

IMPACTO DE LOS EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN COSTA RICA, PERIODO 2000-2015

IMPACT OF THE HYDROMETEOROLOGICAL EVENTS IN COSTA RICA, PERIOD 2000-2015

Daniela Campos-Durán ¹, Adolfo Quesada-Román ¹

¹ Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), Heredia, Costa Rica

Correspondência para: Daniela Campos Durán (dcd0490@gmail.com)

doi: 10.12957/geouerj.2017.26116

Recebido em: 10 out. 2016 | Aceito em: 18 abr. 2017



RESUMEN

En Costa Rica la mayor cantidad de desastres están asociados a eventos hidrometeorológicos, por lo que esta investigación tiene por objetivo presentar a nivel provincial y cantonal datos estadísticos sobre la cantidad de desastres asociados a estos eventos, así como las afectaciones en vidas humanas y en viviendas que se dieron durante el periodo 2000 - 2015. Lo cual a su vez sirve de base para conocer el alcance que han tenido las amenazas de origen hidrometeorológico en un periodo de quince años y cuáles han sido las unidades político-administrativas del país que más que mas afectaciones han presentado por esto eventos, es decir cuáles son en el país los territorios más vulnerables a las amenazas hidrometeorológicas. Fue necesario realizar un análisis de las características climatológicas que se asocian a la incidencia de eventos hidrometeorológicos según el año y el mes durante la temporalidad en estudio. Por último, se hace una valoración del estado actual del ordenamiento territorial y la gestión del riesgo de desastres en Costa Rica dado el aumento año con año de las pérdidas económicas por desastres.

Palavras-chave: Inundaciones; lluvias; vulnerabilidad; riesgos naturales; desastres

ABSTRACT

In Costa Rica, the majority of disasters are associated with hydrometeorological events. Therefore, this research aims to present at provincial and cantonal level statistical data on the number of disasters associated with these events, as well as the effects on human lives and housing which occurred during the period 2000-2015. This serves as a basis for assessing the extent to which threats of hydrometeorological origin have occurred over a period of fifteen years and which have been the political and administrative units of the country that more affectations have presented for these events, and clarify which are the most vulnerable territories in the country to hydrometeorological threats. It was necessary to perform an analysis of the climatological characteristics associated with the incidence of hydrometeorological events according to the year and the month during the study period. Finally, a valuation is made of the current state of land use planning and risk assessment in Costa Rica, given the year-on-year increase in economic losses due to disasters.

Keywords: Floods; rainfall; vulnerability; risks; disasters

INTRODUCCIÓN

En los últimos veinte años la mayor parte de los desastres en el mundo han sido causados por eventos climáticos, tales como lluvia, tormentas o inundaciones (CRED-UNISDR, 2016). Estos eventos han cobrado en promedio la vida de 30 000 personas por año. Por su parte las pérdidas económicas a nivel

mundial ocasionadas por desastres a causa de eventos tales como terremotos, tsunamis, ciclones e inundaciones se estiman en 300.000 millones de dólares americanos al año (UNISDR, 2015).

Para el caso de la región de América Central, esta se ha visto afectada históricamente por eventos hidrometeorológicos y climáticos, siendo la segunda región del mundo más vulnerable a riesgos climatológicos, de acuerdo con la UNISDR (2013), dado que en América Central y El Caribe durante el periodo 1990-2013 estos eventos generaron la mayor cantidad de personas fallecidas y afectadas, así daños y pérdidas en viviendas, infraestructura y equipamientos públicos y privados.

CEPREDENAC- UNISDR (2014), señalan que las pérdidas económicas anuales en la región a causa de los desastres se estiman en 9,800 millones de dólares americanos, lo que a nivel nacional representa una pérdida equivalente del Producto Interno Bruto (PIB) que varía desde el 22% hasta el 40% de éste, según el país de referencia. Para el caso de Costa Rica, durante el periodo 1970-2011, las pérdidas anuales promedio a causa de desastres se estimaron en 14.290.754 dólares americanos.

Costa Rica es un país que, dadas sus condiciones geográficas, geológicas, geomorfológicas y climatológicas, presenta importantes condiciones de vulnerabilidad ante los fenómenos atmosféricos, los cuales tienen un impacto sustancial en la dinámica socioeconómica del país, asociados principalmente al crecimiento urbano sin planificación territorial. Donde el 60% de la población se concentra en el Gran Área Metropolitana, un área de 2044 km², por lo que la vulnerabilidad de los grupos sociales más susceptibles se basa en la contaminación ambiental, la vulnerabilidad hídrica, el colapso vial de vías principales y secundarias, el desarrollo de anillos de pobreza y tugurios, así como la poca conexión entre instituciones, ya que no existe una coordinación efectiva para el ordenamiento territorial, por lo tanto se crean escenarios ideales de riesgo asociadas a la falta de planificación.

En Costa Rica las mayores afectaciones sociales y económicas se deben a eventos hidrometeorológicos extremos, principalmente los asociados a los huracanes del Caribe, los sistemas de bajas presiones y los frentes fríos (Retana, 2012). Los huracanes Joan en 1988, César en 1996 y Mitch en 1998,

además de las tormentas tropicales Alma en el 2008 y Tomás en el 2010, causaron pérdidas de vidas humanas y grandes daños a la infraestructura nacional (Alfaro y Quesada-Román, 2010).

Por otro lado, el país es particularmente afectado por el Fenómeno ENOS (El Niño Oscilación del Sur), el cual es un ciclo con episodios cálidos, neutros y fríos que varían en el orden de 2 a 10 años comúnmente alternando con periodos fríos (Glantz, 2005). El Fenómeno ENOS juega un rol determinante en el número de tormentas que se desarrollan en el mar Caribe, ya que durante el Niño la cortante vertical del viento aumenta y disminuye el desarrollo de posibles ciclones tropicales, lo que aumenta las precipitaciones por frentes fríos en la vertiente Caribe durante estos periodos, no obstante, durante la Niña, el número de ciclones tropicales tienden a aumentar así como las precipitaciones en la vertiente pacífica dada la alimentación de estos fenómenos atmosféricos (sistemas de baja presión e incluso ciclones tropicales) que al chocar contra los sistemas montañosos transversales que cruzan el país favorece la precipitación en las secciones medias de la vertiente pacífica y tienen directa asociación con la incidencia de eventos hidrometeorológicos (Taylor y Alfaro, 2005).

METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo mediante la consulta de la base de datos de DesInventar, la cual se caracteriza por registrar pérdidas y daños de diversas magnitudes originados por la ocurrencia de eventos naturales o antrópicos, esta base de datos registra desde los grandes desastres que tiene un impacto internacional, hasta los pequeños y medianos desastres para los cuales los gobiernos locales estuvieron en capacidad de responder y que por lo general son invisibles en los medios de comunicación y que casi nunca trascienden a escala nacional o internacional (UNISDR, 2013). Esta base de datos es pública y tiene datos de Costa Rica desde 1968, además se accede en el sitio <http://www.desinventar.org> (última visita el 2 de agosto de 2016).

La base de datos DesInventar está estructurada por la fecha de registro, el tipo de evento, la localización a la mayor escala de detalle (municipio o incluso distrito), el lugar, la fuente, las observaciones del evento. Por otro lado registra el número de muertos, desaparecidos, heridos,

víctimas, afectados, evacuados, relocalizados, casas destruidas, casas afectadas, hectáreas de cultivos y plantaciones forestales afectadas, rutas de comunicación afectadas, centros de educación afectados, centros de salud afectados, cabezas de ganado afectadas, pérdidas en moneda local, pérdidas económicas en dólares, otras pérdidas, sectores públicos afectados (transporte, comunicaciones, instalaciones de organizaciones de ayuda, acueductos, alcantarillado, educación, energía, industria, salud, otros), duración del evento, magnitud del evento, tipo de causa, y observaciones de la causa (LA RED, 2016).

Para el caso de Costa Rica esta información es de carácter oficial, ya que fue suministrada por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgo y Atención de Emergencias (CNE), así como informes periodísticos del Periódico La Nación.

Dado el número de variables de información que consta DesInventar para esta investigación únicamente se consideraron las siguientes.

Tipos de eventos analizados: inundaciones, lluvias y avenidas torrenciales. Variables de análisis: pérdidas de vidas humanas, personas afectadas, viviendas destruidas y viviendas dañadas.

A partir de dichas variables se muestra estadísticamente cuales han sido por año las afectaciones por tipo de eventos y cuantas las pérdidas de vidas humanas, personas afectadas, viviendas destruidas y viviendas dañadas para el periodo 2000-2015.

A partir de ello mediante la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se identifica cuáles fueron las provincias y cantones más afectados por los eventos hidrometeorológicos durante los quince años de análisis de acuerdo con sus características de exposición ante amenazas naturales y las condiciones de vulnerabilidad que han creado a lo largo de su historia.

También se muestra estadísticamente cuáles fueron años y los meses donde se presentaron mayor cantidad de sucesos de desastre asociados con los fenómenos climáticos que generaron esos escenarios

de impacto, como lo son el Fenómeno de la Niña, anomalías regionales, ciclones tropicales, frentes fríos y sistemas de baja presión.

Por último, el trabajo hace un análisis sobre el papel del ordenamiento territorial en la gestión del riesgo de desastres en Costa Rica, dado el marcado aumento en las últimas décadas del impacto de eventos hidrometeorológicos que inciden con pérdidas de vidas humanas y el constante crecimiento del monto total de pérdidas económicas anuales.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Costa Rica con un área total de 51 100 km² se encuentra en la región centroamericana, limita al norte con Nicaragua, al sureste con Panamá, al oeste con Océano Pacífico y al este con el Mar Caribe. Posee dos estaciones climáticas definidas, el verano que va desde diciembre hasta abril y el periodo lluvioso que va desde mayo hasta noviembre.

Administrativamente se divide en siete provincias que son San José, Alajuela, Heredia, Cartago, Guanacaste, Puntarenas y Limón, tal como se puede apreciar en la Figura 1. De acuerdo con el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) al año 2011 contaba con una población de 4 738 000 habitantes.

Asimismo sus actividades económicas están ligadas principalmente a las actividades turísticas y agropecuarias. Calderón (2005) señala que la actividad turística es la primera fuente generadora de divisas para el país, ya que aporta más de mil millones de dólares por año, lo cual representa el 8% del Producto Interno Bruto y un 20,5% de las exportaciones del año 2002, convirtiéndose en la segunda actividad productiva en atracción de inversiones en el país. Para el año 2015 se generaron \$2.882 millones por concepto de turismo, lo cual representa un crecimiento del 5,45% con respecto al año 2014 (Barquero, 2016).

Para el caso de la actividad agropecuaria, el censo agropecuario del año 2014 realizado por el INEC señala que el país tiene sembrados con cultivos permanentes un total de 557 8886 hectáreas, donde destaca el café, seguido por la palma aceitera, la caña de azúcar, el banano y la piña.

En cuanto a la producción pecuaria el país tiene 1 278 817 cabezas de ganado vacuno, de las cuales 428 844 están en la provincia de Alajuela, 281 500 en Guanacaste y en San José 110 388. El 42,1% del hato de vacunos es para la producción de carne, que se ubica principalmente en la provincia de Guanacaste, esta tiene 145 346 animales de este tipo. El ganado de doble propósito y el que es para la producción de leche representan el 32,0% (INEC, 2014).

Según datos de la CEPAL para el año 2011 las actividades agropecuarias aportaron el 6,1% del PIB a nivel nacional, siendo este uno de los sectores que más divisas genera (Lacayo, 2011).

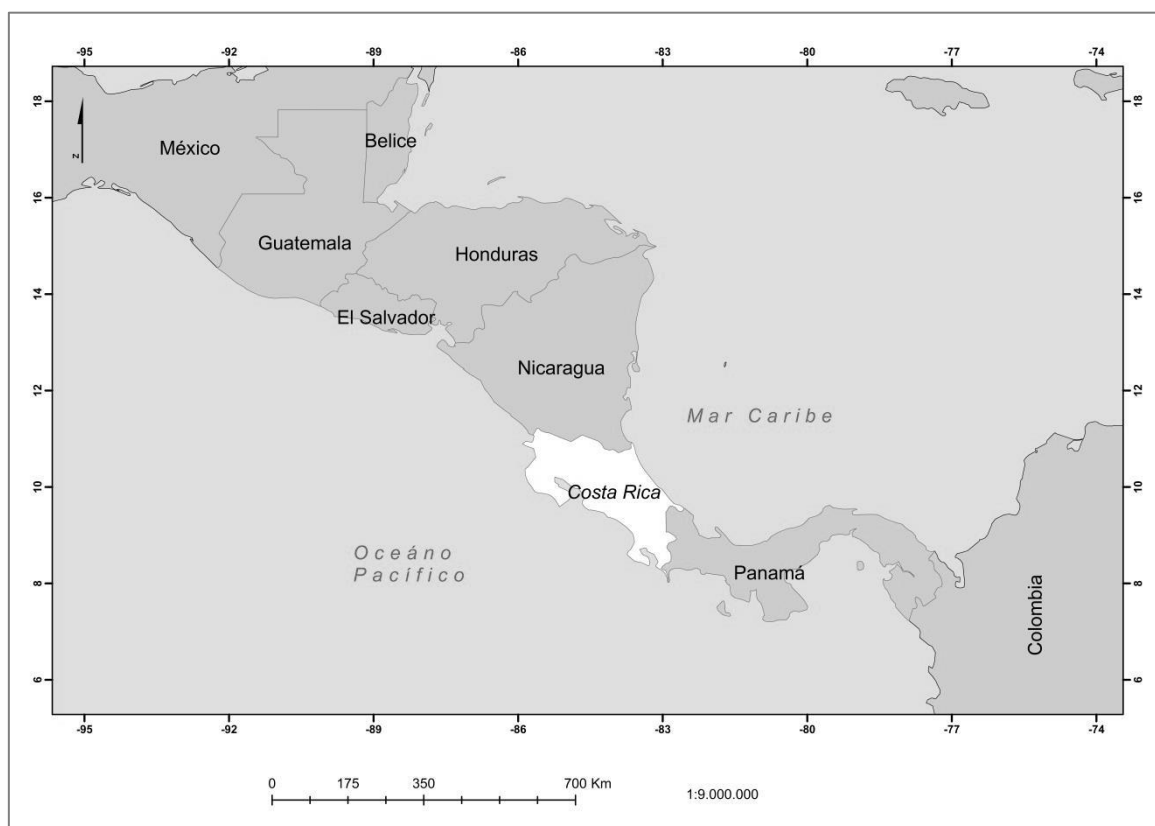


Figura 1. Ubicación geográfica de Costa Rica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Climatología regional y local durante el periodo 2000-2015

Costa Rica se encuentra en el Trópico de Cáncer, sus climas varían de acuerdo a su latitud y altitud, la presencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la influencia de los vientos alisios, la recurrencia de ciclones tropicales y los periodos atemporales de la Niña y el Niño, por mencionar algunas variables de relevancia. Las temperaturas mayores a 18 °C son características, una oscilación térmica diaria amplia con cambios de temperatura importantes que favorecen los procesos adiabáticos de precipitación, donde llueve durante todo el año en la vertiente del Caribe y de abril a noviembre en la vertiente del Pacífico (Solano y Villalobos, 2001).

Los principales sistemas montañosos al orientarse NW-SE, dividen al país en dos vertientes hidrometeorológicas con características diferentes y se conocen como Pacífico y del Caribe. La primera presenta condiciones secas de uno a seis meses al año y en la segunda llueve durante todo el año.

En el Pacífico-norte los promedios anuales de temperatura varían de 22° hasta por encima de los 28° C y la precipitación no supera los 2 000 mm anuales. En la porción Pacífico-sur, la lluvia sobrepasa los 3 000 mm y se presenta de mayo a noviembre, con un pequeño periodo de estiaje durante julio, conocido como veranillo o canícula. Entre agosto y octubre se intensifica el periodo lluvioso debido a la influencia de ciclones tropicales.

En la vertiente Caribe llueve todo el año, los promedios anuales de temperatura varían entre 12° (terrenos con altitud mayor a 1 000 msnm) y los 28 °C (superficies cercanas al nivel del mar: planicies). La precipitación fluctúa entre 2 000 y más de 8 000 mm al año y está presente todo el año, hay que hacer notar que no existe una marcada canícula, en esto tiene que ver la influencia de las lluvias estacionales y los frentes fríos (IMN, 2008).

A lo largo de los dieciséis años de estudio (2000 - 2015) sobre la incidencia de eventos hidrometeorológicos en Costa Rica, se determinó que los años que presentaron mayores afectaciones en el país, con especiales repercusiones económicas y sociales, en orden de afectación fueron: 2007, 2010, 2008, 2011 y 2005.

Para el año 2007, se presentaron condiciones moderadas del Fenómeno de la Niña durante 12 meses entre Julio de 2007 y Julio de 2008 (NOAA, 2016). Por lo tanto, durante junio de 2007 se presentaron cerca de 126 inundaciones producto de las ondas tropicales 12 y 13, principalmente en las provincias de Heredia, Alajuela, San José y Cartago.

Durante los meses de julio y octubre se presentaron constantes lluvias superiores al promedio debido a sistemas de baja presión y temporales, afectando especialmente a la vertiente pacífica del país, donde se localiza la provincia de Puntarenas.

A partir de noviembre de 2007 hasta enero de 2008 se intensifican los frentes fríos afectando en mayor proporción a los cantones localizados en la vertiente caribe. A partir de abril hasta noviembre de 2008 hubo un aumento en las lluvias producto de sistemas de baja presión y del promedio de las precipitaciones afectando en mayor medida la vertiente pacífica costarricense.

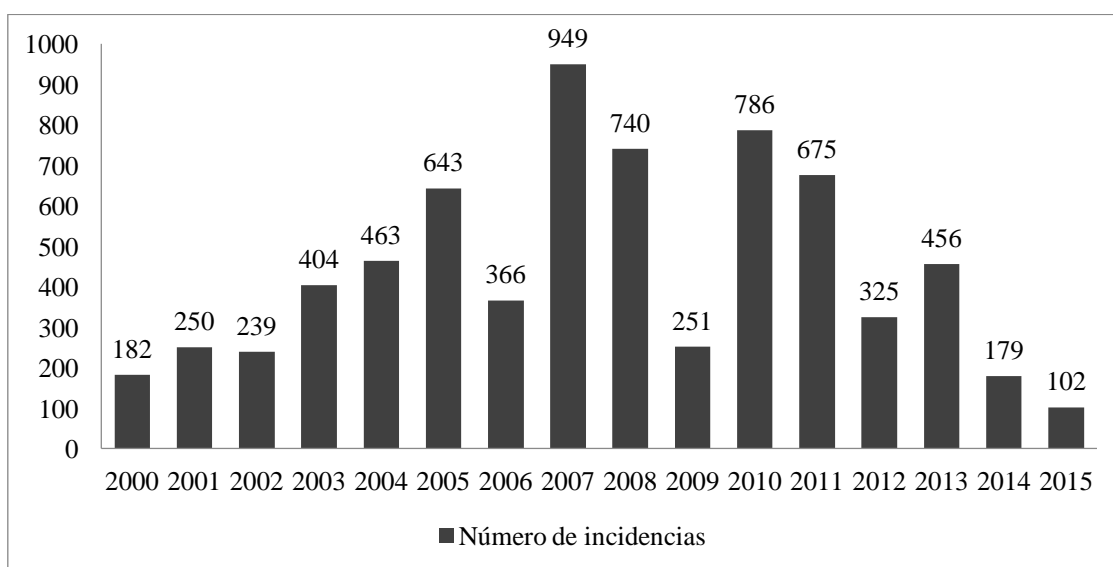


Gráfico 1. Incidencia de eventos por año, periodo 2000-2015. Fuente: Propia, a partir de base de datos DesInventar, 2016.

Durante junio de 2010 y mayo de 2012 se mantuvieron anomalías de temperatura inferiores al promedio, asociadas con un Fenómeno de la Niña moderado (NOAA, 2016). Estas condiciones favorecieron el desarrollo de sistemas de baja presión y la onda tropical número 8 entre finales de mayo y junio de 2010. Además, en ese mismo año, se presentaron lluvias torrenciales que afectaron el país durante junio y noviembre, en especial a finales de setiembre con el embate de la tormenta tropical Nicole y el huracán Tomás a inicios de octubre del mismo año.

Durante diciembre de 2010 y enero de 2011 fueron constantes los impactos por frentes fríos, anticiclones y vaguadas provenientes del mar Caribe. Durante la época lluviosa de 2011 (mayo a noviembre), fueron constantes las precipitaciones extraordinarias y en algunos casos estuvieron asociadas a sistemas de baja presión, y en octubre de 2011 con especial impacto la depresión tropical n°12; mientras que en el mes de diciembre la región caribe fue afectada por un sistema de baja presión. La incidencia de desastres de origen hidrometeorológico descende considerablemente durante 2012, lo que se refleja en la sumatoria de eventos.

Por su parte el año 2005 se registraron un total de 643 incidencias por eventos climatológicos, las cuales estuvieron asociadas a fuertes lluvias producto de la influencia de ciclones tropicales provenientes del Pacífico y del Atlántico, para ello Rosengaus y Hernández (2005) señalan que para este año se generaron 46 ciclones, 16 en el Pacífico y 30 en el Atlántico. Fenómenos que generaron una mayor intensidad de las lluvias en el país.

Es importante también tomar en cuenta que años con poca incidencia de casos de eventos hidrometeorológicos como el periodo 2002-2004, 2006 y durante el 2015 fueron años donde la influencia del Fenómeno del Niño fue superior al promedio de las anomalías de la temperatura. En los casos de los años 2001, 2012, 2013 y 2014, estos tuvieron variaciones en sus temperaturas promedio poco apreciables y por lo que no se asocian con la influencia de los fenómenos de la Niña ni del Niño (NOAA, 2016).

Cabe resaltar que la incidencia de eventos hidrometeorológicos no es constante a lo largo del año dadas las condiciones climatológicas del país, con una marcada época lluviosa durante abril y noviembre en la vertiente pacífica y continuas lluvias a lo largo del año en la vertiente caribe. Durante el periodo 2000 y 2015 se determinó que solamente entre setiembre y octubre se concentran cerca del 35% de los casos de eventos hidrometeorológicos en Costa Rica, provocados por fenómenos atmosféricos asociados a la temporada de lluvias, los sistemas de baja presión y la influencia tanto directa como indirecta de ciclones tropicales en la vertiente pacífica y cuya afectación es constante en las áreas de mayor densidad poblacional, tal como en el Gran Área Metropolitana (GAM) y otros cantones periféricos de importancia poblacional.

Es consecuente con la climatología del país el marcado aumento de los incidentes de origen hidrometeorológico una vez iniciada la época lluviosa, claramente identificado en los meses de mayo y junio. Por otro lado, es de resaltar el mes de diciembre, donde el hecho de su incidencia está asociado al inicio del invierno en el Hemisferio Norte, el empuje de frentes fríos que representan lluvias en la vertiente caribe.

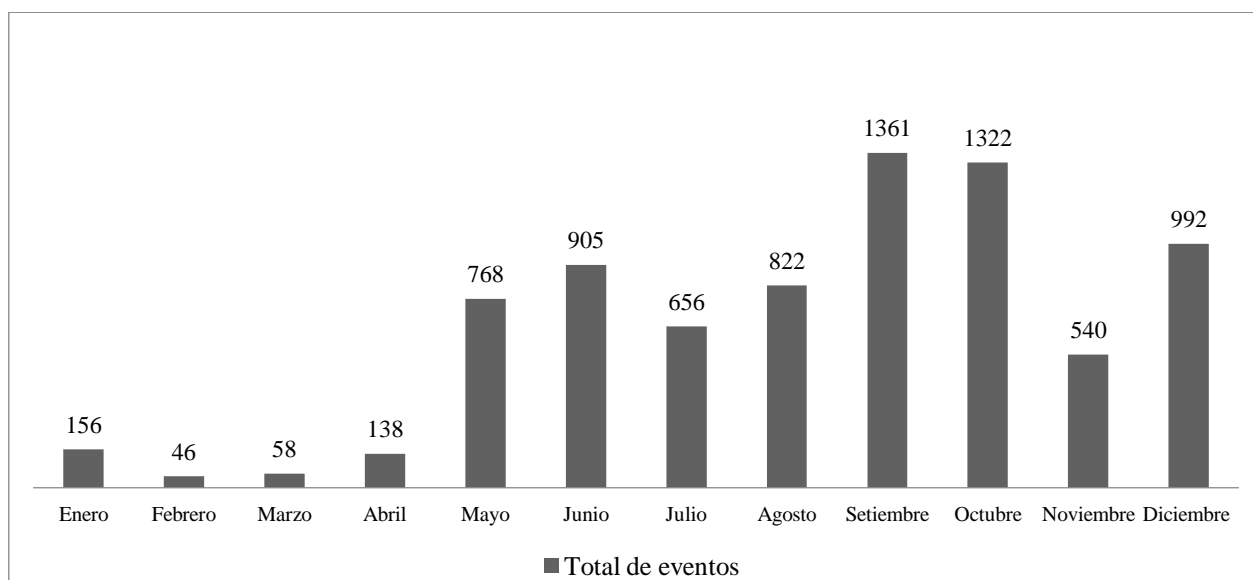


Gráfico 2. Incidencia de eventos por mes, periodo 2000-2015. Fuente: Propia, a partir de base de datos DesInventar, 2016.

Incidencia de desastres por eventos hidrometeorológicos por cantón

De acuerdo a los datos obtenidos en la base de datos DesInventar se constató que para el periodo 2000-2015 los cantones que tuvieron más afectaciones por eventos hidrometeorológicos fueron Alajuela con 393, Desamparados con 376, San José con 292, Golfito con 264, seguido de Puntarenas, Cartago y San Carlos con 249, 230 y 213 eventos respectivamente. Las afectaciones que se han dado en los cantones de Alajuela, Desamparados, San José y Cartago corresponden a territorios urbanos ubicados en la Gran Área Metropolitana (GAM), se debieron principalmente al ineficiente sistema de alcantarillado, así como al desbordamiento de ríos y quebradas.

Esta condición se asocia a la falta de planificación del alcantarillado público, el inadecuado manejo de los desechos sólidos así como de las aguas residuales, la impermeabilización de los suelos y la falta de zonas verdes suficientes para permitir la infiltración natural de las aguas pluviales, factores principales causantes de los desastres ligados a eventos hidrometeorológicos en la geografía urbana del país (Quesada-Román, 2015). El Vigésimo primer Informe Estado de la Nación (2015) indica que para el caso de los cantones que conforman la GAM, las condiciones que transforman los eventos naturales en desastres tienen que ver con las condiciones de vulnerabilidad que se han incrementado en la últimas décadas, debido al crecimiento de la población urbana, la presión constructiva, la demanda de nuevos servicios e infraestructura, el desarrollo de anillos de pobreza y tugurios, así como a la débil o inexistente planificación del territorio.

Al norte del país, el cantón San Carlos presentó un total de 213 eventos en un periodo de 15 años, estos eventos estuvieron ligados a fenómenos tales como sistemas de baja presión, frentes fríos o lluvias intensas que a su vez generaron la crecida de algunos ríos tales como el río San Juan, río Ojoche, río San Carlos, río Peñas Blancas y río Fortuna, así como algunas quebradas y en menor proporción por el colapso de alcantarillas. Otros cantones que también se han visto afectados por eventos hidrometeorológicos y que se ubican también en el sector Caribe del país, fueron específicamente Pococí, Siquirres, Matina y Limón, cuya incidencia de eventos se ubicó entre 125 y 200 registros.

En estos cantones que colindan con el Mar Caribe, las afectaciones por eventos hidrometeorológicos se deben principalmente al desbordamiento de los ríos, asociado a la geomorfología de la zona, la cual se compone de llanuras aluviales extensas que están vinculadas con los ríos Chirripo, Tortuguero, Reventazón, Pacuare, Matina, Madre de Dios, Moín, Banano, Bananito, La Estrella y Sixaola, los cuales nacen en la Cordillera Volcánica Central o la Cordillera de Talamanca.

En el sector Pacífico del país los cantones más afectados fueron Puntarenas y Golfito, los cuales reportaron 248 y 264 eventos respectivamente, las afectaciones en ambos municipios se debió principalmente al desbordamiento de los ríos asociado a sistemas de baja presión, fuertes lluvias y la influencia de huracanes, tal como el huracán Thomas en el año 2010. En el cantón de Golfito los ríos que más pérdidas y daños generaron durante este periodo corresponden al río Claro y río Tigre, por ejemplo para el año 2011 debido a las intensas lluvias el desbordamiento del río Claro afectó cerca de 110 familias en los sectores de La Esperanza, Bambel y Coto 63, así como la carretera Interamericana Sur lo cual se debió en gran parte al colapso del dique (Parrales, 2011).

Esta condición histórica de Golfito respecto a las inundaciones se explica por sus características morfológicas de amplias extensiones de terrenos llanos surcados por ríos que como el Coto Colorado y el Esquinas, que tienen un amplio historial en daños provocados por inundaciones (Arroyo, 2011). Para el caso del cantón de Puntarenas las afectaciones estuvieron asociadas al desbordamiento de los ríos Barranca, Pirris, Aranjuez, Lagarto y río Seco, así como el desbordamiento de algunas quebradas.

Por otra parte, 14 de los 81 cantones reportaron entre 73 y 124 incidencias, donde cuatro de ellos se localizan en la provincia de San José al centro del país y dentro de un contexto urbano, correspondientes a Goicoechea, Escazú, Curridabat y Santa Ana, los cuales presentaron entre 90 y 99 eventos. Las afectaciones que se dieron en estos cantones, se debieron en su mayoría al desbordamiento de ríos y quebradas, así como al colapso de los sistemas de alcantarillado, asociados a fuertes lluvias y sistemas de baja presión.

En la provincia de Guanacaste (al NW del país), los cantones de Carrillo y Nicoya reportaron 83 y 120 eventos respectivamente, asociados principalmente al desbordamiento de ríos y quebradas y en menor medida al colapso de sistemas de alcantarillado donde dichos eventos se asocian a sistemas de baja presión, tal como la tormenta tropical Nicole en el año 2010.

Por otro lado, 20 cantones reportaron menor cantidad de eventos, los cuales estuvieron entre 38 y 72 incidencias para el periodo 2000 – 2015, cabe destacar que cinco de ellos se ubican en la provincia de Heredia y corresponden a los cantones de Santo Domingo, Barva, San Rafael, Santa Bárbara y Flores (ubicados en la GAM), cuyas afectaciones estuvieron ligadas al desbordamiento de ríos y quebradas, así como el colapso de alcantarillas, donde los sistemas de baja presión son un factor disparador de estos eventos en dichos cantones.

Las menores incidencias a nivel nacional se presentaron en 26 cantones, los cuales reportaron menos de 37 eventos desastrosos para el periodo 2000 – 2015, localizados en su mayoría en las provincias de San José y Alajuela, siendo los cantones de San Mateo y Los Chiles los que menos incidencias reportaron.

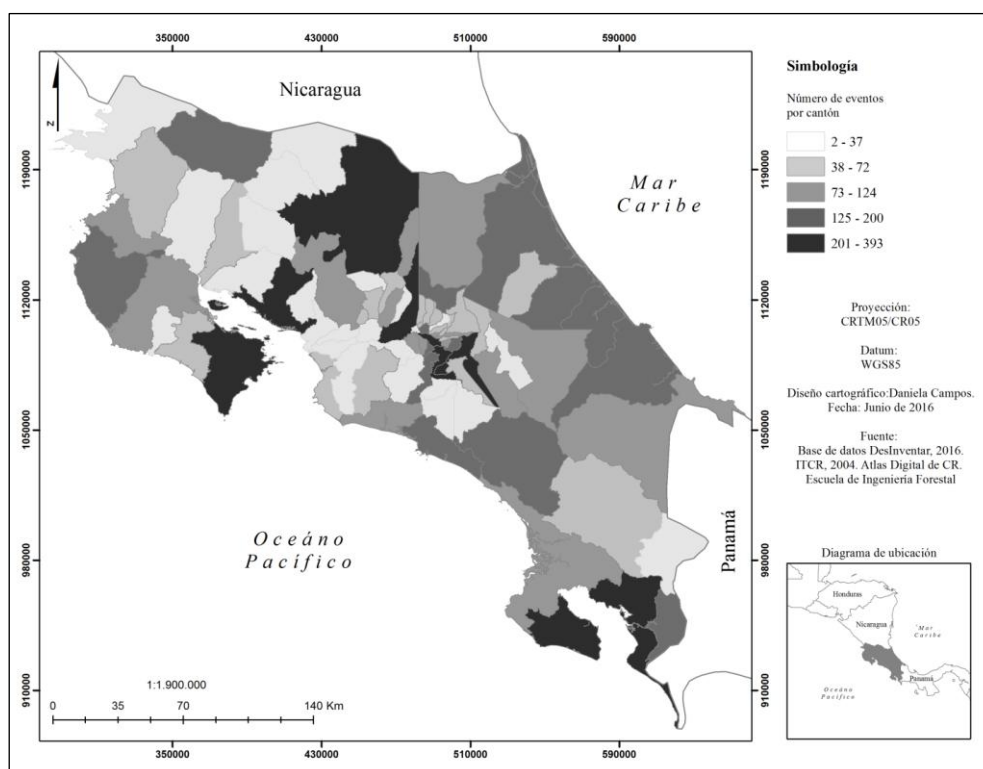


Figura 2. Incidencia de desastres por eventos hidrometeorológicos por cantón, periodo 2000-2015.

Pérdidas de vidas humanas y personas afectadas

De acuerdo con los datos analizados para el periodo 2000-2015, se determinó que 57 de los 81 cantones no registraron pérdidas de vidas humanas a causa de desastres por eventos hidrometeorológicos, 13 cantones reportaron una persona fallecida, cuatro cantones reportaron dos muertes y ocho cantones tuvieron entre tres y cinco fallecidos (Cuadro N°3). Se registraron a nivel nacional un total de 53 personas fallecidas a causa de eventos hidrometeorológicos. A nivel de provincia se puede señalar que la que más fallecidos reportó fue Limón para un total de 13, seguido de Cartago con 12, Puntarenas con 10, Alajuela reportó ocho, San José seis y las provincias que menos fallecidos reportaron fueron Heredia y Guanacaste con dos muertes cada una.

Entre los cantones con mayor número de muertos estuvieron San Ramón y Limón, los cuales presentaron un total de cinco personas cada uno, seguido de los cantones de Oreamuno, Turrialba, Pococí y Talamanca con cuatro fallecidos en cada cantón. Para el caso de San Ramón, los fallecimientos de las cinco personas correspondieron a dos adultos y tres menores de edad, el hecho se dio en el año 2007 a raíz de una crecida de un río, para el caso del cantón de Limón las muertes registradas sucedieron en los años 2000 y 2002 a raíz de las inundaciones producto de frentes fríos (LA RED, 2016).

Provincia	Cantón	Pérdidas de vidas humanas por cantón
Alajuela	Atenas, Grecia, Guatuso, Los Chiles, Naranjo, Orotina, Palmares, Poás, San Mateo, Upala, Valverde Vega y Zarcero	0
	San Carlos	1
	Alajuela	2
	San Ramón	5
Cartago	Alvarado, Cartago, La Unión y Paraíso	0
	El Guarco	1
	Jiménez	3
	Oreamuno y Turrialba	4
Guanacaste	Bagaces, Cañas, Carrillo, Hojancha, La Cruz, Liberia, Nandayure, Santa Cruz y Tilarán	0
	Abangares y Nicoya	1
	Barva, Belén, Flores, Heredia, San Isidro, San Pablo, San Rafael, Santa Bárbara y Santo Domingo	0

	Sarapiquí	2
	Guácimo, Matina y Siquirres	0
Limón	Pococí y Talamanca	4
	Limón	5
	Corredores, Esparza, Garabito, Golfito y Montes de Oro	0
Puntarenas	Aguirre, Coto Brus y Parrita	1
	Buenos Aires y Puntarenas	2
	Osa	3
	Alajuelita, Aserrí, Curridabat, Dota, Escazú, Goicoechea, Montes de Oca, Mora, Moravia, Puriscal, San José, Santa Ana, Tibás, Vázquez de Coronado	0
San José	Acosta, Desamparados, León Cortés, Pérez Zeledón, Tarrazú y Turrubares	1

Tabela 1. Pérdidas de vidas humanas por cantón por eventos hidrometeorológicos, periodo 2000-2015. Fuente:

Propia, a partir de base de datos DesInventar, 2016.

De igual manera para el periodo 2000 - 2015 a raíz de los desastres que se generaron por los eventos hidrometeorológicos se reportaron personas afectadas, donde Desamparados fue el cantón que más casos reportó con un total de 21 931 afectados, siendo este cantón además el que más incidencia de desastres tuvo entre los años 2000 y 2015.

Seguido de Parrita y Talamanca con 8 912 y 8 105 afectados respectivamente, para el caso de Parrita este es uno de los cantones que a nivel nacional presenta una importante recurrencia a inundaciones, prácticamente todos los años, asociado al desbordamiento del río Parrita, que se asocian a fuertes lluvias, sistemas de baja presión, la influencia directa e indirecta del paso de ciclones tropicales y el ascenso de la mar por su cercanía con el Océano Pacífico en el Pacífico Central (Arroyo, 1996; Alfaro y Quesada-Román, 2010).

La ocupación de las planicies de inundación para el desarrollo de actividades agrícolas y el crecimiento urbano en forma desordenada y sin ninguna planificación en estas áreas, así como el lanzamiento de desechos sólidos a los cauces provocan el desbordamiento de ríos y quebradas, a esto se suma la construcción de viviendas cercanas a los ríos en el cantón de Parrita (CNE, 2008).

Talamanca por su parte es uno de los cantones más afectados por inundaciones, asociadas principalmente al desbordamiento del río Sixaola, cuyas aguas inundan hasta más de dos kilómetros de su rivera, afectando así infraestructura tal como viviendas, acueductos y carreteras, al igual que los cultivos. El periodo de menor retorno de esta llanura de inundación ha sido calculado en 2.2 años y las áreas de moderada amenaza podrían tener grandes procesos de anegamiento con afectaciones sobre las actividades humanas provocando pérdidas materiales e incluso humanas en intervalos menores a 20 años (Barrantes y Vargas, 2011).

Los cantones de Sarapiquí y San Carlos al norte del país tuvieron 6 221 y 6 093 afectados respectivamente, para el caso del cantón de San Carlos la mayor cantidad de personas afectadas se dio en el año 2013, correspondiente a 300 habitantes, lo cual se debió al desbordamiento de los ríos La Tigra, Steller y la quebrada Las Viudas (LA RED, 2016).

Otros cantones que presentaron entre 3 102 y 5 675 corresponden a los municipios de Pococí, Siquirres y Limón, así mismo en la provincia de Guanacaste los cantones que reportaron afectados fueron Santa Cruz, Carrillo y Guanacaste. Por su parte en la provincia de Alajuela los cantones de Alajuela y Upala reportaron 5 168 y 3 791 afectados, respectivamente. Es importante señalar que 14 cantones reportaron entre 807 y 3 101 afectados por eventos hidrometeorológicos, entre los que se encuentran Liberia, Cañas, Guácimo, Puriscal y Pérez Zeledón. Entre los cantones que reportaron menos de 800 afectados están Los Chiles, San Ramón, Acosta, Dota, La Unión y San Mateo, siendo estos dos últimos los que menos afectados registraron, para un total de una y diez personas afectadas respectivamente.

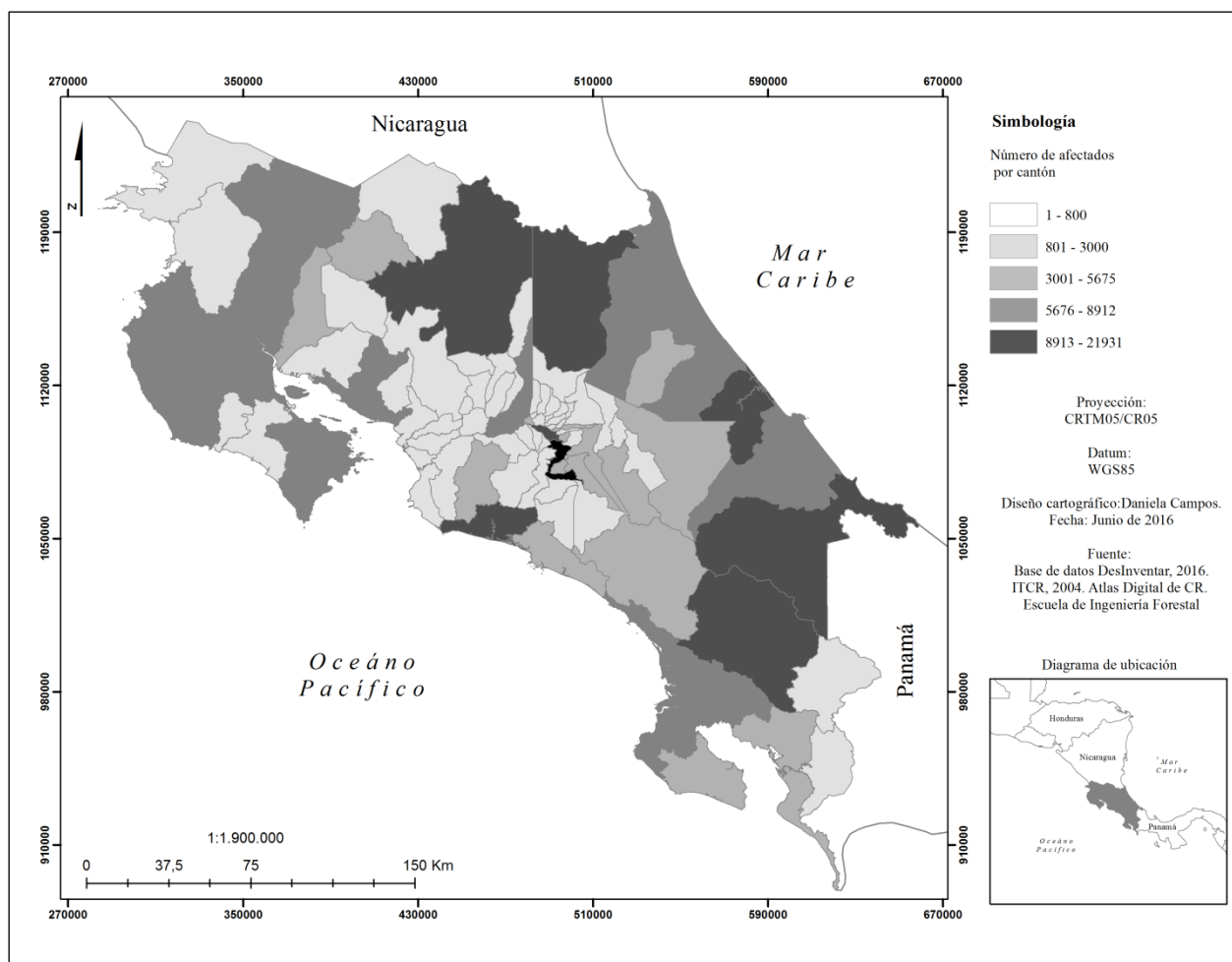


Figura 3. Personas afectadas por eventos hidrometeorológicos por cantón, periodo 2000-2015.

Pérdidas y daños en viviendas

A causa de los eventos hidrometeorológicos para el periodo 2000 – 2015 se reportaron a nivel nacional un total de 459 viviendas destruidas, donde únicamente 43 cantones no reportaron pérdidas en viviendas, por su parte 38 cantones reportaron entre una y 137 unidades habitacionales destruidas. Las provincias de Puntarenas y Limón son las que más pérdidas en cuanto a viviendas reportaron durante el periodo 2000 - 2015, siendo el cantón de Aguirre el que más pérdidas tuvo, con un total de 137 viviendas destruidas.

Cabe señalar que este cantón presentó 136 eventos, los cuales se debieron principalmente al desbordamiento de los ríos, tales como Savegre, Pirrís, Dos Cañas y Matapalo. La CNE (2008),

señala que las inundaciones en el cantón de Aguirre y las afectaciones en infraestructura, tales como viviendas se deben a la ocupación de las planicies de inundación de los ríos, tanto por asentamientos humanos formales como informales, así como a la deforestación de las cuencas altas y medias. Además, las inundaciones en Aguirre no son causadas solamente por la dinámica de ríos como el Savegre y Naranjo, sino que su origen podría deberse a que una extensión considerable de la ciudad de Quepos creció a expensas de un manglar que fue parcialmente rellenado para facilitar un paso del ferrocarril, además de su exposición al ciclo de mareas (Arroyo, 2011).

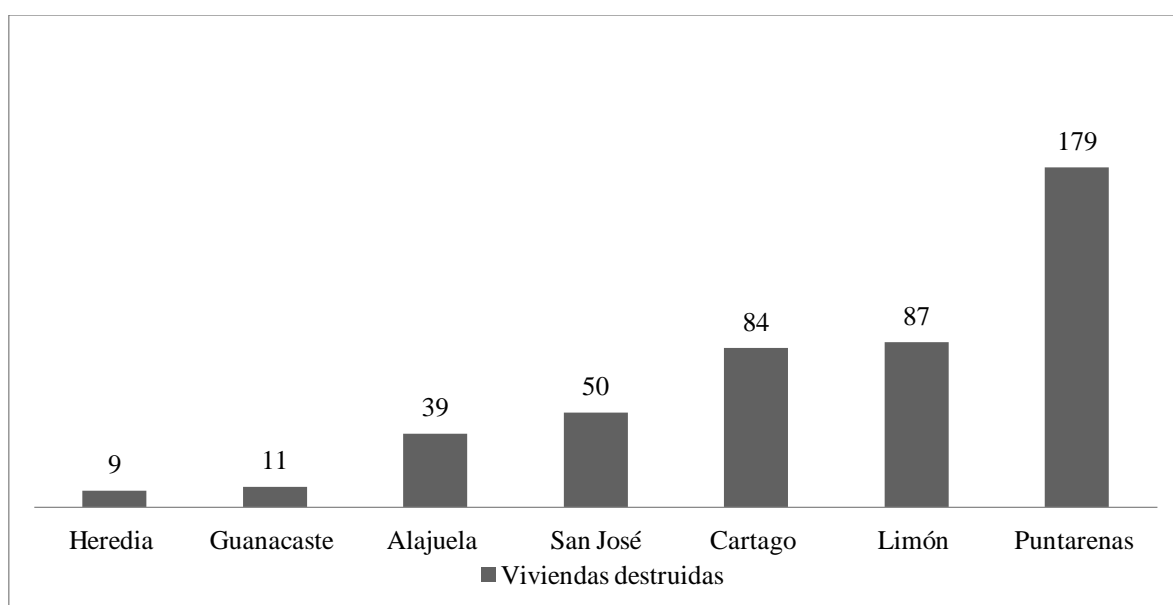


Gráfico 3. Viviendas destruidas por provincia por eventos hidrometeorológicos para el periodo 2000-2015.

Fuente: Propia, a partir de DesInventar, 2016.

Por su parte, en el cantón de Talamanca se contabilizaron 54 viviendas destruidas, siendo esta unidad político-administrativa una de las que más eventos presentaron para el periodo 2000 – 2015, tal como se señaló anteriormente. Cabe mencionar que este territorio presenta recurrencias anuales por inundación, lo cual genera mayores condiciones de vulnerabilidad para la infraestructura, tal como viviendas y áreas de uso agropecuario expuestos a las recurrentes anegaciones. Por otra parte, los cantones que tuvieron entre 13 y 36 viviendas destruidas corresponden a Alajuela, San Carlos, El Guarco, Cartago, Desamparados, Puntarenas, Siquirres y Turrialba. En otros municipios como

Cartago se perdieron 36 viviendas y en menor cantidad en el cantón de Alajuela con un total de 13 viviendas.

Además de las pérdidas en viviendas también se reportaron daños en estas estructuras, se determinó que a raíz de los eventos hidrometeorológicos a nivel nacional un total de 38 982 viviendas fueron dañadas, donde la provincia que más afectaciones presentó fue Puntarenas, seguido de Limón y Guanacaste, por su parte la provincia menos afectada fue Cartago. Puntarenas es la provincia que más daños presentó en viviendas durante el periodo 2000-2015, siendo además los cantones de Golfito y Puntarenas lo que más afectaciones tuvieron, en Golfito se reportaron daños en 6 128 viviendas y para el caso de Puntarenas en 2 048 viviendas. El caso del cantón central de Puntarenas es de llamar la atención, primero por su variedad topográfica que oscila entre relieves de montaña, amplios piedemontes e incluso extensas morfologías litorales, a su vez la vulnerabilidad de los poblados más urbanizados se concentra sobre una flecha de arena de unos 17 kilómetros de largo por 1,5 de ancho en su sección de mayor ensanche, y a un máximo de 5 metros de altitud sobre el nivel medio del mar, los cuales se localicen en sectores de estratos sociales de bajos recursos, con condiciones ambientales frágiles, que colindan con ríos así como la costa y con drásticas pendientes en las zonas de montaña (Arroyo, 2011).

Esto aunado a que ambos cantones presentaron para el periodo 2000 - 2015 gran cantidad de eventos desastrosos, tal como se aprecia en la Figura 1, por lo que se puede deducir que estas unidades administrativas poseen importantes condiciones de vulnerabilidad física ante los eventos hidrometeorológicos, factor que contribuyen al aumento de las condiciones de riesgo y por ende de los desastres.

Por su parte la provincia de Limón ocupa el segundo lugar en cuanto a viviendas dañadas, las cuales se ubican en su mayoría en el cantón de Matina y Limón, para el periodo 2000 – 2015 ambos cantones registraron daños en 1 413 y 1 304 viviendas respectivamente. Caso contrario las provincias de Heredia y Cartago las cuales reportaron el menor número en pérdida de viviendas, siendo los cantones

de ambas provincias los que poseían la menor cantidad de viviendas expuesta a daños por eventos hidrometeorológicos.

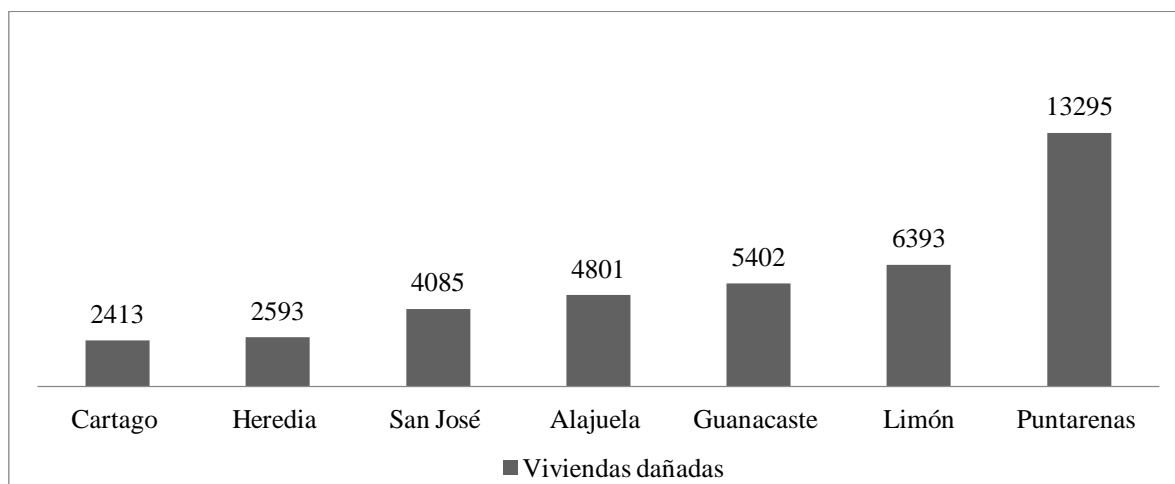


Gráfico 5. Viviendas dañadas por provincia por eventos hidrometeorológicos, periodo 2000-2015. Fuente: propia, a partir de desinventar, 2016.

Los eventos hidrometeorológicos y la gestión del riesgo de desastres en Costa Rica

Las amenazas naturales más recurrentes en Costa Rica son las asociados a eventos hidrometeorológicos en especial las inundaciones. Las pérdidas económicas son cuantiosas por estos procesos, en promedio se estima en unos \$86 millones de dólares estadounidenses en promedio al año, cifra que es aún más preocupante por su efecto acumulativo a lo largo del tiempo lo que reduce la capacidad de respuesta del país, y limita el desarrollo local, regional y nacional (Astorga, 2011). Además, esta situación podría afectar delicados sectores económicos como el turístico el cual representa aproximadamente un 5% del PIB, por lo que una mala gestión del riesgo de desastres podría generar inseguridad, el aislamiento y la incomunicación, la no disponibilidad de bienes de consumo primario, la pérdida de calidad de los servicios y del objeto de turismo, la aparición de brotes epidémicos y la escasez de recursos para su control (MIDEPLAN, 2010).

Más preocupante aún es el desconocimiento de los impactos económicos asociados a desastres que ocurren todos los años y no son cuantificados por los entes gubernamentales locales; pérdidas

económicas que afectan la propiedad pública y privada y no son objeto de planes de reparación debido a que se hace hincapié y mayor análisis, en términos monetarios, a eventos con magnitudes e intensidades apreciables en el contexto regional o nacional (Quesada-Román, 2015). Existe una clara tendencia de crecimiento para las siguientes décadas de las afectaciones económicas debido a desastres en Costa Rica. Al tener en cuenta que la mayor cantidad de impactos y pérdidas económicas son de tipo hidrometeorológico, cabe tomar medidas claras por parte del Estado costarricense ante el cambio climático, además de definir políticas claras de reducción de la vulnerabilidad ante los desastres, desde las escalas nacional, regional y local que vinculen las diversas instituciones públicas y privadas involucradas en esta temática (Adamson-Badilla, 2012).

El crecimiento de la población urbana respecto a la rural es una tendencia creciente en Costa Rica a partir de la década de 1980, donde la mayor parte de la población del país se concentra en el Gran Área Metropolitana desde el tiempo de la Colonia debido a la centralización de muchas actividades desde las gubernamentales, educativas, de salud, así como de opciones laborales. Según los censos de población entre 1984 y 2011 se ha experimentado un aumento mantenido al pasar de un 50% del porcentaje de la población urbana a prácticamente tres cuartas partes del total en 27 años (CCP-UCR, 2014). Dada la alta densidad poblacional que se genera por una fuerte demanda y centralización de servicios, se favorece el desarrollo de zonas cada vez más vulnerables en los márgenes de los ríos, tanto cerca de sus cauces como en las laderas que componen sus valles, lo que aumenta la recurrencia de amenazas naturales como las inundaciones y deslizamientos. Muchas de estas urbanizaciones se generan debido a la especulación en el mercado de tierras y el precarismo, lo que fomenta el desarrollo de tugurios y la concentración de estratos sociales económicamente desfavorecidos, los cuales resienten en mayor medida el impacto de los fenómenos naturales (Quesada-Román, 2015).

Muchos de los cantones más afectados entre 2000 y 2015 por eventos hidrometeorológicos, también tienen los índices de densidad poblacional mayores del país, lo que aumenta sus condiciones de riesgo, especialmente en el Gran Área Metropolitana dado al acelerado crecimiento poblacional urbano en las últimas tres décadas, la demanda de servicios e infraestructura pública y privada, la contaminación ambiental, la vulnerabilidad hídrica, el colapso vial de vías principales y secundarias, el desarrollo de

anillos de pobreza y tugurios, así como la vulnerabilidad institucional que no coordina un efectivo ordenamiento territorial a escala nacional, regional y local que contemple la gestión del riesgo de desastres y tenga claridad en las metodologías que definen las condiciones ambientales de cada unidad territorial.

Por otro lado, a pesar que se han realizado importantes avances en los últimos años hacia una estructuración de la legislación sobre ordenamiento territorial y gestión del riesgo de desastres en Costa Rica por medio de la creación de instrumentos como la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT), el Plan Nacional de Ordenamiento Territorial (PLANOT) y el PLAN GAM 2013, además de la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo No. 8488; muchos de los municipios que integran el país no tienen aprobados en totalidad sus planes reguladores (planes de ordenamiento territorial con su vialidad ambiental incluida). La ausencia en la actualidad de una planificación del territorio efectiva y la integración de la variable de gestión del riesgo de desastres en Costa Rica, es un elemento más dentro de la fórmula que conforma el riesgo a desastres del país (Alfaro, 2014).

Es fundamental la creación de una Ley de Ordenamiento Territorial que integre todos los elementos de planificación de los municipios, desde una escala nacional, regional y local; contemplando las cuencas hidrográficas y la Zona Marítimo Terrestre. A su vez, debe integrar a todas las instituciones encargadas del ordenamiento territorial del país, con el claro conocimiento de la variable de gestión del riesgo en todas sus escalas a la hora de realizar zonificaciones. Además se debe mejorar la asesoría municipal, por medio de capacitaciones y compromisos por parte de cada municipio y sus encargados del ordenamiento territorial tomando en cuenta la variable de la gestión del riesgo de desastres a la hora de desarrollar o actualizar sus planes reguladores (Quesada-Román, 2015).

CONCLUSIONES

Los años que tuvieron mayores incidentes asociados a eventos hidrometeorológicos entre el año 2000 y 2015 en Costa Rica estuvieron directamente relacionados con los efectos del Fenómeno de la Niña,

especialmente en 2007, 2010, 2008 y 2011, mientras que los años que reportaron menos casos se vinculan con el Fenómeno del Niño. Los meses de mayor recurrencia fueron setiembre, octubre, diciembre y junio, los cuales se dan en el mayor desarrollo de la época lluviosa, de influencia de sistemas de baja presión ciclones tropicales y frentes fríos.

Para el periodo 2000 – 2015 en Costa Rica se dieron 7665 eventos desastrosos asociados a eventos hidrometeorológicos, tales como inundaciones, lluvias o avenidas torrenciales, los cuales tuvieron mayores repercusiones en cantones urbanos ubicados en la GAM, tales como Alajuela, Desamparados, San José y Cartago. La incidencia de eventos desastrosos en los cantones urbanos como Alajuela y Desamparados se debe principalmente al colapso de los sistemas de alcantarillado, ocasionando así inundaciones urbanas en los sitios afectados, esto a su vez se debe al rezago en materia de planificación territorial y en la falta de obras para la mejora y construcción de sistemas de alcantarillado acorde a la capacidad que se requiere actualmente. Por otro lado, en cantones como Matina, Limón y Talamanca las afectaciones por eventos hidrometeorológicos, principalmente inundaciones asociadas al desbordamiento de los ríos se deben a que estos territorios se ubican en amplias llanuras de inundación por lo tanto las inundaciones son una dinámica propia de estos relieves y la población local así como las actividades agropecuarias asociadas con cultivos como el banano, la piña y los pastos.

Se registraron 53 fallecidos para los 16 años de análisis, se puede señalar que poco más de 3 personas mueren al año por eventos hidrometeorológicos, no obstante el número de personas afectadas es muy elevado, principalmente en aquellos cantones que reportaron gran cantidad de eventos para el periodo 2000-2015, tal como Desamparados, San Carlos y Talamanca, cuyos eventos desastrosos inciden directamente en la población. La mayor cantidad de personas afectadas por eventos hidrometeorológicos durante el periodo 2000 – 2015 se registraron en el cantón de Desamparados, siendo este además el segundo cantón a nivel nacional que más incidencias reportó. La provincia de Puntarenas fue la que reportó la mayor cantidad de viviendas destruidas a causa de eventos hidrometeorológicos, principalmente en el cantón de Aguirre, lo cual señala que en este municipio existen condiciones de vulnerabilidad estructural de las viviendas, las cuales están estrechamente ligadas a su ubicación y tipología de construcción. De igual manera en la provincia de Puntarenas en

el cantón de Golfito se reportaron la mayor cantidad de viviendas dañadas por eventos hidrometeorológicos, siendo esta provincia la que alberga la mayor cantidad de daños y pérdidas en cuanto a viviendas.

El ordenamiento territorial en Costa Rica tiene un rezago de varias décadas que está reflejado en incidencia de desastres, ya que al no existir una legislación clara para planificar y ordenar el territorio, se generan escenarios de riesgo idóneos como el crecimiento urbano sin una restricción en sitios peligrosos, aumento de la vulnerabilidad en todas sus variables tanto sociales, económicas, ambientales, políticas e institucionales; el colapso vial por el ineficiente servicio de transporte público y por supuesto de la degradación del ambiente que pone de manifiesto una problemática a mediano plazo sobre recursos naturales elementales como el agua o el suelo.

REFERÊNCIAS

- ADAMSON-BADILLA, M. Desastres y desarrollo en Costa Rica. In: ADAMSON-BADILLA, M e CASTILLO-FALLAS, F. **Desastres: Costa Rica en el tercer milenio desafíos y propuestas para la reducción de vulnerabilidad**. 1 ed. San José, Costa Rica: Contrastes Vivos de Costa Rica. 2012.
- ALFARO, E.; y QUESADA-ROMÁN, A. Ocurrencia de ciclones tropicales en el Mar Caribe y sus impactos sobre Centroamérica. **InterSedes**, Vol. XI. (22-2010) p. 136-153. 2010.
- ALFARO, D. El Ordenamiento territorial y marino en Costa Rica: pasos a la formalización como política de Estado. Vigésimo Estado de la Nación. **Consejo Nacional de Rectores**. San José, Costa Rica. 2014.
- ARROYO, L.N. Sensores remotos fotográficos: zonificación por inundaciones en las cuencas bajas de los ríos Parrita y Limoncito: una caracterización socioespacial mediante fotos aéreas y mapas. **Revista Geográfica de América Central**, v. 32-33, p. 165-181, 1996.
- ARROYO, L. N. Costa Rica: Análisis de la incidencia espacial de inundaciones y deslizamientos por provincias y cantones, años 2000-2006. **Revista Geográfica de América Central**, v. 47, p. 97-126. 2011.
- ASTORGA, A. Ordenamiento territorial en Costa Rica. Decimoséptimo Estado de la Nación. **Consejo Nacional de Rectores**. 2010.
- BARRANTES, G.; y VARGAS J. La zonificación de amenaza por inundación como herramienta para el ordenamiento territorial en el valle del Río Sixaola. **Revista Geográfica de América Central**, v. 46, p. 67-85. 2011.
- BARQUERO, M. País logra récords en divisas y visitantes por el turismo. **Periódico La Nación**. URL: http://www.nacion.com/economia/indicadores/Pais-records-divisas-visitantes-turismo_0_1536846337.html. acceso em: 2016.

CALDERÓN, M. El turismo como promotor del crecimiento económico costarricense. **Revista Parlamentaria Digital**. v. 13, n. 2. 2005. URL: <http://web.archive.org/web/20090223102324/http://www.asamblea.go.cr/biblio/revista/revista/vol13-no2-ago2005/el%20turismo%20como%20promotor-MarioCalderon.html>.

CRED, Centre for Research on Epidemiology of Disasters – UNISDR, United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **The human cost of weather-related disasters (1995-2015)**. 30 pp. 2015.

CNE, Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. **Atlas de amenazas naturales de Costa Rica**. San José, Costa Rica. 2008. URL: <http://www.cne.go.cr/>

IMN, Instituto Meteorológico Nacional. **Atlas Climático Interactivo**. San José, Costa Rica. 2008.

INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. **Censo de población año 2011**. URL: <http://www.inec.go.cr/censos/censos-2011>

INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. **Censo agropecuario año 2014**. URL: <http://www.inec.go.cr/censos/censo-agropecuario-2014>

CCP-UCR, Centro Centroamericano de Población - Universidad de Costa Rica. InfoCensos. 2004. URL: <http://infocensos.ccp.ucr.ac.cr>

CEPRENAC- UNISDR. **Informe Regional del Estado de la Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres en Centroamérica**. 2014. URL: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/40079>

GLINTZ, M.H. Climate Affairs. Oliver, J. (Ed.). **Encyclopedia of world climatology**, Springer, 854 pp. 2005.

LA RED. DesInventar. 2016. URL: <http://online.desinventar.org/>

LACAYO, L. **En resto de Centroamérica lidera la manufactura. Sector agropecuario predomina en la economía**. El Nuevo Diario.com. 2011. URL: <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/289479-sector-agropecuario-predomina-economia/>

MIDEPLAN, Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. **El impacto económico de los eventos naturales y antrópicos extremos en Costa Rica, 1988-2009**. San José, Costa Rica. 2010.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration. **Cold and Warm Episodes by Season**. National Weather Service. Climate Prediction Center. 2016. URL: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

ROSENGAUS, M.; y HERNÁNDEZ, A. **Resumen de la temporada de ciclones tropicales 2005**. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica - Servicio Meteorológico Nacional. 2005. URL: <http://smn.cna.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2005.pdf>

UNISDR. **Impacto de los desastres en América Latina y El Caribe 1990-2013**. 2014. URL: <http://eird.org/americas/docs/impacto-de-los-desastres-en-america-latina-y-el-caribe-1990-2013.pdf>

PARRALES, F. Desbordamiento de río Claro afectó a 110 familias en Golfito. **Periódico La Nación**. 2011. URL: http://www.nacion.com/sucesos/Desbordamiento-Claro-afecto-familias-Golfito_0_1225077631.html

PROGRAMA ESTADO DE LA NACIÓN EN DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE. Vigésimo primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. 2015. URL: <http://www.estadonacion.or.cr/21/assets/pen-21-2015-baja.pdf>

QUESADA-ROMÁN, A. Implicaciones en la gestión del riesgo de desastres y ambiente en el Valle Central en los últimos treinta años (1985-2015). Informe Final. Vigésimo primer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. 2015.

RETANA, J. Eventos hidrometeorológicos extremos lluviosos en Costa Rica desde la perspectiva de la adaptación al cambio en el clima. **Revista de Ciencias Ambientales**, v. 44, p. 6-16. 2012.

SOLANO, J.; y VILLALOBOS, R. Aspectos Fisiográficos aplicados a un bosquejo de Regionalización Geográfico - Climático de Costa Rica. **Tópicos de Meteorología y Oceanografía**, v. 8, p 26-39. 2011.

TAYLOR, M.; y ALFARO, E. Climate of Central America and the Caribbean. Oliver, J. (Ed.). Encyclopedia of world climatology, Springer, 854 pp. 2005.

UNISDR. **Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastres**. Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra, Suiza: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR). 352 pp. 2015.