

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES BIOFÍSICAS Y
ORGANIZATIVAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
DE ALERTA TEMPRANA COMUNITARIO ANTE
INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO PACORA,
REPÚBLICA DE PANAMÁ

DANNA PAOLA MITRE AGUILAR
8-988-908

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES BIOFÍSICAS Y ORGANIZATIVAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA COMUNITARIO ANTE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO PACORA, REPÚBLICA DE PANAMÁ

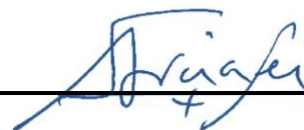
TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

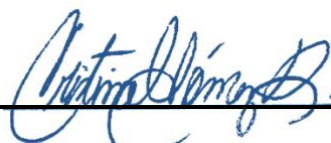
APROBADO:

MGTR. DIMAS ARCIA



DIRECTOR

MGTR. CRISTINA GÓMEZ



ASESOR

DR. LOURDES RUBATINO



ASESOR

Dedicatoria

*A mi madre, Betzaida Aguilar,
por su amor incondicional y su constante fe en mí,
por todo a lo que renunció para darme un mundo de oportunidades,
este logro es reflejo de todo lo que hiciste por mí.*

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a mi familia, especialmente a mis abuelos y padres. Su amor, su ejemplo de vida y su cercanía me han sostenido en cada momento de mi vida.

Al Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) y a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), agradezco el respaldo brindado durante el desarrollo de esta investigación. Con especial reconocimiento a la Mgtr. Tania Maure y al Mgtr. Octavio Smith, del equipo de CATHALAC, por su orientación a lo largo de este proceso.

A mi asesor, el profesor Dimas Arcia, por ser una guía constante en mi formación universitaria. Su vocación ha dejado una huella significativa en mi crecimiento académico y personal.

A mis amigos Stephanie, Hafez, Cassidy y David, gracias por los buenos momentos y experiencias compartidas. A Nathalie y Keren, con todo mi cariño, gracias por estar presentes y regalarme su sincera amistad.

A mi apoyo personal, Axel, por estar presente en los días difíciles, celebrar cada logro conmigo y recordarme siempre de lo que soy capaz. Gracias por impulsarme a seguir adelante con paciencia y amor.

Gracias de todo corazón a quienes hicieron parte de este camino. Culmino una etapa importante y continúo con nuevos propósitos y aprendizajes.

Resumen

La cuenca del río Pacora, es una de las zonas más vulnerables a inundaciones en Panamá debido a sus características físicas y al crecimiento urbano desordenado. Sin embargo, esta área no cuenta con un Sistema de Alerta Temprana (SAT) comunitario funcional que permita a la población prepararse y responder de forma efectiva ante estos eventos.

Este estudio tuvo como propósito evaluar las condiciones biofísicas y organizativas de la cuenca, con el fin de generar información útil para la implementación de un SAT adaptado a la realidad local. Para ello, se aplicó una metodología que combinó el análisis geoespacial de variables biofísicas como el relieve, el clima y el uso del suelo, vegetación con la recolección de datos sociales a través de encuestas y entrevistas comunitarias.

Los resultados evidencian que las zonas bajas de la cuenca presentan alto riesgo de inundación, especialmente durante los meses de lluvias intensas, y aunque las comunidades reconocen esta amenaza, existe poca preparación y una limitada coordinación a nivel institucional y local. Frente a esta situación, es posible establecer un SAT comunitario efectivo si se fortalece la organización comunitaria, se promueve la educación ambiental y se articulan esfuerzos interinstitucionales para reducir la exposición al riesgo y aumentar la resiliencia en la cuenca.

Palabras clave: Sistema de alerta temprana, Inundaciones, Condiciones biofísicas, Cuenca hidrográfica, participación comunitaria, Vulnerabilidad.

Abstract

The Pacora River watershed is one of the most vulnerable areas to flooding in Panama due to its physical characteristics and unplanned urban growth. However, the region lacks a community Early Warning (CEWS) that enables the population to prepare for and respond effectively to such events.

The purpose of this study was to evaluate the biophysical and organizational conditions of the watershed to generate useful information for the implementation of an EWS adapted to the local reality. The methodology combined geospatial analysis of physical variables such as topography, climate, land use, and vegetation with the collection of social data through surveys and community interviews.

The results show that the lower parts of the watershed face a high risk of flooding, especially during months of heavy and prolonged rainfall. Although communities are aware of this threat, there is limited preparedness and weak coordination between local and institutional actors. Given this situation, it is possible to establish an effective community EWS if community organization is strengthened, environmental education is promoted, and interinstitutional efforts are articulated to reduce exposure to risk and increase resilience in the watershed.

Keywords: Early Warning System, Flooding, Biophysical Conditions, Watershed, Community Participation, Vulnerability.

Índice General

<i>HOJA DE APROBACIÓN</i>	<i>i</i>
<i>Dedicatoria</i>	<i>ii</i>
<i>Agradecimientos</i>	<i>iii</i>
<i>Resumen</i>	<i>iv</i>
<i>Abstract</i>	<i>v</i>
<i>Índice General</i>	<i>vi</i>
<i>Índice de Tablas</i>	<i>x</i>
<i>Índice de Mapas</i>	<i>xii</i>
<i>Índice de Gráficas</i>	<i>xiii</i>
<i>Índice de Figuras</i>	<i>xiv</i>
<i>Índice de Anexos</i>	<i>xv</i>
1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del Problema	4
1.2. Antecedentes	7
1.3. Justificación.....	12
1.4. Objetivos	15
1.5. Hipótesis.....	16
1.5.1. Hipótesis Nula (H_0):.....	16
1.5.2. Hipótesis Alternativa (H_a):.....	16

1.6.	Alcances del Estudio.....	17
1.7.	Limitaciones del Estudio.....	18
2.	<i>Revisión de Literatura</i>	19
2.1.	Conceptos de Cuencas Hidrográficas.....	19
2.2.	Soluciones Basadas en la Naturaleza	20
2.2.1.	Corredores Ecológicos.....	21
2.2.2.	Zonas Verdes	22
2.2.3.	Áreas Protegidas.....	23
2.3.	Aspectos Biofísicos.....	24
2.4.	Aspectos Organizativos	25
2.5.	Sistema De Alerta Temprana y sus Componentes.....	26
3.	<i>Metodología</i>	30
3.1.	Localización General del Área De Estudio	30
3.2.	Materiales.....	32
3.3.	Fases del Estudio	33
3.3.1.	Actividades Preliminares.....	33
3.3.2.	Reconocimiento Preliminar Del Área De Estudio	33
3.3.3.	Análisis Bibliográfico	34
3.3.4.	Aspectos Biofísicos	35
3.3.5.	Aspectos Organizativos Y Sociales.....	38
4.	<i>Resultados y Discusión</i>	43

4.1.	Condiciones Biofísicas de la Zona de Estudio.....	43
4.1.1.	Morfometría de la Cuenca del Río Pacora.....	43
4.1.2.	Condiciones Climáticas.....	49
4.1.2.1.	Temperatura.....	50
4.1.2.2.	Precipitación.....	52
4.1.2.3.	Evaporación.....	58
4.1.2.4.	Zonas de Vida.....	60
4.1.2.5.	Vegetación.....	64
4.1.2.7.	Capacidad Agrológica del Suelo.....	70
4.1.2.8.	Textura del Suelo.....	76
4.2.	Propuestas de Soluciones Basadas en la Naturaleza.....	82
4.2.1.	Áreas Verdes.....	82
4.2.2.	Corredores Ecológicos.....	83
4.2.3.	Área Protegida en su Categoría de Reserva Hidrológica.....	84
4.3.	Condiciones Sociales.....	88
4.3.1.	Demografía.....	88
4.3.2.	Nivel de Vida de la Población.....	91
4.4.	Estructura Organizativa y de Gobernanza.....	93
4.4.1.	Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y Organizaciones de Bases Comunitarias (OBC).....	93
4.4.2.	Entidades y Organizaciones Gubernamentales.....	96
4.4.3.	Marco Legal.....	100
4.4.4.	Interacción entre Políticas Públicas, Estructuras Institucionales y	

Participación Comunitaria.....	103
4.4.5. Modelo de Gobernanza Horizontal para la Gestión Equitativa del Riesgo de Inundaciones.....	107
4.4.6. Percepción comunitaria del riesgo y participación de la comunidad ante eventos sorpresivos de inundaciones.....	112
5. <i>Conclusiones</i>	120
6. <i>Recomendaciones</i>	124
7. <i>Bibliografía (Referencias Bibliográficas)</i>	127
8. <i>Anexos</i>	133

Índice de Tablas

Tabla No.1: Parámetros Geométricos de la Cuenca del Río Pacora	45
Tabla No. 2: Orden de ríos según clasificación de Strahler.....	46
Tabla No.3: Parámetros Morfométricos de la cuenca del río Pacora.....	46
Tabla No.4: Datos Históricos de Temperatura. Estación Ingenio Felipillo. Fuente: IMHPA.....	51
Tabla No.5: Datos Históricos de Precipitación. Estación Altos de Pacora. Fuente: IMHPA.....	53
Tabla No.6: Datos Históricos de Precipitación en la estación Loma Bonita. Fuente: IMHPA.....	57
Tabla No.7: Datos de Evaporación de la estación Ingenio Felipillo. Fuente: IMHPA	58
Tabla No.8: Zonas de Vida en la Cuenca del Río Pacora, Según Holdridge	61
Tabla No.9: Textura del suelo, capacidad de drenaje y riesgo de inundación. (Agro Krebs, 2020)	78
Tabla No.10: Principales características de las texturas de suelo. Fuente: (Agro Krebs, 2020)	78
Tabla No.11: Estructura de la Red SAT comunitaria por equipos, Elaboración propia.....	108
Tabla No.12: ¿Ha experimentado alguna vez una inundación en su hogar o comunidad?	113
Tabla No.13: ¿Conoce cuáles son las áreas más propensas a inundación? ..	113

Tabla No.14: ¿Cómo se informa sobre el riesgo de inundación?	114
Tabla No.15: ¿Está al tanto de las rutas de evacuación o centros de ayuda disponibles en una inundación?.....	115
Tabla No.16: ¿En caso de una inundación cómo prefiere recibir la alerta?.....	115
Tabla No.17: ¿Está informado sobre las medidas de prevención y respuesta ante una inundación?	116
Tabla No.18: ¿Se siente usted preparado para actuar en caso de una inundación?	117
Tabla 19: Resumen de preguntas y respuestas de los encuestados. Elaboración propia.	118

Índice de Mapas

Mapa No.1: Delimitación y Ubicación de la Cuenca del Río Pacora (146). Fuente: Ministerio de Ambiente.....	31
Mapa No.2: Morfometría de la Cuenca del Río Pacora. Elaboración Propia.....	44
Mapa No.3: Zonas de Vida en la Cuenca del Río Pacora Según el Sistema de Holdridge. Elaboración propia.....	63
Mapa No.4: Mapa de Cobertura Boscosa y Usos del Suelo. Fuente MIAMBIENTE. Elaboración propia.....	69
Mapa No.5: Capacidad Agrológica del Suelo en la Cuenca del Río Pacora. Elaboración propia.....	75
Mapa No.6: Concentración de Humedad en el Suelo por su Textura en la Cuenca del Río Pacora. Elaboración propia	80
Mapa No.7: Texturas del Suelo en la Cuenca del Río Pacora. Elaboración propia	81
Mapa No.8: Propuestas de Soluciones Basadas en la Naturaleza para la Cuenca del río Pacora	87

Índice de Gráficas

Gráfica No.1: Datos Históricos de Temperatura. Estación Ingenio Felipillo Fuente: IMHPA.....	52
Gráfica No.2: Datos Históricos de Precipitación en la estación Altos de Pacora. Elaboración propia. Fuente: IMPHA	55
Gráfica No.3: Datos Históricos de Precipitación (mm) en la estación Loma Bonita. Elaboración propia. Fuente: IMHPA	57
Gráfica No.4: Datos Históricos de Evaporación. Estación Ingenio Felipillo. Elaboración propia. Fuente: IMHPA	59
Gráfica No.5: Población Total por corregimiento de la cuenca del río Pacora año 2000-2010-2023. Elaboración propia. Fuente: Censo INEC 2023	88
Gráfica No.6: Población total por sexo en el corregimiento de Pacora. Elaboración propia. Fuente: Censo INEC 2023.....	90
Gráfica No.7: Población total por sexo en el corregimiento de San Martin. Elaboración propia. Fuente Censo INEC 2023	90
Gráfica No.8: Indicador de Pobreza Multinacional en los Corregimientos de la Cuenca de Pacora del año 2023. Elaboración propia. Fuente censo INEC 2023	93

Índice de Figuras

Figura No.1: Factor de Forma de una Cuenca Hidrográfica según Horton.	47
Figura No.2: Diagrama de Venn, Relación entre las Políticas, Instituciones y las Comunidades. Elaboración Propia	104
Figura No.3: Matriz FODA/DAFO, estrategias y factores de las estructuras organizacionales de la Cuenca.....	106
Figura No.4: Modelo de estructura de gobernanza horizontal. Elaboración propia.	110

Índice de Anexos

Anexo No.1: Modelo de Toma de Decisiones Horizontal, Elaboración Propia.	133
Anexo No.2: Visitas a las comunidades de la cuenca del río Pacora	133
Anexo No.3: Aplicación de encuestas y entrevistas a personas afectadas	134
Anexo No.4: Problemáticas ambientales en la cuenca del río Pacora que afectan a las comunidades.....	135
Anexo No.5: Dashboard de los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas	136
Anexo No.6: Diagrama de Componentes de un SAT. Elaboración Propia. Fuente: CEPREDENAC, 2012	137
Anexo No.7: Listado de Preguntas realizadas en las encuestas. Elaboración propia.	137
Anexo No.8: Mapa de los Poblados Encuestados en la Cuenca del Río Pacora	140

1. Introducción

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define las inundaciones como el desbordamiento de un río, arroyo u otro cuerpo de agua más allá de sus límites habituales, afectando áreas que normalmente permanecen secas (2018). Estas pueden ser pluviales, fluviales o costeras y representan la respuesta de las cuencas hidrográficas a lluvias intensas y prolongadas, generando diversos impactos negativos con consecuencias económicas, sociales y ambientales.

En las últimas décadas, los daños causados por inundaciones han aumentado significativamente a nivel global, impulsados por el crecimiento poblacional, la expansión de actividades económicas en zonas vulnerables y el calentamiento global, que incrementan la frecuencia e intensidad de estos eventos. Las inundaciones no solo afectan a las comunidades locales, sino que también deterioran la infraestructura y alteran la dinámica de las cuencas. En América Latina y el Caribe, estos impactos podrían ser aún más severos debido a la urbanización acelerada y desordenada en áreas inundables, la degradación de las cuencas por actividades antropogénicas, la falta de preparación para emergencias, los altos índices de pobreza, la ineficacia de las políticas públicas y las deficiencias en infraestructura (Pinos & Quesada-Román, 2021).

La cuenca del Río Pacora, que abarca los corregimientos de Pacora, Las Garzas y San Martín en Panamá, es un área activa en términos de uso de recursos, donde

se desarrollan actividades productivas como el abastecimiento de agua para uso doméstico y agropecuario, el turismo y la extracción de piedra y arena. Sin embargo, algunas de estas actividades contribuyen a la contaminación y degradación ambiental, exacerbando los problemas en los afluentes y afectando los recursos naturales. (Ministerio de Ambiente, 2008)

Además, la cuenca enfrenta un riesgo significativo de inundaciones, especialmente durante la temporada de lluvias y eventos climáticos como el fenómeno de La Niña, que intensifican las precipitaciones en la vertiente del Pacífico. Toda esta sinergia agrava la vulnerabilidad de esta región, haciendo urgente la mejora de estrategias de preparación y respuesta ante estos desastres climáticos.

El presente estudio se enfoca en evaluar de manera integral las condiciones biofísicas y organizativas/sociales de la cuenca del río Pacora. Su propósito es sentar las bases para la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) Comunitario ante inundaciones y aportar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) que permitan reducir los impactos de estos eventos en las comunidades.

Los aspectos biofísicos de la cuenca, como su morfología, clima, hidrología, cobertura vegetal y uso del suelo, junto con los factores organizativos y sociales, son determinantes en la dinámica de estos eventos y en el desarrollo de un SAT comunitario que sea funcional y efectivo.

Este estudio, realizado en colaboración con el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) y las comunidades locales, busca proporcionar una visión integral de los factores que influyen en la vulnerabilidad de la zona y en la capacidad de respuesta de la comunidad. La información generada será clave para implementar estrategias efectivas de gestión del riesgo y promover un enfoque sostenible y participativo en la cuenca.

1.1. Planteamiento del Problema

La cuenca del río Pacora, designada como la cuenca N. °146 en el sistema regional y situada en la vertiente del Pacífico, enfrenta riesgos climáticos y eventos extremos frecuentes, como lo son los períodos de sequía. Sin embargo, la mayor preocupación en la cuenca es causada por las fuertes lluvias que desencadenan inundaciones severas, las cuales impactan negativamente a las comunidades locales, la infraestructura y las actividades económicas.

Desde 1966 se han registrado más de 40 eventos de inundación que han afectado principalmente a comunidades como La Mireya, La Ica, Hugo Spadafora, Las Garzas y Pacora, ubicadas en la parte media y baja de los corregimientos de Las Garzas y Pacora, lo que demuestra la alta vulnerabilidad de la zona ante fenómenos climáticos adversos. El crecimiento urbano desordenado ha reducido la capacidad del suelo para absorber el agua y ha modificado las zonas de bosque ribereño, facilitando el desbordamiento de los ríos. A esto se suma la falta de obras adecuadas, como sistemas de drenaje pluvial, puentes con pasos hidráulicos apropiados y sistemas de alerta temprana, que permitan reducir el riesgo. Además, los efectos del cambio climático han aumentado la intensidad y frecuencia de las lluvias extremas, haciendo que estas inundaciones representen una amenaza constante para la población y los ecosistemas. (Bolívar et al., 2014).

En los últimos años, la región ha experimentado varios eventos de inundación asociados a lluvias intensas. En 2010, el desbordamiento del río provocó inundaciones que afectaron comunidades como San Martín y Las Garzas, con daños en viviendas y cultivos. En mayo de 2020, las inundaciones causaron afectaciones en hogares y caminos. Luego, en septiembre de 2021, un sistema de bajas presiones —fenómeno meteorológico asociado a condiciones adversas— generó lluvias que provocaron el desbordamiento del río y deslizamientos, especialmente en Pacora Centro. En noviembre de 2022, las lluvias prolongadas asociadas a un frente frío también desencadenaron inundaciones en la zona. Más recientemente, en octubre de 2024, el fenómeno de La Niña intensificó las precipitaciones en La Mireya, ocasionando inundaciones que impactaron la producción agrícola y dificultaron el acceso a servicios básicos.

Aunque en Panamá se han implementado Sistemas de Alerta Temprana comunitarios ante inundaciones en cuencas como la del río Santa María y Chiriquí Viejo, estos aún presentan limitaciones técnicas, operativas y de sostenibilidad que impiden su funcionamiento óptimo. En contraste, la cuenca del río Pacora no cuenta con ningún SAT comunitario establecido, a pesar de su alta vulnerabilidad. Esta ausencia de un sistema eficaz de prevención de riesgos se traduce en pérdidas materiales y humanas recurrentes. A pesar de esta creciente vulnerabilidad, existen pocos estudios que analicen la relación entre las condiciones biofísicas y organizativas de la cuenca y la eficacia del SAT.

Por ello, se plantea la interrogante: ¿Cómo inciden dichas condiciones en la efectividad del SAT comunitario ante inundaciones? Conocer la respuesta a esta pregunta permitirá identificar los factores que influyen en la capacidad de respuesta del sistema y aportar información esencial para mejorar la gestión del riesgo y proteger a la población.

1.2. Antecedentes

En Panamá, la mayoría de los desastres documentados en los últimos años han estado vinculados a fenómenos meteorológicos. Estas condiciones adversas han provocado deslizamientos de tierra e inundaciones que han resultado en la pérdida de vidas y perjuicios materiales de vivienda y otros medios de vida. Asimismo, estas crisis han afectado en la estabilidad económica de las comunidades impactadas, sobre todo en aquellas con menor capacidad de respuesta (Gálvez, 2010).

Las inundaciones son fenómenos complejos que ocurren cuando el agua supera la capacidad de absorción del terreno y desborda sus límites naturales, afectando áreas normalmente secas. En zonas urbanas, es más complicado debido a la ocupación de planicies de inundación y a cambios en el uso del suelo, como la urbanización y la deforestación, que alteran el equilibrio hídrico. Además, la presencia de numerosas superficies impermeables tejados, calles y otras infraestructuras junto con obstrucciones y sistemas de drenaje artificial, acelera el escurrimiento del agua, aumentando tanto el caudal máximo como el volumen de flujo, mientras se reduce la recarga de acuíferos y la evapotranspiración. En conjunto, estos factores intensifican la magnitud y frecuencia de las crecidas, elevando el riesgo y los daños asociados a las inundaciones en las comunidades y el entorno natural (Tucci, 2004).

Desde su creación en 1892, el corregimiento de Pacora ha experimentado un continuo crecimiento tanto poblacional como en infraestructura, convirtiéndose en una de las áreas más relevantes del distrito de Panamá. Hoy en día, Pacora es un corregimiento en expansión, con una economía mixta conformada por actividades agrícolas, pecuarias y el desarrollo urbano, consolidándose como una región en constante evolución. En las últimas tres décadas, la población del corregimiento de Pacora se incrementó de 26,587 habitantes en 1990 a 70,283 habitantes en 2023, lo que representa un incremento del 164.3%. (Alcaldía de Panamá, 2023).

La reducción del riesgo de desastres está estrechamente relacionada con el fortalecimiento de la resiliencia (Sierra Rios, 2024). Su propósito es que tanto los gobiernos como los actores locales y la sociedad en general adquieran un mayor conocimiento y control sobre las amenazas, permitiéndoles prevenir o disminuir sus efectos, responder de manera rápida y eficiente, y lograr una recuperación sostenible. Este proceso no es exclusivo de los organismos de Defensa Civil, sino que involucra a distintos sectores socioeconómicos y a la comunidad en su conjunto. Además, de fortalecer la capacidad de resiliencia de las comunidades se debe, la reducción de riesgo implica, reforzar mucho más su capacidad de adaptación antes los cambios, y con especial atención ante los eventos extremos.

Desde 1972, la Comisión del Canal de Panamá, hoy conocida como la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), inició las primeras acciones relacionadas con

alertas tempranas mediante el desarrollo de un programa de control de inundaciones, en el área de influencia del canal de Panamá. En 1999, Panamá adoptó formalmente el concepto de Sistema de Alerta Temprana (SAT) con la instalación del primer sistema en la subcuenca del río Mamoní, en el corregimiento de Chepo. Esta iniciativa fue ejecutada por el SINAPROC, el objetivo principal de este proyecto fue fortalecer las capacidades locales en comunicación y divulgación, logrando que el sistema de comunicación implementado continúe funcionando gracias al mantenimiento de los radios por parte de SINAPROC y la colaboración comunitaria (2012).

En el año 2009, se implementó en Pacora un Sistema de Alerta Temprana (SAT), resultado del apoyo del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), la Organización de los Estados Americanos (OEA) y la Organización de las Naciones Unidas / Plataforma Global para la Promoción de la Alerta Temprana (ONU/PGPAT), con el objetivo de lograr el intercambio de experiencias y crear un manual para los SAT comunitarios. En 2011, se desarrolló un proyecto llamado "Fortalecimiento de capacidades en los SAT", en el cual se realizó un inventario y caracterización de los SAT en Panamá, con la participación del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) y otras entidades.

El informe resultante fue, por un lado, el seguimiento del proceso de evolución de los SAT en el país y, por otro, una serie de recomendaciones para la mejora de estos. Existe la necesidad de fortalecer los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) en Panamá e invocar un marco legal articulado entre los diferentes actores

en la gestión del riesgo. También enfatiza que, a pesar de los esfuerzos realizados, es importante mejorar la organización comunitaria y la capacitación para brindar una adecuada respuesta en emergencias. Finalmente, señala que la sostenibilidad y la preparación ante desastres son claves para la protección de las comunidades y el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (UNESCO, 2012).

Los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) deben estar diseñados con un enfoque prioritario en las poblaciones más vulnerables a las amenazas. Es importante que las comunidades sean protagonistas en el funcionamiento, participando en sus diferentes componentes. Para ello, es fundamental que reciban capacitación que les permita entender los riesgos, aprovechando su conocimiento del entorno. Además, deben colaborar con las autoridades en la planificación y desarrollo de estrategias de prevención y preparación, con el objetivo de reducir los impactos de los desastres (Pereira Gavilán, 2020).

La sostenibilidad y eficacia de los SAT dependen en gran medida de la participación de las comunidades y los gobiernos locales. En este sentido, deben existir las iniciativas para involucrar a las comunidades en la operación y mantenimiento de los SAT. Además, la instalación de sistemas de alerta en las cuencas busca reducir la vulnerabilidad de las poblaciones ante inundaciones recurrentes, facilitando una respuesta temprana a fenómenos climáticos adversos (Vallester, 2022).

Investigadores de La Universidad Tecnológica de Panamá (Chang et al., 2015) ejecutaron un proyecto titulado "Desarrollo de un sistema de alerta temprana prototipo que incluya tecnología electrónica asistiva para la movilidad de personas con sordera o ceguera en la cuenca del río Pacora, Provincia de Panamá". Este proyecto se centró en desarrollar un sistema de alerta temprana para mitigar, adaptarse y alertar sobre inundaciones, incluyendo tecnología para personas con discapacidad. Se simplificó el sistema de monitoreo y se promovió la conciencia comunitaria en el manejo del recurso hídrico, beneficiando a todos los miembros de las comunidades, incluyendo a personas con discapacidad. Entre los productos y resultados esperados estaban la entrega de dispositivos electrónicos para alertas específicas, la capacitación de actores locales y la creación de un sistema de comunicación inclusivo.

De acuerdo con (Cerrato, 2008) las condiciones biofísicas y organizativas para la implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante Inundaciones (SAT) son esenciales para su efectividad. Además, la participación comunitaria en el análisis de riesgos es un factor clave para el éxito de estos sistemas. También se destaca la necesidad de integrar factores biofísicos, como la topografía, geología e hidrología, para una mejor comprensión y mitigación de los riesgos de inundación y subraya la urgencia de crear sistemas de monitoreo y alerta en áreas vulnerables, así como educar a la población sobre el uso responsable de las zonas recreativas y la preservación de los recursos hídricos y la cobertura vegetal.

1.3. Justificación

Comprender la estrecha relación entre los aspectos biofísicos y sociales dentro de una cuenca hidrográfica es indispensable para percibir la interacción dinámica entre los elementos naturales y la población que habita ese territorio. Esta comprensión es esencial para planificar proyectos de desarrollo sostenible de manera efectiva, considerando las potencialidades y limitaciones de los recursos naturales presentes en la cuenca. Este enfoque integral nos permite identificar fortalezas, desafíos, causas y consecuencias de las actividades que se realizan en la cuenca, lo que facilita la formulación de acciones viables y adecuadas para brindar servicios de calidad a la población, al mismo tiempo que se promueve la conservación del entorno natural (Cordón Suárez et al., 2011).

En Panamá, las inundaciones son la principal causa de muertes asociadas a desastres naturales (Gordón, 2014). La cuenca hidrográfica río Pacora (N.º 146) es una de las que registra mayores incidencias de inundaciones a nivel nacional, con datos que abarcan desde 1933 hasta 2022 (CATHALAC, 2022).

Además, el cambio climático incrementa la frecuencia y magnitud de estos eventos, ya que altera los patrones de precipitación e intensifica los fenómenos climáticos extremos aumentando el riesgo de inundaciones, especialmente en esta cuenca que ha experimentado un desarrollo urbanístico reciente y en sectores socioeconómicos sensibles a estos fenómenos (Benito, 2006).

Históricamente, la cuenca del río Pacora ha sido altamente susceptible a riesgos climáticos, principalmente inundaciones y, en menor medida, sequías durante la

temporada seca. Según el (Ministerio de Ambiente, 2008) y (Ministerio de Economía y Finanzas, 2023), Hay un incrementado considerable de la vulnerabilidad de la región frente a desastres naturales, especialmente inundaciones y se han intensificado por varios factores, como la degradación de los recursos naturales, prácticas inadecuadas y cambios en el uso del suelo, extracción de material pétreo a nivel industrial en los cauces y riberas del río, aumento de la escorrentía superficial, pérdida de capacidad de infiltración, obstrucciones en los cursos de agua y el desarrollo urbano sin una adecuada planificación.

Las inundaciones tienen un impacto significativo en el sector de Pacora, afectando la vida cotidiana de los residentes, ocasionando pérdidas materiales y afectando la salud física y psicológica de los habitantes. Su proximidad a cuerpos de agua y su topografía la hacen susceptible a estos eventos, ya que, durante lluvias intensas, el desbordamiento de ríos y la escorrentía superficial provocan inundaciones (Gordón, 2014).

Esta investigación contribuirá a la reducción de riesgos y efectos ocasionados por inundaciones, con el objetivo principal de proteger vidas en las comunidades vulnerables en la cuenca del río Pacora. Para ello, se generará información que permitirá diseñar estrategias adecuadas a partir del análisis de las condiciones biofísicas (como la hidrología, la topografía y el uso del suelo), así como de las condiciones sociales y organizativas (demografía y actividades económicas), aspectos que son fundamentales para la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) comunitario.

La gestión de este SAT se basará en un modelo de gobernanza participativa que asegurará su funcionamiento y sostenibilidad a largo plazo. El estudio permitirá disminuir la susceptibilidad ante inundaciones al facilitar la emisión de alertas tempranas, brindando a la población mayor tiempo para evacuar y adoptar medidas de protección. A su vez, fortalecerá la resiliencia comunitaria mediante la sensibilización sobre los riesgos y la importancia de estar preparados. Asimismo, promoverá la colaboración entre instituciones, actores locales y servicios de emergencia, mejorando la capacidad de respuesta ante situaciones de crisis. La participación de la comunidad fomentará su empoderamiento, dándole las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas que garanticen su seguridad y bienestar.

Finalmente, esta información será de utilidad no solo para las comunidades en riesgo, sino también para las autoridades locales, los sectores económicos y la comunidad científica, al proporcionar datos que mejoren la toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar de manera integral las condiciones biofísicas y organizativas comunitarias en la cuenca del río Pacora N°.146, para implementar un sistema de alerta temprana comunitario ante inundaciones, eficaz y adaptado a las características y necesidades específicas de la zona.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Describir las condiciones biofísicas de la cuenca del río Pacora, incluyendo aspectos geomorfológicos, climáticos, hidrográficos, de cobertura vegetal y uso del suelo.
- Identificar la capacidad organizativa comunitaria e institucional existente para la gestión del riesgo de inundaciones, incluyendo coordinación entre autoridades y comunidades locales.
- Proponer estrategias de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) que mitiguen y reduzcan los riesgos de inundaciones en la cuenca del río Pacora.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis Nula (H_0):

No existe relación alguna entre la evaluación de las condiciones biofísicas y organizativas comunitarias de la cuenca hidrográfica del río Pacora y la implementación de un sistema de alerta temprana comunitario ante inundaciones, es decir que las variaciones de estos elementos no inciden para la eficacia del sistema.

1.5.2. Hipótesis Alternativa (H_a):

Existen relaciones y efectos significativos entre la evaluación de las condiciones biofísicas y organizativas comunitarias de la cuenca hidrográfica del río Pacora con la implementación del sistema de alerta temprana comunitario para inundaciones, en el sentido de que la integración de estos elementos incide en la capacidad de respuesta del sistema para inundaciones, aumentando su calidad y eficacia.

1.6. Alcances del Estudio

Este estudio proporciona un análisis detallado de las condiciones biofísicas de la cuenca del río Pacora, considerando variables como la cobertura vegetal y uso del suelo, pendiente, red de drenaje, tipo de suelo y características climáticas. Asimismo, se evalúan las condiciones organizativas y sociales, con el fin de identificar las capacidades y limitaciones para implementar una red de comunicación comunitaria eficaz que fortalezca la operación de un sistema de alerta temprana ante inundaciones.

Además del diagnóstico, se incluyen propuestas de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) orientadas a reducir la exposición al riesgo, restaurar ecosistemas clave y contribuir al manejo integral del territorio.

Los productos generados a partir de este estudio, como los mapas georreferenciados y los análisis espaciales, ofrecen herramientas útiles para la gestión del riesgo en la cuenca. Estas herramientas pueden ser aprovechadas por instituciones como el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), autoridades locales y organizaciones para orientar procesos de ordenamiento territorial ambiental, definir estrategias de mitigación y apoyar la elaboración de políticas que reduzcan la vulnerabilidad ante inundaciones. A nivel comunitario, la información resultante contribuye a mejorar la comprensión del entorno y facilita la toma de decisiones responsables por parte de los moradores de la comunidad, frente a eventos hidrometeorológicos extremos.

1.7. Limitaciones del Estudio

Las principales limitaciones del estudio estuvieron relacionadas con el acceso a las áreas de estudio y la participación de la comunidad. Algunas zonas fueron restringidas por razones de seguridad, lo que redujo el alcance de las visitas de campo a las comunidades afectadas. Además, muchas personas mostraron resistencia y desconfianza a compartir información personal en encuestas y entrevistas, lo que dificultó la recopilación de datos importantes.

Esta falta de colaboración también se reflejó en la baja asistencia a algunos talleres sobre gestión de riesgos y eventos ambientales. Otro desafío fue la dificultad para obtener información relevante, ya que muchas instituciones no comparten públicamente datos que, en teoría, deberían estar disponibles.

Finalmente, la escasa coordinación y comunicación entre entidades gubernamentales y sectores locales complicó algunas actividades y procesos, dificultando la red del SAT comunitario en la cuenca del río Pacora.

2. Revisión de Literatura

2.1. Conceptos de Cuencas Hidrográficas

Según la Ley No. 44 - Régimen Para El Manejo, Protección y Conservación de Las Cuencas Hidrográficas (2002) de la República de Panamá, una cuenca hidrográfica se define como un área delimitada que integra características físicas, biológicas y geográficas. En ella, interactúan las aguas superficiales y subterráneas a través de una red natural de cauces, los cuales pueden ser de caudal continuo o intermitente. Estos cauces confluyen en un curso mayor, el cual puede desembocar en un río principal, un depósito de agua natural o artificial, un pantano o directamente en el mar.

En términos geográficos, una cuenca hidrográfica es una región delimitada por el relieve, en la que la precipitación se acumula para formar un cuerpo de agua principal, como un río. Además de sus aspectos geográficos, una cuenca hidrográfica funciona como un sistema complejo donde se interrelacionan elementos biofísicos (agua y suelo), biológicos (flora) y antropogénicos (factores socioeconómicos, culturales e institucionales). Según (Ramakrishna et al., 1997) cualquier alteración en uno de estos componentes puede afectar la estabilidad de todo el sistema.

Por último, la cuenca hidrográfica es fundamental para la ecología del paisaje, pues facilita la comprensión de las dinámicas entre el agua, el suelo y los ecosistemas asociados. Ortiz Quintero (2021) destaca que la gestión eficiente de las cuencas es clave para garantizar la conservación ambiental y el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos, elementos esenciales para el bienestar humano y la biodiversidad.

2.2. Soluciones Basadas en la Naturaleza

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) describe las Soluciones basadas en la Naturaleza como iniciativas enfocadas en la protección, gestión y restauración sostenible de los ecosistemas, sean estos naturales o modificados. Estas acciones buscan enfrentar de manera efectiva los desafíos sociales, adaptándose a las circunstancias, y al mismo tiempo beneficiando el bienestar humano como la biodiversidad (IUCN, 2020).

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) aprovechan los servicios ecosistémicos para enfrentar desafíos sociales como el cambio climático, la seguridad alimentaria y los desastres naturales. Estas soluciones pueden combinarse con intervenciones convencionales, como la mejora del acceso a alimentos o el apoyo a la producción local. Además, el reconocimiento del papel clave de los ecosistemas en el bienestar humano ha sido parte de los conocimientos tradicionales de muchos pueblos indígenas durante siglos, y en la

década de 1990 se hizo evidente la necesidad de un enfoque más sistemático para entender esta relación (Cohen-Shacham et al., 2016).

De acuerdo con el Banco Interamericano las Soluciones Basadas en la Naturaleza son enfoques que protegen y restauran ecosistemas naturales para enfrentar desafíos ambientales y mejorar la resiliencia de las comunidades. En el contexto de las inundaciones, las SBN contribuyen significativamente a reducir el riesgo mediante la restauración de bosques y conservación de bosques de galería que ayudan a mitigar el impacto del agua, mejorando la capacidad de respuesta de las áreas vulnerables y minimizando daños a la población. Estas soluciones promueven la conservación de la biodiversidad y mejoran la calidad del agua, aportando protección natural frente a eventos climáticos extremos (Marsters et al., 2021).

2.2.1. Corredores Ecológicos

Los corredores biológicos son zonas estratégicas que permiten el desplazamiento de especies entre distintos ecosistemas, promoviendo la conectividad y la unidad ecológica. Funcionan como corredores de transición entre entornos naturales y urbanos, reduciendo los impactos de la fragmentación del hábitat. Dentro de las Soluciones Basadas en la Naturaleza, estos corredores facilitan la adaptación y supervivencia de las especies en un entorno que cambia constantemente debido

a la actividad humana, apoyando la conservación de la biodiversidad y el aumento de la resiliencia ambiental (Alcaldía de Panamá, 2021).

Estos son fundamentales en la planificación ambiental y territorial, ya que no solo permiten la movilidad de la biodiversidad, sino que también resguardan los recursos hídricos y contribuyen a la regulación del cambio climático. Actúan como zonas de contención que evitan los efectos negativos del crecimiento urbano, mientras favorecen la preservación de ecosistemas acuáticos y terrestres. Estos corredores, al combinar elementos naturales y sociales, favorecen el bienestar humano, incrementando la resiliencia de las comunidades ante desastres naturales y elevando la calidad de vida en zonas urbanas y rurales (Boraschi, 2009).

2.2.2. Zonas Verdes

Las áreas verdes son espacios naturales dentro de entornos urbanos o rurales que contribuyen a la reducción de la contaminación del aire, regulan la temperatura y la humedad, y promueven la conservación de la biodiversidad. Tienen beneficios para la salud física y emocional, fomentan la interacción social y la conciencia ambiental. Estos espacios incluyen parques, jardines y arboledas, funcionando como elementos para mejorar la calidad de vida (Lynch, 1980).

2.2.3. Áreas Protegidas

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define un área protegida como un espacio geográfico claramente delimitado, reconocido y gestionado mediante medios legales u otros efectivos, con el objetivo de conservar a largo plazo la naturaleza, los servicios ecosistémicos y los valores culturales asociados. En Panamá, las áreas protegidas forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), gestionado por el Ministerio de Ambiente.

Las categorías de manejo de las áreas protegidas se asignan según sus características y usos posibles, teniendo en cuenta aspectos ambientales, sociales, económicos y políticos (Resolución No. AG-0704 de ANAM, 2012) define las categorías de manejo del SINAP de Panamá. Estas categorías son importantes porque ayudan a tomar decisiones sobre su creación y gestión, establecen los objetivos de conservación y definen cómo se deben manejar. También facilitan el equilibrio entre los intereses de las personas y la naturaleza, y permiten encontrar formas de conservar el ambiente mientras se atienden las necesidades sociales.

2.2.3.1. Categoría de Reserva Hidrológica

El artículo 3 de la resolución AG-0704 de 2012 define a la Reserva Hidrológica como un área define a la Reserva Hidrológica como un área, terrestre y/o acuática cuya finalidad primordial es la protección del recurso hídrico, conservando y

manteniendo la producción hídrica en calidad y cantidad adecuada y además manteniendo los flujos hídricos y la conservación de los ecosistemas, hábitats y especies asociados a éstos.

2.3. Aspectos Biofísicos

Tal como indica Jiménez, Francisco (2000) el aspecto biofísico abarca el entorno natural en el que se desarrolla una población humana, incluyendo los ecosistemas, su estructura y los recursos que proporcionan. Este componente define el escenario donde emergen los problemas ambientales, los cuales son el resultado de la interacción continua entre la actividad humana y su entorno. A medida que las poblaciones crecen y sus demandas sobre los recursos naturales aumentan, puede surgir un desequilibrio cuando estas demandas superan la capacidad de los ecosistemas para regenerarse y proveer servicios.

Este desajuste no solo genera presión sobre los recursos naturales, sino que también exacerba problemas como la degradación ambiental, pérdida de biodiversidad y fenómenos extremos como las inundaciones, haciendo más vulnerable a la población frente a riesgos climáticos y desastres naturales.

Los aspectos biofísicos se refieren a las características naturales de un área, como su red hídrica, vegetación, textura del suelo y topografía. Estos componentes determinan el comportamiento de los ecosistemas y su capacidad

para soportar y regular procesos ambientales, como el ciclo del agua y la retención del suelo.

Una alta densidad de ríos incrementa el riesgo de desbordamiento, mientras que la pendiente del terreno también influye: zonas planas son más propensas a inundarse que áreas con mayor inclinación, donde el agua tiende a escurrir más rápido. Además, la textura del suelo afecta la absorción de agua; suelos arcillosos, por ejemplo, retienen más agua, lo que aumenta el riesgo de derrumbes e inundaciones. La cobertura vegetal también es crucial, ya que una baja vegetación reduce la capacidad del suelo para absorber el agua y aumenta la erosión, agravando la vulnerabilidad frente a inundaciones. (Pabón-Caicedo et al., 2018)

2.4. Aspectos Organizativos

Como indica Ceccon (2003) los aspectos sociales en una cuenca hidrográfica hacen referencia a las interacciones entre las personas y su entorno, abarcando factores culturales, económicos y comunitarios. Estos aspectos son fundamentales en la ecología del paisaje, ya que influyen en la planificación y gestión de los ecosistemas, promoviendo un equilibrio entre las necesidades humanas y la conservación ambiental.

Comprender estas relaciones permite una toma de decisiones más informada y efectiva para la restauración y manejo sostenible de los recursos naturales,

garantizando un enfoque holístico que integre tanto el bienestar de las comunidades como la protección del ambiente.

Aguirre et al. (2021) sostiene que la participación de las comunidades locales en la planificación de la gestión de recursos hídricos es fundamental para abordar sus necesidades y preocupaciones de manera efectiva. Los aspectos sociales en una cuenca hidrográfica pueden generar tanto conflictos como oportunidades para la colaboración entre diferentes actores, lo que subraya la importancia de un enfoque participativo y equitativo.

Además, la colaboración social no solo mejora la efectividad de la gestión sostenible de los recursos, sino que también facilita la resolución de conflictos entre usuarios del agua, promoviendo un uso responsable, y fortaleciendo las capacidades de las comunidades locales para involucrarse activamente en la conservación del entorno.

2.5. Sistema De Alerta Temprana y sus Componentes

Un Sistema de Alerta Temprana (SAT) de inundaciones es un conjunto integral de herramientas y procedimientos destinados a predecir y alertar a las comunidades sobre la inminencia de eventos de inundación, con el objetivo de reducir su vulnerabilidad y mitigar las pérdidas de vidas y bienes. Este sistema se fundamenta en la monitorización continua de condiciones hidrológicas, como las precipitaciones fluviales y los niveles de los ríos, a través de estaciones

pluviométricas y reglas de medición que permiten obtener datos diarios, especialmente durante las temporadas lluviosas.

La información recopilada es utilizada para modelar los fenómenos de inundación, facilitando la emisión oportuna de alertas a la población, lo cual es crucial para garantizar una evacuación oportuna y eficiente en situaciones de riesgo. En este sentido, la implementación de un SAT no solo se enfoca en la respuesta ante emergencias, sino también en la prevención y control de los efectos adversos, contribuyendo a una gestión del riesgo más efectiva y resiliente. (Moreno et al., 2014)

De acuerdo con United Nations International Strategy for Disaster Reduction - UNISDR. (2009) un sistema de alerta temprana comunitario incluye cuatro componentes esenciales:

- El conocimiento del riesgo
- El monitoreo, análisis y pronóstico de las amenazas
- La comunicación o difusión de las alertas y avisos
- Las capacidades locales para reaccionar y actuar ante la alerta recibida.

La expresión "sistema de alerta de principio a fin" se emplea para destacar que dichos sistemas deben cubrir todas las etapas, desde la detección de una amenaza hasta la respuesta y actuación segura de la comunidad.

La UNGRD establece que un Sistema de Alerta Temprana (SAT) comunitario es un mecanismo basado en el conocimiento y la capacidad organizativa de una

comunidad para anticipar y responder a eventos peligrosos. Su funcionamiento se apoya en mapas comunitarios de riesgo, herramientas de monitoreo, estrategias de difusión de alertas y planes de evacuación y protección. Aunque recibe apoyo institucional, su fortaleza radica en la autogestión, el liderazgo y la organización comunitaria frente a los riesgos (2021).

Es una herramienta para la gestión del riesgo, diseñada para prever y comunicar amenazas inminentes, permitiendo que las comunidades y las autoridades tomen medidas preventivas. Según, (Central American Coordination Centre for Natural Disaster Prevention., 2012), un SAT está compuesto por cinco elementos esenciales:

1. Observación y Monitoreo: Recolección y análisis de datos de los fenómenos naturales.
2. Pronóstico: Predicción de la ocurrencia de eventos peligrosos, sobre la base de datos técnicos.
3. Identificación de la Alerta: Determinación de umbrales que activen las alertas.
4. Comunicación de la Alerta. Comunicación oportuna, eficaz y rápida.
5. Respuesta ante Emergencias. Ejecutar acciones para disminuir los efectos adversos del desastre.

En Panamá existen varios SAT, pero con distintos niveles de implementación. Las cuales se clasifican según el tipo de amenaza que abordan (como inundaciones, tsunamis o actividad volcánica), su capacidad para manejar múltiples amenazas o

su nivel de operación (local, regional o nacional). Algunos ejemplos son el SAT hidrometeorológico en el río Chiriquí Viejo, el SAT ante amenazas volcánicas en el volcán Barú y el SAT para inundaciones en la cuenca del río Santa María y la mayoría carece de uno o más de los cinco componentes, lo que limita su efectividad. Entre las principales deficiencias se encuentran la ausencia de estudios técnicos, la falta de protocolos de emergencia y, en especial, el escaso involucramiento de las comunidades en el monitoreo y ejecución de acciones.

3. Metodología

3.1. Localización General del Área De Estudio

Este estudio se llevó a cabo en la cuenca N.º 146 del sistema regional, correspondiente a la cuenca del río Pacora, ubicada en la vertiente del Pacífico. Políticamente, pertenece al distrito de Panamá, en la provincia de Panamá, y está conformada por tres corregimientos: Pacora, Las Garzas y San Martín. La cuenca incluye seis subcuencas, que se detallan a continuación (ver Mapa 1):

- Río Cabobré – Utivé

- Río Pacora – Parte Baja

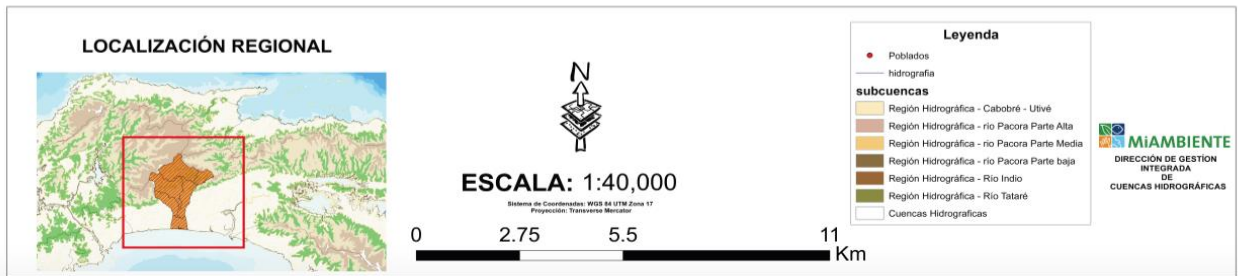
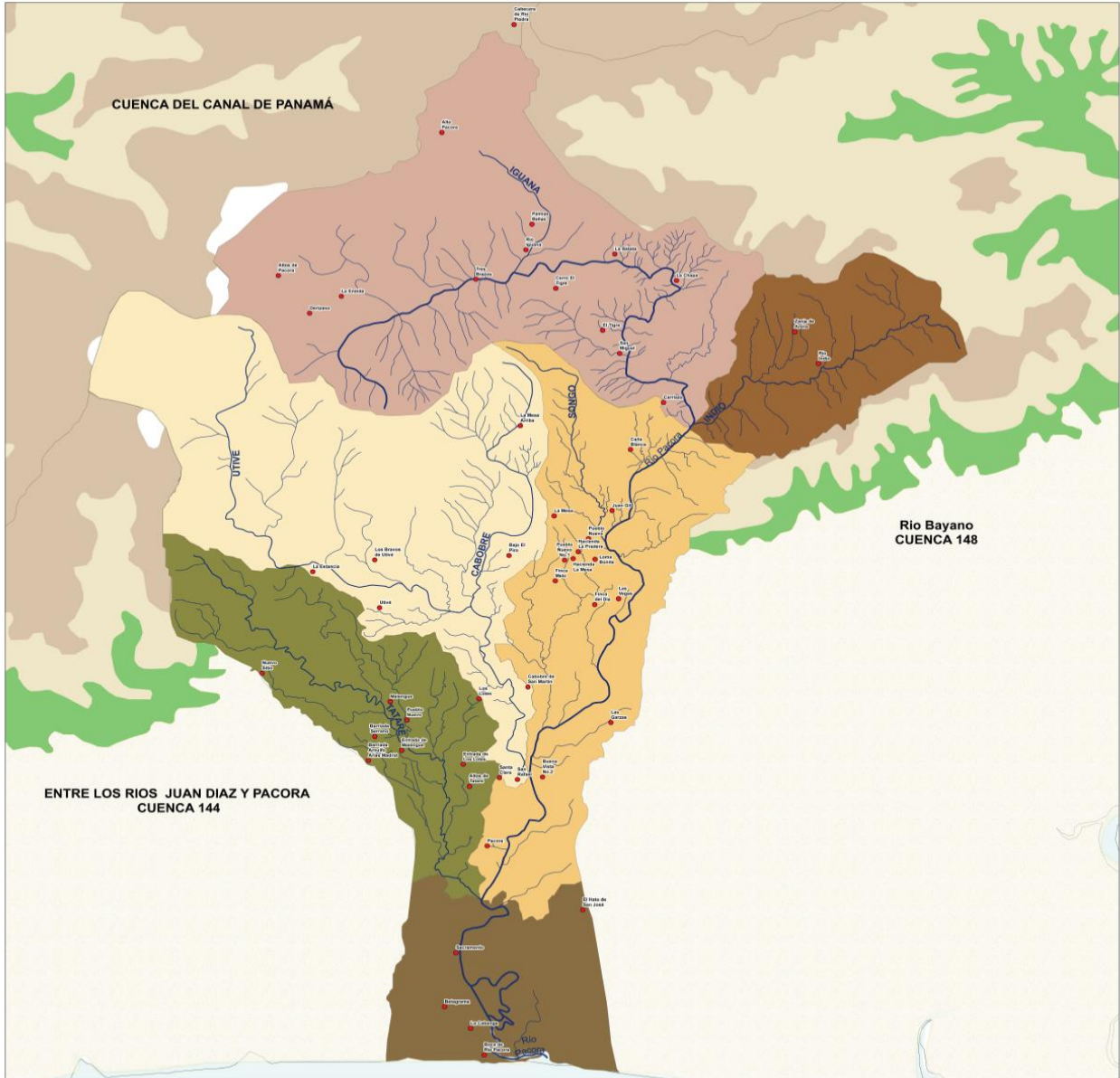
- Río Tataré

- Río Pacora – Parte Media

- Río Pacora – Parte Alta

- Río Indio

REPÚBLICA DE PANAMÁ
SUBCUENCAS DEL RÍO PACORA - CUENCA N°146



Mapa No.1: Delimitación y Ubicación de la Cuenca del Río Pacora (146).
Fuente: Ministerio de Ambiente.

3.2. Materiales

3.2.1. Herramientas

Se emplearon entrevistas y encuestas, diseñadas para recopilar información precisa y relevante de las comunidades afectadas por las inundaciones.

3.2.2. Aplicaciones y Programas

Se utilizaron aplicaciones como Google Earth Pro para la obtención de imágenes satelitales, y Timestamp Camera Basic, empleada para capturar fotografías con información de fecha, hora y coordenadas geográficas. Los análisis de datos se realizaron mediante programas como Excel, y el análisis espacial se ejecutó utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) a través de ArcGIS y QGIS.

3.2.3. Técnicas

Se implementaron técnicas de investigación documental, complementadas con observación directa en campo para garantizar los datos recolectados.

3.3. Fases del Estudio

3.3.1. Actividades Preliminares

En esta primera etapa, se definieron los objetivos del estudio y se planificaron las actividades necesarias para cumplir con las metas propuestas. Esto incluyó la elaboración de un cronograma detallado para el seguimiento de las tareas y la organización del equipo de trabajo. Durante esta fase, se evaluaron las herramientas y técnicas necesarias para llevar a cabo el análisis.

3.3.2. Reconocimiento Preliminar Del Área De Estudio

El reconocimiento preliminar del área tiene como objetivo obtener una comprensión inicial del entorno biofísico y social. Este proceso generalmente se realiza mediante visitas de campo, destacándose las siguientes actividades:

- **Observación General del Terreno:** Identificación de las características físicas principales: topografía, uso del suelo, cuerpos de agua, zonas de riesgo de inundación, áreas de vegetación y zonas urbanizadas.
- **Identificación de Puntos Críticos:** Localización de áreas propensas a inundaciones, como zonas bajas o cercanas a los cauces de los ríos.
- **Visita a Comunidades Locales:** Contacto con actores comunitarios o instituciones locales (como juntas comunales) para recopilar información

sobre los problemas de inundación y la organización comunitaria e identificación de las áreas más vulnerables y medidas preventivas existentes o posibles, como las soluciones basadas en la naturaleza.

- **Identificación de Desafíos Logísticos:** Evaluación de posibles dificultades de acceso o logísticas en la cuenca, como el estado de los caminos o limitaciones de seguridad en ciertas áreas.

3.3.3. Análisis Bibliográfico

Este estudio se basó en la obtención de datos relacionados a las condiciones biofísicas, sociales y antecedentes de la cuenca hidrográfica del río Pacora. Y para ello se procedió a hacer revisión bibliográfica, en bibliotecas, así como revisar la documentación disponible en la web.

De igual manera se realizaron visitas a la parte alta, a la parte media y a la parte baja de la cuenca hidrográfica del río Pacora, a efectos de contrastar la veracidad de los datos recogidos de la literatura y con el propósito de ampliar el conocimiento que se tiene de la condición biofísica de la cuenca

En lo que respecta al componente social se obtuvo información a través de datos oficiales extraídos de la página web oficial del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) de Panamá, el cual ofrece estadísticas por corregimiento y comunidad.

Se realizaron encuestas y entrevistas a la comunidad para obtener información referida a las formas de conocimiento y percepción que tiene la misma de un sistema de alerta temprana (SAT) ante inundaciones y de los riesgos de inundaciones que afectan a sus comunidades.

3.3.4. Aspectos Biofísicos

3.3.4.1. Características Morfométricas

El análisis morfométrico de la cuenca del río Pacora se realizó siguiendo los principios establecidos por (Horton, 1945), los cuales permiten evaluar la estructura del sistema de drenaje y su influencia en la respuesta hidrológica de la cuenca. Se analizaron variables como la relación de bifurcación, la densidad de drenaje, la longitud y el número de cauces por orden, así como la distribución de áreas de captación. Estos parámetros fueron calculados utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para obtener una caracterización detallada de la morfología de la cuenca. Este análisis comprende la dinámica del flujo hídrico y su relación con el riesgo de inundaciones, contribuyendo a la planificación de medidas de gestión del recurso hídrico y estrategias para la implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT).

El análisis morfométrico de la cuenca del río Pacora se realizó mediante la un mapa temático en el software ArcGIS, utilizando herramientas de análisis

hidrológico a partir de un modelo digital de elevación (DEM). Permitiendo calcular parámetros geométricos, de red de drenaje y de forma, fundamentales para entender el comportamiento físico-hidrológico de la cuenca.

3.3.4.2. Climatología

La información climática, que incluye temperatura, precipitación, evaporación y radiación solar, fue obtenida a través del Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA). Se utilizaron datos de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca, específicamente en Altos de Pacora, Utivé, Loma Bonita e Ingenio Felipillo. De igual modo se consultaron registros del Atlas Ambiental de la República de Panamá.

3.3.4.3. Zonas De Vida

La clasificación de las zonas de vida en la cuenca se basó en el Sistema de Zonas de Vida de Holdridge (1987) utilizando información extraída del Atlas Ambiental de la República de Panamá y de la base de datos del Smithsonian Tropical Research Institute (STRI GIS PORTAL) para la creación de mapas.

3.3.4.4. Vegetación

Para el análisis de la vegetación local, se revisaron estudios previos e inventarios de flora en la cuenca del río Pacora. Asimismo, se realizaron visitas de campo para identificar los tipos de vegetación y bosques relevantes en la cuenca.

3.3.4.5. Capacidad Agrológica Del Suelo

Se utilizó el sistema de clasificación desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos del (USDA). El análisis de la capacidad agrológica del suelo se llevó a cabo con los datos proporcionados por el Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), los cuales fueron procesados para la elaboración de mapas específicos.

3.3.4.6. Textura Del Suelos

La información sobre la textura de los suelos fue brindada por el IDIAP, y las capas correspondientes fueron analizadas para la creación de mapas detallados en QGIS para la evaluación de la capacidad de concentración de humedad del suelo.

3.3.4.7. Uso Actual De La Tierra

Los datos sobre el uso actual de la tierra fueron recopilados del Atlas Ambiental de la República de Panamá, complementados con información adicional proporcionada por el IDIAP (2013) y el Ministerio de Ambiente (2020).

3.3.4.8. Área Protegida en la Cuenca del Río Pacora

La cuenca del río Pacora cuenta con una única área protegida oficialmente reconocida bajo la ley 181 de 17 de noviembre de 2020 y lleva como título “que declara la parte alta de la cuenca hidrografica del rio pacora como area protegida en su categoria de reserva hidrológica y dicta otras disposiciones”

Esta reserva tiene la categoría de área protegida de tipo hidrológica, con enfoque ecológico, agro-turístico e hídrico, y abarca una superficie de 139.62 km², lo que representa aproximadamente el 38 % del total de la cuenca. Su delimitación incluye exclusivamente la zona alta, quedando fuera de protección las zonas media y baja, donde se concentra la mayor parte de la población expuesta al riesgo de inundaciones. La reserva limita al oeste con el Parque Nacional Chagres y forma parte de un corredor ecológico más amplio que conecta con la Zona de Protección Hidrológica de Tapagra y el Refugio de Vida Silvestre de la Bahía de Panamá. (Revisar mapa No. 8)

3.3.5. Aspectos Organizativos Y Sociales

3.3.5.1. Aspectos Sociales En La Cuenca Del Río Pacora

La recopilación de datos sobre las condiciones sociales en la cuenca del río Pacora se fundamentó en el análisis de los censos nacionales de población y vivienda de 2010 y del año 2023, que fueron consultados desde el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). En esta plataforma se consultaron datos sobre demografía, nivel de vida e índice de pobreza multidimensional; todos ellos fueron recopilados y analizados con el fin de comprender la realidad socioeconómica de la cuenca.

Una vez procesados los datos, se elaboraron gráficas mediante el Software de Microsoft Excel que permitieran su interpretación y mejorar su visualización. La información recopilada se complementó con visitas a las juntas comunales de los corregimientos, así como de entrevistas y encuestas aplicadas a los habitantes de las comunidades que se ven afectadas por los problemas asociados al río.

El estudio estuvo compuesto por los residentes de la cuenca del río Pacora, de los cuales se seleccionaron 79 individuos para participar en las encuestas. Este grupo fue considerado representativo de la comunidad, siendo una metodología efectiva para evaluar cómo perciben el riesgo estas comunidades expuestas a desastres naturales (Saurí et al., 2010).

Se aplicaron encuestas estructuradas que consistieron en 30 preguntas distribuidas en cinco secciones: (1) información general, (2) situación laboral y acceso a recursos económicos, (3) conocimientos y percepción sobre el riesgo de inundación, (4) presencia y apoyo de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, y (5) opiniones sobre la adaptación y preparación ante el riesgo de inundación.

Una vez obtenidos los datos, estos fueron tabulados y analizados utilizando el software Excel. Se generaron gráficos y tablas dinámicas para facilitar la interpretación y análisis de la información recolectada. De esta manera, se presenta la información de manera más estructurada, destacando la población, la muestra y el proceso de recolección y análisis de datos.

3.3.5.2. Relación Entre Políticas Públicas, Instituciones y Comunidades: Diagrama De Venn

El Diagrama de Venn es una herramienta visual utilizada para analizar las interacciones entre diferentes actores en un sistema. En este estudio, se empleó para examinar la relación entre las políticas públicas, las instituciones gubernamentales y las comunidades locales en la gestión del riesgo de inundaciones.

El análisis se estructuró en tres categorías principales: las políticas públicas, que incluyen normativas y planes de gestión del riesgo; las instituciones, como organismos gubernamentales, ONGs y el sector privado; y las comunidades locales, que representan la organización comunitaria y su participación en la gestión de riesgos. A través del diagrama, se identificaron los puntos de convergencia donde existe coordinación efectiva, así como las áreas donde hay desconexión o falta de articulación entre los actores, lo que representa un desafío para la implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT).

3.3.5.3. Análisis De Estrategias Y Factores Organizacionales: Matriz Foda/Dafo

La Matriz FODA/DAFO es una metodología de análisis estratégico que permitió evaluar los factores internos y externos que influyen en la estructura organizativa de la cuenca. Esta herramienta facilitó la identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas relacionadas con la gobernanza y la gestión del riesgo de inundaciones.

La recopilación de información se realizó a través de entrevistas dirigidas a líderes comunitarios y habitantes de la localidad. Los datos obtenidos se clasificaron en la matriz de la siguiente manera: las fortalezas incluyen la experiencia previa en manejo de emergencias y la existencia de redes comunitarias; las oportunidades se relacionan con alianzas estratégicas y acceso a financiamiento; las debilidades reflejan la falta de capacitación técnica y la limitada infraestructura para la implementación del SAT; y las amenazas abarcan el cambio climático y la falta de articulación entre las instituciones responsables.

A partir de este análisis, se formularon estrategias para potenciar las fortalezas, aprovechar las oportunidades, corregir las debilidades y mitigar las amenazas, garantizando así una planificación más efectiva y sostenible en la gestión del riesgo.

3.3.5.4. Enfoque De Horizontalidad: Construcción Conjunta Del Conocimiento

Para asegurar la participación equitativa de los diferentes actores en la investigación, se adoptó un enfoque metodológico basado en la horizontalidad, siguiendo la propuesta de (Corona Berkin & Kaltmeier, 2012).

Este enfoque busca evitar la imposición de discursos hegemónicos desde el nivel institucional y promover el diálogo entre comunidades e instituciones.

En la práctica, se realizaron entrevistas y reuniones comunitarias donde los actores locales pudieron expresar sus conocimientos, experiencias y

necesidades. Este proceso permitió que la información recopilada no solo reflejara las condiciones institucionales y normativas, sino que también incorporara la perspectiva de las comunidades en la gestión del riesgo de inundaciones. Además, esta metodología facilitó la co-creación de estrategias viables y aceptadas por los propios habitantes, lo que contribuye a la sostenibilidad y eficacia del SAT en la cuenca del río Pacora.

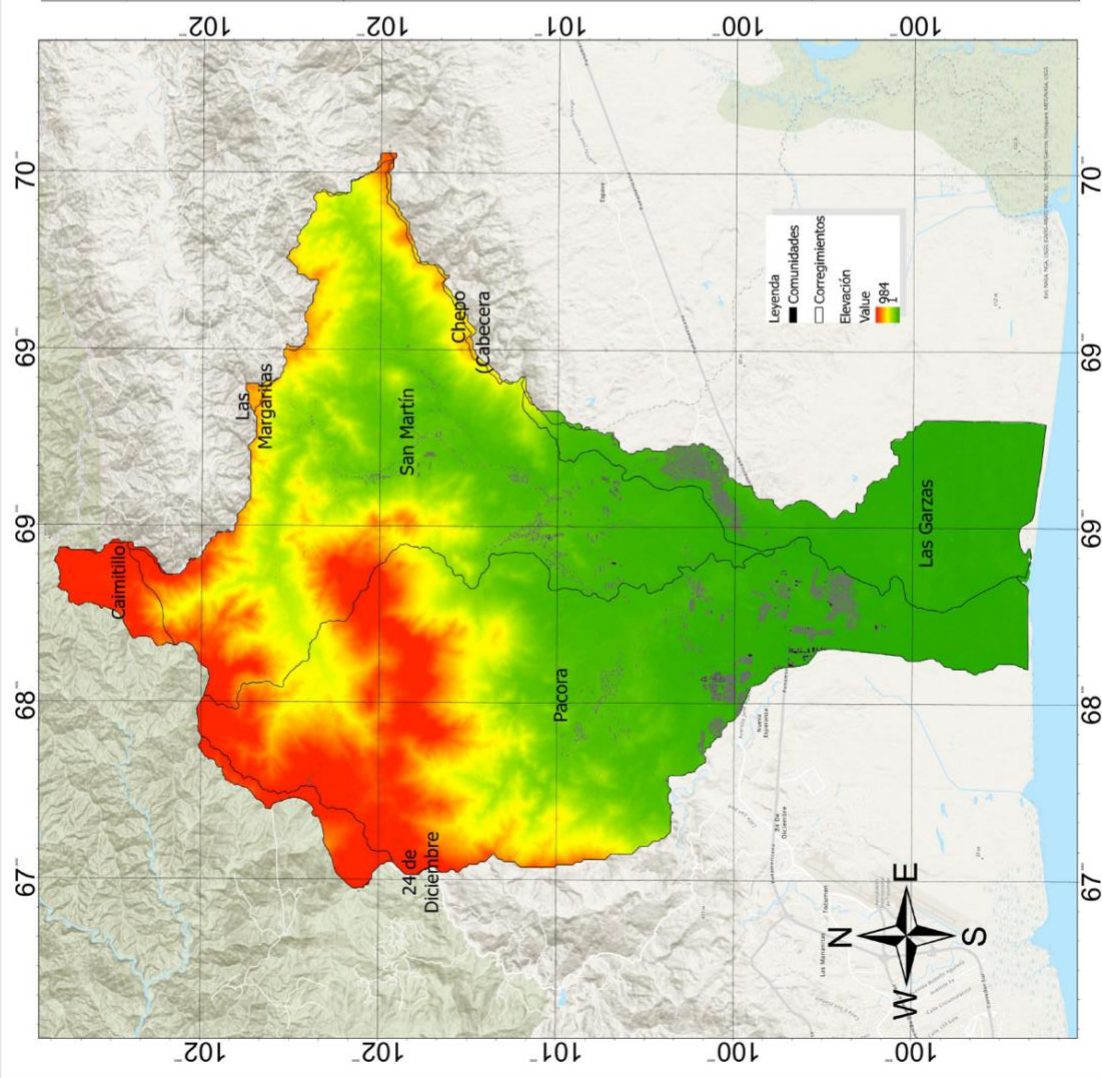
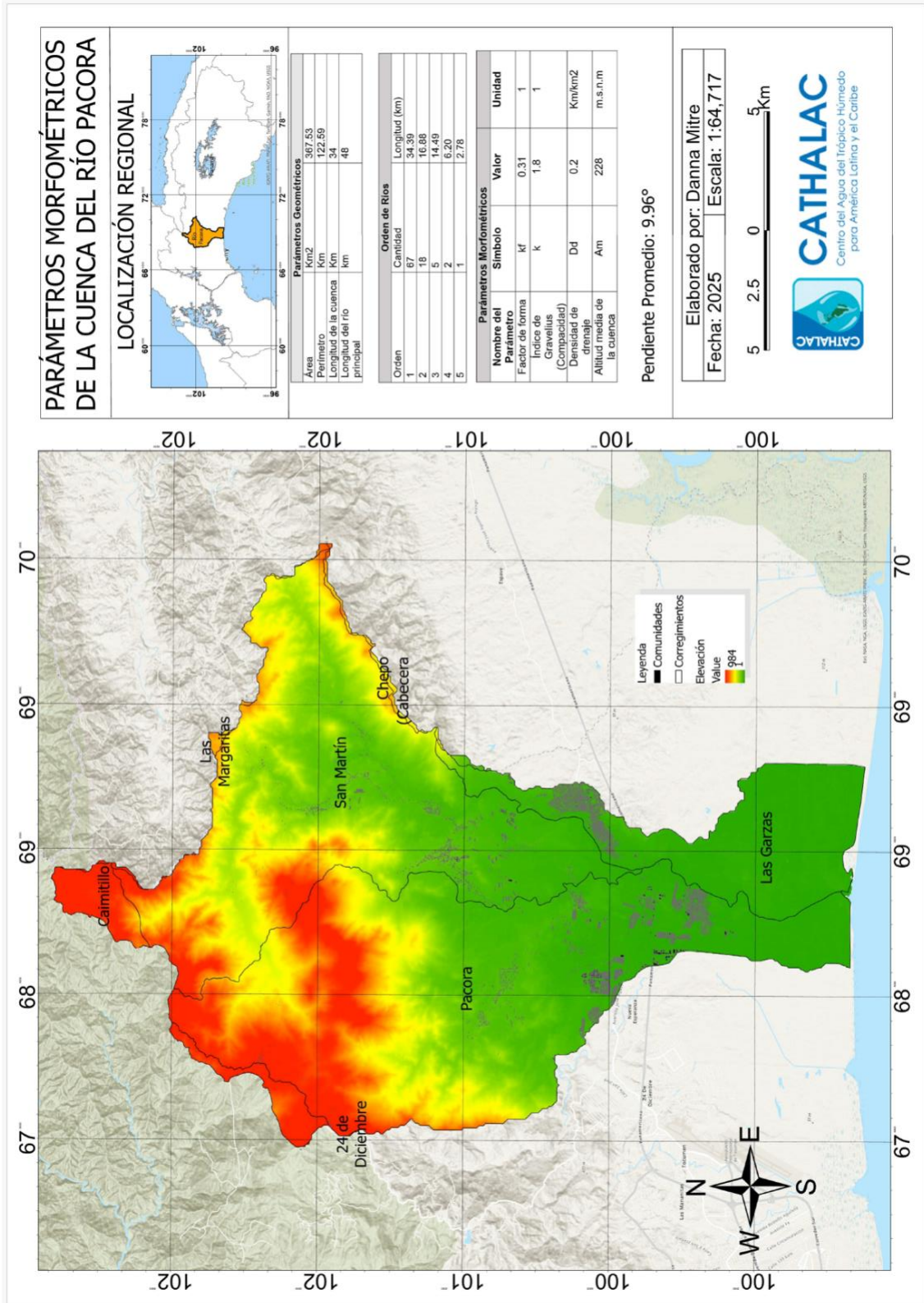
La investigación sobre la gobernabilidad local se realizó a partir del análisis del marco normativo, la estructura institucional y los recursos disponibles para la gestión del riesgo; entrevistas y encuestas a líderes comunitarios y habitantes de la localidad fueron instrumentos que hicieron posible la identificación de las fortalezas y limitaciones en el proceso de toma de decisiones. La información producida fue analizada para evaluar la capacidad técnica, operativa, de coordinación entre las instituciones, así como el nivel de organización comunitaria, y ese proceso, además de ser un aspecto importante del análisis, también hace posible el buen funcionamiento del Sistema de Alerta Temprana (SAT), a partir de las dificultades locales y la capacidad de desarrollar planes factibles y participativos para la gestión de riesgo de inundaciones.

4. Resultados y Discusión

4.1. Condiciones Biofísicas de la Zona de Estudio

4.1.1. Morfometría de la Cuenca del Río Pacora

En el mapa N°2 se observa la delimitación y forma de la cuenca con sus divisiones político-administrativas (corregimientos y las principales comunidades), junto a una escala altitudinal representada en una gradiente de colores que va desde el verde (zonas bajas, 0 msnm) hasta el rojo (zonas altas, 984 msnm). Las zonas más elevadas se encuentran en el sector norte (Caimitillo, Las Margaritas y áreas aledañas), mientras que las más bajas se sitúan al sur, en el corregimiento de Las Garzas y Pacora. Esta distribución altitudinal donde existe una diferencia de altitud de 984 msnm y de 48 kms de longitud del cauce influye directamente en la dirección del escurrimiento y la velocidad del flujo superficial.



Mapa No.2: Morfometría de la Cuenca del Río Pacora. Elaboración Propia

4.1.1.1. Parámetros Geométricos

La cuenca presenta un área total de 367.53 km², un perímetro de 122.59 km y una longitud máxima de cuenca de 34 km. El río principal tiene una longitud de 48 km, lo que representa una cuenca de tamaño medio, con una buena capacidad para captar y conducir escorrentía superficial.

Tabla No.1: Parámetros Geométricos de la Cuenca del Río Pacora

Parámetro	Valor	Unidad
Área	367.53	km ²
Perímetro	122.59	km
Longitud de la cuenca	34	km
Longitud del río principal	48	Km
Altitud máxima de la cuenca	984	msnm

4.1.1.2. Orden de la red de drenaje

Aplicando el método de clasificación de ríos de (Strahler, 1957), se determinaron cinco órdenes jerárquicos en la red fluvial, Esta jerarquización revela un sistema fluvial bastante ramificado, dominado por pequeños cursos de agua en las zonas altas y medias de la cuenca:

Tabla No. 2: Orden de ríos según clasificación de Strahler

Orden del río	Cantidad	Longitud total (km)
1	67	34.39
2	18	16.88
3	5	14.49
4	2	6.20
5	1	2.78

4.1.1.3. Parámetros Morfométricos

Los indicadores morfométricos obtenidos permiten caracterizar la forma y comportamiento hidrológico de la cuenca:

Tabla No.3: Parámetros Morfométricos de la cuenca del río Pacora

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Factor de forma	kf	0.31	Adimensional
Índice de Gravelius (compacidad)	k	1.8	Adimensional
Densidad de drenaje	Dd	0.2	km/km ²
Altitud media de la cuenca	Am	228	m.s.n.m.
Pendiente promedio	-	9.96°	Grados

La cuenca del río Pacora presenta un factor de forma de 0.31, lo que indica una morfología alargada. En la parte alta de la cuenca, donde predominan bosques mayormente conservados y suelos con capacidades agrológicas de clase III y IV, las actividades como el agroturismo, la ganadería y la agricultura se desarrollan de manera relativamente equilibrada con el entorno, lo que permite una adecuada infiltración del agua. Sin embargo, en las zonas media y baja se observa un crecimiento urbano acelerado y desordenado, incluso cerca de los cauces, lo que ha reducido la capacidad de absorción del suelo y aumentado el riesgo de inundaciones. Estas condiciones reflejan la necesidad de aplicar estrategias de ordenamiento territorial y conservación, con el fin de mantener el equilibrio y la resiliencia hidrológica de la cuenca.

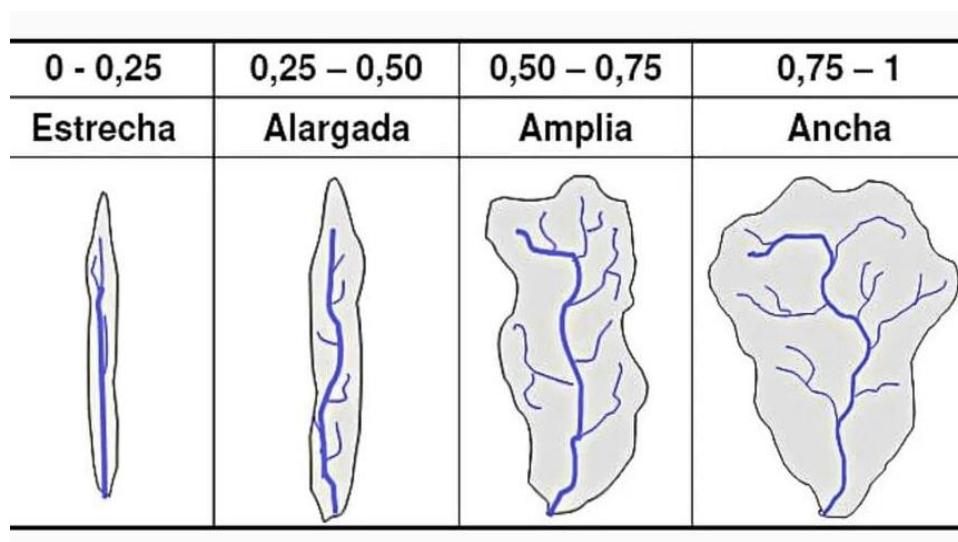


Figura No.1: Factor de Forma de una Cuenca Hidrográfica según Horton.

El índice de Gravelius obtenido para la cuenca es de 1.8, lo que indica que presenta una forma alargada o poco compacta. Este valor sugiere que el drenaje en la cuenca puede ser menos eficiente, ya que el agua superficial tarda más en concentrarse y llegar al cauce principal. En términos hidrológicos, este tipo de forma puede generar respuestas más lentas ante eventos de lluvia, pero con un mayor volumen acumulado, lo cual puede influir en la duración y extensión de posibles inundaciones. Esta característica debe ser considerada en el diseño de estrategias de manejo y mitigación del riesgo hídrico.

La densidad de drenaje calculada para la cuenca es de 0.2 km/km², lo que indica una baja presencia de cauces por unidad de área. Este valor sugiere que el escurrimiento superficial es limitado y que gran parte del agua puede infiltrarse en el suelo antes de alcanzar los ríos o quebradas. Como resultado, la cuenca presenta una respuesta hidrológica más lenta ante eventos de lluvia, es decir, el agua tarda más en concentrarse en el cauce principal, lo que reduce el riesgo de inundaciones súbitas, aunque podrían presentarse acumulaciones progresivas si las lluvias son persistentes.

Presenta una pendiente media de 9.96 ° (grados) lo que equivale a una pendiente media aproximada del 17.57%, lo que indica que el terreno es algo accidentado. Esta inclinación hace que el agua de lluvia fluya más rápido hacia los ríos o quebradas, lo que puede hacer que la cuenca responda rápidamente a las lluvias. Además, esta pendiente puede causar más erosión del suelo, sobre todo si no hay suficiente vegetación que lo proteja.

El hecho de que la altitud media (A_m) de la cuenca sea de 228 metros, mientras que su elevación máxima alcanza los 984 metros sobre el nivel del mar, indica que la mayor parte de la superficie de la cuenca se encuentra a bajas altitudes. Es decir, aunque existen zonas montañosas o elevadas, estas ocupan una menor proporción del área total.

Esta diferencia marcada entre la altitud media y la máxima sugiere una cuenca con un relieve contrastante, donde hay pendientes pronunciadas en algunas partes (especialmente desde las zonas altas hacia las bajas). Este tipo de morfología tiene implicaciones importantes en la hidrología de la cuenca, ya que puede favorecer una rápida concentración de escorrentía superficial, aumentando el riesgo de inundaciones en las zonas bajas, especialmente si estas áreas son planas o están urbanizadas.

Además, este perfil altitudinal puede provocar diferencias micro climáticas dentro de la misma cuenca, afectando la distribución de la vegetación, los usos del suelo y las prácticas agrícolas, favoreciendo una mayor diversidad biológica y un equilibrio en el uso de los recursos naturales.

4.1.2. Condiciones Climáticas

Las condiciones climáticas influyen directamente con la disponibilidad de agua y la ocurrencia de fenómenos extremos como sequías e inundaciones. Factores meteorológicos, como la temperatura y la precipitación, condicionan el

comportamiento de la red hídrica en la cuenca y su entorno. Estos elementos son de relevancia para analizar los riesgos que enfrentan las comunidades debido a la variabilidad del clima.

Es imprescindible observar estas variables durante períodos prologados para identificar tendencias y patrones que se desarrollen a largo plazo, lo que facilita una mejor comprensión de las fluctuaciones climáticas. Un análisis anual podría no reflejar adecuadamente las condiciones típicas y ofrecer resultados inusuales. La información climática refuerza la planificación de las actividades humanas y la administración de los recursos en la cuenca.

4.1.2.1. Temperatura

Los registros históricos de temperatura en la cuenca del río Pacora, obtenidos de la estación Ingenio Felipillo (146-004), una estación convencional tipo B ubicada a 12 metros de altitud y operada por la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA), evidencian una variabilidad entre las temperaturas máximas, medias y mínimas. La temperatura media anual es de 27.1°C, lo que indica un clima cálido constante en la región. Durante los meses más calurosos, como marzo y abril, se alcanzan temperaturas máximas de hasta 36°C y medias de 28.1°C, mientras que las mínimas oscilan entre 15.5°C y 20.5°C.

Estas fluctuaciones de temperatura afectan procesos como la evapotranspiración, la retención de agua en el suelo y los niveles de escorrentía superficial.

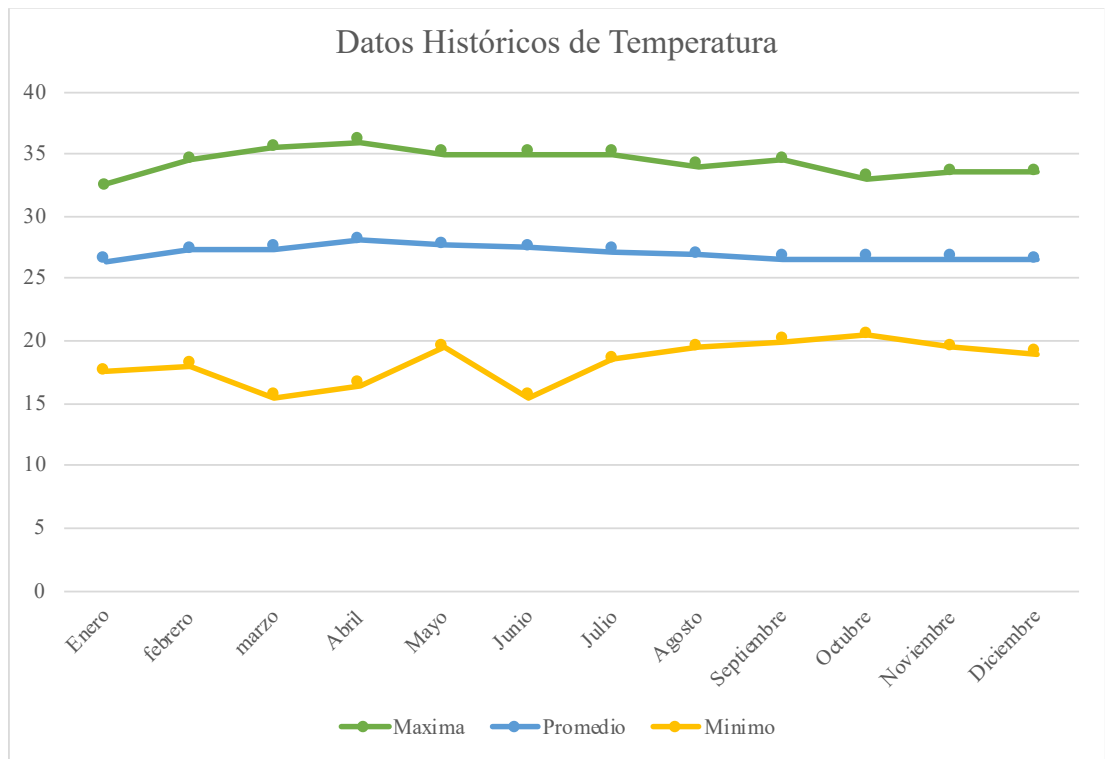
En particular, las altas temperaturas durante los meses secos pueden aumentar la evaporación, reduciendo la disponibilidad de agua y, por lo tanto, incrementando la vulnerabilidad a sequías, lo que representa un riesgo considerable para las comunidades locales.

La media anual de 27.1°C, registrada en la estación Ingenio Felipillo, resalta que la cuenca se caracteriza por un clima cálido permanente, lo que afecta de manera significativa la agricultura y la disponibilidad de agua tanto para actividades productivas como para el consumo humano. (Ver tabla No.4)

Tabla No.4: Datos Históricos de Temperatura. Estación Ingenio Felipillo. Fuente: IMHPA

ESTACIÓN INGENIO FELIPILLO (146-004)			
Datos Históricos de Temperatura			
Mes	Máxima	Promedio	Mínimo
enero	32.5	26.4	17.5
febrero	34.5	27.3	18
marzo	35.5	27.4	15.5
abril	36	28.1	16.5
mayo	35	27.7	19.5
junio	35	27.5	15.5
julio	35	27.2	18.5
agosto	34	26.9	19.5
septiembre	34.5	26.6	20

octubre	33	26.6	20.5
noviembre	33.5	26.6	19.5
diciembre	33.5	26.5	19



Gráfica No.1: *Datos Históricos de Temperatura. Estación Ingenio Felipillo*
Fuente: IMHPA

4.1.2.2. Precipitación

Los datos históricos de precipitación, recopilados de la estación Altos de Pacora (146-003), con 50 años de registros desde 1974 hasta la actualidad, dan un

panorama sobre los patrones de lluvia en la cuenca. El promedio anual de precipitación es de 275.3 mm, con el mes de octubre registrando el valor máximo de 990.9 mm y un promedio de 559.2 mm, lo que lo convierte en el mes más lluvioso del año. Este comportamiento es característico de la temporada lluviosa, que abarca la mayor parte del año, con los meses más secos concentrados entre enero y marzo, con un promedio de 29.7 mm en marzo y 42.3 en enero. (Ver tabla No.5)

Tabla No.5: Datos Históricos de Precipitación. Estación Altos de Pacora. Fuente: IMHPA

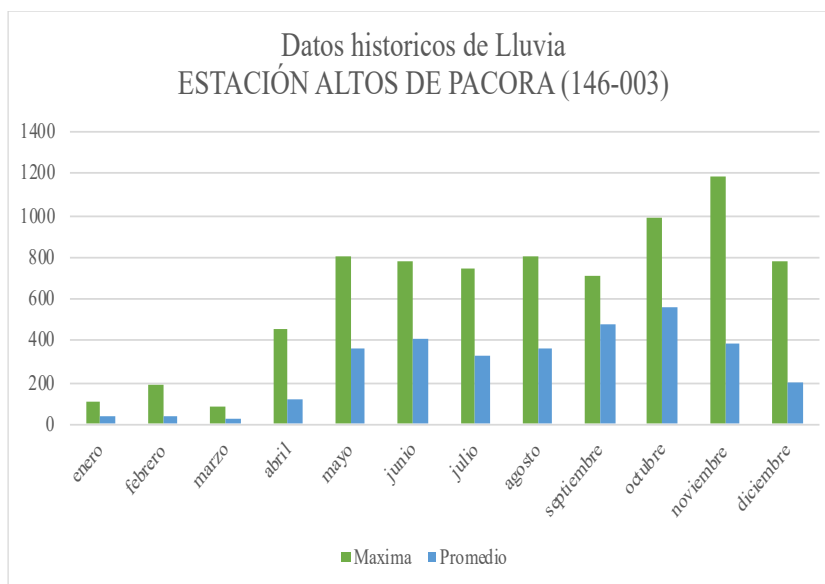
ESTACIÓN ALTOS DE PACORA (146-003)		
Datos históricos de Lluvia		
Mes	Máxima	Mínima
enero	107.3	42.3
febrero	191	34.8
marzo	84.7	29.7
abril	454.6	114.8
mayo	807.2	361.7
junio	784	410.2
julio	750.5	333.4
agosto	805.3	358.6
septiembre	707	476.3
octubre	990.9	559.2

noviembre	1184.8	384.1
diciembre	775.4	198.7

El sistema de medición de precipitación se basa en la captación de agua de lluvia sobre una superficie horizontal de un metro cuadrado (m²). Las cantidades de lluvia registradas se expresan en milímetros (mm), lo que equivale a la cantidad de agua caída sobre un metro cuadrado de superficie. Por ejemplo, si se registra una precipitación de 990.9 mm en octubre, esto significa que en ese mes cayó un volumen de agua equivalente a 990.9 litros por cada metro cuadrado de terreno.

Esta medición es necesaria para la gestión de recursos hídricos, ya que nos permite calcular el volumen total de agua que ingresa a la cuenca durante los diferentes meses del año.

Los datos muestran que los meses de mayor precipitación, como mayo, agosto y octubre, están estrechamente relacionados con el aumento del caudal de los ríos y la posible ocurrencia de inundaciones, lo que incrementa la importancia de implementar un sistema de alerta temprana (SAT) en la región.



Gráfica No.2: *Datos Históricos de Precipitación en la estación Altos de Pacora. Elaboración propia. Fuente: IMPHA*

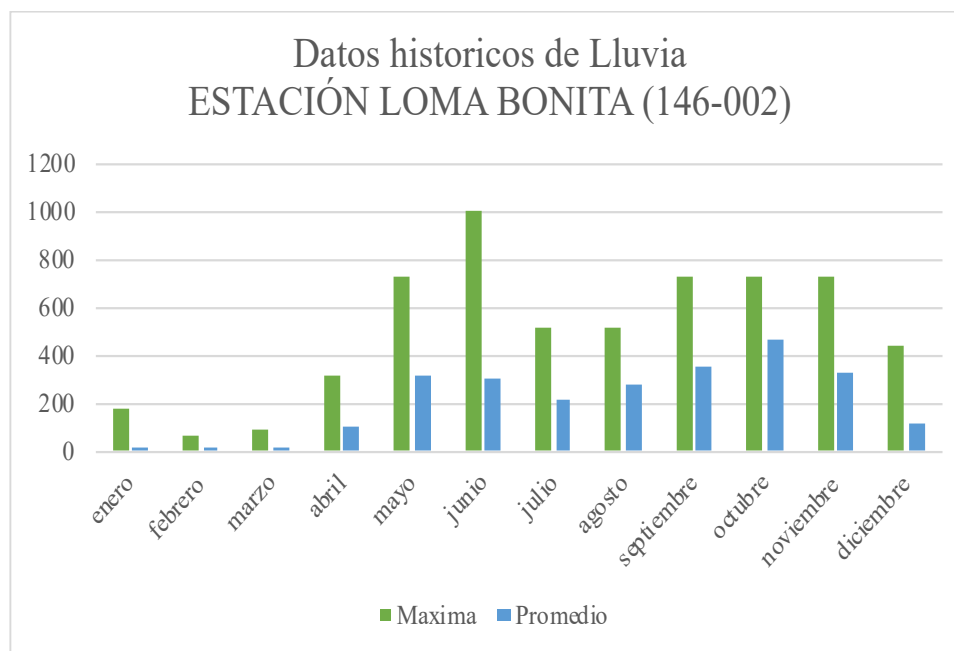
Los datos históricos de precipitación de la estación Loma Bonita (146-002), que al igual que la estación Altos de Pacora (146-003) con 50 años de registro, ofrecen una visión complementaria de las dinámicas de la precipitación en la cuenca del río Pacora. Esta estación reporta un promedio anual de 210.4 mm de precipitación y un máximo de 1006.2 mm en junio, lo que indica un comportamiento de lluvia marcado por altos volúmenes durante ciertos meses del año.

Los resultados de la estación Loma Bonita muestran que los meses con mayores precipitaciones son mayo, junio y septiembre, con promedios mensuales de 313 mm, 306 mm y 355 mm, respectivamente. En particular, junio presenta el máximo registro mensual con 1006.2 mm, destacando por ser un mes crítico en términos de lluvias intensas. En contraste, los meses de febrero y marzo son los más secos,

con promedios de 8.7 mm y 13.5 mm, lo que indica una marcada estacionalidad en el régimen de lluvias de la zona.

En comparación con la estación Altos de Pacora, se observan diferencias significativas en la distribución de las lluvias. Mientras que en Altos de Pacora el mes de octubre registra las lluvias más intensas (990.9 mm), en Loma Bonita es en junio cuando se alcanza el pico máximo de 1006.2 mm. La estación Loma Bonita experimentan lluvias intensas en un periodo más temprano del año, lo que podría generar distintos patrones de escorrentía y posibles eventos de inundaciones.

Las precipitaciones registradas en la estación Loma Bonita, especialmente los máximos de junio y septiembre determinan mayor comprensión ante los riesgos hidrológicos en la cuenca. El registro máximo de 1006.2 mm en junio refleja la posibilidad de inundaciones significativas en ese mes, dado que el volumen de agua que cae puede sobrepasar la capacidad de infiltración del suelo y generar una gran cantidad de escorrentía superficial, aumentando el caudal de los ríos y el riesgo de desbordamientos. Este comportamiento es típico de los meses de transición hacia la estación húmeda, donde las precipitaciones acumuladas pueden generar saturación en los suelos y aumentar la vulnerabilidad a eventos extremos.



Gráfica No.3: Datos Históricos de Precipitación (mm) en la estación Loma Bonita. Elaboración propia. Fuente: IMHPA

Tabla No.6: Datos Históricos de Precipitación en la estación Loma Bonita. Fuente: IMHPA

ESTACION LOMA BONITA (146-002)		
Datos históricos de Lluvia (mm)		
Mes	Máxima	Promedio
enero	176.5	17.9
febrero	64.5	8.7
marzo	90.4	13.5
abril	311.2	97.6
mayo	726.5	313
junio	1006.2	306

julio	519	221
agosto	517.8	277.6
septiembre	727.3	355
octubre	725.4	470.6
noviembre	726	325
diciembre	440.5	119.1

4.1.2.3. Evaporación

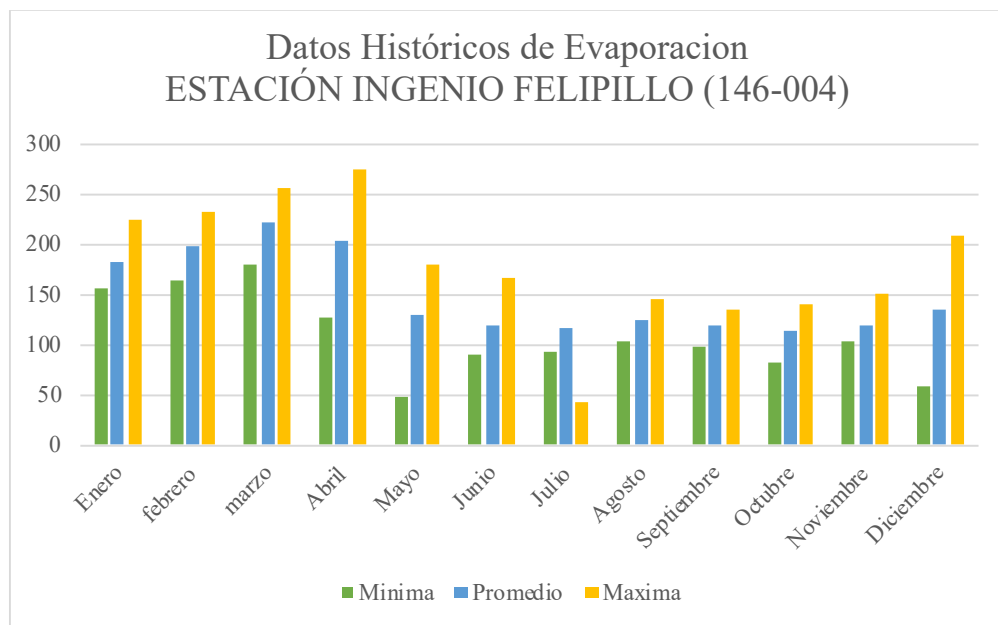
Para el factor de evaporación, los datos fueron obtenidos de la estación Ingenio Felipillo (146-004). Estos datos oscilan a lo largo del año, con valores máximos registrados en marzo y abril (hasta 274 mm) y valores mínimos en mayo (46.7 mm). Estas fluctuaciones muestran que la evaporación contribuye al ciclo del agua, afectando la humedad del suelo y, por consiguiente, su capacidad de retención.

Durante los meses de mayor evaporación, el suelo podría perder humedad, aumentando su capacidad de absorción en eventos de lluvia; sin embargo, en períodos de baja evaporación, el suelo permanece más húmedo, lo que eleva el riesgo de inundaciones debido a la escorrentía en áreas cercanas al río.

Tabla No.7: Datos de Evaporación de la estación Ingenio Felipillo. Fuente: IMHPA

ESTACIÓN INGENIO FELIPILLO (146-004)		
Datos Históricos de Evaporación		
Mínima	Promedio	Máxima

enero	156.7	182.5	224.5
febrero	162.7	197.3	232.8
marzo	180.1	220.6	256.1
abril	126.9	203.9	274
mayo	46.7	129.9	178.5
junio	88.7	118.1	166.3
julio	93.8	116.8	41.7
agosto	101.8	123.2	145.7
septiembre	99	119.7	135.4
octubre	81.8	112.9	141.1
noviembre	103.5	118.6	150.1
diciembre	58	135.5	206.9



Gráfica No.4: Datos Históricos de Evaporación. Estación Ingenio Felipillo. Elaboración propia. Fuente: IMHPA

4.1.2.4. Zonas de Vida

Holdridge (1987) definió las zonas de vida como un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, considerando las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que poseen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Este sistema se basa en la fisonomía o apariencia de la vegetación y no en la composición florística. Aunque es posible establecer muchas combinaciones, las asociaciones se agrupan en cuatro clases básicas: climáticas, edáficas, atmosféricas e hídricas.

El objetivo de la zonificación es determinar áreas donde las condiciones ambientales sean similares, con el fin de agrupar y analizar las diferentes poblaciones y zonas de vida en la cuenca del río Pacora.

Panamá cuenta con 12 zonas de vida de las 30 establecidas a nivel global, lo que representa el 40%. En Pacora existen 6 zonas de vida, entre ellas:

1. Bosque Húmedo Premontano
2. Bosque Húmedo Tropical
3. Bosque Muy Húmedo Premontano
4. Bosque Muy Húmedo Tropical
5. Bosque Pluvial Premontano
6. Bosque Seco Tropical

En la parte alta de la cuenca se encuentran el bosque muy húmedo tropical y el bosque pluvial premontano; en la parte media se localizan el bosque húmedo tropical y el bosque húmedo premontano, que también se extiende a la parte baja de la cuenca, donde hay otra zona de vida, el bosque seco tropical (Revisar la tabla No. 8 para mayor detalle)

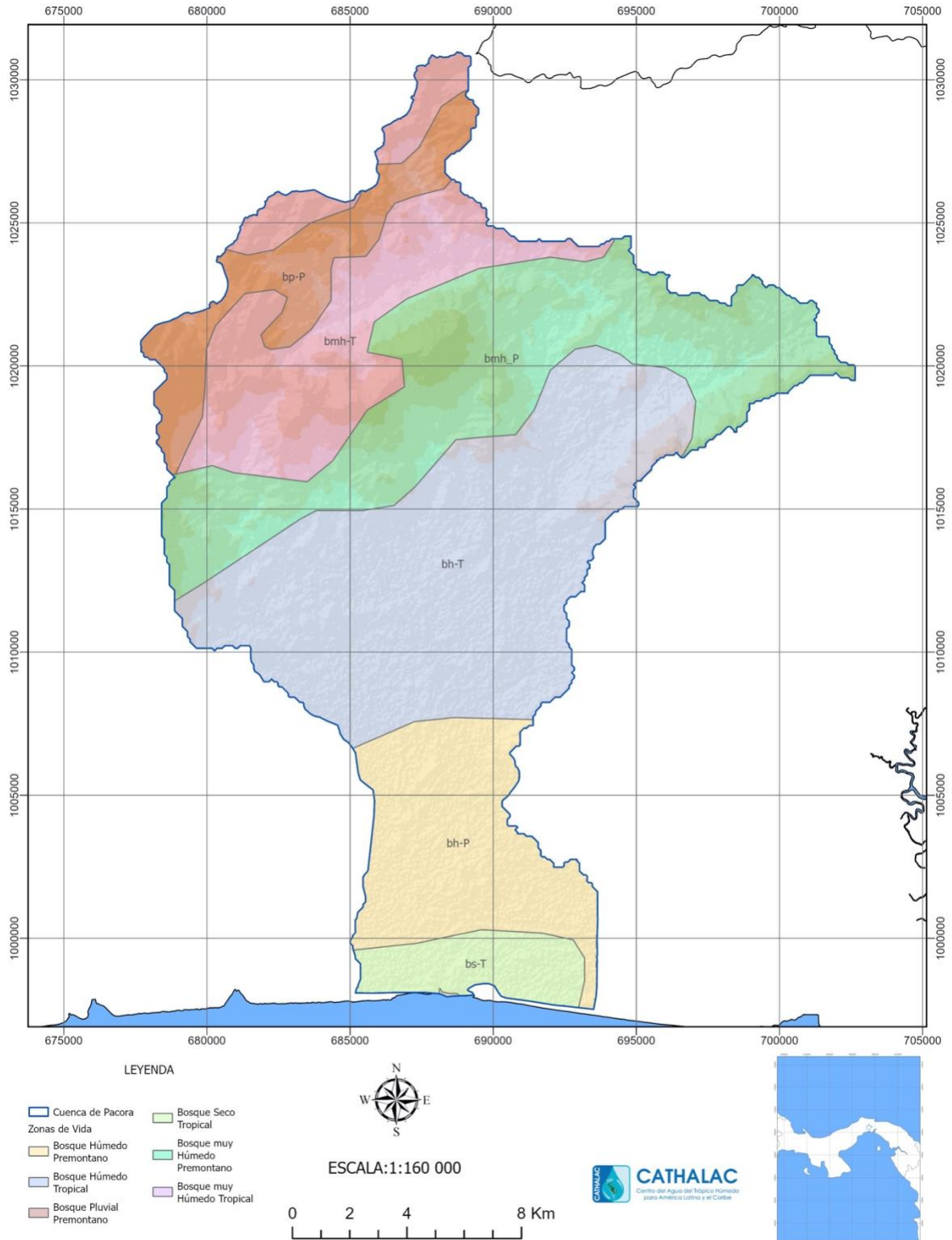
Tabla No.8: Zonas de Vida en la Cuenca del Río Pacora, Según Holdridge

Tipo de Zona de Vida	Siglas	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Bosque Húmedo Premontano	bh-PM	>24	1,450 – 2,000
Bosque Húmedo Tropical	bh-T	24 - 26	1,850 -3,400
Bosque muy Húmedo Premontano	bmh-PM	17.5	2,000 – 4,000
Bosque muy Húmedo Tropical	bmh-T	25.5-26	3,800 – 4,000
Bosque Pluvial Premontano	bp-PM	18-24	4,000 – 5,500
Bosque Seco Tropical	bs-T	18-24	1,100 – 1,650

La tabla 8 presenta las características de las zonas de vida presentes en la cuenca, indicando la temperatura promedio y el rango de precipitación anual de cada una. Los tipos de zona de vida se alteran en cuanto a su temperatura y

disponibilidad de agua, lo cual influye en la vegetación y las condiciones que predominan en cada área de la cuenca.

1. Bosque Húmedo Premontano (bh-PM): Tiene una temperatura mayor a 24 °C y recibe entre 1,450 y 2,000 mm de precipitación anual, lo que permite una vegetación adaptada a condiciones húmedas en zonas de pendiente moderada.
2. Bosque Húmedo Tropical (bh-T): Con temperaturas entre 24 y 26 °C y una precipitación de 1,850 a 3,400 mm, esta zona tiene condiciones cálidas y húmedas, favoreciendo la biodiversidad tropical.
3. Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh-PM): A una temperatura más fresca de 17.5 °C y una precipitación de 2,000 a 4,000 mm, esta zona presenta condiciones húmedas y frescas que favorecen la vegetación densa en zonas elevadas.
4. Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh-T): Con temperaturas de 25.5 a 26 °C y una precipitación muy alta de 3,800 a 4,000 mm, esta zona tiene un ambiente extremadamente húmedo y cálido.
5. Bosque Pluvial Premontano (bp-PM): Oscila entre 18 y 24 °C y tiene la mayor precipitación, de 4,000 a 5,500 mm, favoreciendo un ecosistema muy húmedo en elevaciones medias.
6. Bosque Seco Tropical (bs-T): Con temperaturas entre 18 y 24 °C y una precipitación relativamente baja de 1,100 a 1,650 mm, esta zona tiene condiciones más secas, adecuadas para una vegetación adaptada a la sequía.



Mapa No.3: Zonas de Vida en la Cuenca del Río Pacora Según el Sistema de Holdridge. Elaboración propia

4.1.2.5. Vegetación

En términos generales, la vegetación de la parte alta de la cuenca no presenta daños severos por deforestación ni una significativa pérdida de cobertura boscosa. Sin embargo, las áreas bajas y medias, específicamente en los corregimientos de Las Garzas y Pacora, están siendo gravemente afectadas por el crecimiento urbano. El desarrollo de infraestructura y la expansión urbana están reduciendo progresivamente la extensión de pastizales, rastrojos y áreas naturales, lo que podría ocasionar cambios en el ciclo hídrico, pérdida de biodiversidad y disminución en la calidad del suelo

El mapa N.º 4 refleja esta diversidad y dinámica de coberturas, destacando diferentes tipos de bosques y usos del suelo en la cuenca del Río Pacora. Se incluye diferentes tipos de bosques (latifoliado, mangle, plantados), así como vegetación herbácea, rastrojo, y áreas de cultivo como arroz y en una escala menor la palma aceitera. También se identifican zonas de infraestructura y áreas pobladas. Entre las coberturas más representativas destacan:

Bosque latifoliado mixto maduro: Este tipo de bosque está formado por árboles adultos que han alcanzado grandes tamaños, con troncos gruesos y copas amplias. Estas áreas suelen tener menos vegetación en el sotobosque debido a la densidad del dosel superior. En general, estos bosques tienen más de 40 años, aunque es posible que hayan sido intervenidos por actividades como la tala selectiva, que no elimina por completo su estructura madura.

Bosque latifoliado mixto secundario: En este bosque predominan especies pioneras, aquellas que tienden a crecer rápidamente tras disturbios en la vegetación original. Los árboles suelen tener troncos de tamaño medio o pequeño y copas que no alcanzan las dimensiones de los bosques más antiguos. Este tipo de bosque representa una etapa intermedia de recuperación ecológica después de una alteración significativa.

Rastrojos y vegetación arbustiva: Los rastrojos y la vegetación arbustiva están compuestos por una mezcla de árboles jóvenes y plantas herbáceas que surgen de manera natural tras el abandono de tierras previamente utilizadas para actividades agropecuarias. En estas áreas, la altura promedio de la vegetación no supera los 5 metros, lo que las diferencia de otros tipos de cobertura vegetal más desarrollados.

Vegetación herbácea: Este tipo de cobertura está dominado por plantas herbáceas que crecen naturalmente y pueden encontrarse en diversas densidades y tipos de suelo. Estas formaciones vegetales ofrecen un manto que cubre la superficie, ayudando a proteger el suelo de la erosión y ofreciendo hábitat para especies pequeñas.

Pastos: Los pastos se refieren a áreas de terreno utilizadas para la producción de forraje, que puede crecer de manera espontánea o ser cultivado. Estas tierras son fundamentales para el sustento del ganado, proporcionando alimento en forma de hierbas o gramíneas adaptadas al entorno.

4.1.2.6. Cobertura Boscosa y Uso del Suelo

En el mapa N.º 4 se refleja una cuenca que posee una basta diversidad de coberturas vegetales, sin embargo, también evidencia desafíos claros que se relacionan con el mal uso de suelos en la parte baja. Esta es la zona en donde predominan las infraestructuras y asentamientos humanos y es una zona que registra múltiples eventos de inundaciones. Se observa la representación detallada de las diversas categorías de las coberturas vegetales y los usos del suelo.

Distribución General de las Coberturas Vegetales:

Bosques Latifoliados Mixtos (Maduros y Secundarios):

Las tonalidades verdes representan una cobertura significativa de bosques latifoliados, concentrados principalmente en las áreas altas y medias de la cuenca. Esto sugiere que estas zonas poseen ecosistemas más conservados, probablemente debido a las limitaciones de acceso y la protección bajo la Ley N.º 181 que establece esta región como reserva hidrológica. Los bosques maduros se encuentran en las zonas menos intervenidas, mientras que los secundarios, marcados en tonos más claros, muestran áreas en recuperación ecológica tras perturbaciones.

Rastrojos y Vegetación Arbustiva:

En las áreas medias y bajas, el mapa evidencia una presencia moderada de rastrojos, lo que indica tierras previamente intervenidas que están en proceso de regeneración natural o son utilizadas de manera intermitente para actividades agropecuarias.

Vegetación Herbácea y Baja Inundable:

Estas coberturas aparecen predominantemente en áreas bajas cercanas al cauce principal del río y zonas adyacentes, mostrando regiones susceptibles a inundaciones y dinámicas propias de áreas con mayor concentración de humedad.

Zonas Agrícolas

Las áreas de cultivos anuales (arroz y palma aceitera) se localizan mayoritariamente en la parte baja de la cuenca. Esto se asocia con la disponibilidad de terrenos planos y la proximidad a recursos hídricos, pero también plantea riesgos asociados a la vulnerabilidad por inundaciones.

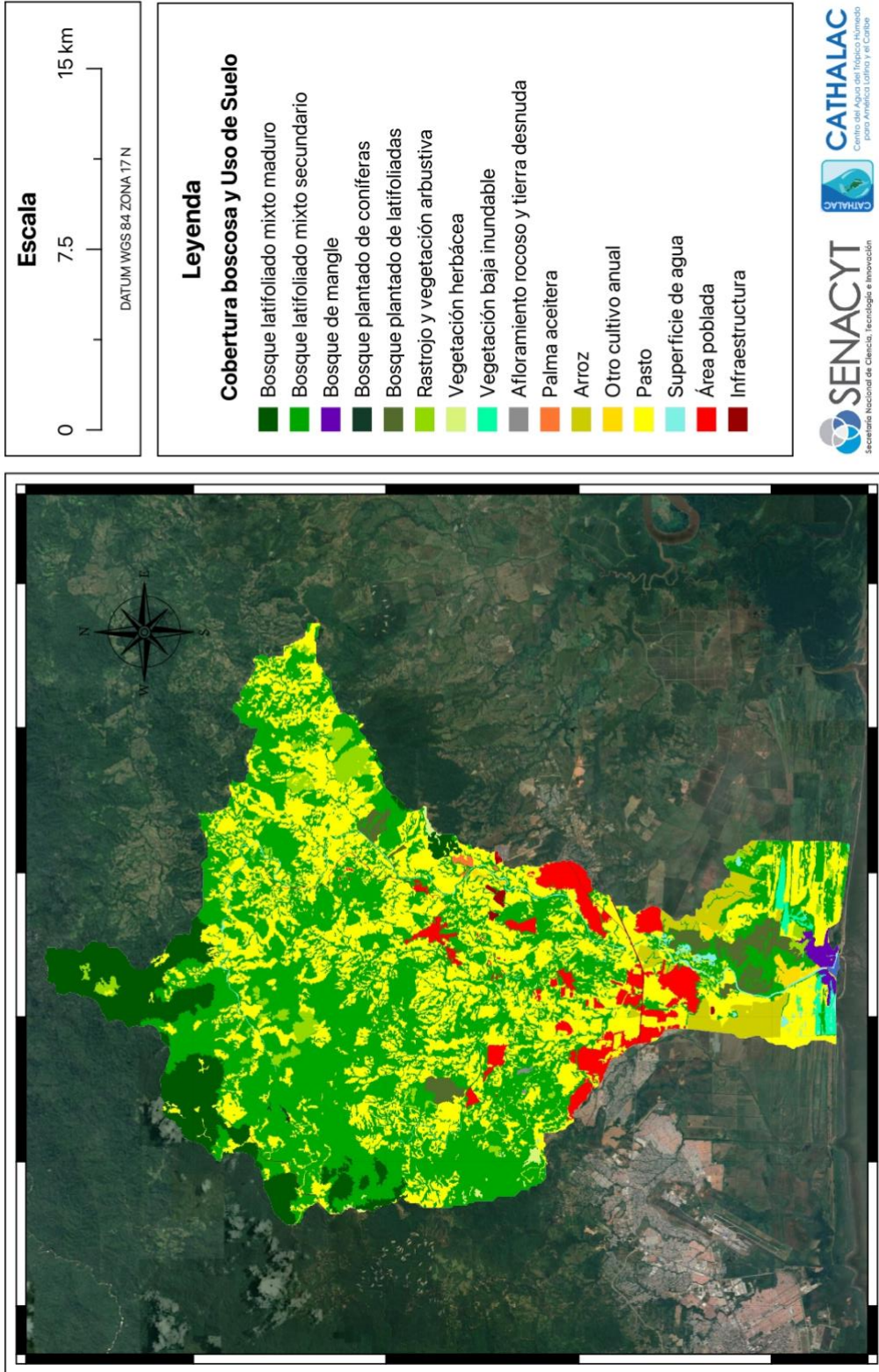
Los pastos ocupan extensiones relevantes, muy posiblemente vinculadas a actividades ganaderas. En estos se requiere monitoreo constante para evitar el avance sobre áreas naturales o suelos no aptos.

Infraestructura y Áreas Pobladas

La infraestructura y las zonas pobladas (marcadas en color rojo) se concentran en la parte baja de la cuenca. Estas áreas coinciden con zonas identificadas como bajas e inundables, lo que aumenta el riesgo de daños durante eventos extremos de precipitación o crecidas del río.

La expansión urbana ha desplazado otras coberturas, como pastos y vegetación arbustiva, lo que disminuye la capacidad de estas áreas para actuar como zonas de amortiguación contra inundaciones. Este patrón de asentamiento urbano refleja una tendencia histórica de urbanización en terrenos planos, sin una adecuada planificación territorial que considere los riesgos asociados debido a invasiones de tierras.

Mapa de Cobertura Boscosa y Uso de Suelo de la Cuenca del Río Pacora (146)



Mapa No.4: Mapa de Cobertura Boscosa y Usos del Suelo. Fuente MIAMBIENTE. Elaboración propia

4.1.2.7. Capacidad Agrológica del Suelo

La capacidad agrológica del suelo hace referencia a su potencial para diversos usos agrícolas, forestales y ganaderos, considerando las limitaciones naturales que influyen en su productividad y manejo.

Esta clasificación, desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), agrupa las tierras en función de sus características físicas y su tendencia a la degradación. Consideran factores como la topografía, erosión, drenaje, profundidad del suelo, salinidad y fertilidad para evaluar el potencial y las limitaciones de las tierras.

Clases de capacidad agrológica del suelo:

Clase I (Arable)

Son suelos de excelente calidad, ideales para cultivos anuales y permanentes. Presentan pocas o ninguna restricción para su uso, lo que permite una amplia variedad de actividades agrícolas, ganaderas y forestales, con requerimientos mínimos de conservación.

Clase II (Arable)

Suelos aptos para cultivos anuales y otros usos similares a la Clase I. Sin embargo, tienen limitaciones leves que reducen la variedad de cultivos o aumentan ligeramente los costos de producción debido a la necesidad de prácticas moderadas de conservación.

Clase III (Arable)

Estos terrenos, aunque aptos para cultivos anuales, presentan restricciones más significativas que limitan las opciones de uso o incrementan los costos de producción. Requieren un manejo más intensivo para mantener la productividad.

Clase IV (Arable)

Las tierras de esta clase tienen limitaciones muy severas que restringen la producción de cultivos anuales a casos específicos y bajo estrictas prácticas de manejo y conservación. Son más adecuadas para cultivos permanentes, ganadería y actividades forestales, siempre con manejo especializado.

Clase V (No Arable)

Terrenos destinados principalmente a actividades ganaderas o manejo de bosques naturales. Las restricciones de erosión y otros factores hacen inviable la producción de cultivos anuales o permanentes.

Clase VI (No Arable)

Suelos con severas limitaciones, adecuados para plantaciones forestales y pastizales. También permiten cultivos arbóreos permanentes, aunque requieren técnicas intensivas de manejo como terrazas o canales de desviación para minimizar la erosión.

Clase VII (No Arable)

Los suelos de esta clase son tan limitados que su principal uso se centra en el manejo y la protección de bosques naturales. En casos excepcionales, es posible establecer pastos o plantaciones forestales con técnicas avanzadas, aunque no es lo ideal.

Clase VIII (No Arable)

Terrenos con restricciones extremas que los hacen inadecuados para cualquier actividad económica directa. Solo se destinan a la conservación de recursos naturales como el suelo, el agua y la flora y/o vegetación.

En la cuenca del río Pacora como se observa en el mapa 5 se muestra la distribución de las clases de capacidad agrológica del suelo en la cuenca del río Pacora, se identifican áreas según su aptitud para actividades agrícolas, ganaderas y forestales, evaluando factores como topografía, erosión, drenaje y limitaciones físicas del suelo. Se diferencian cuatro (4) clases principales de capacidad agrológica presentes en la cuenca: Clase III, IV, VI y VII. Cada clase representa diferentes grados de limitaciones para el uso del suelo:

Parte baja (Clases III y IV):

Esta región incluye la mayor parte de las áreas pobladas e infraestructura, además de actividades agrícolas como cultivos de plátano, papaya y arroz. Las tierras con capacidad agrológica Clase III son adecuadas para estas actividades agrícolas

con manejo adecuado de suelos. Sin embargo, en las áreas de Clase IV, estas prácticas deben limitarse a cultivos permanentes o semipermanentes, con implementación de medidas de conservación como terrazas o control de erosión, para evitar la degradación del suelo debido al uso intensivo.

Parte media (Clases IV y VI):

La población es menor pero significativa; se observan áreas con cobertura forestal y agricultura. En las tierras de Clase IV, se recomienda priorizar cultivos permanentes y forestación manejada, con prácticas de conservación intensivas. En áreas de Clase VI, las actividades agrícolas no deberían realizarse; en su lugar, se debería fomentar el manejo forestal sostenible y control de erosión.

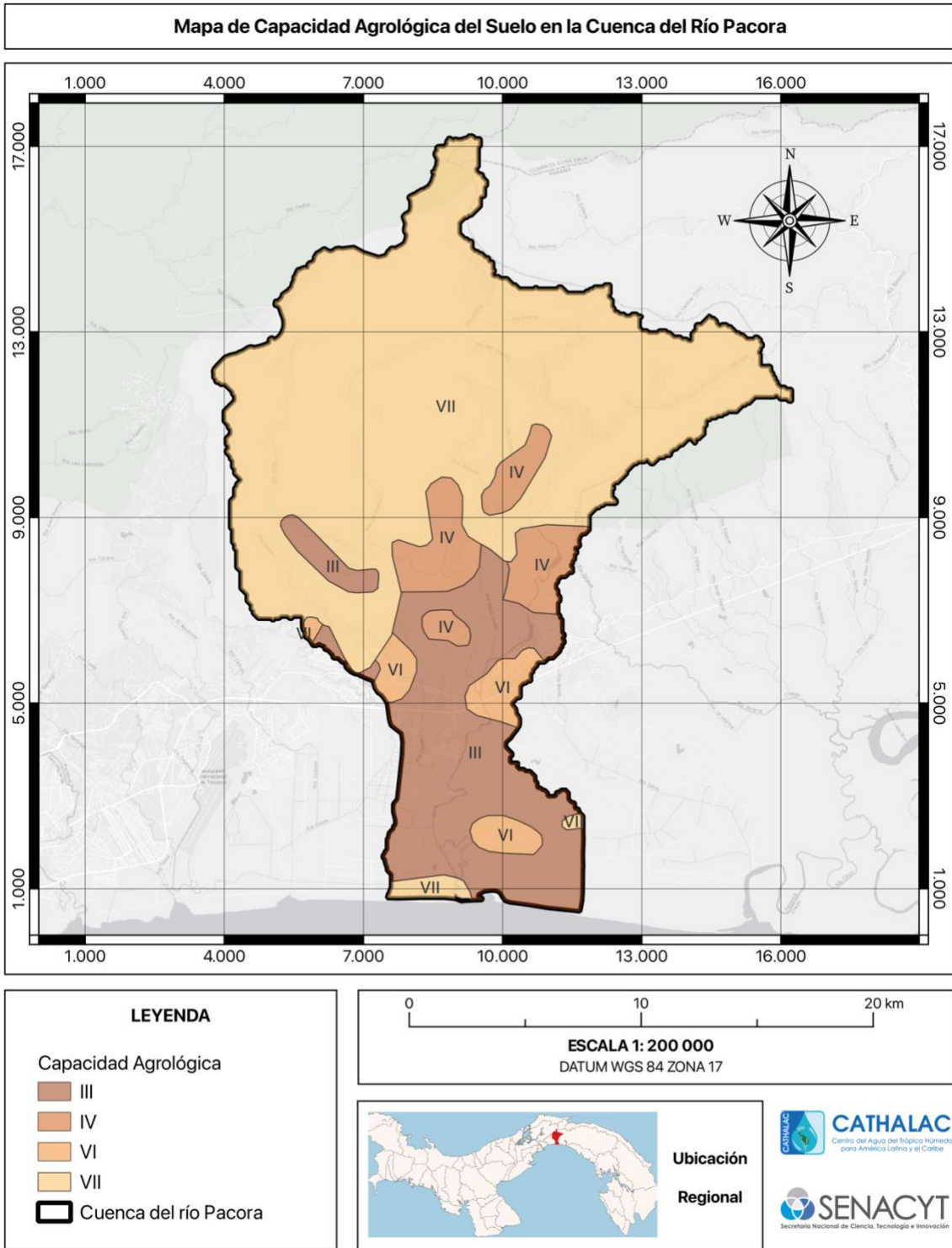
Parte alta (Clase VII):

Parte de esta zona, protegida bajo la Ley N° 181 de 2020, cuya Categoría de Manejo es de Reserva Hidrológica con una superficie de 139.62 Km² y tiene mínima intervención humana. En congruencia con la normativa, esta región debe mantenerse para la conservación y protección de los recursos naturales. El uso humano debe limitarse a actividades de monitoreo, reforestación y regeneración natural, evitando cualquier tipo de agricultura o ganadería que pudiera comprometer su función como reserva hídrica.

La diferenciación del uso del suelo en cada parte de la cuenca, basada en su capacidad agrológica, garantiza la sostenibilidad de los recursos naturales y evitar la degradación del suelo. A largo plazo, implementar estrategias de manejo

alineadas con la capacidad agrológica ayudará a equilibrar el desarrollo socioeconómico con la conservación ambiental.

La cuenca muestra una distribución heterogénea, destacando la predominancia de suelos de baja capacidad (Clases VI y VII) en la parte media y alta de la cuenca, lo que refleja condiciones restrictivas para actividades agrícolas. Las áreas con suelos de Clase III y IV se concentran en sectores más bajos, donde es posible un manejo productivo con prácticas adecuadas de conservación.



Mapa No.5: Capacidad Agrológica del Suelo en la Cuenca del Río Pacora.
Elaboración propia

4.1.2.8. Textura del Suelo

En la cuenca predominan seis clases de textura de suelo, cada una con características específicas que pueden influir en los eventos de inundación, especialmente en áreas con mayor concentración de humedad. Consulte los mapas No.6 y No.7 para visualizar la distribución de los tipos de suelo según su clasificación por textura.

1. Arcilla: Este suelo tiene partículas finas y es muy impermeable, con alta capacidad de retención de agua, pero drenaje lento. Durante lluvias intensas, el suelo se satura rápidamente, aumentando el riesgo de inundaciones y escorrentía. En periodos secos, se agrieta, facilitando la infiltración inicial al humedecerse, aunque luego vuelve a ser impermeable.
2. Arena franca: Predomina la arena, pero con algo de limo y arcilla, lo que permite buen drenaje y rápida infiltración, aunque con baja capacidad de retención. El riesgo de inundación es bajo, excepto en lluvias muy intensas o en áreas con nivel freático alto, donde podría ocurrir una subida del agua subterránea.
3. Franco: Este suelo contiene una mezcla equilibrada de arena, limo y arcilla, lo cual ofrece un drenaje moderado y buena retención de agua. En lluvias intensas y prolongadas puede saturarse, incrementando el riesgo de inundaciones, aunque en eventos moderados puede amortiguar la escorrentía.

4. Franco arcilloso arenoso: Con predominio de arena, pero también de arcilla, este suelo presenta buen drenaje inicial y una retención de agua moderada. Durante lluvias intensas, puede saturarse y aumentar el riesgo de inundación. La arena en su composición mejora la aireación y favorece la infiltración y el crecimiento de raíces.
5. Franco arcilloso: Presenta mayor cantidad de arcilla que el franco estándar, lo cual le da alta capacidad de retención de agua y nutrientes, pero con un drenaje moderadamente lento. En lluvias prolongadas, la capa superficial se satura con facilidad, aumentando el riesgo de escorrentía e inundación.
6. Franco arenoso: Predomina la arena, pero contiene limo y arcilla que mejoran su retención de agua. Permite rápida infiltración y, en general, reduce el riesgo de inundación; sin embargo, durante lluvias extremas o en áreas con alto nivel freático, podría llegar a saturarse, incrementando el riesgo de inundaciones localizadas.

Tabla No.9: Textura del suelo, capacidad de drenaje y riesgo de inundación.

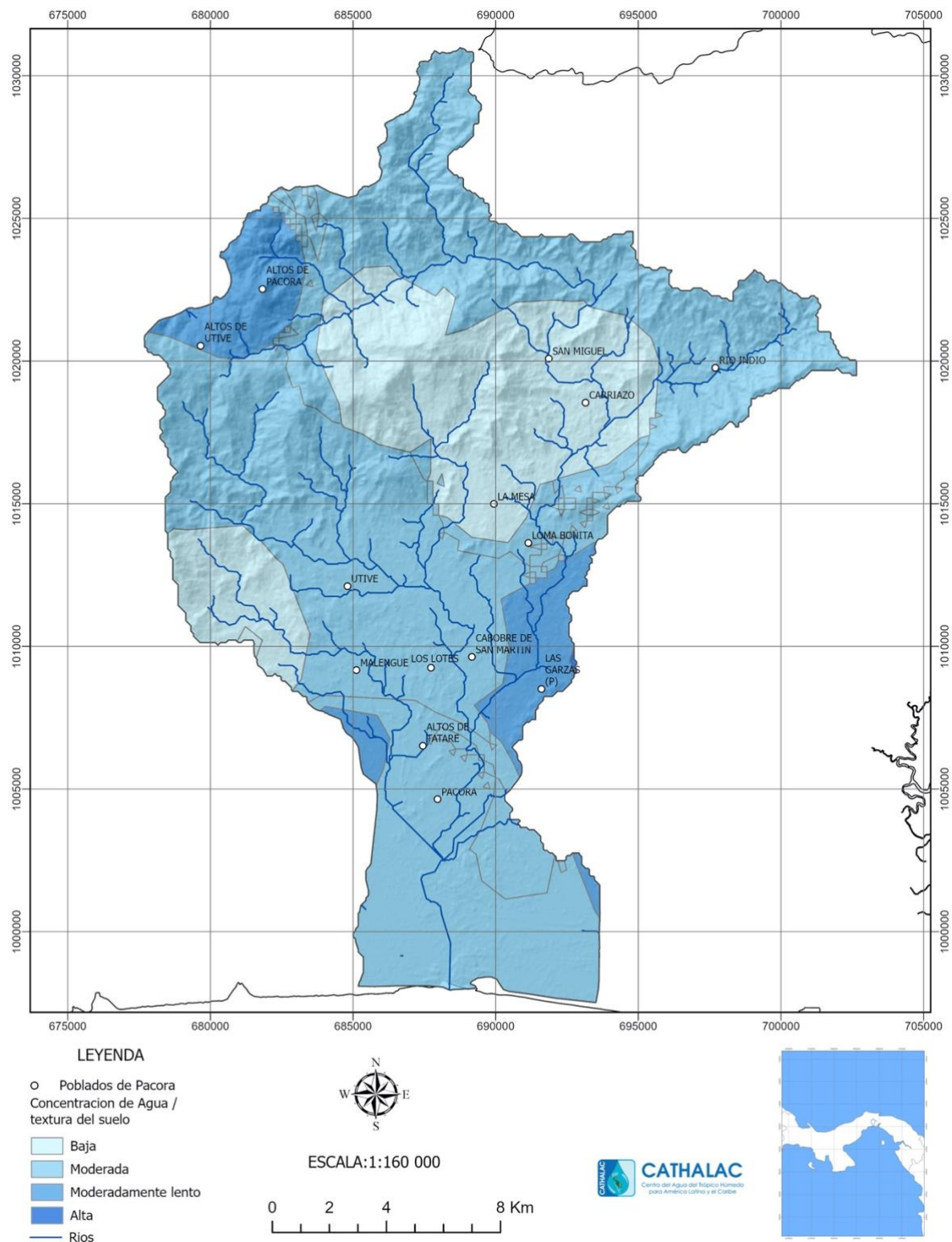
(Agro Krebs, 2020)

Tipo de suelo	Textura	Capacidad de drenaje	Riesgo de inundación
Arcilla	Partículas muy finas	Muy lento	Alto
Arena franca	Predominio de arena	Rápido	Bajo
Franco	Mezcla equilibrada	Moderado	Moderado
Franco arcilloso arenoso	Mezcla de arena y arcilla	Moderado	Moderado
Franco arcilloso	Mayor proporción de arcilla	Moderadamente lento	Moderado a alto
Franco arenoso	Predominio de arena	Bueno a rápido	Bajo

Tabla No.10: Principales características de las texturas de suelo. Fuente: (Agro Krebs, 2020)

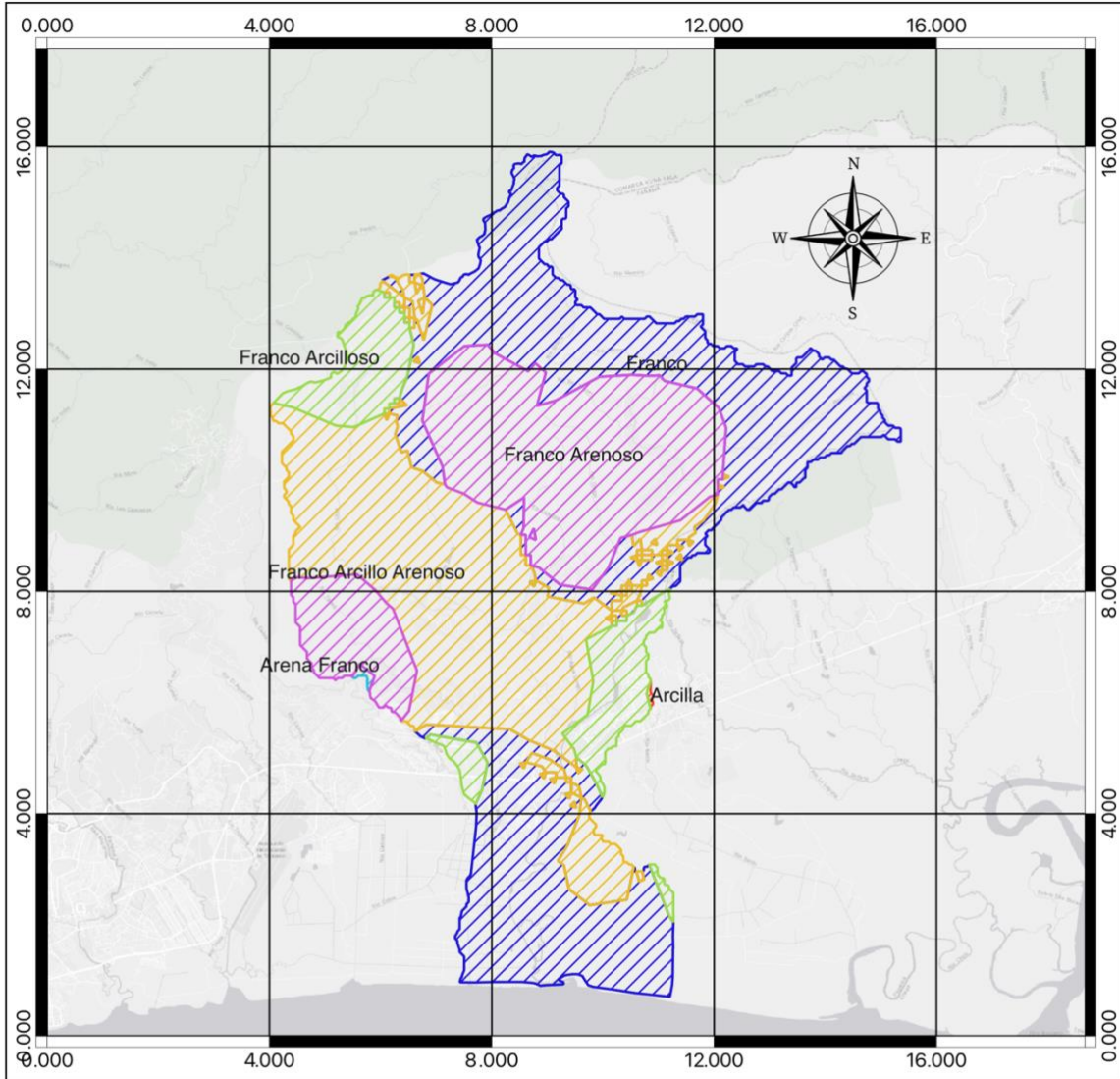
Propiedades del suelo según textura			
Propiedad	Arena	Arcilla	Franco
Permeabilidad	Alta	Muy baja	Media
Retención de agua	Muy baja	Alta	Media
Aireación	Alta	Baja	Alta
Nutrientes	Baja	Alta	Media-alta
Tamaño de partículas	Media	Muy finas	Finas

Los suelos arenosos, con su eficiente drenaje, presentan menor riesgo de inundaciones superficiales, mientras que los suelos arcillosos, de drenaje lento, incrementan dicho riesgo. No obstante, la textura del suelo no es el único factor; elementos como la topografía, la intensidad de lluvias, la vegetación y las intervenciones humanas también influyen. Los suelos francos, con una mezcla equilibrada de partículas, amortiguan las inundaciones en lluvias moderadas, pero pueden saturarse con lluvias prolongadas. Para gestionar el riesgo de inundaciones, es necesario abordar estas variables de forma integral, considerando la interacción entre suelo, vegetación, clima y actividad humana.



Mapa No.6: Concentración de Humedad en el Suelo por su Textura en la Cuenca del Río Pacora. Elaboración propia

Mapa de Texturas del Suelo en la Cuenca del Río Pacora (No.146)



LEYENDA

Textura del Suelo

- Arcilla
- Arena Franco
- Franco
- Franco Arcillo Arenoso
- Franco Arcilloso
- Franco Arenoso

ESCALA 1: 220 000

0 5.5 11 km

DATUM WGS 84 ZONA 17N



Mapa No.7: Texturas del Suelo en la Cuenca del Río Pacora. Elaboración propia

4.2. Propuestas de Soluciones Basadas en la Naturaleza

Como parte de las estrategias orientadas a la conservación de la cuenca y la reducción del riesgo de inundaciones, se elaboró un mapa de propuestas de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) para la cuenca del río Pacora. En dicho mapa se destacan tres principales acciones: la delimitación de áreas verdes, la propuesta de corredores ecológicos y el área protegida como reserva hidrológica

4.2.1. Áreas Verdes

Las áreas verdes propuestas corresponden a cuatro polígonos ubicados en zonas de planicie, sin presencia de estructuras urbanas, y en proximidad al cauce del río (Ver mapa No.8). Una de las áreas está ubicada en la cabecera del corregimiento de San Martín, específicamente entre los ríos Cabobré y Pacora. Esta zona representa un área de importancia hidrológica y ecológica, próxima a la parte alta de la cuenca, contribuyendo a la protección de fuentes de agua y conectividad ecológica. Los otros tres están situados en la parte media/ baja de la cuenca, distribuidos entre las comunidades de Altos de Tataré y Pacora. Estas áreas tienen un total de 35.86 Km² y si bien más cercanas a zonas de intervención urbana, poseen relevancia para la restauración ecológica, el manejo comunitario del territorio y su incorporación a la red de corredores ecológicos definidos en el Plan Distrital de Panamá.

Estas áreas fueron seleccionadas estratégicamente con el objetivo de actuar como zonas de amortiguamiento frente a inundaciones, además de ofrecer espacios de recreación y conservación. Su implementación también busca desincentivar el crecimiento urbano desordenado en zonas de alto riesgo, evitando así el aumento de viviendas cercanas a los márgenes del río.

4.2.2. Corredores Ecológicos

En cuanto a los corredores ecológicos, estos fueron diseñados a partir de la conservación de los bosques de galería mediante un análisis espacial en QGIS. Se aplicó una zona de protección de 100 metros a cada lado del cauce principal, generando un buffer —zona de protección generada a una distancia específica alrededor de un objeto geográfico, utilizada para analizar la relación espacial entre diferentes elementos dentro de esa área— que permite resguardar el ecosistema ribereño. Estos corredores cumplen una función ecológica esencial, al conectar fragmentos de bosque, permitir el desplazamiento de fauna silvestre, y actuar como barreras naturales ante posibles desbordamientos fluviales.

Estas propuestas están alineadas con los lineamientos de la Red de Corredores Ecológicos del Plan Distrital de Panamá, la cual constituye un sistema estratégico que integra ecosistemas naturales y urbanos, promoviendo la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible. Dentro de esta red, los corredores

ecológicos funcionan como conectores entre hábitats, mitigando la fragmentación y promoviendo la cohesión ecológica del territorio.

En particular, el río Pacora se posiciona como una pieza clave en esta red, fomentando la conectividad de la flora y fauna, mejorando la producción de agua y sirviendo como límite natural para controlar la expansión urbana.

4.2.3. Área Protegida en su Categoría de Reserva Hidrológica

Una de las principales propuestas de SbN para la cuenca del río Pacora radica en el cumplimiento efectivo de las disposiciones legales ya establecidas, particularmente aquellas contenidas en la Ley 181 de 2020, que declara área protegida la parte alta de esta cuenca bajo la figura Categoría de Reserva Hidrológica. Esta ley reconoce la importancia estratégica de dicha zona para la conservación de la biodiversidad y del recurso hídrico, al abarcar 139.62 km², lo que equivale al 37.99 % del total de la cuenca, con una delimitación técnica adecuada.

La propuesta enfatiza que una adecuada gestión ambiental y territorial puede lograrse si se refuerza la aplicación y seguimiento de esta normativa, la cual constituye en sí misma una solución basada en la naturaleza, al proteger ecosistemas clave para el control del ciclo hidrológico y la regulación de caudales.

La Ley 181 establece un marco legal que integra aspectos ambientales, administrativos y agrarios, promoviendo la participación comunitaria, el desarrollo sostenible y la protección de los ecosistemas. Además, otorga al Ministerio de Ambiente la responsabilidad de integrar esta zona al Sistema Nacional de Áreas Protegidas y establece mecanismos de coordinación con entidades como el MIDA, en el marco del Plan Nacional de Cambio Climático y el Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial.

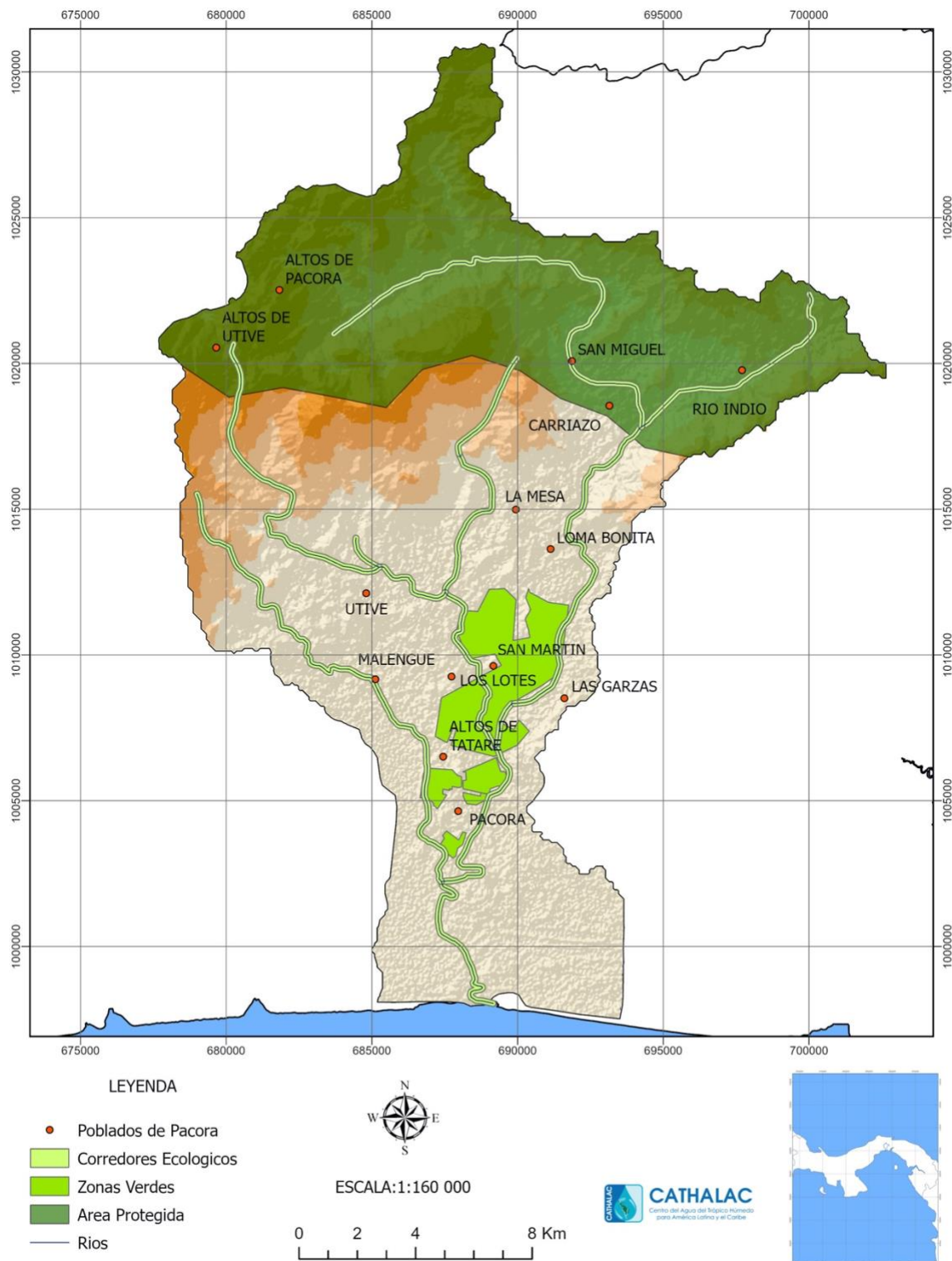
Entre sus disposiciones se destacan:

- La prohibición de nuevas concesiones mineras en la zona.
- La obligatoriedad de realizar Estudios de Impacto Ambiental para nuevos proyectos.
- La suspensión temporal de actividades con impactos negativos hasta que se culmine el estudio de ordenamiento territorial, con un plazo de ejecución máximo de diez meses desde su promulgación.

El fortalecimiento del cumplimiento de estas medidas representa una estrategia de adaptación y reducción de riesgos basada en la naturaleza, ya que contribuye directamente a conservar la cobertura vegetal, reducir la escorrentía y mitigar los riesgos de inundaciones.

Complementariamente, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite visualizar la relación entre las zonas vulnerables a inundaciones y el área protegida, facilitando una planificación territorial más informada. Así, el enfoque

propuesto integra las SbN con herramientas de ordenamiento territorial, corredores ecológicos y legislación ambiental, consolidando una base sólida para la gestión de riesgos, la adaptación al cambio climático y la sostenibilidad en la cuenca del río Pacora.

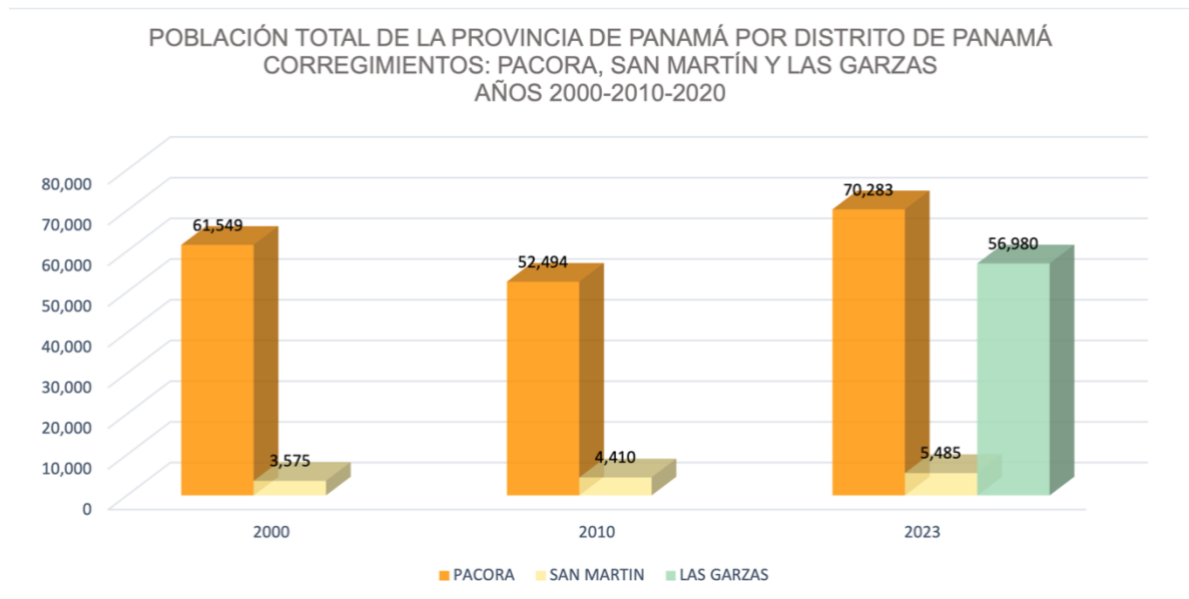


Mapa No.8: Propuestas de Soluciones Basadas en la Naturaleza para la Cuenca del río Pacora

4.3. Condiciones Sociales

4.3.1. Demografía

Entre 2010 y 2023, la población del corregimiento de Pacora aumentó de 52,494 a 70,283 habitantes, mostrando un crecimiento sostenido que se aceleró a partir de 2018. En San Martín, la población también experimentó un incremento, pasando de 4,410 en 2010 a 5,485 en 2023. Es importante señalar que el corregimiento de Las Garzas no aparece en esta proyección hasta el 2023, ya que fue creado en 2017, por medio de la Ley 40 del 31 de mayo de 2017, cuando oficialmente se estableció como corregimiento.

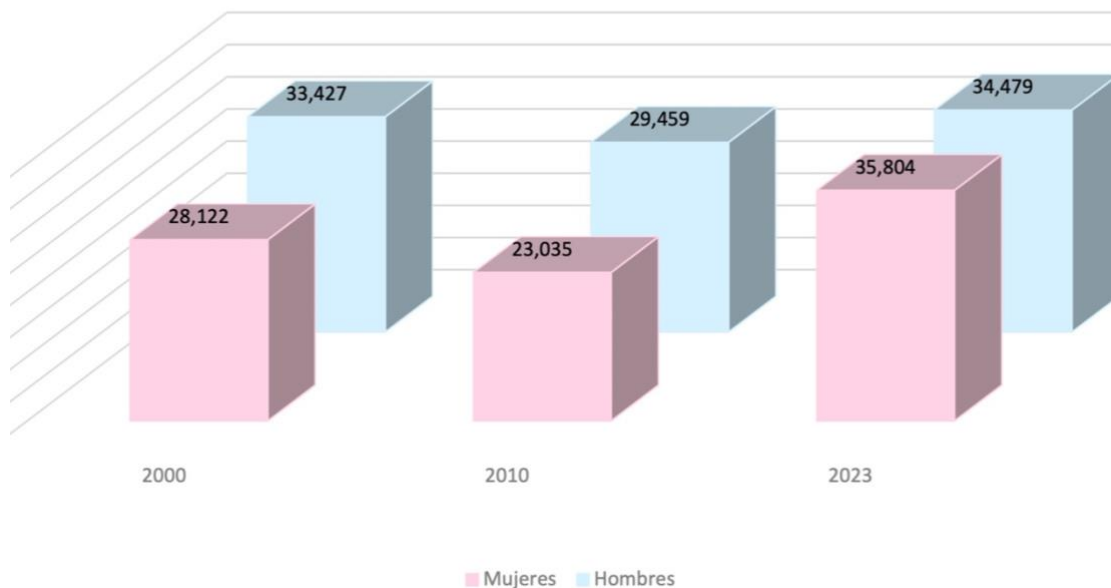


Gráfica No.5: Población Total por corregimiento de la cuenca del río Pacora año 2000-2010-2023. Elaboración propia. Fuente: Censo INEC 2023

La población de la cuenca, especialmente en cuanto a la proporción por género, tanto hombres como mujeres desempeñan roles clave en la preparación, respuesta y recuperación ante eventos de inundación, por lo que un SAT

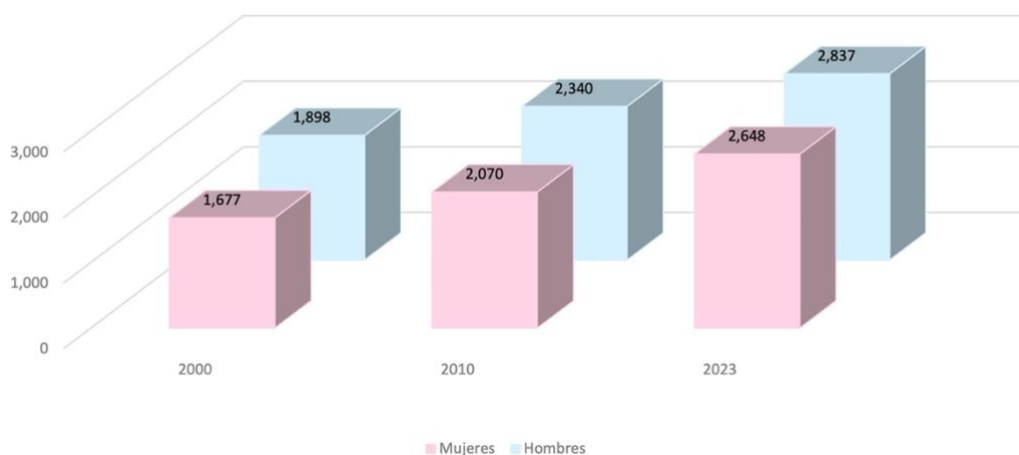
comunitario debe ser inclusivo y que aproveche las fortalezas y conocimientos de cada grupo para mejorar la resiliencia y la eficacia de las acciones comunitarias frente a desastres. En términos de género, los hombres en Pacora pasaron de 29,459 en 2010 a 34,479 en 2023, mientras que las mujeres aumentaron de 23,035 a 35,804 en el mismo periodo y en el corregimiento de San Martín, los hombres pasaron de 2,340 a 2,837 y las mujeres de 2,070 a 2,648 en el mismo periodo (2010-2023). Este crecimiento refleja un incremento general de la población en ambos corregimientos y en ambos géneros durante la década; sin embargo, los hombres son el grupo con mayor cantidad de habitantes en la cuenca del río Pacora. Un resultado similar se observa en el corregimiento de Las Garzas, que en el censo de 2023 mostró una población masculina mayor a la femenina, con 35,231 hombres y 21,749 mujeres.

POBLACIÓN TOTAL DE LA PROVINCIA DE PANAMÁ POR
DISTRITO DE PANAMÁ CORREGIMIENTO DE PACORA
AÑOS 2000-2010-2023



Gráfica No.6: Población total por sexo en el corregimiento de Pacora.
Elaboración propia. Fuente: Censo INEC 2023

POBLACIÓN TOTAL DE LA PROVINCIA DE PANAMÁ POR
DISTRITO DE PANAMÁ CORREGIMIENTO DE SAN MARTÍN
AÑOS 2000-2010-2023



Gráfica No.7: Población total por sexo en el corregimiento de San Martín.
Elaboración propia. Fuente: Censo INEC 2023

En los corregimientos de Pacora y San Martín, los datos demográficos demuestran una tendencia de distribución por género y edad que tiene implicaciones importantes para el manejo del riesgo en eventos de desastres.

En Pacora, con una población total de 70,283 en 2023, los hombres representan una minoría (34,479) frente a las mujeres (35,804). La mayor parte de la población se concentra en los rangos de edad de 0 a 34 años, con un alto número de habitantes en los grupos de 20 a 29 años, lo cual podría reflejar una población joven en crecimiento. A partir de los 50 años, la población disminuye significativamente, especialmente en los mayores de 60 años.

En San Martín, con una población de 5,485 en 2023, hay un equilibrio en la distribución por género, con 2,837 hombres y 2,648 mujeres. Al igual que en Pacora, la mayor parte de la población se encuentra en edades tempranas, aunque el rango de 40-44 años muestra un ligero aumento en comparación con los grupos etarios adyacentes.

4.3.2. Nivel de Vida de la Población

El nivel de vida de la población de los corregimientos de Pacora, Las Garzas y San Martín se miden para definir qué carencias o privaciones no monetarias más importantes deben ser identificadas y medidas con el fin de obtener un indicador sintético de pobreza multidimensional. Para esto se toman en cuenta 5 indicadores, entre los cuales están:

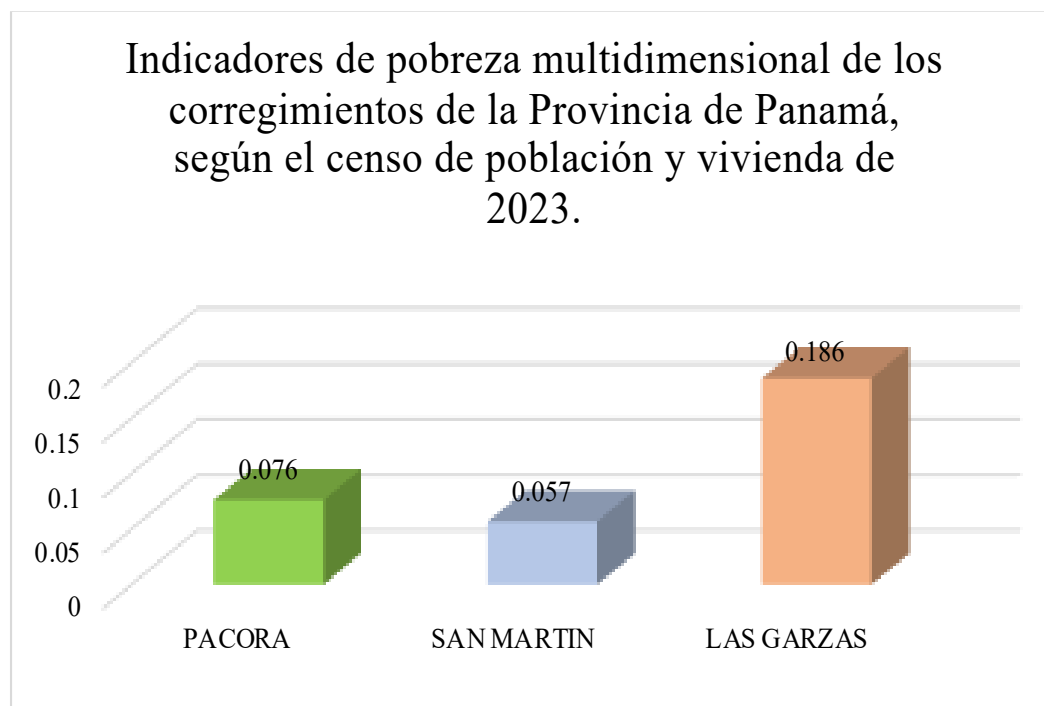
- Educación
- Vivienda, servicios básicos y acceso a internet
- Ambiente, entorno y saneamiento
- Trabajo
- Salud

Pacora tiene una población de 70,283 personas, una incidencia de pobreza (H) de 21%, y una intensidad de 37%, resultando en un IPM de 0.076. Desde 2010, su IPM ha disminuido en 0.042, indicando una leve mejora en las condiciones de pobreza.

San Martín, con una población de 4,485, muestra una menor incidencia de pobreza (16%) y una intensidad de 37%, con un IPM de 0.057. La reducción en su IPM desde 2010 es de 0.016, lo que también señala una ligera mejora.

Las Garzas, con 56,980 habitantes, presenta una mayor incidencia (44%) e intensidad (42%) de pobreza, lo que eleva su IPM a 0.186. Sin embargo, ha experimentado una reducción significativa de 0.268 en su IPM desde 2010, lo cual sugiere un progreso considerable en la reducción de la pobreza, aunque todavía enfrenta desafíos.

Todos los corregimientos han experimentado mejoras en sus índices de pobreza, no obstante, Las Garzas sigue teniendo el nivel más alto de pobreza multidimensional, a pesar de su avance significativo en comparación con 2010.



Gráfica No.8: Indicador de Pobreza Multinacional en los Corregimientos de la Cuenca de Pacora del año 2023. Elaboración propia. Fuente censo INEC 2023

4.4. Estructura Organizativa y de Gobernanza

4.4.1. Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y Organizaciones de Bases Comunitarias (OBC)

Cruz Roja Panameña: Junto con su filial Cruz Roja de la Juventud, es una organización humanitaria sin fines de lucro con comités en provincias y comarcas. Estas entidades lideran procesos de respuesta a emergencias, ofrecen capacitación en primeros auxilios y promueven la resiliencia comunitaria. En la

cuenca del río Pacora, su presencia ha contribuido con actividades de promoción ambiental y formación en salud. Particularmente, la Cruz Roja de la Juventud representa una herramienta esencial para la educación en valores, sostenibilidad y reducción de riesgos desde edades tempranas. Esto las posiciona como aliadas estratégicas en un SAT comunitario, no solo para la atención de emergencias, sino también como facilitadoras de procesos de capacitación, sensibilización y continuidad generacional en la prevención de desastres.

Comité de Cuencas Hidrográfica del Río Pacora (CCHRP): Creado en 2015 conforme a la Ley 44 de 2002, tiene como función la gestión y conservación sostenible de los recursos naturales de la cuenca. Se encarga de dar seguimiento al Plan de Manejo de la Cuenca y al Plan de Ordenamiento Ambiental Territorial (POAT). Esta estructura de gobernanza y planificación lo convierte en un actor fundamental dentro de un SAT comunitario, ya que puede facilitar la articulación de actores locales e institucionales, coordinar acciones preventivas en el territorio y asegurar que las alertas y respuestas se integren dentro de una visión integral de manejo de cuenca.

Comité de Usuarios de la Cuenca del Río Pacora (APARUP): Aunque actualmente inactiva, es una organización comunitaria integrada por Juntas Administradoras de Acueductos Rurales (JAAR), comités de riesgo, mujeres líderes, productores y otros actores clave. Su experiencia organizativa previa y su representatividad la convierten en una estructura comunitaria valiosa para revitalizar, ya que podría aportar en la gobernanza local del SAT, promoviendo la

organización comunitaria, la toma de decisiones participativas y la respuesta temprana.

Reactivar APARUP representaría un avance significativo para fortalecer la gobernanza y la organización comunitaria, elementos clave para la correcta implementación de un sistema de alerta temprana en la cuenca del río Pacora.

Sociedad Pro-Defensa de la Cuenca del Río Pacora: Surgió en los años 90 en respuesta a la extracción indiscriminada de materiales pétreos del río, y actualmente impulsa la aplicación de un POAT conforme a la Ley 181 de 2020. Esta organización puede desempeñar un rol complementario en un SAT al promover la vigilancia comunitaria, la denuncia temprana de actividades que aumenten el riesgo de desastres y el equilibrio entre el desarrollo urbano y la protección de los recursos naturales, factores críticos para la gestión del riesgo.

Junta administradora de acueductos rurales (JAAR): Constituidas como organizaciones legales sin fines de lucro, vinculadas al Ministerio de Salud, se encargan de la gestión del agua en áreas rurales, en el área de influencia de los acueductos rurales de cada comunidad. Poseen conocimientos sobre el territorio, las fuentes hídricas y operan mediante una estructura participativa con juntas directivas y asambleas. Esta cercanía con la comunidad, así como su capacidad organizativa, las convierte en actores que fortalezcan el SAT. Participando en la difusión de alertas, movilización comunitaria, identificación de amenazas y promoción de la resiliencia hídrica frente a eventos extremos.

Centros educativos (escuelas): Además de ser espacios de formación y enseñanza del Ministerio de Educación, funcionan como puntos de reunión comunitaria, evacuación y circulación de personas en contextos de emergencia. Su papel en la gestión del riesgo es cada vez más reconocido, ya que permiten desarrollar campañas educativas, realizar simulacros y capacitar a niños, jóvenes y adultos en temas relacionados con la prevención y preparación ante emergencias. Por tanto, su incorporación dentro de un SAT es estratégica, porque permiten alcanzar a gran parte de la población y actuar como nodos comunitarios para la recepción y transmisión de información.

Centro de adoración (Iglesias): Tienen un papel importante durante las emergencias al ser espacios de confianza de sus afiliados y cohesión comunitaria. Han sido utilizados históricamente como puntos de reunión, centros de acopio y refugios temporales. Su liderazgo moral y organizativo facilita la comunicación efectiva con la población y su rápida movilización. En un SAT, podrían contribuir a la difusión de alertas, apoyo emocional y articulación con organismos humanitarios, además de fomentar una cultura de prevención y el compromiso comunitario.

4.4.2. Entidades y Organizaciones Gubernamentales

Las instituciones y organizaciones gubernamentales desempeñan un papel importante en la gestión y protección de las cuencas hidrográficas, particularmente en la cuenca del río Pacora, a través de su capacidad para

coordinar, regular e implementar acciones que aseguren el uso sostenible de los recursos naturales.

La interacción coordinada entre estas instituciones puede abordar aspectos particulares de la cuenca, como la tala y la cacería ilegal, el uso intensivo de la tierra, la contaminación del agua y la disposición irregular de desechos y residuos, así como la vulnerabilidad a las inundaciones. Estas organizaciones garantizan la sostenibilidad de los recursos que necesitan las comunidades locales y el ambiente a través de políticas gubernamentales, regulaciones, programas y proyectos comunitarios, incluso trabajando de manera interdisciplinaria a nivel territorial.

Ministerio del Ambiente (MIAMBIENTE): Encargado de velar por la conservación de los recursos naturales en Panamá. En la cuenca del río Pacora, lidera acciones para preservar la biodiversidad, restaurar áreas forestales y monitorear el entorno natural, así como la contaminación ambiental en general. También impulsa políticas sobre la gestión del agua y la reducción de riesgos ecológicos.

Ministerio de Desarrollo Agrícola (MIDA): Promueve una agricultura responsable que disminuya la degradación del suelo y el uso excesivo de insumos contaminantes. En la cuenca, apoya a los productores con asistencia técnica y fomenta prácticas de sus usos de la tierra que protejan los cuerpos de agua.

Consejo Nacional para el Desarrollo Sostenible (CONADES): Impulsa infraestructuras que mejoran la calidad de vida, como acueductos y sistemas de saneamiento. Estas acciones son necesarias para mejorar la calidad de vida de las personas de la cuenca. Actualmente realiza una Extensión del Anillo Hidráulico en Panamá Este, una obra mejorara la disponibilidad y el acceso al agua en Pacora garantizando un suministro permanente, más estable y de mejor calidad.

Ministerio de Salud (MINSA): Garantiza atención médica primaria mediante el funcionamiento de Centros de Salud y jornadas de salud comunitarias. Su intervención es esencial ante emergencias, ya que coordina la respuesta sanitaria para reducir el impacto en la población afectada.

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF): En su rol de políticas públicas Asegura el respaldo financiero de proyectos a través de la gestión de recursos públicos e internacionales. Además, supervisa el uso eficiente de los fondos e incentiva la inversión en medidas que fortalezcan la resiliencia local.

Ministerio de Gobierno y de Justicia: Administra los territorios y promueve el respeto a la diversidad cultural. Su participación facilita la articulación con autoridades locales para garantizar la protección ciudadana y asegurar una respuesta oportuna ante situaciones de riesgo.

Ministerio de Educación (MEDUCA): Encargada de gestionar y desarrollar el sistema educativo del país, promueve la enseñanza integral, la investigación científica y tecnológica, así como el desarrollo cultural y artístico. Su participación

sería fundamental para la capacitación de la comunidad en gestión del riesgo, facilitando la educación sobre prevención de desastres y el uso adecuado de nuevas tecnologías.

Sistema Nacional de protección Civil (SINAPROC): Es la entidad encargada de coordinar e implementar acciones para prevenir y reducir el impacto de eventos naturales y actividades humanas que puedan poner en peligro a la población y sus bienes. Colabora con las autoridades locales para elaborar planes municipales de gestión de riesgos, establecer unidades especializadas en los distritos y fomentar la asignación de recursos para iniciativas de prevención y mitigación. Asimismo, proporciona asesoramiento técnico para el diseño de proyectos enfocados en la reducción de riesgos y fortalece la preparación de las comunidades para afrontar emergencias.

Benemérito Cuerpo de Bomberos de la República Panamá: Atiende emergencias y capacita a la población en protocolos de seguridad. Su experiencia en monitoreo y respuesta rápida ante amenazas facilita una coordinación eficaz con otras instituciones y la ciudadanía, mejorando la preparación frente a inundaciones.

Municipio de Panamá: Entidad que dirige la ciudad, con el alcalde como máxima autoridad. A nivel local, los corregimientos cuentan con Juntas Comunales lideradas por Representantes de Corregimiento, quienes gestionan las necesidades de cada comunidad. Encargado de la administración del gobierno

local, su función principal es coordinar los servicios municipales y fomentar el crecimiento económico y social.

Subdirección de Resiliencia y Riesgo Ambiental: Adscrita a la Alcaldía de Panamá, lidera la Mesa Técnica de Resiliencia, conformada por diversas entidades municipales. Esta instancia fortalece la prevención y respuesta ante eventos naturales, mediante una coordinación directa con las comunidades, que son quienes mejor identifican sus propias vulnerabilidades.

4.4.3. Marco Legal

Las bases legales determinan las principales disposiciones que sustentan y regulan las actividades en la cuenca. Las reglas y principios nos proporcionan un marco legal integral para la gestión de la cuenca del río Pacora, asegurando que las actividades sean legales, eficientes y consistentes con los objetivos de conservación y desarrollo sostenible.

Constitución Política Panameña (Capítulo 7 - Artículo 118, Régimen de Protección Ambiental): Estipula la obligación del Estado panameño de garantizar un medio ambiente sano y no contaminado. Este capítulo define las responsabilidades del Estado hacia el medio ambiente y sirve como base para todas las leyes relacionadas con el medio ambiente.

Ley N.º. 41 (General del Medio Ambiente): El artículo establece que MiAMBIENTE (antes ANAM) debe desarrollar un plan de protección ambiental. Esto se aplica cuando el grado de degradación o la importancia estratégica de la cuenca justifica una gestión descentralizada por parte de las autoridades locales y los usuarios de la gestión.

Ley No. 44 de 5 de agosto de 2002 (ley de cuencas hidrográficas): Estandariza la gestión, Protección y conservación de cuencas hidrológicas en el país. La ley establece un sistema especial de gestión a nivel territorial que tiene en cuenta la importancia de las cuencas para el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.

Niveles de Planes basados en la Ley 44 y el Decreto Ejecutivo 479 de 23 de abril de 2013, los instrumentos de ordenación territorial incluyen:

- Plan de Ordenamiento Ambiental del Territorio de la Cuenca Hidrográfica
- Plan de Manejo, Protección, Conservación y Desarrollo Sostenible de la Cuenca Hidrográfica
- Plan Regional de Ordenamiento Ambiental del Territorio
- Plan Provincial de Ordenamiento Ambiental del Territorio
- Plan Comarcal de Ordenamiento Ambiental del Territorio
- Plan Municipal de Ordenamiento Ambiental del Territorio
- Plan Especial de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Reglamento Ley N.º. 479 de 23 de abril de 2013: El Decreto Ejecutivo No. 479 de 23 de abril de 2013 que reglamenta la Ley No. 44 de 5 de agosto de 2002, la cual establece el régimen administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas en Panamá y detalla la implementación del sistema de gestión especial. La normativa incluye disposiciones especiales en materia de gestión y protección de cuencas hidrológicas.

Resolución No. AG 0740-2015 del 15 de diciembre de 2015: Se crea formalmente el Comité de la Cuenca Hidrológica del Río Pacora. La comisión es responsable de hacer cumplir las normas relacionadas con la gestión y protección de cuencas. Ello dando cumplimiento a la Ley 44 de 2002, antes citada.

Ley No. 38 de 31 de julio de 2000: Reglamento que regula los procedimientos administrativos generales en Panamá, incluyendo la Fiscalía Administrativa. Proporciona la base para los procedimientos administrativos conforme a la legislación ambiental.

Ley N.º 181 del 17 de noviembre de 2020: Declara la cuenca alta del río Pacora como área protegida y establece una zona de protección hidrológica específicamente en la parte alta, además de incorporar otras disposiciones para garantizar su conservación. La normativa dispone que cualquier proyecto, obra o actividad que genere impactos negativos significativos y de largo plazo deberá ser suspendido hasta la aprobación del Plan de Manejo Ambiental Territorial correspondiente. Asimismo, la ley asigna al Ministerio de Ambiente la responsabilidad de liderar el comité interinstitucional.

4.4.4. Interacción entre Políticas Públicas, Estructuras Institucionales y Participación Comunitaria

Diagrama de Venn:

El diagrama revela que las relaciones entre los marcos regulatorios, las instituciones y las comunidades son primordiales para garantizar una gestión eficiente de los recursos naturales e hídricos. Las políticas y normativas proporcionan el marco legal y técnico que regula el uso sostenible de los recursos, mientras que las instituciones y ministerios actúan como ejecutores de dichas políticas, liderando la implementación de programas y proyectos en la cuenca. Por su parte, las comunidades y actores locales desempeñan un papel crucial, aportando conocimiento territorial y facilitando la ejecución de iniciativas como lo es el SAT comunitario ante inundaciones. Estas relaciones no son aisladas, sino interdependientes; las políticas fortalecen las acciones institucionales, y la participación comunitaria asegura su efectividad en el territorio. (Figura No. 2)



Figura No.2: *Diagrama de Venn, Relación entre las Políticas, Instituciones y las Comunidades. Elaboración propia*

Análisis de FODA:

El análisis FODA es una herramienta estratégica que permite evaluar la situación general, organización o contexto mediante la identificación de cuatro elementos clave: Fortalezas, que son los aspectos internos positivos; Oportunidades, las condiciones externas favorables; Debilidades, las limitaciones internas; y Amenazas, los factores externos que pueden afectar negativamente. Este

análisis facilita la comprensión integral del entorno y ayuda a diseñar estrategias efectivas para aprovechar ventajas y enfrentar desafíos.

En el caso particular de la cuenca del río Pacora, este análisis representa las relaciones entre políticas, instituciones y comunidades muestra cómo estos elementos trabajan en conjunto en áreas estratégicas. Entre ellas se incluyen la creación y aplicación de normativas conjuntas, la implementación de regulaciones con la colaboración activa de las comunidades y la coordinación interinstitucional para desarrollar políticas integrales. Este evidencia cómo estas interacciones fortalecen la gobernanza de la cuenca, asegurando una implementación más efectiva de proyectos y la gestión de riesgos en la Cuenca.

El análisis FODA permite visualizar cómo interactúan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el contexto de la cuenca del río Pacora. Destaca sinergias, como la integración de recursos legales y financieros para mitigar riesgos ambientales, y la colaboración entre instituciones y comunidades para optimizar la gestión sostenible. Estas interacciones permiten estructurar estrategias concretas que potencian los puntos fuertes mientras enfrentan desafíos críticos, como el cambio climático, la deforestación y la vulnerabilidad a inundaciones.

La falta de comunicación y relaciones efectivas entre las instituciones y las comunidades en la cuenca del río Pacora representa un desafío crítico para la gobernanza y la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) comunitario. Este sistema requiere un componente social sólido que asegure la

participación coordinada de todos los actores. Los resultados destacan la urgencia de fortalecer las interacciones entre las políticas, las instituciones y las comunidades, maximizando las fortalezas y oportunidades mientras se abordan las debilidades y amenazas existentes. Solo a través de una estructura organizativa colaborativa será posible garantizar una gestión eficiente de los recursos hídricos y naturales, así como la capacidad de la cuenca para adaptarse a los retos ambientales y sociales.

FACTORES INTERNOS
 FACTORES EXTERNOS

MATRIZ FODA	1-(F) Fortalezas <ul style="list-style-type: none"> - Marco legal claro y completo. - Participación comunitaria en comités. - Presencia de actores clave en la cuenca. 	3-(D) Debilidades <ul style="list-style-type: none"> - Coordinación institucional limitada. - Escasez de recursos financieros y técnicos. - Lentitud en la implementación de planes.
2-(O) Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> - Mayor acceso a financiamiento. - Uso de tecnologías para monitoreo ambiental y gestión de riesgo. - Desarrollo de proyectos. 	Estrategias FO Impulsar la gestión sostenible de la cuenca mediante proyectos internacionales, alianzas estratégicas y programas de capacitación inclusiva, aprovechando estructuras como APARUP y CCHRP.	Estrategias DO Superar la falta de recursos y mejorar la gestión mediante financiamiento, herramientas tecnológicas de monitoreo y programas educativos participativos liderados por instituciones.
4-(A) Amenazas <ul style="list-style-type: none"> - Incremento de fenómenos climáticos extremos. - Expansión descontrolada de actividades humanas. - Falta de voluntad política sostenida. 	Estrategias FA Fortalecer la protección de la cuenca mediante normativas y zonificación respaldadas por participación comunitaria, reforzar la vigilancia ambiental y aplicar políticas preventivas basadas en datos institucionales.	Estrategias DA Superar limitaciones actuales mediante un plan interinstitucional de emergencia para fenómenos climáticos, descentralizar recursos hacia comunidades vulnerables y promover políticas públicas multisectoriales.

Figura No.3: Matriz FODA/DAFO, estrategias y factores de las estructuras organizacionales de la Cuenca.

4.4.5. Modelo de Gobernanza Horizontal para la Gestión Equitativa del Riesgo de Inundaciones

La horizontalidad en el proceso permite establecer una relación equitativa entre los especialistas y la comunidad de la cuenca del Río Pacora, promueve un diálogo que respeta las particularidades de cada interlocutor. Esto nos facilitó la comprensión, evitando la imposición de un discurso dominante (Corona Berkin & Kaltmeier, 2012)

La prevención y mitigación de inundaciones en la cuenca del río Pacora necesito de un enfoque de gobernanza participativo y horizontal, donde todos los actores del sistema tengan voz en la toma de decisiones. Este modelo sugiere la creación de la Red SAT Comunitaria en la Cuenca Hidrográfica del Río Pacora, un espacio para el diálogo y la colaboración entre instituciones, comunidades y técnicos, con el fin de fortalecer la resiliencia y la capacidad de respuesta ante eventos extremos.

A cada actor se le asegura el derecho a participar en el discusión, implementación y evaluación de las medidas preventivas. Para evitar que alguna entidad o grupo se considere superior, se busca lograr un consenso amplio donde "el diálogo sea la única fuente de decisión". El proceso de toma de decisiones se lleva a cabo a través de un diálogo colectivo que integra todas las opiniones en la formulación de estrategias.

Estructura de la Red SAT Comunitaria en la Cuenca Hidrográfica del Río Pacora

En línea con lo anterior, los miembros de esta red trabajarán en equipos especializados, conformados por especialistas interdisciplinarios organizados a partir de estructuras previas, permitiendo conciliar responsabilidades sin asignarlas individualmente. Cada equipo tendrá roles y responsabilidades claramente definidos y compartirá igual autoridad en la Red.

Tabla No.11: Estructura de la Red SAT comunitaria por equipos, Elaboración propia.

EQUIPO	PARTICIPANTES	RESPONSABILIDAD
Equipo de Coordinación Técnica y Comunitaria	Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE), Municipio de Panamá, Juntas Comunales de Pacora, Las Garzas y San Martín, representantes de la comunidad (líderes de corregimientos, asociaciones civiles).	Coordinar la planificación y ejecución de estrategias ambientales y de reducción de riesgo en la cuenca. <hr/> Supervisar la implementación de medidas de conservación y mitigación de impactos ambientales.
Equipo de Monitoreo y Respuesta	Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), Cuerpo de Bomberos de Panamá, CATHALAC.	Supervisar y gestionar la respuesta ante emergencias, desarrollando estrategias de monitoreo de amenazas, recibir y analizar los datos meteorológicos.

Equipo de Participación y Educación Comunitaria	Ministerio de Salud (MINSA), Cruz Roja Panameña, Organizaciones de bases comunitarias (APARUP, Sociedad Pro-Defensa de la Cuenca del Río Pacora), Centros e Iglesias.	Fortalecer la cultura de prevención mediante la educación ambiental y la capacitación comunitaria, difundiendo información sobre gestión del riesgo y resiliencia.
Equipo de Recursos y Cooperación	Entidades de financiamiento como el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y cooperación internacional (BID, PNUD).	Explorar mecanismos innovadores de financiamiento y establecer colaboraciones público-privadas.
Equipo de Productores y Gestión Comunitaria	Asociaciones de productores locales, Junta Administradora de Acueductos Rurales (JAAR), Comité de Cuenca Hidrográfica del Río Pacora (CCHRP).	Representar a los sectores vulnerables en la planificación del riesgo, garantizar su participación en las estrategias de resiliencia y sostenibilidad.
Equipo de Investigación y Apoyo Técnico	Universidad de Panamá (UP), Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), CATHALAC.	Generar información científica sobre riesgos naturales, cambio climático y condiciones hidrometeorológicas, Apoyando con estudios de vulnerabilidad y adaptación en la cuenca.

Modelo de Estructura de Gobernanza Horizontal

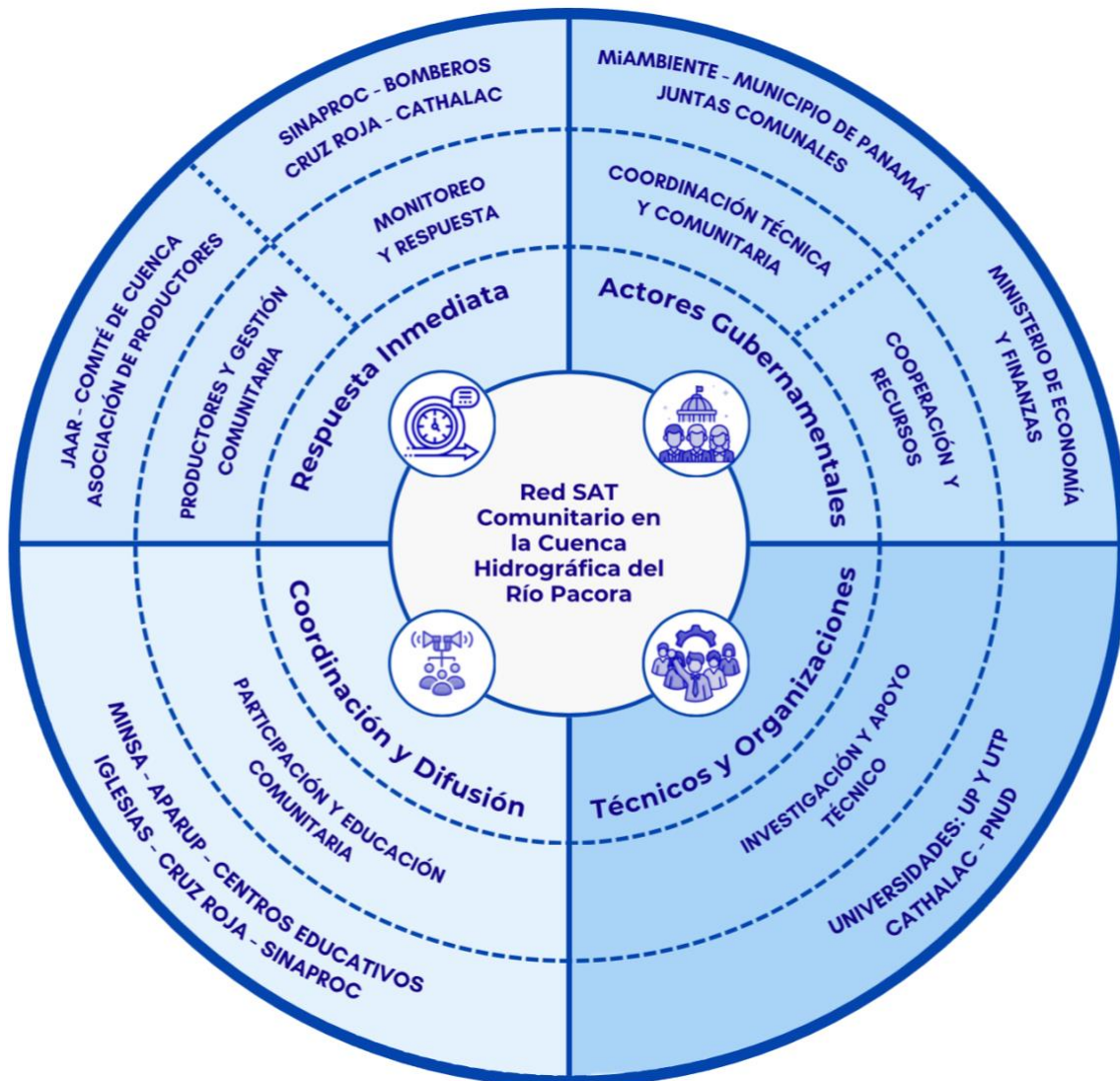


Figura No.4: Modelo de estructura de gobernanza horizontal. Elaboración propia.

El modelo (Figura No.4) representa la estructura del SAT, resaltando los actores principales y su interconectividad dentro del sistema. El diseño ilustra la coordinación entre niveles de respuesta y los roles. Cada grupo posee un nivel de participación, lo que permite ver cómo los diferentes actores trabajan

coordinadamente, desde la comunidad hasta las instituciones técnicas y gubernamentales, garantizando un método integral para la administración del riesgo de inundaciones.

Dentro del núcleo, el SAT comunitario significa la convergencia de actividades destinadas a disminuir los riesgos de la cuenca.

- **Respuesta Inmediata:** Representa a los actores que reaccionan directamente ante una emergencia. Su posición en el primer grupo refleja la necesidad de actuar rápidamente.
- **Actores Gubernamentales:** Esta entidad muestra su papel en el manejo de recursos y la orientación para la gestión de riesgos. Su presencia garantiza el apoyo institucional.
- **Coordinación y Difusión:** Estos roles implican enseñar e informar a la comunidad, lo que aumenta su capacidad de respuesta ante estos eventos.
- **Técnicos y Organizaciones:** Las entidades académicas y técnicas, cuya labor de investigación y monitoreo proporciona información para mejorar la efectividad del SAT.

Se refleja el ciclo de retroalimentación continua, utilizando experiencias pasadas y la recopilación de datos para mejorar las acciones posteriores y reforzar la cuenca.

Este modelo de estructura de gobernanza tiene como objetivo reinterpretar el concepto de gestión de riesgos, adoptando un enfoque más inclusivo y

participativo en la gestión de los riesgos de inundación en la cuenca del río Pacora. La respuesta ante situaciones de emergencia, así como la sostenibilidad del Sistema de Alerta Temprana, se ve fortalecida con la inclusión de especialistas y la facilitación de la toma de decisiones a través de la creación de consensos. El éxito de este modelo dependerá en gran medida de la disposición de las diversas instituciones para comprometerse con cada proceso.

4.4.6. Percepción comunitaria del riesgo y participación de la comunidad ante eventos sorpresivos de inundaciones

La manera en que la comunidad percibe los desastres naturales influye en su disposición a tomar medidas preventivas, lo cual es clave para reducir el riesgo y asegurar el buen funcionamiento de un SAT comunitario (UNDRR, 2020).

Se aplicaron encuestas a 79 personas residentes en la cuenca —39 hombres y 40 mujeres— lo que permitió tener una idea clara y representativa de cómo la población percibe el riesgo de inundaciones y qué tan preparada se siente para enfrentarlo. Los resultados obtenidos ayudan a mejorar el diseño de un Sistema de Alerta Temprana Comunitario que realmente responda a las necesidades y realidades actuales de las comunidades. A continuación, se presentan los resultados y hallazgos que merecen ser compartidos y analizados. En las Tablas No.12 a la No.18, se muestran las respuestas a varias de las preguntas.

Tabla No.12: *¿Ha experimentado alguna vez una inundación en su hogar o comunidad?*

	Hombres	Mujeres
Sí	21	16
No	18	24

Uno de los hallazgos más relevantes es que casi la mitad de la población encuestada ha experimentado una inundación en su hogar o comunidad. Esta experiencia directa evidencia que el riesgo no es percibido de forma abstracta, sino que ha sido vivido, lo que puede favorecer una mayor disposición a participar en iniciativas como el SAT. Se observó una ligera predominancia de hombres con experiencia previa, han estado más expuestos. En contraste, algunas mujeres podrían no haber identificado ciertos eventos como inundaciones si fueron de menor intensidad o que no estuvieron presentes durante su ocurrencia.

Tabla No.13: *¿Conoce cuáles son las áreas más propensas a inundación?*

	Hombres	Mujeres
Sí	35	38
No	4	2

En cuanto al conocimiento del territorio, los resultados son bastante positivos. Más del 90% de las personas sabe cuáles son las zonas que se inundan con más frecuencia. Este alto nivel de identificación probablemente se relaciona con la experiencia acumulada y la memoria colectiva de la comunidad, que ha permitido a los habitantes desarrollar un conocimiento empírico del riesgo, aún sin formación

técnica. Este saber local representa una ventaja para la planificación del SAT, ya que puede utilizarse para identificar puntos clave de riesgo, establecer rutas de evacuación y ubicar alarmas o señalizaciones.

Tabla No.14: *¿Cómo se informa sobre el riesgo de inundación?*

	Hombres	Mujeres
Medios de comunicación	10	10
Redes sociales	3	6
Vecinos y comunidad	22	21
Autoridades locales	1	0
Cuenta Propia	3	3

En relación con las fuentes de información sobre el riesgo, se evidencia una clara dependencia de las redes comunitarias: los vecinos son la principal vía de comunicación para la mayoría de los encuestados. En contraste, las autoridades locales tienen muy poca presencia como canales informativos. Esta desconexión institucional puede deberse tanto a una falta de comunicación efectiva como a una pérdida de confianza en los canales oficiales. Por tanto, se recomienda que el SAT se apoye en las estructuras comunitarias existentes —líderes locales, organizaciones y comités de vecinos— para lograr una transmisión oportuna, cercana y confiable de las alertas y recomendaciones.

Tabla No.15: *¿Está al tanto de las rutas de evacuación o centros de ayuda disponibles en una inundación?*

	Hombres	Mujeres
Sí	19	20
No	20	20

No obstante, el conocimiento sobre rutas de evacuación y centros de ayuda resulta limitado: solo el 49% de los encuestados afirmó conocer esta información. Este dato es preocupante, especialmente considerando el alto nivel de reconocimiento del riesgo en la zona. Demostrando que, aunque se reconoce el riesgo, muchas personas no tienen claro cómo actuar cuando ocurre una inundación. Esta falta de información puede estar relacionada con una comunicación deficiente por parte de las instituciones o con la ausencia de ejercicios prácticos como simulacros. Por eso, el SAT no debe limitarse solo a emitir alertas, sino que también debe incluir actividades que enseñen a la población qué hacer y hacia dónde dirigirse cuando ocurra un evento.

Tabla No.16: *¿En caso de una inundación cómo prefiere recibir la alerta?*

	Hombres	Mujeres
Alarma Comunitaria o Sirena	18	26
Llamada telefónica	17	24
Mensaje de texto	4	0

Respecto a cómo prefieren recibir las alertas, la mayoría de las personas mencionó las sirenas comunitarias y las llamadas telefónicas como los métodos más efectivos. Los mensajes de texto fueron poco elegidos, especialmente por mujeres. Esto podría estar relacionado con el acceso limitado a la tecnología o con la poca costumbre de usar estos medios. Este dato nos recuerda que el SAT debe usar formas de alerta accesibles para todos, incluyendo adultos mayores o personas con baja alfabetización digital.

Tabla No.17: *¿Está informado sobre las medidas de prevención y respuesta ante una inundación?*

	Hombres	Mujeres
Sí	17	13
No estoy seguro	1	8
No	21	19

El nivel de información sobre medidas de prevención y respuesta, que resultó ser insuficiente. El 54%, más de la mitad de los encuestados expresó no tener claridad sobre qué hacer en caso de una inundación, y este desconocimiento fue más evidente entre las mujeres. Este patrón puede estar relacionado con barreras de acceso a la información, escasa participación en procesos de capacitación o con una limitada integración de enfoque de género en las políticas de gestión del riesgo. Esto refuerza la importancia de que el SAT contemple acciones educativas continuas y diferenciadas, que aseguren que todas las personas —sin importar su edad, género o nivel educativo— estén preparadas para actuar.

Tabla No.18: *¿Se siente usted preparado para actuar en caso de una inundación?*

	Hombres	Mujeres
Sí	21	16
No	15	14
No estoy seguro	3	10

Finalmente, al consultar sobre la percepción de preparación personal, solo el 47% se siente lista para enfrentar una inundación. Aunque los hombres mostraron mayor seguridad en este aspecto, muchas mujeres expresaron dudas o directamente manifestaron no sentirse preparadas. Esto refuerza la necesidad de trabajar en la confianza comunitaria mediante actividades prácticas, inclusión activa en procesos de toma de decisiones y reforzamiento del liderazgo de la mujer en los temas de gestión de riesgos.

Un análisis integral de los resultados de la encuesta refleja una comunidad que ha tenido contacto directo con las inundaciones y que posee un conocimiento territorial valioso, pero que aún presenta vacíos en preparación, información práctica y confianza en las instituciones. (Revisar tabla No.19)

Tabla 19: Resumen de preguntas y respuestas de los encuestados. Elaboración propia.

Preguntas formuladas a los habitantes encuestados	Respuestas Hombres			Respuestas Mujeres		
	Si	No	No sabe	Si	No	No sabe
¿Ha experimentado alguna vez una inundación en su hogar o comunidad?	21	18		16	24	
¿Conoce cuáles son las áreas más propensas a inundación?	35	4		38	2	
¿Está al tanto de las rutas de evacuación o centros de ayuda disponibles en una inundación?	19	20		20	20	
¿Está informado sobre las medidas de prevención y respuesta ante una inundación?	17		21	13		19
¿Se siente usted preparado para actuar en caso de una inundación?	21	15	3	16	14	10
Preguntas sobre preferencias al tipo de información	H			M		
¿En caso de una inundación usted prefiere recibir la alerta como: Alarma comunitaria o Sirena	18			26		
¿En caso de una inundación usted prefiere recibir la alerta, como: Llamada telefónica	17			24		
¿En caso de una inundación usted prefiere recibir la alerta: Mensaje de texto	4			0		
¿Cómo se informa sobre el riesgo de inundación? Medios de comunicación	10			10		
¿Cómo se informa sobre el riesgo de inundación? Redes sociales	3			6		
¿Cómo se informa sobre el riesgo de inundación? Vecinos y comunidad	22			21		
¿Cómo se informa sobre el riesgo de inundación? Autoridades locales	1			0		
¿Cómo se informa sobre el riesgo de inundación? Cuenta Propia	3			3		

Y todos estos elementos deben ser tomados en cuenta para diseñar un SAT comunitario que sea participativo, inclusivo y adaptado a las realidades locales, con énfasis en la comunicación directa, la educación continua y el fortalecimiento de capacidades, especialmente en los sectores más vulnerables. Un sistema efectivo será aquel que informe, alerte y, sobre todo, empodere a las personas para actuar con seguridad cuando sea necesario.

5. Conclusiones

1. La morfología y pendiente de la cuenca del río Pacora influyen en su dinámica hídrica. Su forma alargada (índice de Gravelius de 1.8 y factor de forma de 0.31) y una pendiente promedio del 17.57% condicionan que el escurrimiento superficial tarde más en concentrarse en el cauce principal, reduciendo el riesgo de inundaciones repentinas. No obstante, esta condición, cuando las lluvias son persistentes, favorece acumulaciones de agua, prolongadas en zonas bajas, y acelera el flujo en zonas altas, intensificando procesos erosivos y los eventos de inundaciones.
2. El cambio climático, junto al crecimiento urbano desordenado incrementan el riesgo de inundaciones en la cuenca. Las lluvias cada vez son más prolongadas e intensas, mientras que la expansión urbana sin planificación, especialmente en las partes media y baja de la cuenca, esta situación ha aumentado la exposición de las viviendas aledañas a los ríos, incrementando la vulnerabilidad de la población y sus bienes materiales.
3. Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) surgen como una estrategia viable y posible para la gestión ante eventos naturales extremos y, en este caso, del riesgo hídrico. Medidas como la conservación de áreas verdes, corredores ecológicos y la protección de reservas hidrológicas ayudan a mitigar y reducir los efectos de las inundaciones. Estas estrategias están respaldadas por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y la Ley 181 de 2020, que declara la parte alta de la cuenca del río Pacora como Área Protegida bajo la categoría de Reserva Hidrológica, con el fin de garantizar la

disponibilidad y calidad del recurso hídrico para el consumo humano y otros usos ecosistémicos. Asimismo, se enmarcan en la Ley 44 de 2002, la cual establece el régimen especial para la protección, conservación y manejo integrado de las cuencas hidrográficas del país, promoviendo la participación ciudadana y la sostenibilidad ambiental. Todas estas acciones se fortalecen mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten una planificación más precisa, participativa y basada en evidencia para reducir la vulnerabilidad frente a fenómenos hidrometeorológicos.

4. La articulación institucional es una debilidad crítica en la cuenca. A pesar de la existencia de actores locales relevantes como Juntas Comunales y asociaciones, la coordinación con instituciones gubernamentales es limitada debido a las malas prácticas de comunicación social, desinterés institucional y ausencia de voluntad política. Esta situación ha dificultado el desarrollo de mecanismos como un Sistema de Alerta Temprana (SAT) comunitario que sea funcional y eficaz.
5. Las brechas de género afectan directamente la preparación y capacidad de respuesta ante emergencias. Las mujeres reportan menor preparación, acceso limitado a información y baja preferencia por medios de alerta como los mensajes de texto, por restricciones tecnológicas o de acceso. Esta situación incrementa su vulnerabilidad y la de los grupos bajo su cuidado como los niños o adultos mayores, destacando la necesidad de estrategias con enfoque de género que promuevan su participación activa desde la preparación hasta el liderazgo comunitario.

6. Las encuestas aplicadas reflejan una percepción general del riesgo de inundaciones, pero también revelan una preparación muy limitada. El 54% indicó no saber cómo actuar ante una inundación y solo el 49% conoce las rutas de evacuación. Solo el 47% manifestó sentirse preparado, siendo este porcentaje menor en mujeres, de las cuales solo 16 dijeron estar preparadas frente a 21 hombres. Estos datos muestran que, aunque el riesgo es percibido, la comunidad no está adecuadamente preparada, y existen grupos con mayores niveles de vulnerabilidad, como las mujeres, que requieren atención específica en los programas de prevención y respuesta.
7. Los mecanismos de alerta deben adaptarse a las preferencias y realidades de la población. La mayoría de las personas prefiere recibir alertas comunitarias por sirenas o alarmas, lo que subraya la importancia de implementar canales de comunicación accesibles, eficaces e inclusivos dentro del SAT para garantizar una respuesta efectiva.
8. El modelo propuesto de gobernanza plantea una participación equitativa entre todos los actores. La estructura contempla una Red SAT Comunitaria organizada en equipos temáticos (coordinación, monitoreo, educación, finanzas), que promueve una toma de decisiones horizontal, basada en el consenso y en el respeto por los saberes locales. Este enfoque fortalece la corresponsabilidad en la gestión del riesgo de inundaciones.
9. La implementación efectiva de un SAT Comunitario en la cuenca del río Pacora no solo necesita recursos técnicos; también requiere una fuerte cohesión social, un compromiso entre instituciones y una relación sólida entre

las comunidades. Para fortalecer esta relación, es fundamental construir una cultura de diálogo, fomentar la participación activa y asegurarse de que las decisiones se tomen con respeto mutuo e inclusión. Solo de esta manera podremos establecer un sistema que sea sostenible, funcional y que se adapte a las realidades de las poblaciones vulnerables, aumentando su resiliencia frente a los eventos hidrometeorológicos extremos que son cada vez más comunes.

6. Recomendaciones

Gobernanza y Organización Comunitaria

- Mejorar la colaboración entre actores y líderes para que las comunidades comprendan los riesgos y dispongan de recursos que les ayuden a prepararse y reaccionar. Asimismo, es necesario fomentar la participación de mujeres y jóvenes de manera inclusiva, así como integrar la educación ambiental en espacios comunitarios y en las escuelas. Se deben usar herramientas con enfoque de extensión rural, tales como mapas de riesgo, simulacros, y la identificación de áreas seguras y rutas de evacuación, que sean accesibles para todas las personas, independientemente de su género, edad o nivel educativo.

Confianza Comunitaria y Fortalecimiento para un Sistema de Alerta Temprana Efectivo

- Establecer un SAT Comunitario accesible y adaptado al entorno local, priorizando el uso de alarmas comunitarias que sean audibles, lo que permita una respuesta inmediata de la población. Estos sistemas tienen que contar con protocolos de activación sencillos, y deben ir acompañados de un sistema de comunicación seguro como mensajes de difusión para aquellos que no estén presentes físicamente en la cuenca cuando se active la alarma, para que puedan recibir la información a tiempo.

- Es crucial crear espacios donde las comunidades participen activamente, sintiéndose escuchadas y valoradas. Esto fortalecerá el vínculo entre los actores locales, las organizaciones de base, las instituciones gubernamentales y las ONG. Para lograrlo, se propone conformar mesas comunitarias de gestión del riesgo con representación diversa, promover una comunicación clara que incluya informes accesibles y actualizaciones periódicas sobre las acciones en curso, así como desarrollar jornadas educativas adaptadas al contexto cultural y social de la cuenca. Además, establecer mecanismos de seguimiento conjunto contribuirá a consolidar un ambiente de cooperación, corresponsabilidad y confianza duradera entre todos los actores involucrados en la protección del territorio y la vida comunitaria.

Manejo ambiental y planificación territorial

- Desarrollar y promover las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) como la reforestación con especies nativas, las áreas verdes y la restauración de bosques de galería con la creación de zonas de amortiguamiento de 100 metros a ambos lados de ríos. Además, impulsar las buenas prácticas de cultivo que aporten hacia la reducción de la erosión y a la conservación de suelos, en los sectores donde la pendiente del terreno favorece el escurrimiento superficial del agua y la producción de sedimentos hacia los cauces de los ríos y quebradas. Adicionalmente las

juntas comunales, con las comunidades, y el debido apoyo de la municipalidad y entidades del gobierno, deben realizar el mantenimiento y la limpieza de los drenajes existentes con periodos regulares cada 3 meses, ya que muchas inundaciones empeoran cuando el agua no puede fluir libremente por bloqueos.

7. Bibliografía (Referencias Bibliográficas).

1. Aguirre, M. A., Buitrago-Bermúdez, O., & Bolaños-Tróchez, F. V. (2021). Mecanismos de coordinación en la planificación de cuencas hidrográficas en Colombia: el caso del río Dagua. *Sociedad y Economía*, e1019207. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i43.9207>
2. Alcaldía de Panamá. (2021). *PLAN LOCAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL_PLOT DEL DISTRITO DE PANAMÁ*. <https://dpu.mupa.gob.pa/documento-grafico-zonificacion-distrital-2/>
3. Alcaldía de Panamá. (2023, mayo 30). *Del dulce néctar de las pácoras surge un corregimiento*.
4. Benito, G. (2006). Riesgos de inundaciones: tendencias históricas y perspectivas de acuerdo con el cambio climático . *Revista Cuaternario & Geomorfología*, 20(3–4), 29–44. <https://www.divulgameteo.es/uploads/Riesgos-inundaciones.pdf>
5. Bolivar, T., Guerrero, M., Rodríguez Mancilla, M., Briceño-León, R., Bonduki, N., Delgadillo, V., Delgado Dopazo, M. del H., Cabrera Arias, M., Paniagua Arguedas, L., Segura, R., Alfonso R., Ó. A., Castillo, M., Louis, I., Sáez Giráldez, E., Urquieta Álvarez, M. A., Isaac, S. R., Betancourt, C., Alvarado Sevilla, J., Rey, G., ... Carnevali, N. (2014). *Casas de infinitas privaciones ¿Germen de ciudades para todos?* (Vol. 1). Abya-Yala.
6. Boraschi, S. F. (2009). Corredores biológicos: una estrategia de conservación en el manejo de cuencas hidrográficas. . *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 6(17).
7. CATHALAC. (2022). *Plan Nacional de Gestión de Riesgo a Inundaciones de Panamá*. <https://we.tl/t-3sCCKZqZBh>
8. Ceccon, E. (2003). Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las

cuencas hidrográficas. *Ciencias*.

9. Cerrato, L. (2008). *Investigación de condiciones físicas y organizativas para la implementación de un sistema de alerta temprana ante inundaciones en Marale, Marale, Francisco Morazán, Honduras, C.A.* [Universidad Nacional Autónoma de Honduras.]. <https://tzibalnaah.unah.edu.hn/handle/123456789/6289>
10. Chang, I., Martínez, P., Cervantes, D., & Álvarez, H. (2015). *Desarrollo de un sistema de alerta temprana prototipo que incluya tecnología electrónica asistiva para la movilidad de personas con sordera o ceguera en la cuenca del río Pacora, Provincia de Panamá.*
11. Cohen-Shacham, E., Walters, G. M., Maginnis, S., & Janzen, C. (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges* (E. Cohen-Shacham, G. Walters, C. Janzen, & S. Maginnis, Eds.). IUCN International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
12. Cerdón Suárez, U., Johnson, W., & Cerdón Suárez, E. (2011). Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la cuenca Bilwi Tingni, Puerto Cabezas, RAAN. *Ciencia e Interculturalidad*, 2(2), 28–43. <https://doi.org/10.5377/rci.v2i2.571>
13. Faustino, J., & Jiménez, F. (2000). *Manejo de Cuencas Hidrográficas* [Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8431/Manejo_de_cuencas_hidrograficas.pdf?sequen
14. Gálvez, C. (2010). Evaluación del riesgo a inundaciones y deslizamientos en la parte alta de la cuenca del río Chiriquí Viejo, Panamá. *CATIE*. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5072/Evaluacion_del_riesgo_a_inundaciones.pdf?sequence=1
15. Gordón, C. (2014a). Caracterización de la ocurrencia e impacto por desastres de

- origen natural en Panamá. 1990-2013. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 2(5), 04–25. <https://doi.org/10.37387/ipc.v2i5.32>
16. Gordón, C. (2014b). Caracterización de la ocurrencia e impacto por desastres de origen natural en Panamá. 1990-2013. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 2(5), 04–25. <https://doi.org/10.37387/ipc.v2i5.32>
17. Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (Vol. 83). IICA Biblioteca Venezuela. <https://books.google.es/books?id=oXutTpUKUb4C&lpg=PA54&ots=7MCL0TZngm&dq=zonas%20de%20vida%20holdridge&lr&hl=es&pg=PA54#v=onepage&q=zonas%20de%20vida%20holdridge&f=false>
18. Horton, R. (1945). EROSIONAL DEVELOPMENT OF STREAMS AND THEIR DRAINAGE BASINS . *Geological Society of America Bulletin*, 56(3), 281–283.
19. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf
20. IUCN. (2020). *Orientación para usar el Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza: primera edición*. IUCNH, International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.es>
21. Ley N°44. (2002). *Ley N° 44 - Régimen para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas* (N° 24.613). Gaceta Oficial N° 24.613.

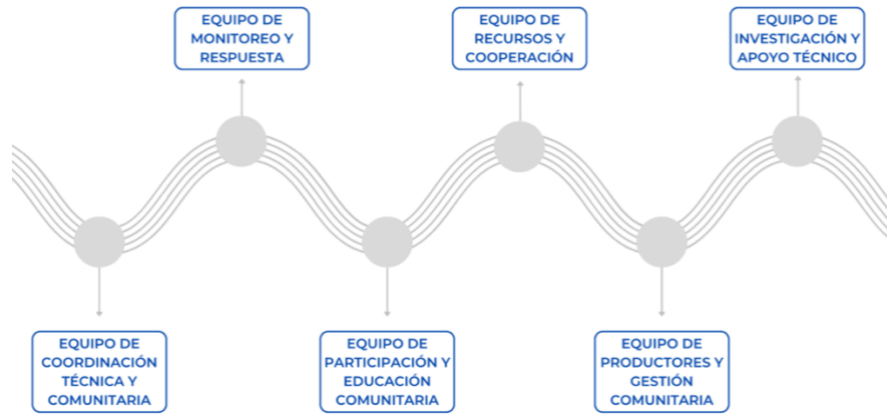
22. Lynch, K. (1980). *Lynch, Kevin. Planificación del sitio. Traducido por Arq. Julia Fernandez de Caleyá. Barcelona: Editorial: Gustavo Gili, S. A., 1980. (G. Gill, Ed.).*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=230160>
23. Marsters, L., Morales, A. G., Silva, M., Watson, G., Netto, M., & Frisari, G. (2021). Nature-Based Solutions in Latin America and the Caribbean: Financing Mechanisms for Regional Replication. *Inter-American Development Bank and World Resources Institute.*
24. Ministerio de Ambiente. (2008). *Plan de Manejo de la Cuenca del Río Pacora.*
<https://cuencas.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2020/08/PLAN-DE-MANEJO-DEL-RÍO-PACORA.pdf>
25. Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Inventario de las Incidencias de los Desastres de la República de Panamá al 2022.*
26. Moreno, D., Quiñones Bolaños, E., & Tovar Gariido, L. C. (2014). Los Sistemas de Alerta Temprana, SAT, una herramienta para la prevención de desastres por inundación y efectos del cambio climático. . *Los Sistemas de Alerta Temprana, SAT, una herramienta para la prevención de desastres por inundación y efectos del cambio climático. universidad de Cartagena., 9(1).*
27. Oficina de la UNESCO en San José, & Central American Coordination Centre for Natural Disaster Prevention. (2012). *Inventario y caracterización de los Sistemas de Alerta Temprana Panamá.* <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227606>
28. Ortiz Quintero, L. F. (2021). *Cuencas hidrográficas y ecología del paisaje: una guía conceptual y metodológica.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
29. Pabón-Caicedo, J. D., Ycaza, R. D. P., Friend, F., Espinoza, D., Fenzl, N., & Apostolova, M. (2018). Vulnerabilidad de la cuenca amazónica ante fenómenos hidroclimáticos extremos. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de*

Geografía, 27(1), 27–49. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v27n1.56027>

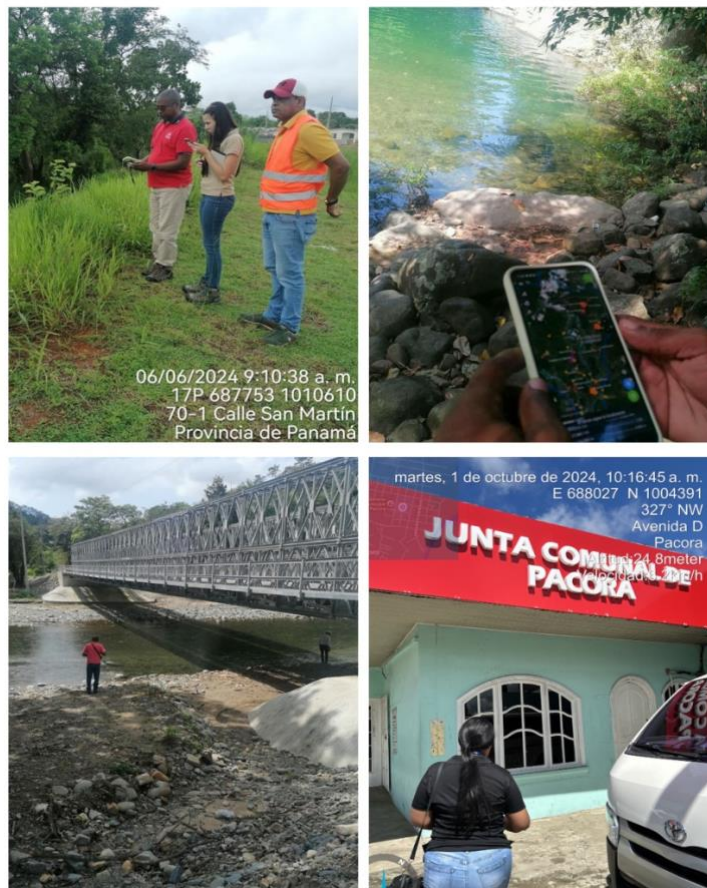
30. Pereira Gavilán, R. R. (2020). *Diseño de un Sistema de Alerta Temprana comunitario ante inundaciones en el Bañado Sur - Barrio Jukyty de Asunción*. [CONACYT - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología]. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8806970?show=full>
31. Ramakrishna, B., Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), & Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (1997). *Estrategia de extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas: Concepto y Experiencias*. IICA. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/17713>
32. Resolución No. AG-0704 de ANAM. (2012). Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). *Gaceta Oficial Digital*, Art. Gaceta Oficial N° 27197-B. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/pan119130.pdf>
33. Saurí, D., Ribas, A., Lara, A., & Pavón, D. (2010). La percepción del riesgo de inundación: experiencias de aprendizaje en la Costa Brava. *Papeles de Geografía*, 51, 269–278. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/114571>
34. Sierra Rios, G. D. (2024). Estrategias de planeación urbana: Sincelejo como modelo de ciudad-región en el contexto de la globalización. *Journal of Scientific Metrics and Evaluation*, 2(1), 13–31. <https://doi.org/10.69821/JoSME.v2i1.8>
35. Strahler, A. N. (1957). Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913–920. <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
36. Tucci, C. E. M. (2004). Inundaciones Urbanas. *Organización Meteorológica Mundial*. <https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/14668?mode=full>
37. UNDRR. (2020). Global assessment report on disaster risk reduction 2020. *United Nations Office for Disaster Risk Reduction*. <https://www.undrr.org/gar>

38. UNESCO. (2012). Sistemas de alerta temprana: manual informativo para estudiantes. *UNESCO*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227593>
39. Unidad Nacional para la Gestión de Riesgos de Desastres - UNGRD. (2021). *Guía para el Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana (SAT)*. https://pubhtml5.com/pxou/rhde/Guía_para_el_desarrollo_de_sistemas_de_alerta_temprana_SAT/
40. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2012). Resoluciones y Recomendaciones. *Gland, Suiza UICN*, 281. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/wcc-5th-005-es.pdf>
41. United Nations International Strategy for Disaster Reduction - UNISDR. (2009). *Terminología sobre la reducción del riesgo de desastres*.
42. Vallester, E. (2022). *Informe de Sistematización de la Cuenca de Chiriquí Viejo*.

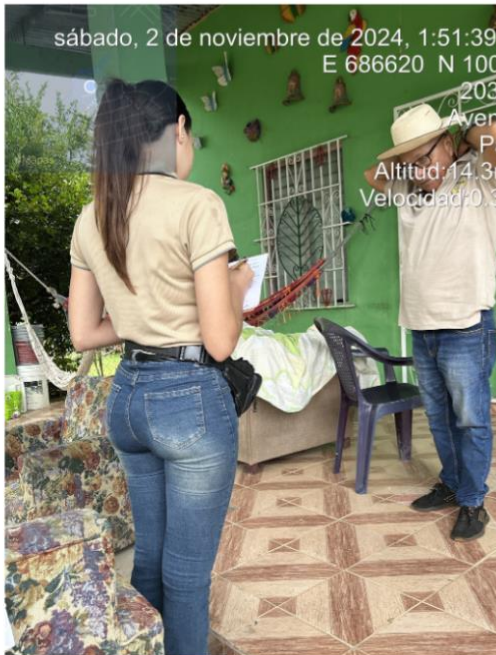
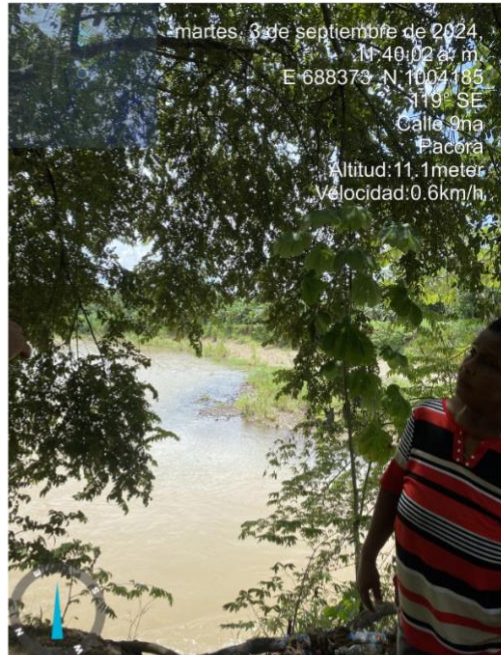
8. Anexos



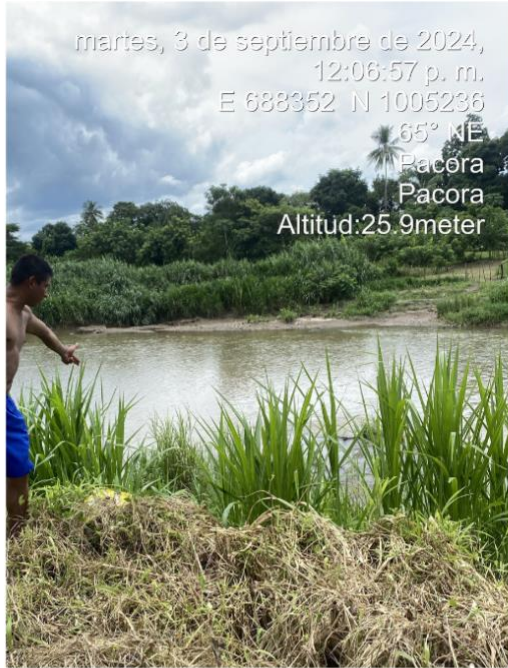
Anexo No.1: Modelo de toma de decisiones horizontal, *Elaboración Propia.*



Anexo No.2: *Visitas a las comunidades de la cuenca del río Pacora*

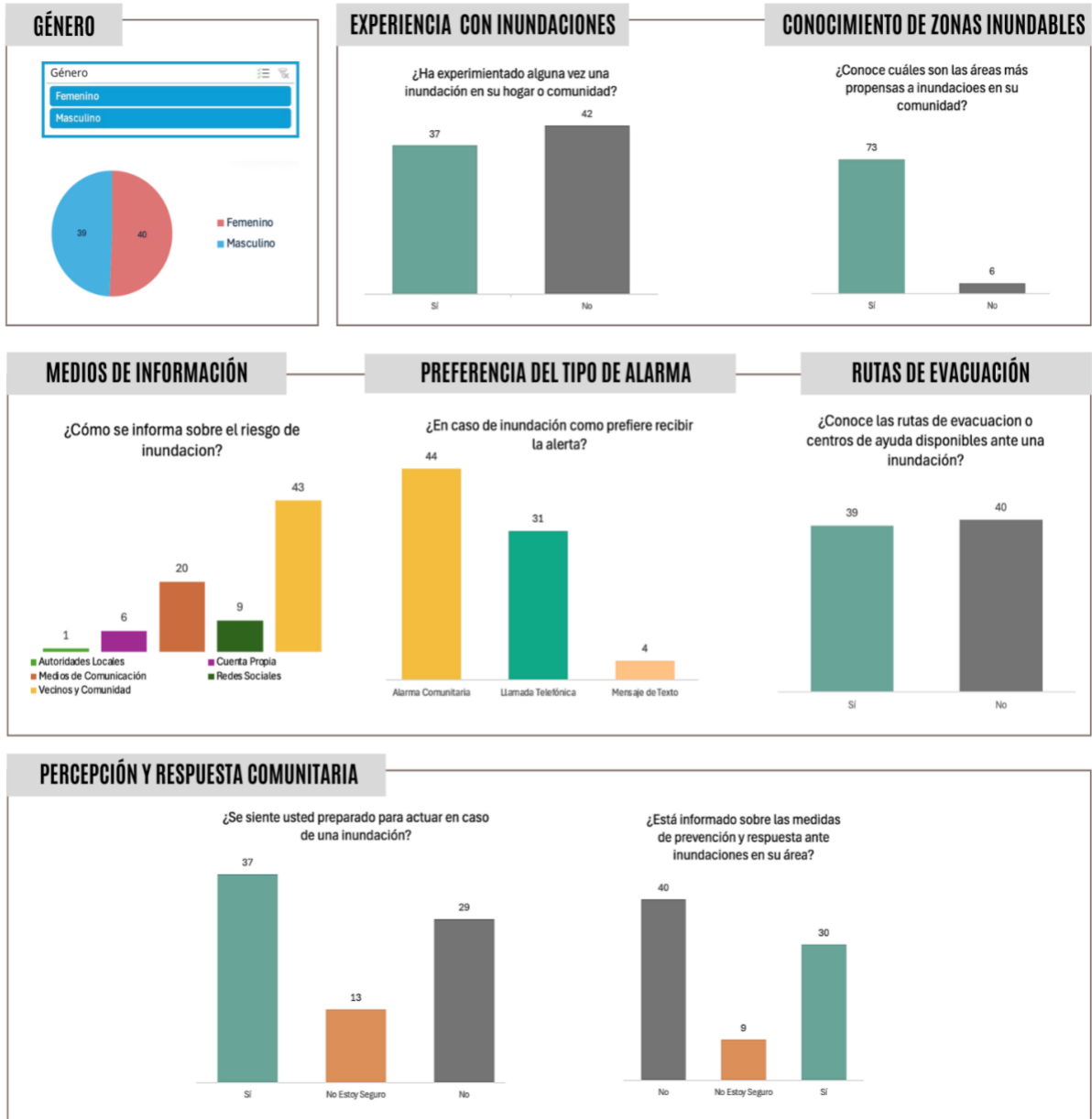


Anexo No.3: Aplicación de encuestas y entrevistas a personas afectadas por las inundaciones.



Anexo No.4: *Problemáticas ambientales en la cuenca del río Pacora que afectan a las comunidades.*

RESULTADOS DE ENCUESTAS SOBRE EL RIESGO DE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO PACORA N°146



Anexo No.5: Dashboard de los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas

Anexo No.6: Diagrama de componentes de un SAT. Elaboración propia. Fuente: CEPREDENAC, 2012



Anexo No.7: Listado de Preguntas realizadas en las encuestas. Elaboración propia.

Información general:

1. Nombre, género, edad, comunidad, información de contacto.
2. ¿viven niños menores de 18 años en su hogar?
3. ¿viven en su hogar personas con alguna discapacidad?

Trabajo y acceso a recursos económicos:

4. ¿de las personas que viven en su casa, cuántas trabajan?
5. ¿quiénes tienen mayor oportunidad de trabajo en nuestra sociedad?
6. ¿cuál es la fuente principal de ingreso de su familia?

7. ¿qué género es la persona con mayor ingreso en su familia?
8. ¿cuál es el destino principal de los ingresos?
9. ¿quién decide cómo se invierten o administran los ingresos?

Conocimiento y percepción sobre los riesgos de inundación:

10. ¿conoce usted el problema de inundación que existe en su comunidad?
11. ¿conoce las causas principales de las inundaciones en su comunidad?
12. ¿sabe cuáles son las áreas más propensas a inundaciones en su comunidad?
13. ¿qué tan preocupante considera el riesgo de inundación?
14. ¿cómo se informa sobre el riesgo de inundación?
15. ¿ha experimentado alguna vez una inundación?
16. ¿cuántas veces has experimentado inundaciones?
17. ¿qué tipo de daños ha sufrido su familia debido a las inundaciones?
18. ¿está al tanto de las rutas de evacuación o centros de ayuda?
19. ¿cómo calificaría la efectividad proporcionada por las autoridades después de una inundación?
20. ¿cómo se distribuyen los roles entre hombres y mujeres después de un evento de inundación?
21. ¿cuál es la necesidad más urgente para usted durante una inundación?
22. ¿qué medidas toma usted para prepararse a una inundación?

Presencia y apoyo gubernamental y no gubernamental:

23. ¿conoce usted las instituciones que trabajan en su comunidad?

Opiniones sobre la adaptación y preparación ante el riesgo de inundación:

24. ¿se siente usted preparado para actuar en caso una inundación?
25. ¿está informado sobre las medidas de prevención y respuesta ante inundación en su área?
26. ¿en caso de una inundación, cómo preferiría recibir la alerta?
27. ¿qué acciones cree usted que deben tomarse para mejorar la respuesta a la inundación?
28. ¿ha recibido algún tipo de capacitación o asistencia técnica?
29. ¿ha recibido algún tipo de capacitación en temas de liderazgo o genero?
30. ¿tiene interés en recibir capacitaciones para responder ante un episodio de inundación?

Anexo No.8: Mapa de los poblados encuestados en la cuenca del río Pacora

