

Las inundaciones y su implicación en la gestión integrada del recurso hídrico: desafíos globales y lecciones para Panamá



V SIMPOSIO INTERNACIONAL AGUAS CONTINENTALES DE LAS AMÉRICAS

José Rogelio Fábrega Duque, PhD
Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH)
Universidad Tecnológica de Panamá



Elementos a considerar

- Las inundaciones constituyen el desastre hidrológico más frecuente a nivel mundial.
- Sus impactos económicos y sociales continúan aumentando.
- El cambio climático y la urbanización incrementan el riesgo.
- La GIRH ofrece un marco integral para abordar estos desafíos.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Objetivos de la presentación

Objetivo general: Analizar las implicaciones de las inundaciones sobre la gestión integrada del recurso hídrico.

Objetivos específicos:

- Revisar tendencias globales.
- Analizar impactos sobre cantidad y calidad del agua.
- Examinar enfoques modernos de gestión.
- Presentar lecciones para Panamá.

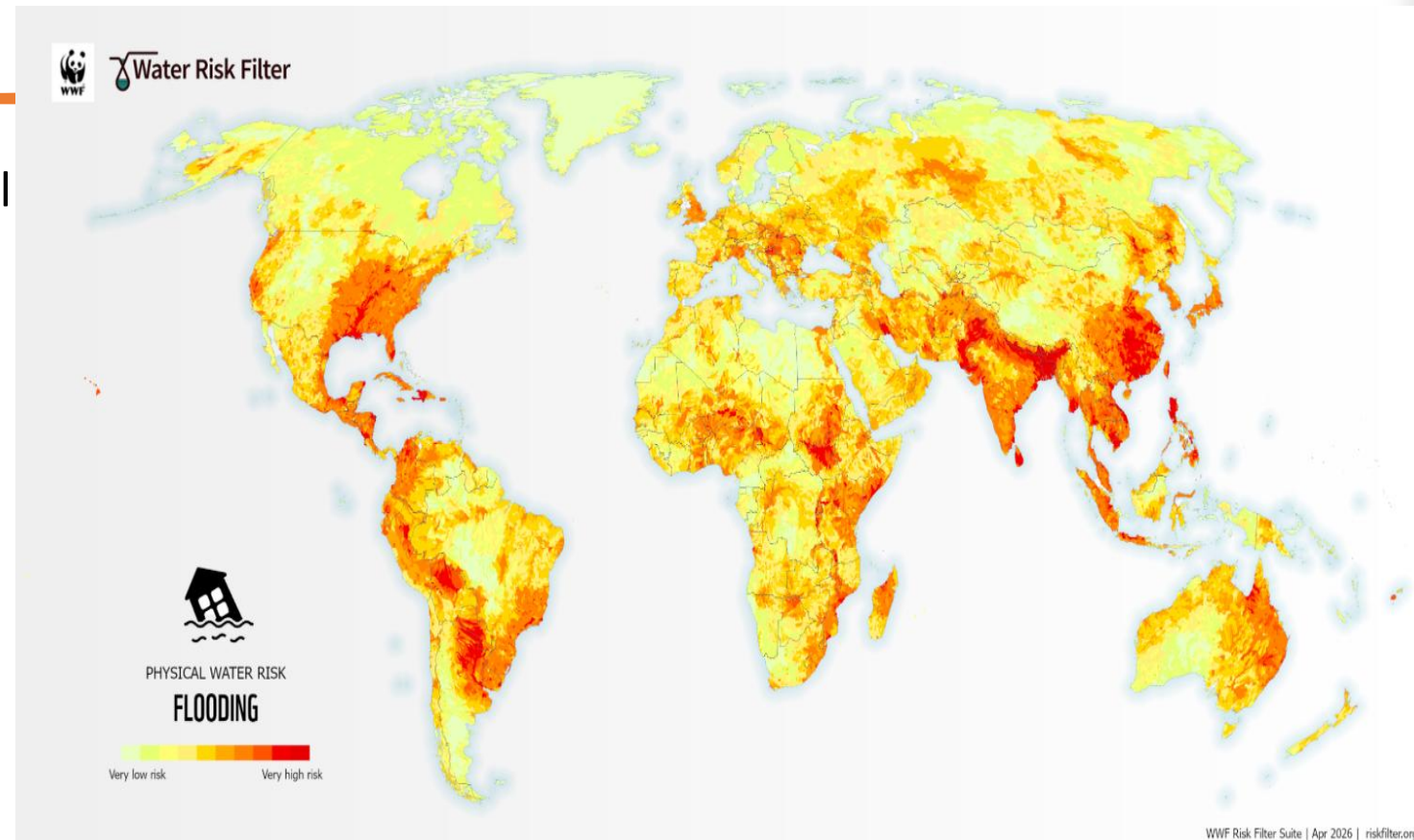


V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Inundaciones en el contexto global

Mensaje Clave: El riesgo aumenta tanto por factores climáticos como por transformaciones del territorio.

- Principal amenaza natural relacionada con el agua.
- Incremento sostenido de pérdidas económicas.
- Mayor exposición de la población.
- Riesgo creciente en áreas urbanas.



WWF Risk Filter Suite, Apr 2026
<https://riskfilter.org/water/explore/scenarios>



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Cambio climático y eventos extremos

Evidencias observadas

- Intensificación del ciclo hidrológico.
- Incremento de precipitaciones extremas.
- Mayor frecuencia de eventos severos.

Mecanismos físicos

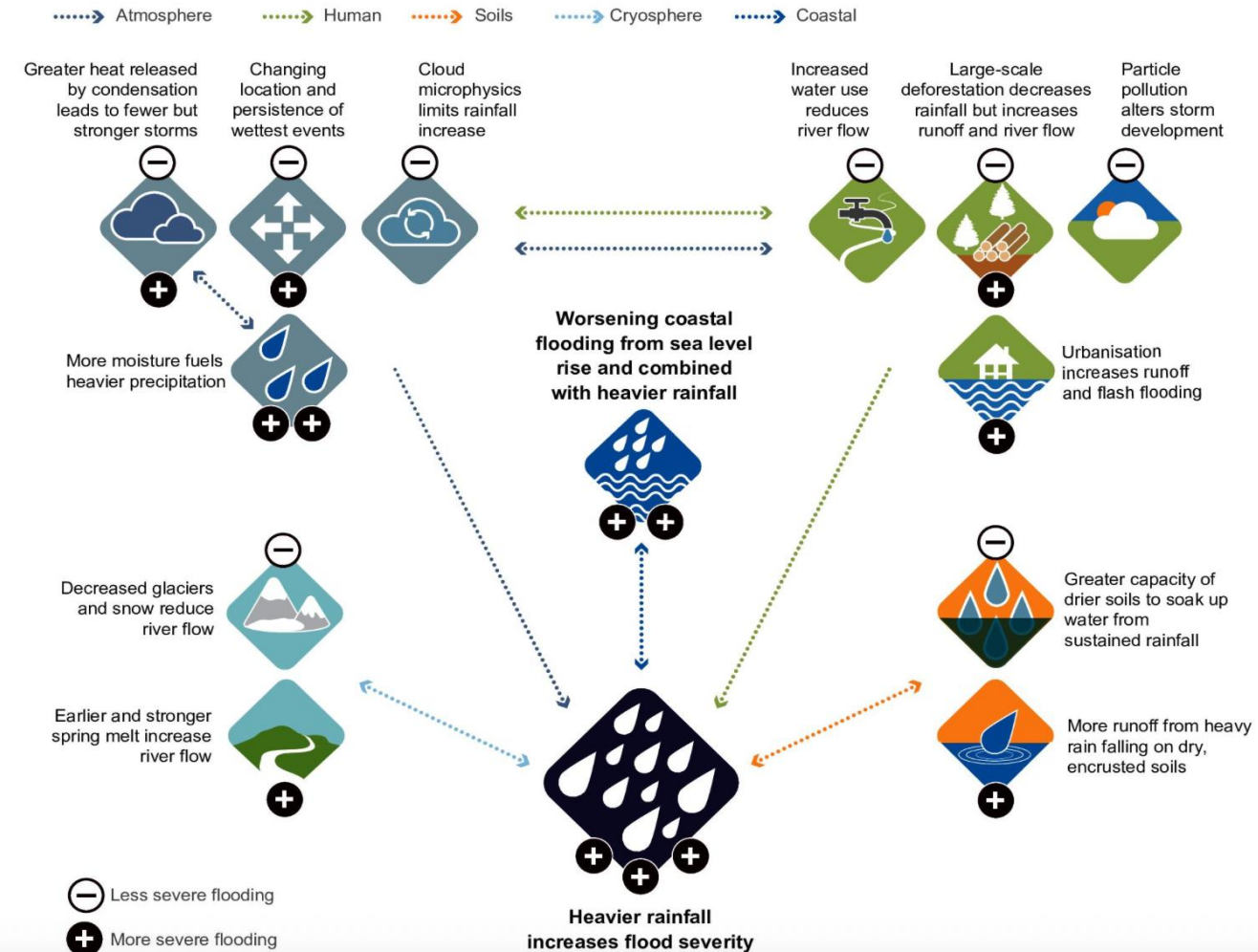
- Mayor contenido de vapor de agua
- Intensificación de tormentas
- Alteración de patrones regionales de precipitación

Que causa

FAQ 8.2: Causes of more severe floods from climate change

Flooding presents a hazard but the link between rainfall and flooding is not simple.

While the largest flooding events can be expected to worsen, flood occurrence may decrease in some regions.

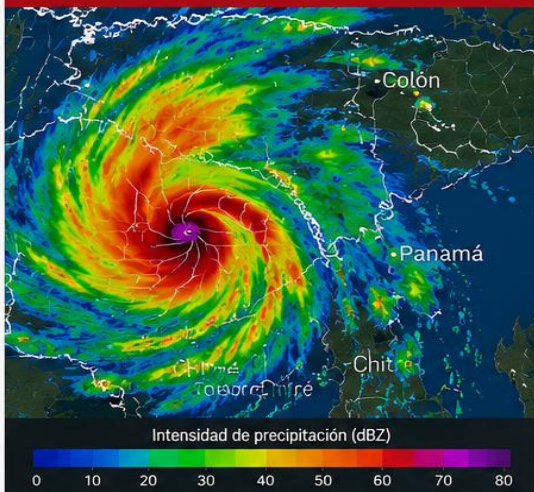


V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Conceptualización del riesgo

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad}$$

AMENAZA



- **Amenaza:** evento potencialmente dañino.

EXPOSICIÓN



- **Exposición:** personas y bienes en riesgo.

VULNERABILIDAD



- **Vulnerabilidad:** susceptibilidad al daño.



Mensaje clave: Las inundaciones no siempre generan desastres; el desastre depende del nivel de vulnerabilidad.

Fuente: Elaboración propia mediante ChatGPT (OpenAI, 2026).



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Procesos hidrológicos asociados a las inundaciones

- Precipitación.
- Infiltración.
- Escorrentía.
- Almacenamiento.
- Descarga (pluvial, fluvial).

Mensaje clave: Las inundaciones reflejan desequilibrios temporales dentro del ciclo hidrológico y este desequilibrio puede deberse a diversas causas.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Alteraciones hidrológicas: Deforestación y Urbanización

- Reducción de infiltración.
- Menor evapotranspiración
- Mayor escorrentía superficial y/o subsuperficial
- Incremento de caudales pico

Mensaje clave: La urbanización y la deforestación transforman profundamente la respuesta hidrológica de las cuencas, aunque exceptuando la evapotranspiración, la urbanización produce efectos más inmediatos y pronunciados.

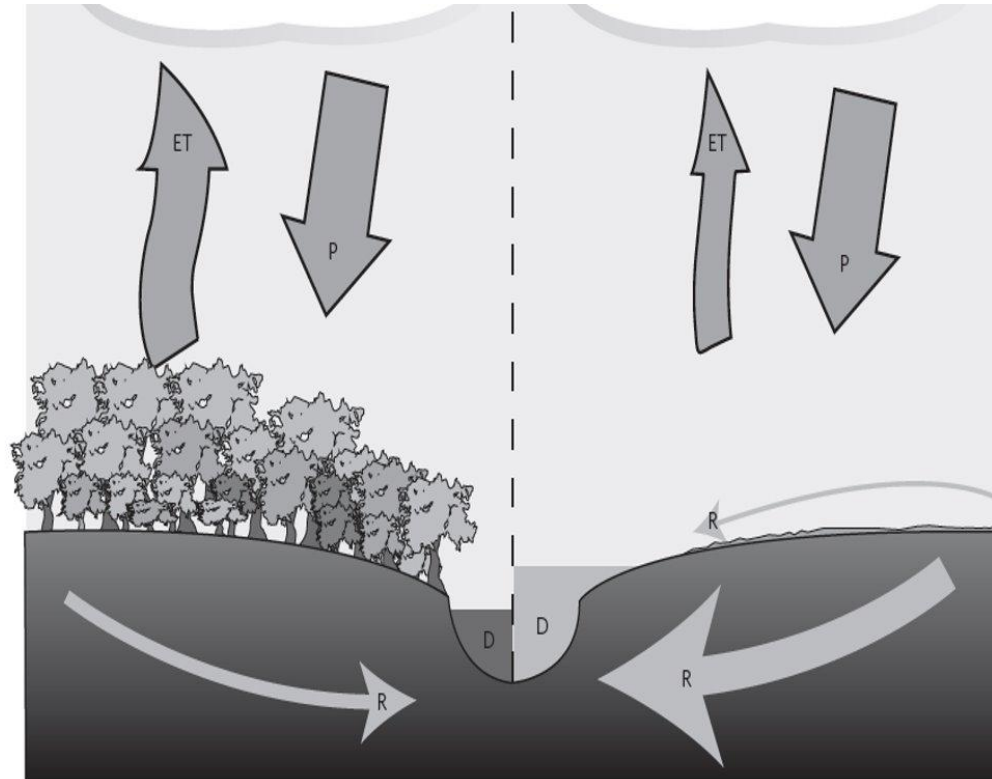


Figure 4 | Schematic of local and regional hydrological response to deforestation. Deforestation reduces local evapotranspiration (ET) through decreased plant water demand from vegetation or fallow fields compared with native vegetation. Even though precipitation (P) patterns may be affected at regional scales, at relatively small scales they are unlikely to be proportional to the local decrease in evapotranspiration. As a result, total water yield (R) and river discharge (D) are increased. The water yield increases with increasing area of a watershed deforested and tends to be concentrated as a baseflow increase, unless subsequent land uses substantially decrease the rate of rainfall infiltration. The size of the effect depends on the precipitation rate and land-cover changes that occur, but observations from small watersheds show a 10–25% increase for water yield⁴² and a threefold increase in discharge⁴³.

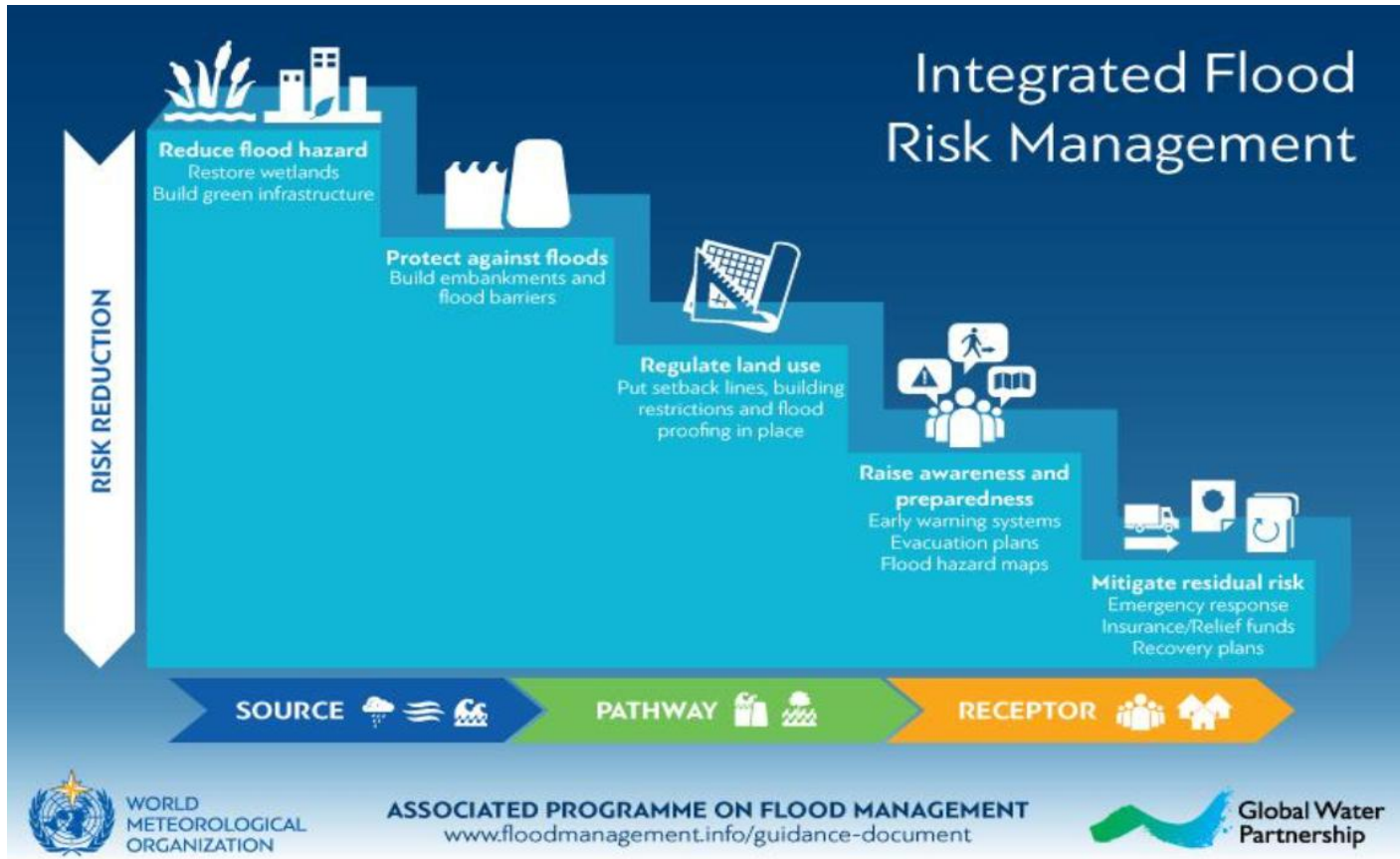
Impactos sobre la cantidad y Calidad del agua

- **Cantidad del agua:** Modificación de caudales, Alteración de la recarga, Cambios en almacenamiento y Variaciones en disponibilidad hídrica.
- **Calidad del agua:** Sedimentos, Nutrientes. Patógenos, y Contaminantes difusos.
- **Mensaje clave:** Las inundaciones afectan simultáneamente la cantidad y calidad del agua.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones (GIRI o IFRM)



La GIRI es complementaria a la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) siendo una Gestión enfocada principalmente en la prevención y la mitigación de daños, promoviendo la resiliencia.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Soluciones estructurales

Estructurales

Ejemplos: Presas, Diques, Canales, Reservorios y otros.

Ventajas: Protección directa y control hidráulico.

Limitaciones: Costos elevados e impactos ambientales.



Arriba. Nuevo juego de esclusas de Cocoli del Canal de Panamá en el Pacífico. **Abajo.** Represa del Lago Alajuela 2010 La Purisima



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Soluciones estructurales basadas en la naturaleza

Basadas en la naturaleza

Ejemplos: Humedales, Restauración ribereña, Reforestación e Infraestructura verde.

Ventajas: Multifuncionalidad, Resiliencia climática, Económicas y Beneficios Sociales.

Limitaciones: Espacio y tiempo, Dependencia climática, Planificación y conocimiento, Limite de efectividad.



Humedales de Matusasarati. Foto cortesía UTP



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Inundaciones en Panamá

- Principal amenaza hidrometeorológica.
- Incremento de exposición urbana.
- Eventos recurrentes en Pacora, Tocumen y Juan Díaz.
- Crecientes impactos económicos y sociales.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Caso de estudio: Cuenca del río Pacora

¿Por qué Pacora?

Cuenca periurbana

Urbanización acelerada.

Incremento de impermeabilización.

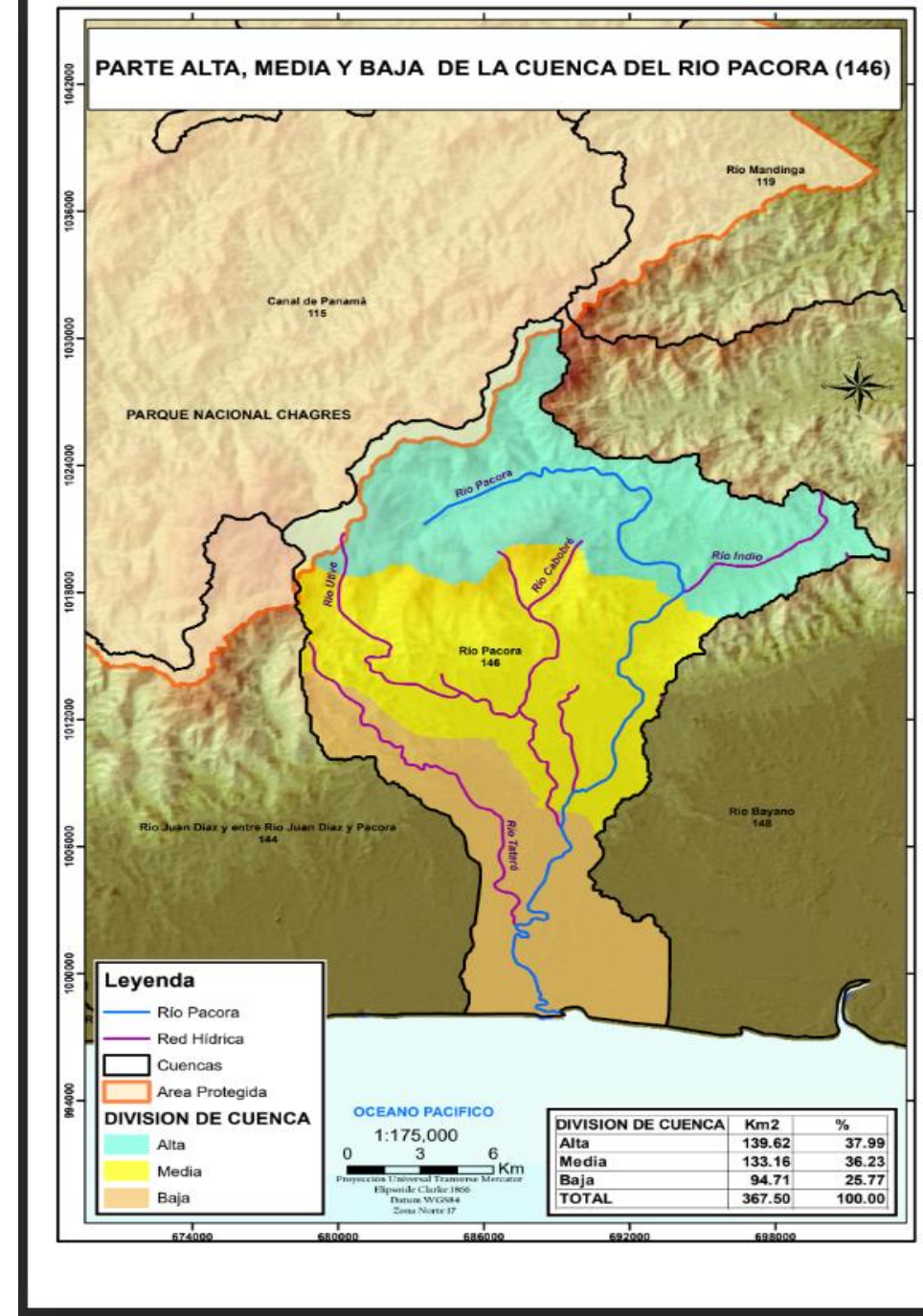
Alteración hidrológica.

Inundaciones recurrentes.

Datos

Área aproximada: 361 km².

Longitud del río principal: 51.8 km.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Lecciones para Panamá

- Fortalecer la gestión por cuencas a través de la GIRH
- Realizar un ordenamiento territorial a través de la integración de la planificación urbana
- Gestión hídrica: Mejores bases de datos, protección de zonas de recarga y una mejor integración interinstitucional
 - Promover soluciones basadas en la naturaleza
 - Adaptación climática, a través de una mayor incorporación de escenarios climáticos.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Ciencia y tecnología para la resiliencia hídrica

- Inteligencia artificial
- Teledetección
- Radar meteorológico
- Gemelos digitales
- Sistemas de alerta temprana



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Conclusiones

- Las inundaciones representan uno de los principales desafíos para la gestión del recurso hídrico en el siglo XXI.
- Cambio climático y urbanización incrementan los riesgos.
- GIRH y GIRI son enfoques complementarios.
- Panamá tiene situaciones relevantes para América Latina.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS

Agradecimientos

- Comité Organizador del V Simposio Internacional de Aguas Continentales de las Américas.
- Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas de la Universidad Tecnológica de Panamá.
- Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá.



V SIMPOSIO INTERNACIONAL
AGUAS CONTINENTALES
DE LAS AMÉRICAS



V SIMPOSIO INTERNACIONAL AGUAS CONTINENTALES DE LAS AMÉRICAS



Autoridad
para el Manejo Sustentable
de la Cuenca del Lago
de Atitlán y su Entorno



UVG
UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA



CENTRO
DE ESTUDIOS ATITLÁN - CEA -
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES



simposio.atitlan@gmail.com



<https://simposioatitlan.org.gt/>



Encuentranos
en Facebook