

SISTEMA DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN PANAMÁ



DIAGNÓSTICO DE ÁREAS PROPENSAS A INUNDACIONES EN PANAMÁ

2022

Initiative for Climate Action Transparency - ICAT

DIAGNÓSTICO DE ÁREAS PROPENSAS A INUNDACIONES EN PANAMÁ

Deliverable # 2.1.2

Authors

Ministerio de Ambiente, Republica de Panama

June 2022

DISCLAIMER

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise, for commercial purposes without prior permission of UNOPS. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of UNOPS as the source. In all cases the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of UNOPS.

PREPARED UNDER

The Initiative for Climate Action Transparency (ICAT), supported by Germany, Italy, the Children's Investment Fund Foundation and the ClimateWorks Foundation.

Supported by:

 Federal Foreign Office

 **IKI** INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

 **CIFF** CHILDREN'S INVESTMENT FUND FOUNDATION

 MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

 **climateworks** FOUNDATION

on the basis of a decision by the German Bundestag

The ICAT project is managed by the United Nations Office for Project Services (UNOPS).



Índice

1. Abreviaturas.....	3
2. Introducción.....	5
3. Antecedentes.....	6
4. Marco Conceptual.....	7
4.1. Definición de inundaciones.....	7
4.2. Tipos de inundaciones.....	7
4.3. Marcos regulatorios en temas de inundaciones.....	8
5. Situación de datos a nivel nacional.....	9
5.1. Identificación y mapeo de los datos.....	9
6. Proceso de presentación de los informes, funciones y responsabilidades de los interesados 11	
6.1. Metodologías.....	11
7. Estudio piloto para el diagnóstico de las zonas propensas a inundaciones por tormentas ciclónicas y aumento del nivel del mar.....	18
7.1. Justificación.....	18
7.2. Análisis económico, ambiental y social del área de estudio Volcán y Cerro Punta	19
7.3. Limitaciones para el diagnóstico de zonas propensas a inundaciones.....	20
8. Casos de Estudio: Distrito de Arraiján, Panamá.....	23
9. Fortalecimiento de los indicadores Sistema M&E.....	25
10. Conclusión.....	26
11. Recomendaciones.....	27
12. Bibliografía.....	28
13. Anexos.....	31

1. Abreviaturas

- **CDNI:** Primera Actualización de la Contribución Determinadas a Nivel Nacional
- **ETESA:** Energía de Transmisión Eléctrica S.A
- **FVI:** Índice de vulnerabilidad a inundaciones
- **IPCC:** Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
- **GLOF:** Inundaciones por Desbordamiento de Lagos Glaciales
- **EDAN:** Evaluación de Daños y Necesidades
- **CEPRENAC:** Centro de Prevención de Desastres en América Central
- **MIDA:** Ministerio de Desarrollo Agropecuario
- **SIG:** Sistema de Información Geográfica
- **SINAPROC:** Sistema Nacional de Protección Civil

Resumen Ejecutivo

Los cambios en el clima son rápidos, generalizados y cada vez más intensos. Si no se controla, el cambio climático afectará todos los aspectos de la vida humana y del mundo natural, lo que provocará pérdidas y daños cada vez mayores. (OCDE, s.f.)

Las inundaciones al igual que otros eventos meteorológicos extremos involucran una serie de factores en competencia que pueden afectar su frecuencia e intensidad y pueden surgir durante todo el año, en todas las regiones del mundo. Las causas principales que contribuyen al desarrollo de inundaciones se ven orientadas a la precipitación, el deshielo, la topografía y la humedad del suelo, esto dependiendo del tipo de inundación (Shao, 2022)

Se proyecta que las inundaciones costeras seguirán aumentando a medida que incremente el nivel del mar. El derretimiento de los glaciales y las capas de hielo agregan volumen al océano, y el agua se expande a medida que se calienta. Por otra parte, las inundaciones repentinas seguirán aumentando a medida que haya más eventos de precipitación extrema. Las temperaturas más cálidas aumentan la evaporación, poniendo más humedad en la atmosfera que luego se libera en forma de lluvia o nevada (Shao, 2022).

A través de su historia, Panamá, es un país potencialmente vulnerable a la ocurrencia de eventos extremos. Adicional, de acuerdo al Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015 – 2050 se identifican a las inundaciones producto de las lluvias intensas como y a la sequía como las mayores amenazas hidroclimáticas. (Comité de Alto Nivel de Seguridad Hídrica, 2016).

Por lo antes señalado, se conoce que los sitios con mayor susceptibilidad a inundaciones son aquellos ubicados en las costas del Caribe, destacándose distritos localizados en las provincias Bocas del Toro; mientras, que en el Pacífico se destaca el distrito de Panamá, Tonosí en la provincia de Los Santos (Ministerio de Ambiente de Panamá , 2018).

Es relevante resaltar que existen otros sitios susceptibles a inundaciones al combinarse con factores de exposición ante crecida de los ríos y aumento de las mareas o nivel del mar, los cuales también son de consideración al estar asentados en sitios de peligro latente. (Ministerio de Ambiente de Panamá , 2018)

Por otra parte, el paso de los huracanes como ETA e IOTA en el año 2020 ocasionaron desbordamientos de ríos, deslaves y derrumbes en varios puntos del país, siendo la región norte la más afectada, entre las que se encuentran las provincias de Chiriquí, Bocas del Toro y la Comarca Ngäbe Buglé. En consecuencia, la destrucción fue amplia, personas perdieron sus hogares, caminos de producción quedaron intransitables, acueductos comunitarios dañados y decenas de vidas humanas pérdidas (Miranda, 2020).

Ante esta situación, por medio del siguiente documento se busca realizar un “diagnóstico de áreas propensas a inundaciones en Panamá”, presentándose cuatro (4) metodologías que permitan establecer y estimar las zonas que se ven afectadas ante esta amenaza hidrometeorológica; a la vez que proporcione datos para incrementar el alcance y el fortalecimiento de los indicadores de adaptación al cambio climático establecidos en la primera fase del Sistema de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación al Cambio Climático en Panamá.

2. Introducción

La República de Panamá se localiza en el istmo centroamericano, entre las latitudes 7.2° y 9.646°N, rodeada por los océanos Pacífico y Atlántico. Contando con un patrimonio hidrológico extraordinario, sustentado por una precipitación media anual de 2,924 litros de lluvia por metro cuadrado; con más de 500 ríos que surcan nuestro territorio y que se traducen en 52 cuencas hidrográficas proporcionando una disponibilidad de agua de 119 mil millones de metros cúbicos.

Panamá es probablemente uno de los mejores ejemplos a escala global de un país de carácter netamente hídrico. Donde el manejo del agua es clave para el funcionamiento socioeconómico y ambiental del país (Comité de Alto Nivel de Seguridad Hídrica, 2022).

El clima de Panamá se caracteriza por ser un clima tropical controlado, principalmente, tanto por el paso de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) como por el de ciclones tropicales y Ondas del Este (Pérez, 2000). Por su localización, Panamá está expuesto a una serie de eventos extremos tales como ciclones tropicales, tsunamis, fuertes vientos, lluvias torrenciales, eventos de El Niño/La Niña, y fuertes sequías, entre otros.

La contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del IPCC, indica que el cambio climático ejercerá una presión cada vez mayor sobre la producción y el acceso a los alimentos, especialmente en las regiones vulnerables, lo que socavarán la seguridad alimentaria y la nutrición. El aumento de la frecuencia, la intensidad y la gravedad de las sequías, las inundaciones y las olas de calor, y el aumento continuo del nivel del mar aumentarán los riesgos para la seguridad alimentaria (IPCC, 2022)

El Ministerio de Ambiente, a través de la Dirección de Cambio Climático en el año 2021 realizó el lanzamiento del Sistema de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación en Panamá, por medio de un conjunto de Indicadores en base a factores que definen la vulnerabilidad al cambio climático (exposición, impactos sensibilidad y capacidad adaptativa). De este proceso se realizó el levantamiento de veintiún (21) los cuales ayudarán a darle seguimiento a los planes y guías nacionales de adaptación en cada uno de los sectores identificados en la CDN1 permitiendo evaluar, si estos están logrando los resultados y las metas planteadas.

Por medio, del apoyo financiero brindado por la Initiative for Climate Action Transparency (ICAT) que tiene como objetivo ayudar a los países a evaluar mejor los impactos de sus políticas y acciones climáticas, y a cumplir con sus compromisos de transparencia. Se desarrolla el proyecto denominado “Apoyo técnico para fortalecer el sistema de monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático en Panamá” el cual tiene como objetivo general el Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación en Panamá.

En este marco, el presente documento tiene como finalidad la realización de un estudio Piloto de inundaciones para incrementar el alcance de ciertos indicadores por medio de la recolección de datos, donde podemos resaltar el indicador que lleva por nombre “Área de edificaciones ubicadas en la planicie de inundación por tormentas ciclónicas y aumento del nivel del mar”.

3. Antecedentes

Las cifras macroeconómicas de Panamá nos hablan de un país que, en las últimas décadas, ha registrado una de las tasas de crecimiento más altas e impresionantes del continente. El espectacular auge de la industria de la construcción, acompañado del boom inmobiliario, ha convertido a la ciudad en una metrópolis de rascacielos, y, en apariencia, en una de las más modernas ciudades del área centroamericana (Castro C. , 2012).

Panamá es vulnerable ante los efectos del cambio climático, evidenciando desastres producto de amenazas hidro-climáticas como inundaciones, temporada seca más prolongada, que resultan en impactos negativos sobre importantes actividades económicas como la agricultura, el funcionamiento del Canal interoceánico, la producción de energía, las infraestructuras, entre otros (Galindo, 2014). Sumado a esto, el país presenta una alta desigualdad social, que combinada con los efectos del cambio climático pone a sus pobladores en una doble desigualdad y desventaja para enfrentar los impactos (Ibarra, 2020).

Como lo indica Hidrometeorología de ETESA, el sistema climático de Panamá se rige por una temporada lluviosa y una temporada seca, la primera comienza a partir del mes de mayo y dura aproximadamente hasta el mes de noviembre, siendo los meses de octubre y noviembre los más lluviosos.

De acuerdo a estudios del Banco Mundial, 2011 en función de su superficie, Panamá ocupa el puesto 14 entre los países con mayor exposición a amenazas naturales múltiples, con 15% de su área y 12.5% de su población total, expuesta a dos o más amenazas.

Con respecto a la variabilidad climática, durante el periodo 1990 a 2013, en la República de Panamá se registró un total de 2.717 eventos de origen natural; de éstos, el 57% corresponde a inundaciones, el 17% a vendavales o vientos fuertes, el 15% a deslizamientos, mientras que el restante 11% se distribuye en otros eventos. La mayor parte de estos eventos se registraron en las Provincias de Panamá, Chiriquí y Coclé, generando grandes pérdidas económicas. Cabe resaltar, que, dentro de los fenómenos climáticos mencionados, las inundaciones son las que han causado el mayor número de personas afectadas y defunciones en el periodo de estudio 1990 a 2013 (Gordón, 2014).

Por lo general, las inundaciones son consecuencia de fuertes precipitaciones o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras, en áreas adyacentes y sumado a esto la impermeabilización del suelo producto de la urbanización agrava esta situación provocando inundaciones.

Cada día está más expuesta a los efectos del Cambio Climático, por lo tanto, es imprescindible identificar los posibles impactos, aun así, existen mecanismos como estudios y herramientas, para la toma de decisiones que permite una mejor planificación.

4. Marco Conceptual

4.1. Definición de inundaciones

El Sexto Informe del IPCC en su anexo II define inundación como “*El desbordamiento de los límites normales de un arroyo u otra masa de agua, o la acumulación de agua en zonas que normalmente no están sumergidas*”, indica también que las inundaciones pueden ser causadas por lluvias inusualmente fuertes, por ejemplo, durante tormentas y ciclones.¹

En Panamá, el Sistema Nacional de Protección Civil establece que una inundación “*es el aumento significativo del nivel de agua de un río, lago, reserva o región costera. La crecida es una inundación perjudicial de los bienes y terrenos utilizados por el ser humano*”.²

4.2. Tipos de inundaciones

Las inundaciones incluyen las inundaciones fluviales, las inundaciones repentinas, las inundaciones urbanas, las inundaciones pluviales, las inundaciones de alcantarillado, las inundaciones costeras y las inundaciones por desbordamiento de lagos glaciares (GLOF).

4.2.1 Tipos de inundaciones, según La Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN)³

- Por desbordamiento de los ríos (vertientes de planicie): ocurren cuando se presentan intensas lluvias en el origen de la cuenca hidrográfica causando desbordamiento en los ríos.
- Inundaciones súbitas (vertientes de alta pendiente): se da cuando en una localización específica se presentan lluvias torrenciales pudiendo ocurrir o no deslizamientos, esto es debido a la rápida saturación del suelo y falta de absorción, lo que ocasiona una concurrencia total del agua precipitada en el cauce del río.
- Inundaciones en las costas marítimas: son causadas cuando el agua de mar se introduce por áreas expuestas a lo largo de la línea costera.

¹WG2AR6_FD_AnnexII-Glossary_Final (ipcc.ch)

² <https://www.sinaproc.gob.pa/glosario/>

³ USAID. 2008. Evaluación de daños y análisis de necesidades. Manual de Campo

4.3. Marcos regulatorios en temas de inundaciones

Las inundaciones son el tipo de desastre natural más común en el país, por lo cual es fundamental contar con marcos normativos y regulatorios que proporcionen las bases jurídicas de las instituciones para establecer soluciones oportunas ante los desastres ocurridos.

- La Ley N° 23 del 6 de junio de 1995 que aprueba la Convención Interamericana para facilitar la asistencia en casos de desastres, considerando que con frecuencia ocurren desastres, catástrofes y otras calamidades que destruyen la vida y amenazan la seguridad y bienes de los habitantes del continente americano.
- El Decreto Ejecutivo N° 402 del 12 de noviembre de 2002, se creó la Comisión Nacional del Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en Centro América (CEPREDENAC), siendo liderada por el SINAPROC en conjunto con otras instituciones gubernamentales del país. Posteriormente esta misma comisión fue reconocida en 2005 como la Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgo de Desastres.
- Mediante la Ley N°39 de julio de 2004, Panamá aprueba el nuevo convenio constitutivo del Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC), el cual busca fundamentalmente reducir los desastres naturales Centroamérica.

Desde el 2005, Panamá cuenta con un instrumento jurídico relacionados a los desastres naturales por medio de la Ley N°7 del 11 de febrero de 2005 que constituye el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) como estructura permanente para la atención de emergencias o desastres naturales y adicional crea el Centro de Operaciones de Emergencias (COE) que será responsable de promover, planear y mantener la coordinación y operación conjunta para las respuestas a emergencias y desastres.

Al momento de elaboración del presente documento, se encuentra en actualización el Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres 2011 – 2015 el cual fue formulado como una herramienta de planificación operativa de corto y mediano plazo, que permite avanzar y abarcar todas las dimensiones de la gestión reducción de riesgo de desastres en el ámbito nacional.

Finalmente, Panamá ha desarrollado diversos instrumentos de planificación en miras de disminuir y contrarrestar los riesgos por desastres, tales como: Marco Nacional de Recuperación, el cual orienta la intervención de instituciones públicas y privadas de manera organizada en procesos de recuperación post – desastre, la Evaluación del Estado de la Reducción del riesgo de desastres en la República de Panamá, entre otros.

5. Situación de datos a nivel nacional

Panamá cuenta con una base de datos que contiene información mayormente de precipitación y temperaturas administrados por Hidrometeorología de ETESA, la cual constituye un soporte de información climática que ayuda a promover estudios y estimaciones de los impactos climáticos a corto, mediano y largo plazo.

En este sentido a partir de esta información, El Ministerio de Ambiente por medio de la Dirección de Cambio Climático y el Programa de Adaptación a través de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en Panamá del Fondo de Adaptación establece el proyecto del “**Nodo Climático de Adaptación**”, estructurando la base de datos climática de precipitación de ochenta y cuatro (84) estaciones meteorológicas del país.

Con esta información se logró analizar tendencias a través de la herramienta RCLIMDEX para cinco (5) índices de extremos climáticos en una serie temporal desde el año 1988 a 2019, los cuales orientarán los proyectos de adaptación al cambio climático, como por ejemplo en la identificación de los días con precipitaciones extremas los cuales pueden ocasionar inundaciones.

Por otra parte, existe el **Sistema de Inventario de Desastre (DesInventar)**,⁴ que permite ver a los desastres de una escala espacial local, facilita diálogos para la gestión de riesgos entre actores de las diversas instituciones y organizaciones del país. Es una base de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. Para Panamá, la plataforma muestra un conjunto de resultados como “Análisis Preliminar”, obteniendo la base de datos de desastres.⁵

5.1. Identificación y mapeo de los datos

Para el desarrollo del diagnóstico de zonas inundables se revisó información de Panamá disponible en páginas webs y diversos estudios realizados, recopilados en la Tabla 1, además de consultas con el Sistema Nacional de Protección Civil, entidad encargada de brindar apoyo y dar respuesta ante eventos de inundaciones a nivel nacional.

Tabla 1 Documentos consultados para el diagnóstico de inundaciones

Título	Enlace
ArcGIS. Identificación de zonas de riesgo por inundación	https://storymaps.arcgis.com/stories/546b1cc4ad964f6c95a01f722b174bc7
ONU. Evaluación del estado de la reducción del riesgo de desastres en la República de Panamá.	https://www.eird.org/americas/docs/informe-panama-rrd.pdf
Servir.net. Impactos del huracán ETA e IOTA en Panamá-noviembre del 2020.	https://www.servir.net/servir-en-accion/analisis-de-desastres/1134-impacto-del-huracan-eta-en-panama-noviembre-del-2020.html

⁴ <https://www.desinventar.org/>

⁵ <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=pan&lang=ES>

MIDA. Avanzan evaluaciones en las áreas por huracán ETA	https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2021/07/SistemaProductivo-Cafe-Tierras-Altas.pdf?csrt=386214187425845602
UNESCO-DELTARES: Guía de buenas prácticas para la evaluación del riesgo de inundaciones	https://www.preventionweb.net/files/15958_mrc_bestpractiseguidelinesforfloodri.pdf
COPECO-Honduras. Criterios para la evaluación de amenazas por deslizamientos e inundaciones.	https://core.ac.uk/download/pdf/95742911.pdf
DesInventar SENDAI	https://www.desinventar.net/DesInventar/profile/tab.jsp
Inundación Urbana Chiriquí	https://thinkhazard.org/es/report/93669-panama-chiriqui/UF
Tercera Comunicación de Cambio Climático	https://www.pa.undp.org/content/panama/es/home/library/environment_energy/tercera-comunicacion-nacional-sobre-cambio-climatico.html

Fuente: Equipo de Monitoreo y Evaluación, 2022.

Durante consultas con el equipo técnico de SINAPROC, se conoció que por parte de la entidad se estuvo trabajando en una aplicación web para la recopilación de información relacionada a la asistencia brindada luego de un evento extremo, dicha aplicación tenía como finalidad representar mediante información geográfica la ayuda brindada, sin embargo, no se encuentra habilitada por dificultades técnicas.

Por otro lado, el equipo técnico de esta entidad se encuentra en la elaboración de mapa de afectaciones generales a nivel nacional como parte de un proyecto colaborativo entre los países miembros de CEPREDENAC. Actualmente los mapas se encuentran en proceso de construcción almacenados en la plataforma regional CEPREDENAC⁶.

⁶ [Plataforma regional CEPREDENAC](#)

6. Proceso de presentación de los informes, funciones y responsabilidades de los interesados

6.1. Metodologías

Inicialmente, para el establecimiento del diagnóstico de inundación se han identificado cuatro (4) metodologías de estimar las zonas propensas a inundaciones y a las cuales hacemos mención a continuación:

6.1.1 Opción No. 1: Revisión de eventos pasados

Se puede conocer las zonas propensas a inundaciones a través del recuento de eventos extremos ocurridos durante los últimos 30 años, y a partir de cuándo se han intensificado los eventos meteorológicos extremos en el país como se muestra en la Tabla 2

Tabla 2 Recuento de eventos extremos ocurridos en el país los últimos 30 años

N°	Año	Tipo de Evento	Causa	Municipios afectados
1	1990	Fuertes lluvias	Inundación	San Miguelito, Boquete, Colón, Panamá, Arraiján, La Chorrera, Santiago, Boquete.
2	1992	Fuertes lluvias	Inundación	La Chorrera, Santa Fe, Chiriquí Grande, Panamá, Tonosí y Antón
3	1993	Fuertes lluvias	Inundación	Santiago, Panamá, Portobelo, Santa María
4	1994	Fuertes lluvias	Inundación	Chepo, Panamá, Los Santos, Arraiján, La Chorrera, Tonosí, Las Tablas, Chitré, Barú, Pedasí, Penonomé, Pinogana, Bugaba, Antón
5	1995	Fuertes lluvias	Inundación	San Miguelito, Chepo, Santiago, Boquete, Panamá, Olá, Chitré,
6	1996	Fuertes lluvias	Inundación	Changuinola, Chagres, Santiago, Chepo, Barú, Chitré, Colón, Antón, Arraiján, Panamá, Montijo, Tierras Altas, Soná
7	1997	Eventos ENSO	Inundación	Bugaba, Alanje, Santiago, Changuinola, La Chorrera, Panamá, Ocú, Antón, Colón, Tonosí, Chitré, Chepo, Aguadulce, Barú, David, San Miguelito, Tierras Altas, Chitré.
8			Sequía	Panamá, Las Tablas, Alanje
9			Deslizamientos	Chiriquí Grande

10		Huracán Nora	Inundación	Panamá, Los Santos, Ocú y Chitré
11	1998	Fuerte oleaje	Inundación	Chitré
12	2000	Fuentes lluvias	Inundación	Cémaco, Chiriquí Grande
13	2001	Fuentes lluvias	Inundación	Colón, Arraiján, Barú, Colón, Chepigana, Jirondai, Tierras Altas, Kankintú
14	2002	Fuertes lluvias	Inundación	Panamá, Portobelo, Penonomé, San Miguelito
15	2003	Fuertes lluvias	Inundación	Panamá, Montijo, Natá
16	2004	Fuertes lluvias	Inundación	Panamá
17	2007	Fuertes lluvias	Inundación	Natá
18	2008	Fuertes lluvias	Inundación	Los Santos, Capira, Portobelo, San Miguelito, Chagres, Santa Isabel, Panamá, Colón, Changuinola, Boquete, Arraiján, Tonosí, Besiko, Chepo,
19	2009	Fuertes lluvias	Inundación	Kankintú, La Chorrera, Boquete, Natá, Soná, Panamá, Antón, Arraiján, Barú, David
20	2010	Fuertes lluvias	Inundación	Santiago, Changuinola, Macaracas, Alanje, Colón, Chepo, Mariato, Tonosí, Sambú, Aguadulce, Barú, Soná, Mariato, Chepigana, La Chorrera,
21	2011	Fuertes lluvias	Inundación	Soná, Chepigana, Tonosí, Alanje, Bugaba, David, Boquerón, Barú, Besiko, Almirante
22	2012	Fuertes lluvias	Inundación	Tonosí, Mariato, Antón, Chitré, La Pintada, Boquete, Arraiján, La Chorrera, Penonomé, Santa Fe, Barú, Panamá, Changuinola.
23	2013	Fuertes lluvias	Inundación	Santa María, Tonosí, Las Tablas, Remedios, Soná, Boquete, Santiago, Bugaba Barú, Panamá, Cémaco
24	2014	Fuertes lluvias	Inundación	Barú, Tonosí, Jirondai, Kankintú, La Pintada, Penonomé, Tierras Altas
25	2015	Fuentes lluvias	Inundación	Santa Fe, Santiago, Almirante

26	2019	Fuertes lluvias	Inundación	Chagres y Penonomé
27	2020	Fuerte oleaje	Inundación	Donoso

Fuente: Extraído de la Plataforma Desinventar⁷, Equipo M&E, 2022.

Según el recuento de municipios afectados por eventos hidrometeorológicos desde 1990 al 2020 mostrados en la **Tabla 2**, las zonas más vulnerables e impactadas por eventos extremos son:

- Lluvias extremas: Chiriquí (Tierras Altas), Bocas del Toro, Ciudad de Panamá, Panamá Oeste y Darién.
- Sequías: Arco seco (Los Santos).

6.1.2 Opción No. 2: Estudios de caso o información cartográfica

La segunda estimación de zonas propensas a inundaciones es posible realizarse a través de estudios topográficos y geomorfológicos apoyados de herramientas para el análisis de información geográfica, a través de los cuales se pueden establecer las zonas de drenaje con la finalidad de mostrar una visión de aquellas zonas que presentarían vulnerabilidad según la capacidad de llenado que tengan. Dada la magnitud y precisión de los datos se requiere contar con la información previa a la elaboración del estudio o al menos la delimitación de las zonas para el levantamiento de los datos y contar con el equipo técnico y herramientas adecuada.

6.1.3 Opción No. 3: Uso de herramientas de análisis

Una tercera estimación de zonas propensas a inundación, se lograría con el uso del software HEC-RAS⁸. Este programa está diseñado para realizar cálculos hidráulicos unidimensionales y bidimensionales para una red completa de canales naturales y construidos. Lo siguiente es una descripción de las principales capacidades de HEC-RAS.

Interfaz de usuario

El usuario interactúa con HEC-RAS a través de una interfaz gráfica de usuario (GUI). El enfoque principal en el diseño de la interfaz fue facilitar el uso del software, manteniendo al mismo tiempo un alto nivel de eficiencia para el usuario. La interfaz proporciona las siguientes funciones:

- Gestión de archivos
- Entrada y edición de datos
- Análisis Hidráulicos
- Tabulación y visualización gráfica de datos de entrada y salida
- Mapeo de inundaciones y animaciones de propagación del agua.
- Instalaciones de informes
- Ayuda sensible al contexto

⁷ https://www.desinventar.net/DesInventar/country_profile.jsp?countrycode=pan&lang=ES

⁸ <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/features.aspx#Top>

Componentes de análisis hidráulico

El sistema HEC-RAS contiene varios componentes de análisis de ríos para: (1) cálculos del perfil de la superficie del agua de flujo constante; (2) simulación de flujo no estacionario unidimensional y bidimensional; (3) cálculos de transporte de sedimentos de límite móvil; y (4) análisis de la calidad del agua. Un elemento clave es que los cuatro componentes utilizan una representación de datos geométricos común, rutinas de cálculo hidráulicas y geométricas comunes. Además de estos componentes de análisis de ríos, el sistema contiene varias características de diseño hidráulico que se pueden invocar una vez que se calculan los perfiles básicos de la superficie del agua.

- Perfiles de superficie de agua de flujo constante
- Simulación de flujo no estacionario unidimensional y bidimensional
- Cálculos de transporte de sedimentos/límites móviles
- Análisis de calidad del agua

Almacenamiento y gestión de datos

El almacenamiento de datos se logra mediante el uso de archivos "planos" (ASCII y binarios), HEC-DSS (Sistema de almacenamiento de datos) y HDF5 (Formato de datos jerárquicos, Versión 5). Los datos ingresados por el usuario se almacenan en archivos planos en categorías separadas de proyecto, plan, geometría, flujo constante, flujo inestable, flujo casi constante, datos de sedimentos e información sobre la calidad del agua. Los datos de salida se almacenan predominantemente en archivos binarios separados (HEC y HDF5). Los datos se pueden transferir entre HEC-RAS y otros programas utilizando HEC-DSS. La gestión de datos se realiza a través de la interfaz de usuario. Se solicita al modelador que ingrese un solo nombre de archivo para el proyecto que se está desarrollando. Una vez que se ingresa el nombre del archivo del proyecto, todos los demás archivos se crean automáticamente y la interfaz los nombra según sea necesario.

Gráficos e informes

Los gráficos incluyen diagramas XY del esquema del sistema fluvial, secciones transversales, perfiles, curvas de calificación, hidrogramas y mapeo de inundaciones. También se proporciona un gráfico tridimensional de múltiples secciones transversales. El mapeo de inundaciones se logra en la parte HEC-RAS Mapper del software. Los mapas de inundaciones también se pueden animar y contienen varias capas de fondo (terreno, fotografía aérea, etc.). La salida tabular está disponible. Los usuarios pueden seleccionar entre tablas predefinidas o desarrollar sus propias tablas personalizadas. Todos los resultados gráficos y tabulares pueden mostrarse en la pantalla, enviarse directamente a una impresora (o trazador), o pasarse a través del portapapeles de Windows a otro software, como un procesador de texto o una hoja de cálculo.

Las funciones de generación de informes permiten la salida impresa de los datos de entrada, así como los datos de salida. Los informes se pueden personalizar en cuanto a la cantidad y el tipo de información deseada.

Mapeador RAS

HEC-RAS tiene la capacidad de realizar mapas de inundación de los resultados del perfil de la superficie del agua directamente desde HEC-RAS. Utilizando la geometría HEC-RAS y los perfiles de superficie de agua calculados, se crean conjuntos de datos de profundidad de inundación y límite de planicies de inundación a través del RAS Mapper. Se pueden generar datos geoespaciales adicionales para el análisis de la velocidad, el esfuerzo cortante, la potencia de la corriente, el espesor del hielo y los datos de invasión del cauce de inundación. Para utilizar el RAS Mapper para el análisis, debe tener un modelo de terreno en formato de coma flotante de ráster binario (.flt). La cuadrícula de profundidad resultante se almacena en formato .flt, mientras que el conjunto de datos de límites se almacena en formato Shapefile de ESRI para su uso con software geoespacial.

Uso de HEC-Ras en el evento de “La Purísima” del 2010⁹.

De acuerdo al Informe de La Purísima del 2010 de la Autoridad del Canal de Panamá, la sección de Recursos Hídricos desarrolló un Manual de Respuesta a Emergencias y el mapa de planicies de inundaciones actualizado, para los poblados de Santa Rosa y Guayabalito que define las planicies de inundación para diferentes descargas y las viviendas e infraestructuras que podrían afectarse.

En la **Tabla 3** y la **Ilustración 3** se presentan los niveles simulados que podría alcanzar el agua según el volumen de descarga desde el vertedero de Madden, para descargas, en m³/s (p³/s) para el año 2009. Estos niveles fueron generados mediante el modelo hidráulico HEC-RAS en 2009.

El nivel medio de las elevaciones del agua en el río Chagres, simulados con HEC-RAS, los vertidos realizados desde Madden entre el 7 y el 9 de diciembre de 2010, sobrepasaron los 4248 m³/s (150000 pie³/s) máximo en una hora, inundando a ambas comunidades debido a los niveles de agua alcanzados.

Tabla 3 Elevación media de las planicies de inundación según el caudal de descarga desde el vertedero de Madden en el río Chagres, tramo entre Guayabalito y Santa Rosa según el modelo HEC-RAS, año 2009.

Vertidos desde Madden	m ³ /s	2124	2832	3540	4248	5663	7979
	Pie ³ /s	75000	100000	125000	150000	200000	250000
Planicie de inundación media	M	30	31	32	33	35	36
	Pie	98.4	101.7	105.0	108.5	114.8	118.08

Fuente: (Autoridad del Canal de Panamá, ACP, 2014)

⁹ <https://pancanal.com/wp-content/uploads/2021/09/informedelatormentalapurisima2010.pdf>

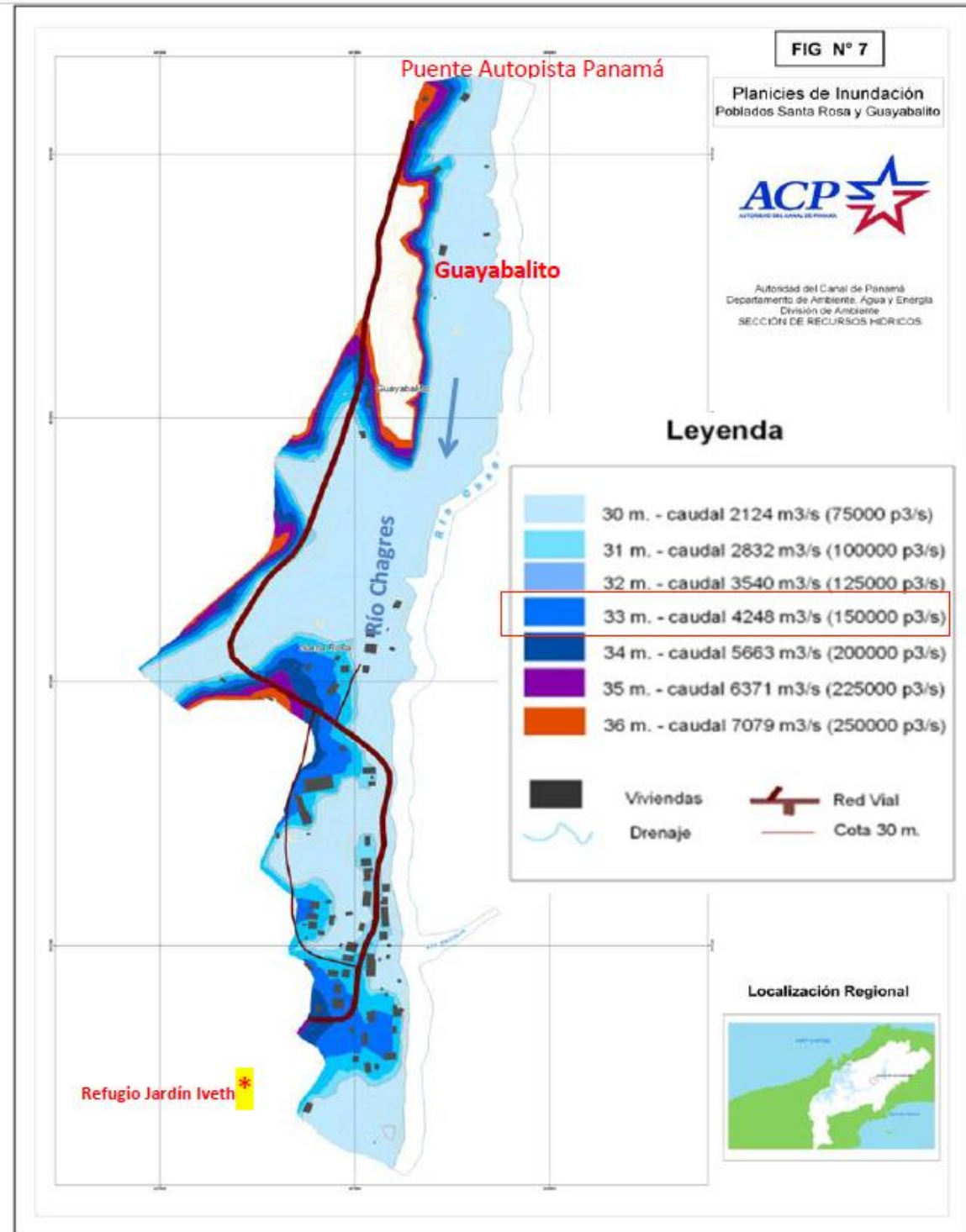


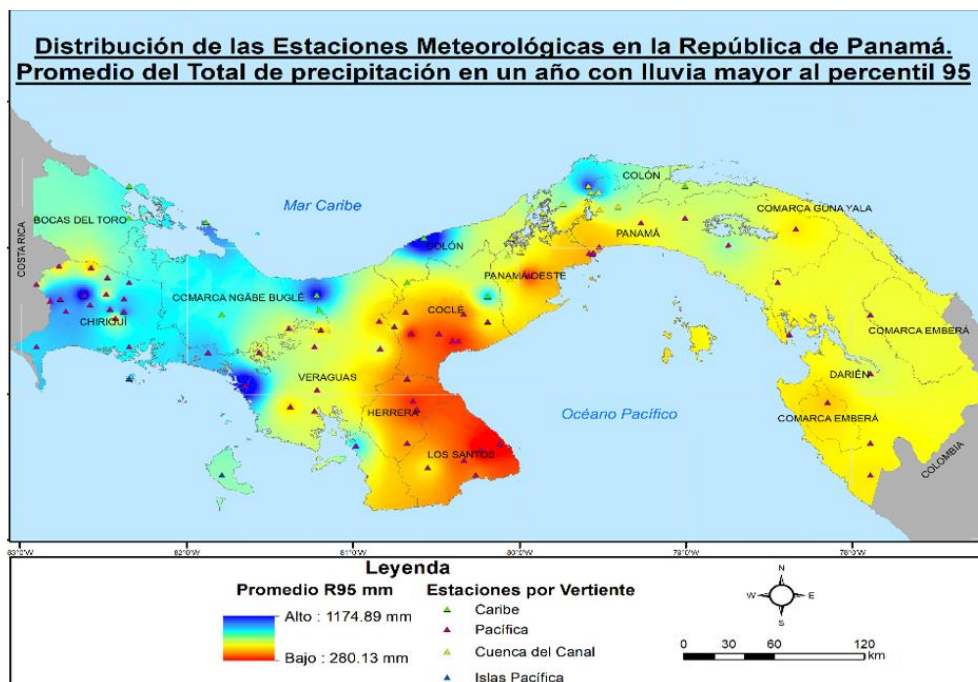
Ilustración 1 Niveles medios de las elevaciones el agua en el río Chagres, simulados con HEC-RAS.

Fuente: (Autoridad del Canal de Panamá, ACP, 2014)

6.1.4 Opción No. 4: Análisis de reportes oficiales

La cuarta estimación es posible realizarse mediante datos de las estaciones meteorológicas que muestren las cantidades de precipitación que caen en las regiones y así determinar las provincias propensas a sufrir inundaciones. Con los datos anuales de precipitación de las estaciones meteorológicas del país se puede interpretar los índices de extremo climático a través de la herramienta RClimDex y generar un mapa con representación de las precipitaciones en un año con lluvias mayores al percentil 95 consideradas precipitaciones extremas (MiAMBIENTE, 2022). Ejemplo, Figura 3.

Ilustración 2 Zonas Promedio del Total de precipitación en un año con lluvia mayor al percentil¹⁰ 95



Fuente:(MiAMBIENTE, 2022).

Cabe destacar que desde la Dirección de Cambio Climático se encuentran desarrollando estos análisis por medio de la construcción del Nodo Climático de Panamá, que servirá de guía para la elaboración de proyectos, diagnósticos climáticos o para elaborar de indicadores relacionados a cambio climático.

Al momento del presente diagnóstico el Nodo Climático se encuentra en proceso de construcción y presenta como primeros resultados mapas como se presenta en la ilustración 4.

¹⁰ Nota: El mapa muestra que las Provincias más vulnerables son: Bocas del Toro, Chiriquí, Comarca Ngäbe Buglé, Colón.

7. Estudio piloto para el diagnóstico de las zonas propensas a inundaciones por tormentas ciclónicas y aumento del nivel del mar.

Para efectos de un primer análisis de las zonas propensas inundaciones que permitan el fortalecimiento de indicadores del Sistema M&E relacionados, se seleccionaron como parte del piloto dos (2) de los principales corregimientos que se vieron afectados recientemente por los efectos colaterales de los huracanes ETA y IOTA.

7.1. Justificación

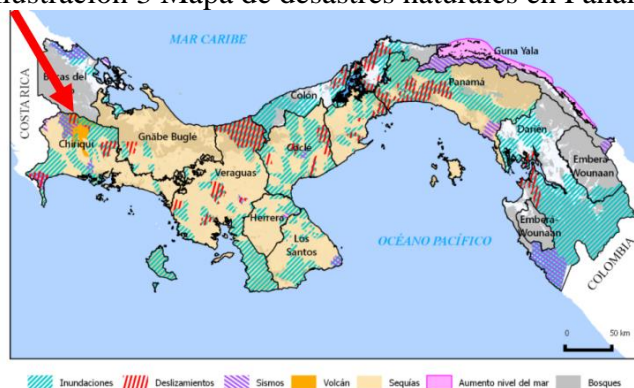
La selección para el área de estudio es el distrito de Tierras Altas específicamente los corregimientos de Volcán y Cerro Punta debido a las afectaciones que sufrieron durante los eventos extremos de los huracanes ETA e IOTA. Esta región posee una alta productividad agrícola y por ende un alto valor económico para el país, por lo que, impactos como deslizamientos e inundaciones la dejan expuestas a pérdidas y daños.

Durante los eventos climáticos extremos en Tierras Altas, las afectaciones provocaron un desabastecimiento de productos agrícolas a nivel nacional, hubo escasez y la economía se vio impactada. Tierras Altas es una región de gran importancia productiva y comercial, por lo que es necesario determinar el grado de vulnerabilidad para salvaguardar la seguridad alimentaria del país¹¹

Al implementar la metodología propuesta se podrá determinar las zonas más propensas a pérdidas por inundaciones, crear un sistema de alerta temprana (SAT) y acciones en respuesta a los eventos.

El área de estudio está conformada por los corregimientos de Volcán y Cerro Punta pertenecientes al distrito de Tierras Altas, provincia de Chiriquí, estos se encuentran ubicados en la región occidental de la República de Panamá (MIDA, 2011)

Ilustración 3 Mapa de desastres naturales en Panamá



Fuente: Fuente: (Gordón, 2014)¹².

¹¹ Servir.net. Impactos del huracán ETA e IOTA en Panamá-noviembre del 2020.

¹² Nota: Tierras Altas, Chiriquí (área de estudio), está indicado por la flecha roja. (Gordón, 2014).

Debido a su ubicación, los dos distritos que conforman el área de estudio son propensos a varios desastres naturales. Tal como se muestra en el mapa, en esta zona convergen más riesgos de desastres que en cualquier otra región del país: inundaciones, deslizamientos, terremotos y potencial actividad volcánica, son todas las amenazas a destacar en esta área. Estas características la hacen una zona muy vulnerable sobre todo a inundaciones por eventos meteorológicos extremos (Lindsay & Weinberg, 2019).

7.2. Análisis económico, ambiental y social del área de estudio Volcán y Cerro Punta

El área de estudio está conformada por los corregimientos de Volcán y Cerro Punta pertenecientes al distrito de Tierras Altas, provincia de Chiriquí.

7.2.1 Corregimiento de Volcán

El corregimiento de Volcán cuenta con una población de 12,717 personas (INEC, 2010). En el corregimiento se encuentran reservas naturales importantes, como lo son: el Parque Nacional Volcán Barú y el Parque Internacional La Amistad. Además, existen pozos termales, humedales y el Río Chiriquí Viejo, uno de los ríos con mayor capacidad de generación hidroeléctrica (ONU, 2015).

El corregimiento de Volcán se caracteriza por tener una economía basada en la agricultura, ganadería y el turismo. Adicional, existen algunas fábricas de embutidos y de alimentos para equinos, truchas y aves e Industrias de floricultura y criaderos de truchas para exportación. El corregimiento cuenta con todos los servicios básicos, farmacias, hoteles, supermercados, restaurantes, otros. Además, cuenta con la mejor producción de Leche grado A del país, producciones de café consideradas una de las mejores del mundo y cadena de frío debido a su estratégica ubicación geográfica. En la actualidad la economía se ha visto favorecida por la construcción de hidroeléctricas que favorecen a la producción de empleo².

7.2.2 Corregimiento de Cerro Punta

Cerro Punta es un corregimiento que pertenece al Distrito de Tierras Altas, cuenta con 7,754 habitantes y es atravesado por numerosos riachuelos de montaña que al unirse dan origen al río Chiriquí Viejo (INEC, 2010) La media anual de precipitación es de 2295mm, tiene una estación seca, pero es corta y el clima es generalmente fresco y húmedo. En 2019, Lindsay y Weinberg, mencionan que la economía de Cerro Punta se basa especialmente en el turismo y en la agricultura la cual abastece en su totalidad los mercados de todo el país. Posee suelos volcánicos fértiles, lo que la hace una de las zonas agrícola más productivas de Panamá produciendo el 80% de toda la horticultura (flores y legumbres) que se consume en todo el país.

Cerro Punta en conjunto con Boquete y Volcán representan cerca del 55% de la producción de café en la provincia de Chiriquí. En su mayoría Cerro Punta produce cebolla, papas, zanahoria, lechuga, y repollo (MIDA, 2011). Además, es uno de los sitios turísticos de tierras altas donde las personas acuden debido a sus hermosos alrededores, además, de sus hortalizas, existen increíbles

flores, variedades de orquídeas y el imponente Cerro Punta cuyas faldas presentan diferentes tipos y vistosos colores (Lindsay & Weinberg, 2019).

7.3. Limitaciones para el diagnóstico de zonas propensas a inundaciones

Para establecer las zonas propensas a inundaciones es importante contar con herramientas que faciliten la identificación de estas áreas vulnerables. Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas útiles en el levantamiento de este tipo de información, ya que cuentan con una base de datos vinculada a tablas, mapas y hojas de cálculo que almacenan la información necesaria para la elaboración de análisis de datos. Los SIG aportan información necesaria para la toma de decisiones y resolución de problemas (Aeroterra, s.f.).

7.3.1 Zonas de drenaje

El primer producto a levantar son las zonas de drenajes, las cuales se obtienen a través de herramientas de geoprocésamiento hidrológico, en donde se delimita una cuenca hidrográfica y se establece por su topografía las zonas de llenado o bluespot que son los lugares hacia donde drenan las aguas cuando llueve, por lo tanto, zonas de posibles riesgos de inundación (Castro A. , 2021).

7.3.2 Tipos de edificaciones

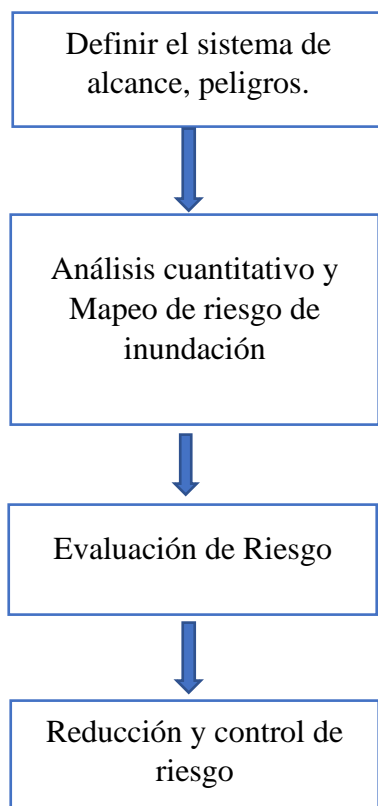
Posteriormente, se identifican las edificaciones que se encuentran en estas zonas en riesgo, ya sean escuelas, edificios públicos o privados, residencias, comercios, entre otros. Todas estas edificaciones serán consideradas en riesgo de inundación en caso de lluvias extremas.

7.3.3 Protocolos y métricas para la evaluación de inundaciones

La propuesta de métricas para evaluación de inundaciones contempla la evaluación del riesgo y posteriormente el riesgo de inundación. En conjunto brinda un enfoque centrado en la minimización de los riesgos de inundación hasta un nivel aceptable.

Para la evaluación del riesgo se presenta un esquema general de gestión de riesgo, la cual es una herramienta para identificar, evaluar y controlar la probabilidad de ocurrencia de una inundación. A continuación, se presenta el esquema.

Ilustración 4 Esquema general de gestión de riesgo de inundación



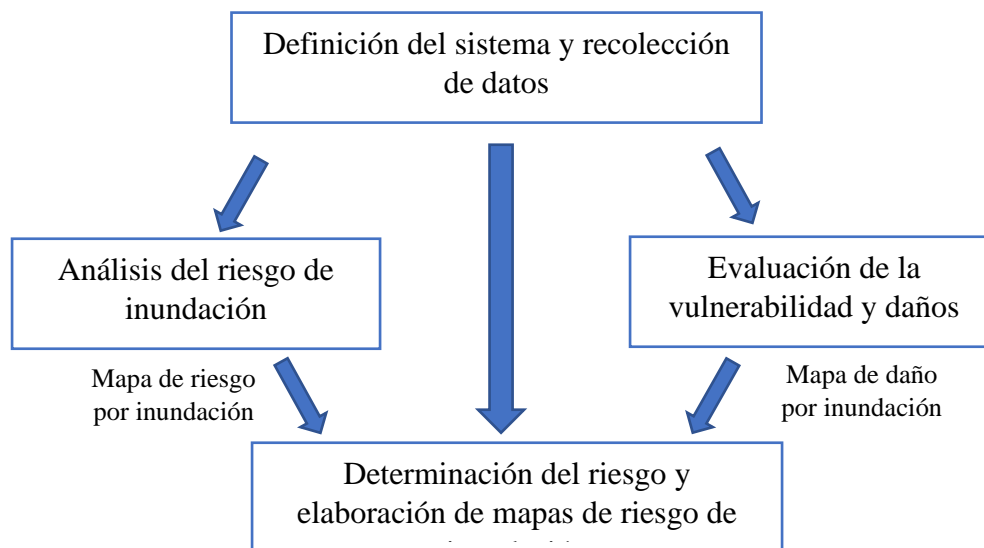
Adaptado de: UNESCO-DELTARES. 2009. Guía de buenas prácticas para la evaluación del riesgo de inundaciones.

El esquema contempla la delimitación del sistema o de la zona a evaluar, los peligros encontrados y la escala de alcance. El análisis cuantitativo evalúa las probabilidades de ocurrencia y las consecuencias, representadas como un número de riesgo, un gráfico o un mapa de riesgo. La evaluación de riesgo se realiza con los resultados del análisis anterior y finalmente, en base al resultado de la evaluación se pueden adoptar medidas para reducir el riesgo, ya sean estructurales o no estructurales.

Por otro lado, el esquema general de evaluación de riesgo de inundación con lleva una serie de pasos descritos a continuación y representados en el esquema de la figura 2.

- ✓ El primer paso es la definición del sistema, el estudio y la recopilación de los datos para el análisis de riesgos de inundación.
- ✓ El segundo paso es el análisis de la ocurrencia de inundaciones, lo que incluye un análisis en relación con las características de la respectiva cuenca hidrográfica, en donde se evalúa el riesgo o peligro hidrológico (precipitaciones máximas anuales y las temporadas de mayor precipitación). Adicional, el conjunto de las características del cauce del río y la llanura de inundación permiten evaluar el riesgo de inundación en términos de área inundable. Los resultados pueden representarse en mapas de riesgo de inundación o peligro de inundación.
- ✓ El tercer paso es el análisis de los posibles daños en el área propensa a inundación basada en datos socioeconómicos y un modelo de vulnerabilidad/daños.
- ✓ En el último paso, el riesgo se determina combinando los resultados del análisis de los peligros de inundación que permite conocer la probabilidad del peligro y los resultados de la evaluación de daños, estos resultados pueden presentarse mediante mapas de riesgo, gráficos o números de riesgo que brindan un panorama de los daños esperados por año.

Ilustración 5 Esquema general de evaluación de riesgo de inundación



Adaptado de: UNESCO-DELTARES, 2009.

A partir de los esquemas anteriores se enlista la siguiente información para ser recopilada previa al análisis. (UNESCO-DELTARES, 2009)

- ❖ Recopilación y análisis de información disponible
- ❖ Categorización de las amenazas
- ❖ Geomorfología
- ❖ Análisis hidrológico

- ❖ Análisis hidrogeológico
- ❖ Cobertura y uso de suelo
- ❖ Análisis de estabilidad
- ❖ Evaluación de la amenaza
- ❖ Análisis hidráulico
- ❖ Cobertura vegetal y uso de suelos

8. Casos de Estudio: Distrito de Arraiján, Panamá

Las zonas de riesgo se reconocen a través de datos hidrológicos que muestran la información de la cantidad de mm de lluvia que cae en cada precipitación, los datos son suministrados por la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA), con estos datos se pronostican las áreas que presentan mayor vulnerabilidad a inundaciones cuando ocurran precipitaciones extremas. Se debe tomar en cuenta que aquellas zonas que presenten una capacidad de llenado menor, presentan un riesgo por inundación mayor (Castro A. , 2021).

Los mapas presentados a continuación, fueron extraídos de la página web <https://storymaps.arcgis.com/stories/546b1cc4ad964f6c95a01f722b174bc7> elaborado con la herramienta ArcGIS StoryMaps en donde se muestra una identificación de zonas de riesgo por inundación, caso de estudio Distrito de Arraiján.

El siguiente patrón de colores las marcas azules corresponden a las zonas de drenaje o áreas hacia donde fluye el agua proveniente de precipitaciones. Es decir, las zonas más vulnerables a inundaciones. Las zonas rojas corresponden a una capacidad de llenado baja entre 60-100 mm por lo que presentan un mayor riesgo, las zonas naranjas tienen una capacidad de 150-200 mm, mientras que las amarillas tienen una mayor capacidad de llenado alto de 250-300 mm, por lo que presentan un menor riesgo a inundación (Castro, 2021).

Tabla 4 Categorización del riesgo según la capacidad de llenado de las zonas

Categorización del Riesgo	
Nivel de Riesgo	Capacidad de llenado (mm)
Riesgo Alto	60-100
Riesgo Medio	150 – 200
Riesgo Bajo	250 - 300

Elaborado a partir del estudio de caso (Castro A. , 2021).

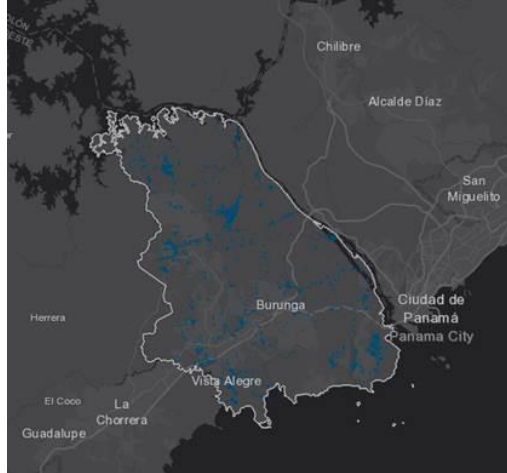


Ilustración 1 Zonas de drenaje del Distrito de Arraiján

Fuente: (Castro A. , 2021).

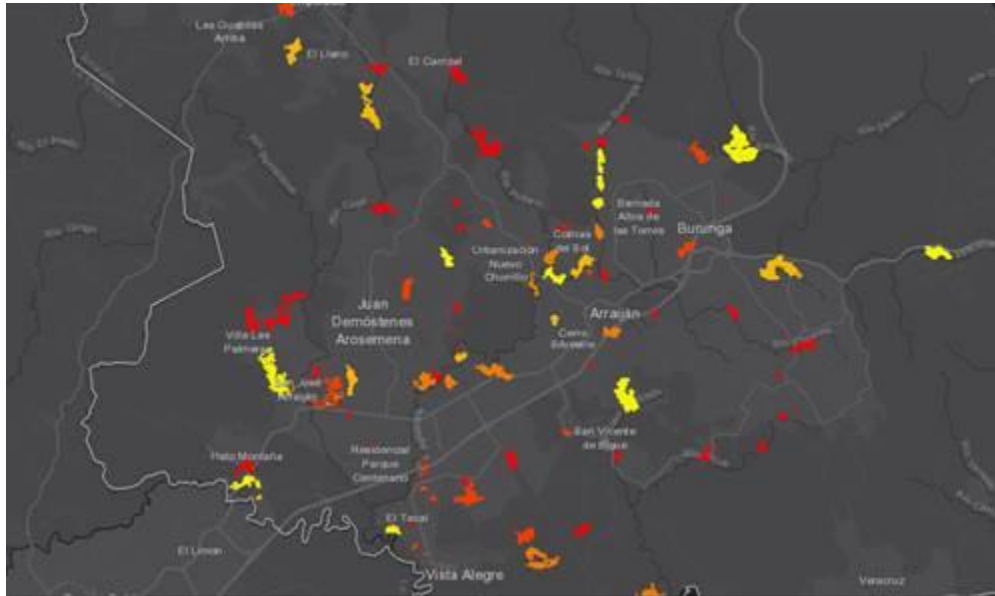


Ilustración 2 Zonas de riesgo del Distrito de Arraiján

Fuente: (Castro A. , 2021)

9. Fortalecimiento de los indicadores Sistema M&E

A continuación, se muestran indicadores del Sistema M&E que se relacionan directa o indirectamente con los eventos de inundación y sus consecuencias, por lo cual se ha realizado un análisis de los posibles abordajes del diagnóstico de inundaciones, que permitiría el robustecimiento de los indicadores.

- **Áreas de edificaciones ubicadas en la planicie de inundación por tormentas ciclónicas y aumento del nivel del mar:**

El indicador se fortalecerá mediante la identificación de zonas propensas a inundación por tormenta ciclónicas, a través de la recopilación de información en la Plataforma DesInventar y los análisis en las herramientas de SIG como ArcGIS o QGIS y Open Street Map. Con los datos recolectados se hará un mapa de zonas propensas a inundación a nivel nacional para identificar previamente las áreas mayormente expuestas antes de que ocurra este evento extremo como también estimar las edificaciones y los kilómetros (km) vulnerables a inundaciones para alertar de forma temprana a la población.

- **La cantidad y el valor de los activos físicos que se hicieron más resistentes a la variabilidad y el cambio climático:**

Con el estudio y los mapas se conocerán aquellas zonas con activos físicos que se mantienen estables ante el evento de las inundaciones permitiendo estimar la cantidad de estos que pueden ser considerados resistentes a la variabilidad y cambio climático, a la vez que da la oportunidad de recomendar la implementación de normas técnicas para la construcción de nuevos activos mejorando su resiliencia a los fenómenos meteorológicos.

- **Porcentaje o número de personas desplazadas permanentemente de sus hogares como resultado de inundaciones, sequías o aumento del nivel del mar.**

Mediante los mapas se podrá identificar previamente el estado de vulnerabilidad de la población a ser desplazadas permanentemente del lugar donde habitan permitiendo tomar acciones antes de la ocurrencia de eventos extremos y realizar una adaptación planificada.

Para reforzar este estudio será necesario contar con la siguiente información:

- Información de la Plataforma DesInventar
- Recopilación de información sobre las zonas que se han inundado a nivel nacional por eventos extremos.
- Crear mapas de zonas vulnerables por eventos del cambio climático
- Análisis de las regiones más vulnerables
- Metodología de levantamiento de información durante una inundación

10. Conclusión

El presente diagnóstico, permitió resaltar la vulnerabilidad que presenta Panamá ante los efectos del cambio climático, evidencia de ello, son los resultados de los eventos hidrológicos que se han registrado en el país los últimos años y que han generado impactos negativos importantes en las actividades económicas. Además, se resaltaron aquellos municipios que han sido identificados como las zonas más afectadas y los cuales deben priorizarse para efectuar acciones puntuales de adaptación.

Las metodologías planteadas para el diagnóstico de inundación fueron establecidas en base a la poca y dispersa información que se encuentra en el país y deberán ser utilizadas de acuerdo a la disponibilidad de datos. Primeramente, el historial de eventos climatológicos muestra aquellas zonas que se encuentran amenazadas constantemente, brindando un panorama de las regiones más susceptibles, segundo la revisión de la topografía de la cuenca y zonas de drenaje nos dan una proyección de las zonas de convergencia hacia donde irá a escurrir el caudal de agua cuando se produzcan las fuertes lluvias. Por último, el uso de herramientas de análisis hidráulico de los ríos, permite reconocer los perfiles de las zonas propensas a inundaciones, para crear simulaciones de lo que podría ocurrir a futuro. Estos métodos proveen información importante que podrán ayudar a visualizar las zonas propensas a inundaciones y determinar aquellas edificaciones y poblaciones vulnerables ante los eventos hidrometeorológicos extremos.

Cabe resaltar que a nivel nacional diversas iniciativas se encuentran en ejecución dentro del Ministerio de Ambiente y SINAPROC, las cuales permitirán la disponibilidad de datos para el fortalecimiento de las metodologías, el fortalecimiento de los indicadores de M&E , el desarrollo de proyectos y posteriores análisis climáticos para una mejor asesoría en temas de planificación e inundaciones en el país.

11. Recomendaciones

- Fortalecer capacidades técnicas en el uso de herramientas interactivas y de modelación como lo son: ArcGIS StoryMaps y HEC-RAS
- Realizar estudios geomorfológicos de las zonas inundables para ubicar las zonas de drenaje, el tipo de suelo entre otras características que brinden respaldo y fundamento para apoyar en la búsqueda soluciones que disminuyan el riesgo de inundación.
- Revisar los resultados del proyecto dinámicas marinas en Panamá, para el robustecimiento del diagnóstico y el posible robustecimiento de los indicadores priorizados para el presente diagnóstico.
- Fortalecer las capacidades de las entidades relacionadas a las actividades de gestión del riesgo, con la finalidad de desarrollar una conciencia preventiva y no reactiva ante los eventos.
- Levantar información cartográfica de las infraestructuras a nivel nacional para facilitar el uso de herramientas de análisis, especialmente las zonas más vulnerables y con alta ocurrencia de eventos extremos.
- Realizar obras para el desarrollo y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado, ya que en la mayoría de las inundaciones la mala disposición de los residuos sólidos y de aceites empeoran la situación.
- Implementar medidas de adaptación para incrementar la infiltración, como lo pueden ser zanjas de infiltración, jardines infiltrantes y otras acciones de soluciones basadas en naturaleza en las zonas urbanas.
- Verificar el cumplimiento de la implementación de la Ley 1 Forestal (Artículos 23 y 24) sobre protección de bosques ribereños cercanos a fuentes hídricas, debido a que hay un incremento de los asentamientos humanos y sus actividades en ribera de los ríos, teniendo una mayor exposición a las crecidas y/o inundaciones, generando mayores pérdidas y daños.
- Mantener una comunicación continua entre las entidades para evitar la duplicidad de esfuerzos y fortalecer las iniciativas relacionadas a la gestión del riesgo.

12. Bibliografía

- Aeroterra. (s.f.). Obtenido de <https://www.aeroterra.com/es-ar/productos/sobre-arcgis/introduccion>
- Autoridad del Canal de Panamá, ACP. (2014). *Informe de la Tormenta La Purísima 2010. División de Agua. Sección de Recursos Hídricos. Panamá.* Obtenido de <https://pancanal.com/wp-content/uploads/2021/09/informedelatormentalapurisima2010.pdf>
- Castro, A. (15 de Abril de 2021). *Identificación de Zonas de Riesgo por Inundaciones.* Obtenido de <https://storymaps.arcgis.com/stories/546b1cc4ad964f6c95a01f722b174bc7>
- Castro, C. (2012). *Mega crecimiento urbano de la ciudad de Panamá y su impacto sobre el hábitat y la vivienda popular.* Obtenido de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20120409115634/gthi2-4.pdf>
- Comité de Alto Nivel de Seguridad Hídrica. (Noviembre de 2016). *Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos .* Recuperado el 18 de Septiembre de 2022, de <https://www.oas.org/en/sedi/dsd/iwrm/Documentspot/Primer%20Plan%20Nacional%20de%20Seguridad%20Hidrica%20de%20la%20Republica%20de%20Panama.pdf>
- Comité de Alto Nivel de Seguridad Hídrica. (Noviembre de 2022). *Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos.* Obtenido de <https://www.oas.org/en/sedi/dsd/iwrm/Documentspot/Primer%20Plan%20Nacional%20de%20Seguridad%20Hidrica%20de%20la%20Republica%20de%20Panama.pdf>
- Galindo. (2014). *Paradojas y riesgos del crecimiento económico en América Latina y el Caribe: Una visión ambiental de largo plazo.*
- Hernández-Uribe, R. E.-P. (01 de marzo de 2017). *Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. Tecnología y Ciencias del Agua.* Obtenido de <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>
- Ibarra, B. (2020). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?.*
- INEC. (2010). Obtenido de https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspxID_PUBLICACION=499&ID_CATEGORIA=3&ID_SUBCATEGORIA=10
- IPCC. (2022). *Cambio Climático 2022: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.* Obtenido de <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Lindsay, O., & Weinberg, N. (25 de abril de 2019). *Desastres Naturales en Cerro Punta: Historia e Impactos.* Obtenido de

https://www.mcgill.ca/pfss/files/pfss/desastres_naturales_en_cerro_punta_-_historia_e_impactos.pdf

MIDA. (2011). *Caracterización del Sistema Productivo de Café en Tierras Altas de la Provincia de Chiriquí*. Obtenido de <https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2021/07/SistemaProductivo-Cafe-Tierras-Altas.pdf?csrt=386214187425845602>

Ministerio de Ambiente de Panamá . (2018). *Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático Panamá*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2022, de [https://www.undp.org/es/panama/publications/tercera-comunicaci%C3%B3n-nacional-sobre-cambio-clim%C3%A1tico#:~:text=9%20de%20Julio%20de%202019,el%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20\(CMNUCC\)](https://www.undp.org/es/panama/publications/tercera-comunicaci%C3%B3n-nacional-sobre-cambio-clim%C3%A1tico#:~:text=9%20de%20Julio%20de%202019,el%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20(CMNUCC)).

Ministerio de Desarrollo Agropecuario. (2011). *Caracterización del Sistema Productivo de Café en Tierras Altas de la Provincia de Chiriquí*. Obtenido de <https://mida.gob.pa/wp-content/uploads/2021/07/SistemaProductivo-Cafe-Tierras-Altas.pdf?csrt=386214187425845602>

Miranda, J. (24 de Noviembre de 2020). *La ONU contribuye con ayuda humanitaria para atender la emergencia generada por ETA y IOTA en Panamá*. (Naciones Unidas Panamá) Recuperado el 18 de Septiembre de 2022, de <https://panama.un.org/es/102213-la-onu-contribuye-con-ayuda-humanitaria-para-atender-la-emergencia-generada-por-eta-y-iota#:~:text=fronteriza%20con%20Colombia.-,Los%20huracanes%20Eta%20y%20Iota%20no%20tocaron%20suelo%20paname%C3%B1o%2C%20pero,de%20d%C3%B3>

OCDE. (s.f.). *Gestión de Riesgos Climáticos, Enfrentando Pérdidas y Daños* . Obtenido de OECDiLibrary: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/55ea1cc9-en/index.html?itemId=/content/publication/55ea1cc9-en>

ONU. (2015). *Evaluación del Estado de la Reducción del Riesgo de Desastres en la República de Panamá*. Obtenido de <https://www.eird.org/americas/docs/informme-panama-rrd.pdf>

Pérez, J. (2000). *Los ciclones Tropicales de Atlantico y el Pacifico mexicano y su relación con el Niño/Oscilación del Sur*. Universidad de Veracruzana, México. Recuperado el 2000, de Tesis de Licenciatura, Universidad de Veracruzana,.

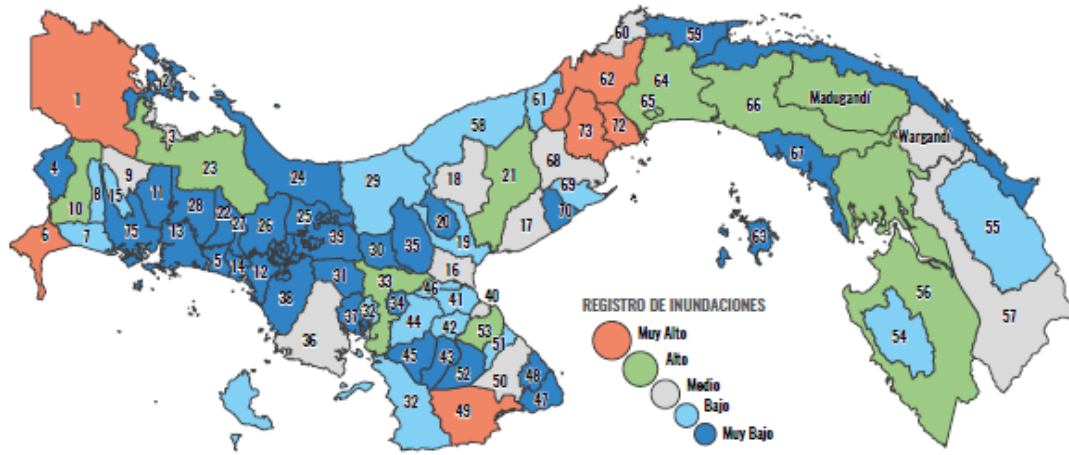
PNSH, C. d. (2016). *Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos*. Obtenido de <https://www.undp.org/es/panama/publications/plan-nacional-de-seguridad-h%C3%ADdrica-2015-2050-agua-para-todos#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20de%20Seguridad,la%20integridad%20de%20nuestro%20ambiente>.

Shao, E. (30 de Agosto de 2022). *The New York Times: ¿Cómo está afectando el cambio climático a las inundaciones?* (The New York Times) Recuperado el 18 de Septiembre de 2022, de <https://www.nytimes.com/article/flooding-climate-change.html>

13. Anexos

Figura 22. Registro de Inundaciones por Distritos en Panamá, en el periodo 1920-2017.

Elaboración de CATHALAC, 2017, con datos de Desinventar, 2017. Datos disponibles en Internet www.desinventar.org



Nº	DISTRITO	PROVINCIA	Nº	DISTRITO	PROVINCIA	Nº	DISTRITO	PROVINCIA
1	CHANGUINOLA	Bocas del Toro	26	MUNA	Comarca Ngábe-Buglé	51	GUARARE	Los Santos
2	BOCAS DEL TORO	Bocas del Toro	27	NOLE DUIIMA	Comarca Ngábe-Buglé	52	MACARACAS	Los Santos
3	CHIRIQUÍ GRANDE	Bocas del Toro	28	BESIKO	Comarca Ngábe-Buglé	53	LOS SANTOS	Los Santos
4	RENACIMIENTO	Chiriquí	29	SANTA FÉ	Veraguas	54	SAMBU	Darién
5	SAN FÉLIX	Chiriquí	30	SAN FRANCISCO	Veraguas	55	CÉMACO	Darién
6	BARÚ	Chiriquí	31	LA MESA	Veraguas	56	CHEPIGANA	Darién
7	ALANJE	Chiriquí	32	MONTUJO	Veraguas	57	PINOIANA	Darién
8	BOQUERÓN	Chiriquí	33	SANTIAGO	Veraguas	58	DONOSO	Colón
9	BOQUETE	Chiriquí	34	ATALAYA	Veraguas	59	SANTA ISABEL	Colón
10	BUGABA	Chiriquí	35	CALOBRE	Veraguas	60	PORTOBELLO	Colón
11	GUALACA	Chiriquí	36	SONÁ	Veraguas	61	CHAGRES	Colón
12	TOLE	Chiriquí	37	RIO DE JESÚS	Veraguas	62	COLÓN	Colón
13	SAN LORENZO	Chiriquí	38	LAS PALMAS	Veraguas	63	BALBOA	Panamá
14	REMEDIOS	Chiriquí	39	CANAZAS	Veraguas	64	PANAMÁ	Panamá
15	DOLEGA	Chiriquí	40	CHITRE	Herrera	65	SAN MIGUELITO	Panamá
16	AGUADULCE (CAB)	Coclé	41	PARITA	Herrera	66	CHEPO	Panamá
17	ANTÓN	Coclé	42	PESE	Herrera	67	CHIMÁN	Panamá
18	LA PINTADA	Coclé	43	LOS POZOS	Herrera	68	CAPIRA	Panamá
19	NATA	Coclé	44	OCÚ	Herrera	69	CHAME	Panamá
20	OLA	Coclé	45	LAS MINAS	Herrera	70	SAN CARLOS	Panamá
21	PENÓNOME	Coclé	46	SANTA MARÍA	Herrera	71	TABOGA	Panamá
22	MIRONÓ	Comarca Ngábe-Buglé	47	PEDASI	Los Santos	72	ARRAJIÁN	Panamá
23	KANKINTÚ	Comarca Ngábe-Buglé	48	POCRIJ	Los Santos	73	LA CHORRERA	Panamá
24	KUSAPIN	Comarca Ngábe-Buglé	49	TONOSI	Los Santos	74	COMARCA KUNA YALA	Comarca Kuna Yala
25	NORUM	Comarca Ngábe-Buglé	50	LAS TABLAS	Los Santos	75	DAVID	Chiriquí

Ilustración 6 Registro de Inundaciones por distrito en Panamá hasta el 2017, 3ra Comunicación.

En este mapa se muestran las zonas que regularmente son propensas a inundaciones, representando su recurrencia muy alta, alta.

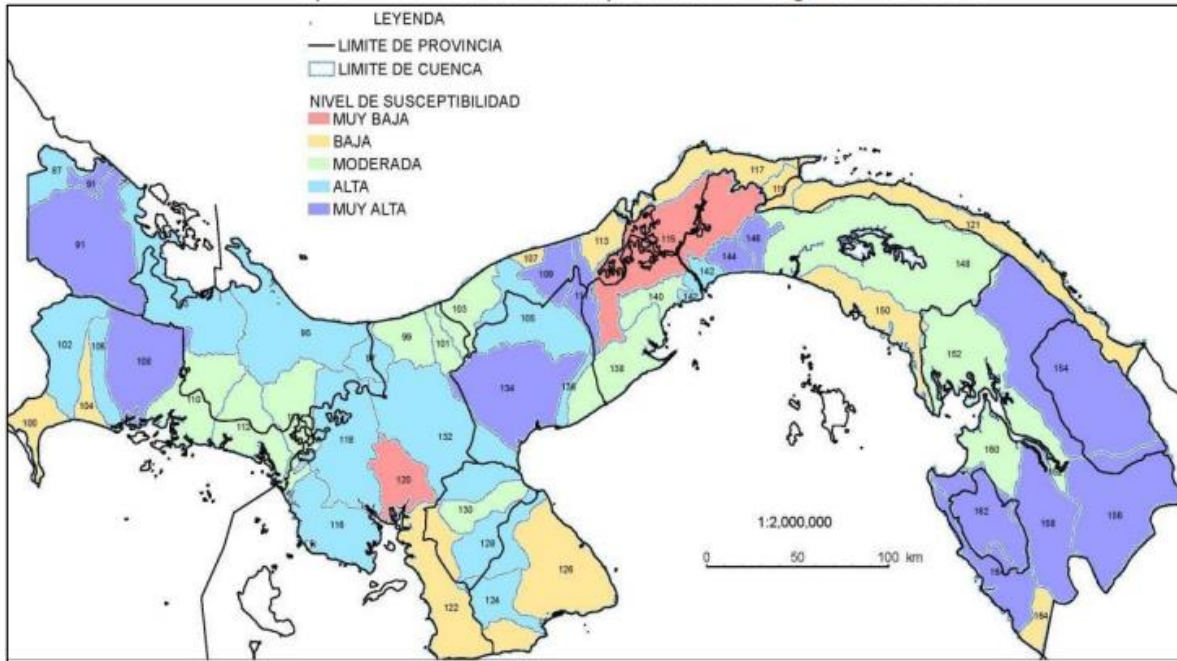


Ilustración 7 Cuencas con susceptibilidad a riesgo de inundación

Fuente: DG- SINAPROC, elaborado con datos de Desinventar 1996-2014

<https://www.sinaproc.gob.pa/wp-content/uploads/2020/05/Guia-Municipal-Panam%C3%A1.pdf>