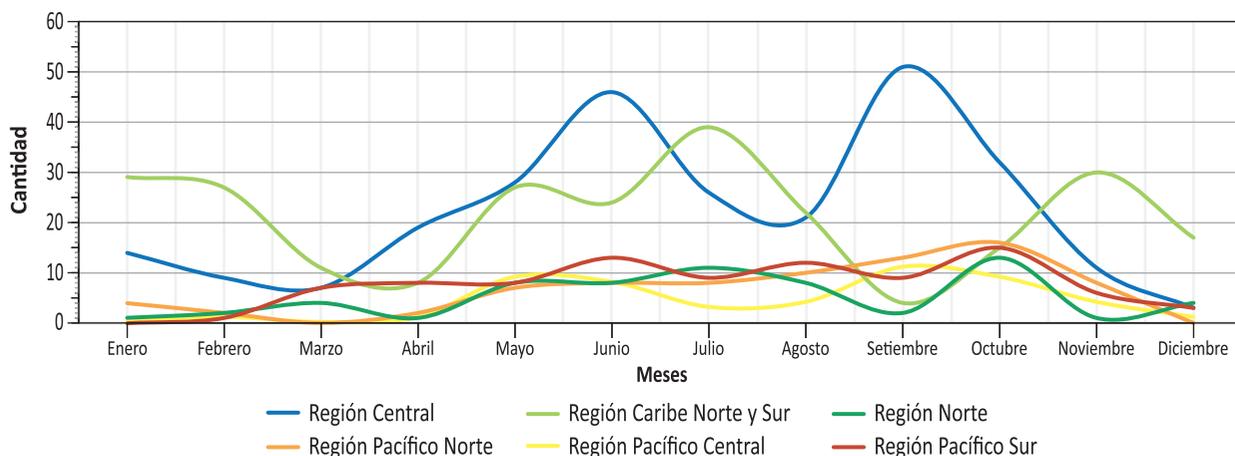


Figura 10. Distribución mensual de FME en Costa Rica, en el período 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

mientras en noviembre y diciembre tienden a disminuir.

El caso del Pacífico Sur es particular, porque presenta casos distribuidos a lo largo de todo el año; esta región es una de las más lluviosas del país. El período seco comprende de enero a marzo y las lluvias empiezan entre marzo y abril, además en la zona peninsular del Pacífico Sur el veranillo, característico del régimen pacífico, no es apreciable (IMN-CRRH, 2008). Estas características podrían explicar la distribución de los fenómenos hidrometeorológicos en dicha región.

En las regiones del Caribe y la Zona Norte, la distribución de fenómenos hidrometeorológicos puede relacionarse con su régimen de precipitación; incluso, la disminución relativa de estos fenómenos en los meses de marzo, abril, setiembre y octubre, podrían asociarse con la reducción de la precipitación propia de su climatología (IMN-CRRH, 2008).

Al igual que con los fenómenos, en los eventos es posible observar un comportamiento estacional mensual; para las regiones del Pacífico los meses de enero a abril registran la menor cantidad de EHE, estos van aumentando conforme se

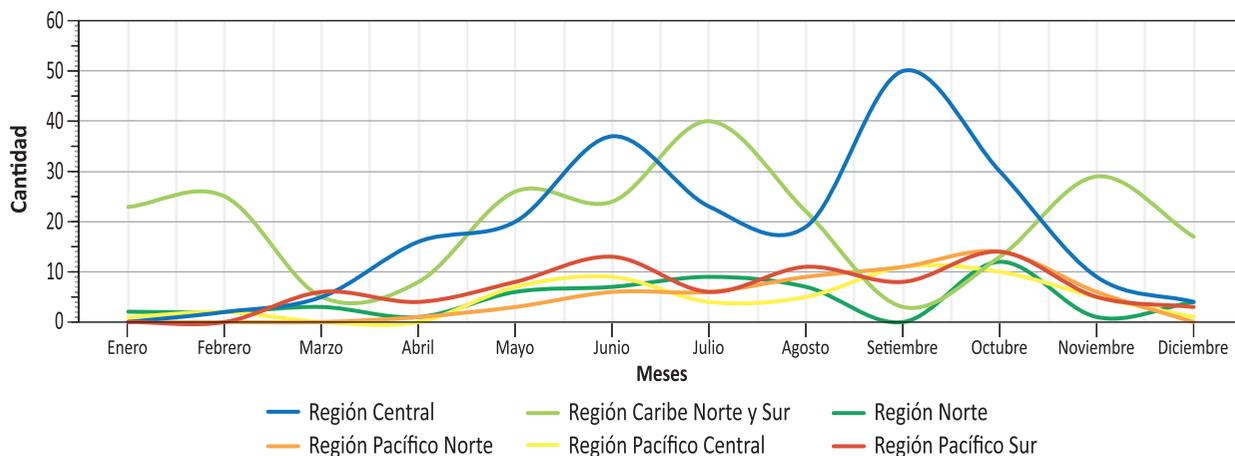


Figura 11. Distribución mensual de EHE en Costa Rica, en el período 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

establece la época lluviosa, para setiembre y octubre se registran la mayor cantidad de eventos. En las regiones del Caribe y Zona Norte, el comportamiento de los eventos refleja también parte de la estacionalidad de las lluvias (IMN-CRRH, 2008).

En las figuras 12, 13 y 14, se detalla la composición relativa de fenómenos y eventos por provincia. Aunque es ampliamente conocido que 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. Para describir la cantidad de fenómenos y eventos según la provincia donde ocurrieron, de los 871 fenómenos registrados, 695 cuentan con una ubicación geográfica. De los 731 eventos registrados, 600 cuentan con georreferenciación.

En la figura 12 se puede observar que Cartago, Heredia y Guanacaste, son las provincias con la menor cantidad de fenómenos y eventos contabilizados con cifras similares, luego en frecuencia ascendente el cuarto lugar es ocupado

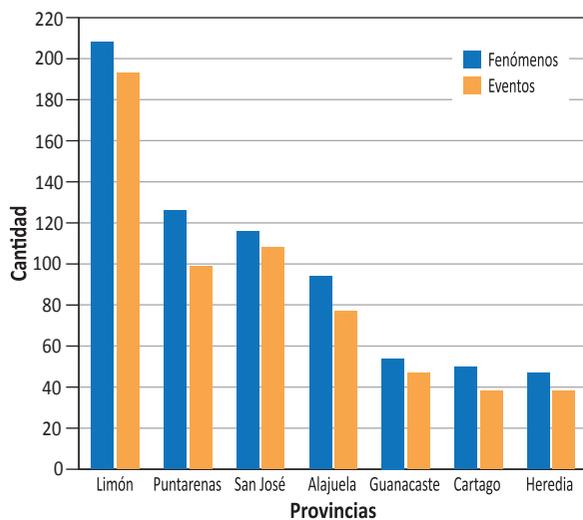


Figura 12. Incidencia de fenómenos y eventos hidrometeorológicos extremos en el periodo 1980-2017, según provincia. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

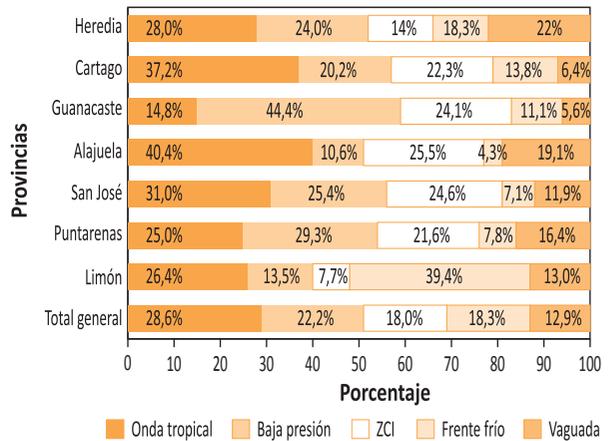


Figura 13. Composición relativa según incidencia de FME en las provincias de Costa Rica, en el periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

por Alajuela, seguido por San José y Puntarenas, que presentan cifras altas y bastante similares, finalmente Limón es la provincia que presenta mayor cantidad en el período estudiado. Esto probablemente es debido a factores relacionados con su posición geográfica, relieve, extensión y climatología de lluvia, que corresponda a la región o regiones a las que pertenezca.

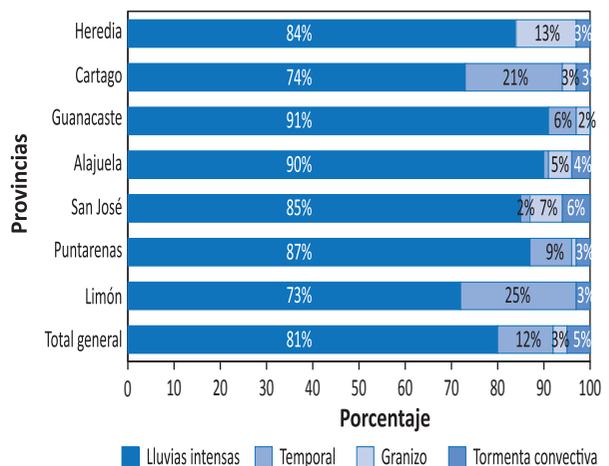


Figura 14. Composición relativa según incidencia de eventos hidrometeorológicos extremos (EHE) en las provincias de Costa Rica, en el periodo 1980-2017. Fuente: Elaboración propia con datos de IMN (2019).

En la figura 13 se muestra que 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.

Es importante resaltar, que las lluvias intensas son el principal evento que puede generar algún tipo de pérdida o desastre en todas las provincias, tal como se muestra en la figura 14. 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.

5. CONCLUSIONES

En este estudio se describieron cinco fenómenos meteorológicos que involucraron 871 registros de historial, en el período 1980-2017, así como cuatro eventos hidrometeorológicos que generaron 731 registros. Los análisis muestran que las lluvias intensas y los temporales son los EHE preponderantes, independientemente del fenómeno de origen, la región climática, la provincia, el año o mes que se analice.

Al caracterizar temporal y espacialmente los FME y EHE, se encuentra evidencia de su comportamiento histórico y se valida la influencia que ejercen los dos regímenes de precipitación Pacífico y Caribe, sobre estos. La climatología de estos fenómenos y eventos unida a la climatología

de lluvia de cada región, y al criterio experto, podría ser información de gran utilidad en los diversos sectores implicados en la mitigación y adaptación a este tipo de acontecimientos.

Se considera además indispensable, llevar un registro detallado de estos fenómenos y eventos a fin de que se pueda utilizar en la elaboración de estudios de variabilidad climática, en donde se contemple su distribución espacio-temporal, períodos de retorno, intensidades, tendencia, estacionalidad, ciclicidad y componentes aleatorios, entre otros. Lo anterior, con el objetivo de seguir enriqueciendo el conocimiento que se posee en el tema, y generando herramientas para la toma de decisiones, ejecución, seguimiento y evaluación de las mismas a nivel país.

6. LITERATURA CITADA

- Abarbanel, H.; Koonin, S.; Levine, H.; MacDonald, G. & Rothaus, O. (1992). *Federation of American Scientists*. Recuperado de: <https://fas.org/irp/agency/dod/jason/statistics.pdf>
- Alvarado, L., Contreras, W. y Jiménez, S. (2011). *Escenarios de Cambio Climático regionalizados para Costa Rica*. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. 43p.
- 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.
- Campos, D. y Quesada, A. (2017). Impacto de los eventos hidrometeorológicos en Costa Rica, periodo 2000-2015. *Revista Geo UERJ*. 16:39.
- 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.

- Houghton, J.; Ding, Y.; Griggs, D.; Noguer, M.; Van der Linden, P. & Xiaosu, D. (2001). *Climate Change 2001: The scientific basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press. United Kingdom.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2009). *Compendio sobre algunos fenómenos meteorológicos en Costa Rica*. Recuperado de: <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Compendio+sobre+fen%C3%B3menos+meteorol%C3%B3gicos>.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2008). *Clima, Variabilidad y Cambio Climático en Costa Rica*. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. IMN-CRRH-MINAET-PNUD. 75p.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2019a). *Base de Datos de Eventos Meteorológicos Extremos*. Departamento de Desarrollo y Unidad de Informática. IMN. San José, Costa Rica.
- 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.
- Instituto Meteorológico Nacional. (2020). *Glosario Meteorológico*. Recuperado de: <https://www.imn.ac.cr/51>
- Klein, A.; Zwiers, F. & Zhang, X. (2009). *Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation*. Climate data and monitoring. WCDMP N°72. World Meteorological Organization. WMO-TD N°1500. Geneva, Switzerland.
- Morales, R. (2019). *Importancia estadística del registro de los eventos meteorológicos extremos*. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica.
- 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.
- 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.
- 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.
- Retana, J. (2012). Eventos hidrometeorológicos extremos lluviosos en Costa Rica desde la perspectiva de la adaptación al cambio en el clima. *Ambientales* 44. pp. 5-16.
- Zárate, E. (2005). *Comportamiento de los empujes fríos que alcanzan Centroamérica y el Caribe. Evaluación de impactos ocasionados por eventos extremos sobre el sector hídrico y medidas de adaptación bajo condiciones de cambio climático en América Central*. Sistema de la Integración Centroamericana. Comité Regional de Recursos Hidráulicos-UCR. San José. 22 p.



Instituto Meteorológico Nacional

Sitio web:
www.imn.ac.cr

Teléfono: (506) 2222 5616

Apartado postal: 5583-1000
San José
Costa Rica

