

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HÍBRIDA PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO EN LA CUENCA DEL RÍO TOCUMEN, CIUDAD DE PANAMÁ

Resumen ejecutivo



ALCALDÍA
DE PANAMÁ



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL



GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

RECONOCIMIENTOS

El presente estudio se ha beneficiado del amable apoyo, asesoría y datos suministrados por las siguientes organizaciones que aparecen en orden alfabético: Aeropuerto de Tocumen, Alcaldía de Panamá, BlueSky International, Damara WA, GeoMap, SINAPROC, Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, el Banco Mundial, Urban Risk Center, Wetlands International.

© 2020 Banco Mundial

1818 H Street NW, Washington DC 20433

Teléfono: 202-473-1000; Sitio web: www.worldbank.org

Este documento fue publicado originalmente por el Banco Mundial en inglés con el título *Flood risk assessment and prioritization of hybrid infrastructure for flood risk reduction in the Tocumen River basin, Panama City*. En caso de discrepancias, prevalecerá el idioma original.

Algunos derechos reservados

Este informe es producto de una asistencia técnica contratada por el Banco Mundial, brindada al Municipio de Panamá en el marco del Programa de Resiliencia y Reactivación del Borde Costero de la Ciudad de Panamá. Las opiniones, interpretaciones y conclusiones aquí expresadas no son necesariamente reflejo de la opinión del Directorio Ejecutivo de la institución ni de los países representados por este. El Banco Mundial no garantiza la exactitud de los datos que figuran en esta publicación. Las fronteras, los colores, las denominaciones y demás datos que aparecen en los mapas de este documento no implican juicio alguno, por parte del Banco Mundial, sobre la condición jurídica de ninguno de los territorios, ni la aprobación o aceptación de tales fronteras.

PROPIEDAD INTELECTUAL

El material contenido en esta publicación está registrado como propiedad intelectual. El Banco Mundial alienta la difusión de sus conocimientos y autoriza la reproducción total o parcial de este informe para fines no comerciales en tanto se cite la fuente.

Forma de cita propuesta: “Banco Mundial. 2020. Evaluación del riesgo de inundación y priorización de infraestructura híbrida para la reducción del riesgo en la cuenca del río Tocumen, Ciudad de Panamá. Washington, D.C.: Banco Mundial”.

Cualquier pregunta sobre derechos y licencias, incluyendo derechos subsidiarios, debe dirigirse a la Oficina del Editor, Banco Mundial, Grupo Banco Mundial 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: pubrights@worldbank.org.

Foto de portada: ©Juliana Castaño-Isaza

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HÍBRIDA PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO EN LA CUENCA DEL RÍO TOCUMEN, CIUDAD DE PANAMÁ

Resumen ejecutivo



ALCALDÍA DE PANAMÁ



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL



GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

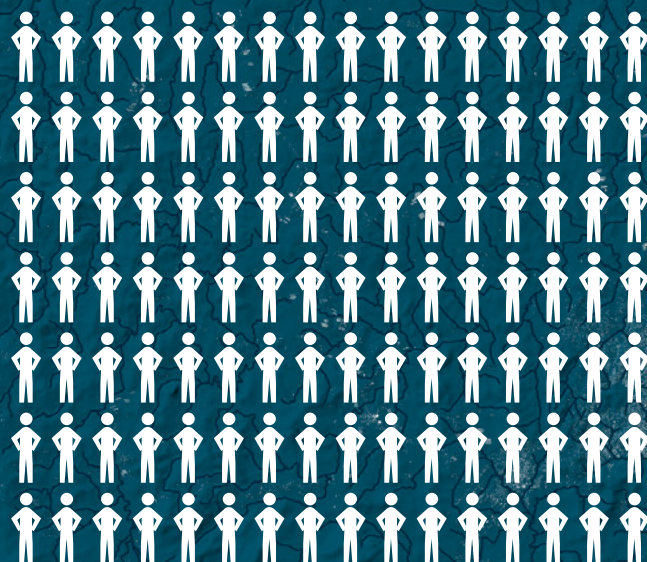
LOS RÍOS TOCUMEN Y TAPIA

La cuenca del Río Tocumen y su mayor afluente el Tapia, ubicada en la zona este de la Ciudad de Panamá, ha experimentado un acelerado proceso de urbanización en las últimas décadas, en donde la población pasó de 2,088 habitantes en 1960 a 114,425 en 2010, en un área total de 63 Km².

La cuenca contiene parte de la infraestructura de transporte clave de Panamá, incluyendo el Aeropuerto Internacional de Tocumen, la Carretera Panamericana y la recientemente construida Línea 2 del sistema de Metro de la ciudad.

Ese crecimiento urbano ha traído una pérdida de la cobertura natural del suelo y una degradación de las áreas restantes no desarrolladas, incluyendo hábitats importantes para la regulación de recursos hídricos, inundaciones y la calidad del agua.

2,088
habitantes
1960



114,425
habitantes
2015

CANAL
DE PANAMÁ

Ciudad de
Panamá

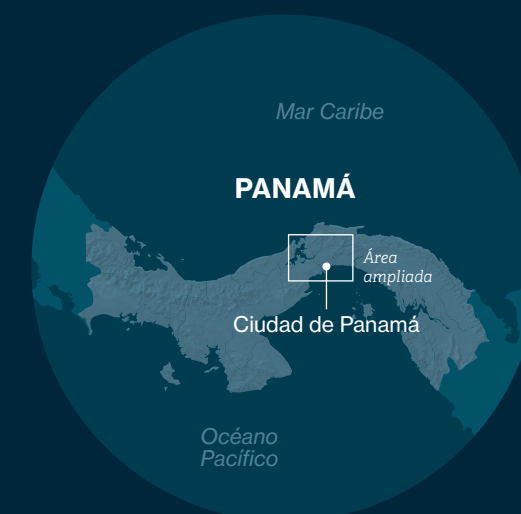
Cuenca del Río
Tocumen

Aeropuerto
Internacional
de Tocumen

Manglares

Líneas del
metro

Golfo de Panamá



Cuenca alta

La deforestación y expansión urbana en los bosques de la cuenca alta ha llevado a un incremento en la velocidad y el volumen de desbordamientos durante las tormentas.

Bosques y otras coberturas

Área urbana

Aeropuerto Internacional de Tocumen

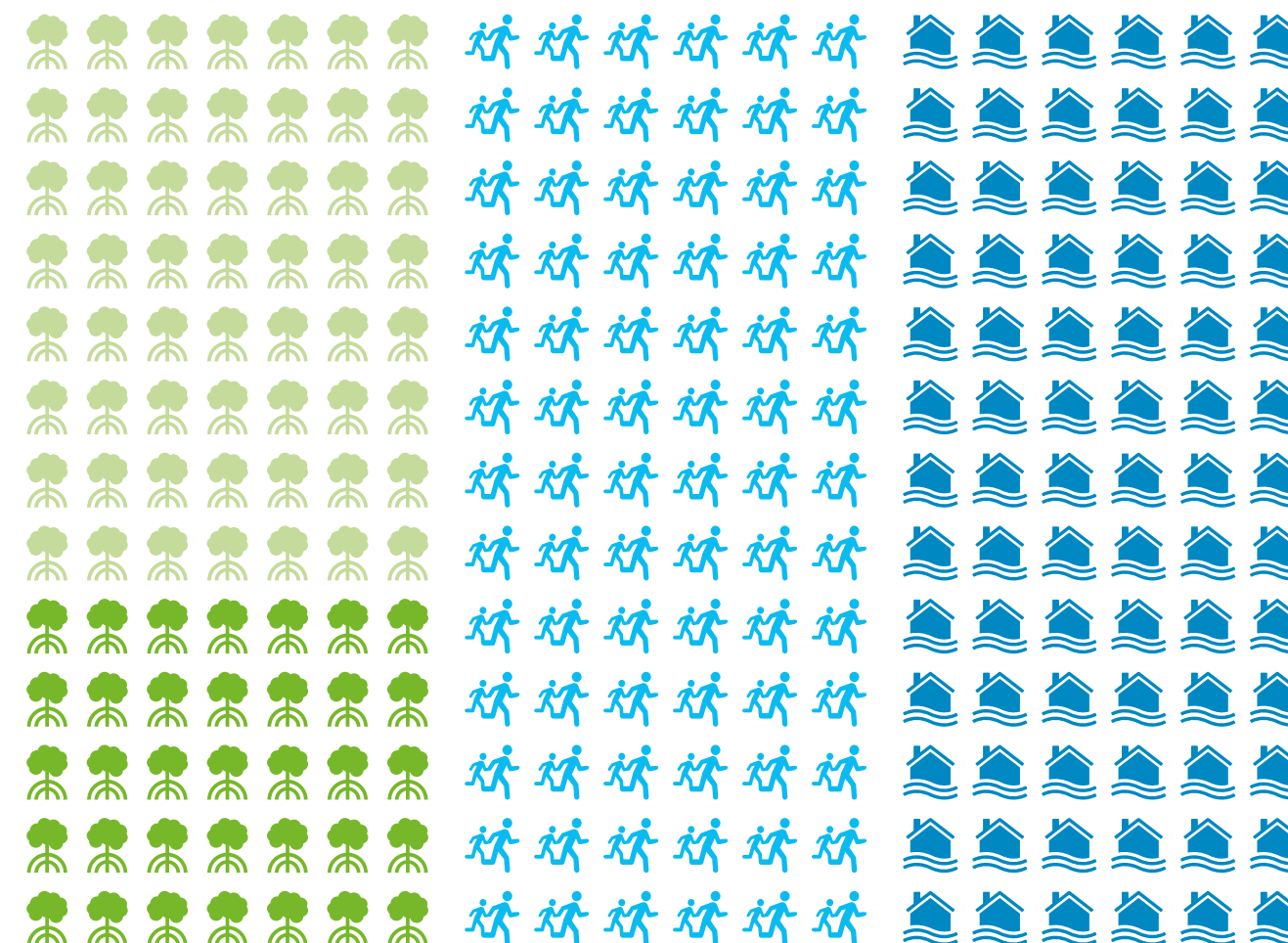
Cuenca media

La canalización del cauce del río y la pérdida de conectividad entre el río y la llanura de inundación que ha sido urbanizada en la cuenca media, ha resultado tanto en una pérdida del espacio para almacenar el agua de inundaciones como en la degradación de hábitats ribereños.

Manglares

Cuenca baja

La rápida pérdida de los humedales costeros ha llevado al aumento de la erosión costera y a una pérdida significativa del espacio para la regulación de los altos niveles del río y las mareas.



90

ha 2000

37

ha 2015

13,021

personas afectadas

3,209

hogares afectados

La pérdida de los manglares es particularmente inquietante, con una reducción significativa de su área, que pasó de 90 hectáreas en el 2000, a 37 hectáreas en el 2015. Esta tendencia sigue el mismo patrón de la pérdida de humedales costeros observada en fases anteriores de expansión urbana en la llanura costera al oeste de la cuenca, en particular el área conocida como Costa del Este.

La degradación de sistemas naturales ha aumentado la frecuencia de inundaciones, por un lado, y la expansión urbana dentro de las llanuras de inundación ha generado un aumento en el número de personas, edificaciones, negocios e infraestructuras expuestas a estas inundaciones, por otro. En particular, la forma de ocupación del suelo caracterizada por la construcción de nuevas urbanizaciones en rellenos cada vez más altos, ha incidido en forma significativa en la frecuencia e impacto de las inundaciones. De acuerdo a la base de datos de registros históricos DesInventar, entre 1990 y 2018 hubo ocho muertes, 13,021 personas y 3,209 hogares directamente afectados por las inundaciones en esta cuenca.

Vista de la ciudad de Panamá
y manglares de Panamá Viejo.
©Juliana Castaño-Isaza

Aunque ha habido una pérdida importante de sistemas naturales y de los servicios que estos prestan a las personas en la cuenca del Tocumen, aún quedan áreas naturales significativas. En ese sentido, la cuenca se encuentra en una encrucijada, en donde las decisiones que se tomen ahora sobre la planificación y los usos de suelo tendrán un impacto duradero sobre los ecosistemas, el riesgo de inundaciones y la sostenibilidad del desarrollo. Quienes formulan las políticas deben considerar si se sigue perdiendo y degradando el medio ambiente natural con un aumento asociado del riesgo de inundaciones, o por el contrario, si se reconocen, se valoran, se protegen y se mejoran los beneficios de las áreas naturales dentro de la cuenca urbana.

EL ESTUDIO

El presente estudio se hizo en el marco de la iniciativa más amplia del Programa de Resiliencia y Reactivación del Borde Costero de la Ciudad de Panamá. Este estudio busca contribuir a materializar las visiones de la iniciativa del SEA (Sistema Costero de Espacios Abiertos de Panamá) del Municipio de Panamá, en este caso para la cuenca del río Tocumen y su costa.

Visita de campo con actores clave.
©HQ Studio / The World Bank

El proyecto pretende brindar un sustento analítico adicional a los esfuerzos para popularizar la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), en línea con publicaciones tales como Medidas de protección contra inundaciones basadas en la naturaleza: *Principios y orientaciones para la implementación* (van Wesenbeeck et al, 2017) y *Manejo de Costas con Soluciones Naturales* (Beck, M.W. and G-M Lange, 2016).

El objetivo general de este estudio es la evaluación de la amenaza y el riesgo de inundación en la cuenca del río Tocumen tanto en el presente como en el futuro, y de cómo las soluciones naturales, como manglares y vegetación ribereña, y soluciones híbridas, como intervenciones mixtas, verdes, grises, estructurales y no estructurales, podrían contribuir a la resiliencia frente al riesgo de inundación.



frecuencia y la magnitud de las amenazas de inundación a partir de la interacción de fuentes fluviales, pluviales y de marea. Se evaluaron los riesgos de inundación para las personas, bienes, infraestructura y el medio ambiente natural. Este trabajo se basó en una base de datos de exposición detallada, elaborada por el Urban Risk Center (URC).


Evaluación del potencial para Soluciones Basadas en la Naturaleza

Con base en el entendimiento de los sistemas costeros, se evaluó cómo se pueden incorporar los manglares en un conjunto de medidas de mitigación para la gestión a largo plazo de las amenazas en las costas de la Ciudad de Panamá y del Tocumen. De igual forma, se consideró el potencial para la restauración y mejora de los cauces y llanuras de inundación de los ríos Tocumen y Tapia, identificando dos (2) áreas para la restauración de llanuras inundables.

Participación de actores clave

El estudio incluyó la realización de un taller en el cual se llevó a cabo una revisión de los hallazgos iniciales con distintos actores clave, con la intención de validar un conjunto de escenarios futuros desde la perspectiva del riesgo de inundación y las medidas de mitigación. Los actores clave incluyeron al Aeropuerto de Tocumen, la Alcaldía de Panamá, BlueSky International, GeoMap, SINAPROC, el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI), el Banco Mundial, el Urban Risk Center y Wetlands International.

¿CÓMO SE LLEVÓ A CABO EL ESTUDIO?

 El estudio implicó varias fases de evaluaciones técnicas, además del trabajo coordinado de firmas consultoras y de expertos del Banco Mundial:

Valoración de los sistemas costeros y ribereños

El trabajo comenzó con un estudio de escritorio, apoyado por visitas de campo realizadas en dos misiones del equipo de consultores. La meta de esta fase fue caracterizar las condiciones costeras dentro de la Bahía de Panamá y la relación entre los procesos geomorfológicos costeros y los manglares. También se mapearon los cambios en la morfología costera y las extensiones de los manglares a través del tiempo. De igual forma, se caracterizó la

geomorfología del Río Tocumen y sus tributarios Tapia y Tagarete, con una evaluación de los cambios a lo largo de las últimas décadas.

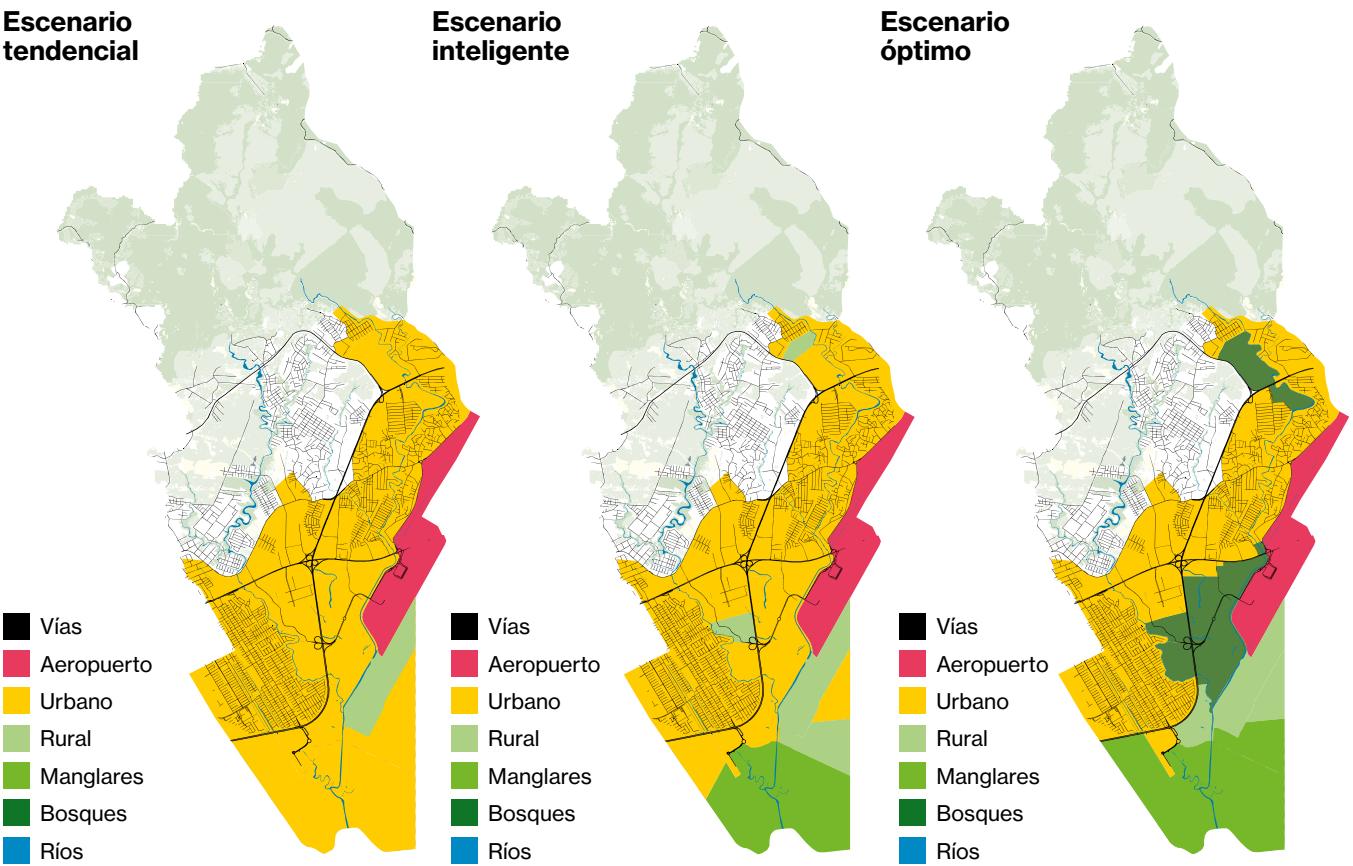
Modelación de la amenaza de inundaciones

Se generaron modelos hidrológicos e hidrodinámicos del Río Tocumen, sus tributarios y las cuencas media y baja para ayudar a evaluar el riesgo de inundaciones en el área de estudio y posibles soluciones naturales e híbridas.

Para el modelo hidrodinámico del río Tocumen se simulaban eventos con periodos de retorno de entre 1 en 1 año y 1 en 1,000 años, representando inundaciones de fuentes como las precipitaciones, los ríos y las mareas. El estudio incluyó la generación de tormentas de diseño específicas para la cuenca, estimación de escorrentía para las cuencas altas y del nivel extremo del mar, así como la estimación de niveles de mareas para el límite costero.

Evaluación de riesgos y amenazas de inundación de línea base

Los modelos hidrológicos e hidrodinámicos se utilizaron en conjunto para determinar la



Escenarios futuros

Posterior al taller, se procedió con la identificación de tres escenarios de desarrollo futuro y la evaluación de las implicaciones que estas tres diferentes opciones de intervención podrían tener sobre el riesgo de inundación, proyectado al año 2050. Los escenarios consideraron posibles cambios en la planificación del uso del suelo, los niveles de degradación o mejora de los hábitats naturales, las prácticas de drenaje urbano y el cambio climático. Los escenarios considerados se describen a continuación:

Escenario tendencial

Un escenario que representa la continuación tendencial en términos de la expansión urbana, la degradación del medio ambiente natural y el

desarrollo de poblaciones vulnerables en áreas en riesgo de inundación.

Escenario inteligente

Un escenario intermedio basado en la implementación de los planes y políticas presentados en el borrador del Plan Distrital.

Escenario óptimo

Un escenario basado en una aplicación de buenas prácticas en términos de planificación territorial y costera, protección y restauración ambiental, y diseño urbano; por ejemplo, un escenario en el cual el desarrollo urbano se gestiona en beneficio de todas las personas mientras se respetan y protegen los límites de los sistemas ecológicos.



Deforestación de manglares en Costa del Este como ejemplo de los procesos e impactos del escenario tendencial en el borde costero de la ciudad de Panamá.
©Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales

HALLAZGOS CLAVE Y RECOMENDACIONES

Como resultado de las fases de trabajo mencionadas anteriormente, los hallazgos clave del estudio se destacan a continuación. Estos han sido desarrollados considerando a los distintos grupos de actores involucrados en el proceso y con intereses en la cuenca.

Para planificadores territoriales



La continuación de la tendencia actual de ocupación del territorio, que involucra el relleno de los manglares para dar pie a la expansión urbana, incrementaría de manera sustancial los riesgos de inundación en la cuenca del Tocumen; especialmente para el Aeropuerto Internacional de Tocumen y la comunidad aledaña de Don Bosco.



La estricta implementación de la normativa de uso de suelo propuesta en el Plan Distrital mitigaría los impactos más negativos a los ecosistemas, al evitar desarrollos adicionales en los humedales. Esta prevención de la expansión sobre los humedales se debe considerar como un requisito mínimo con el fin de gestionar el riesgo de inundación y cumplir con la obligación de proteger el sitio Ramsar.



Más allá de lo previsto actualmente en el Plan Distrital, el estudio ha demostrado los beneficios, en términos de mitigación del riesgo de inundación, de proteger y mejorar los humedales costeros restantes, así como de utilizar áreas de llanuras de inundación que se encuentran sin desarrollar actualmente en el río Tocumen con el fin de hacer espacio para el almacenamiento de agua durante inundaciones.



Los mecanismos de financiamiento con el sector privado pueden aportar soluciones para hacer viables la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), incluyendo tarifas a los usuarios para acceder a las áreas protegidas, inversiones con fines de lucro e ingresos provenientes de actividades comerciales.

Para administradores e ingenieros de costas y ríos



En las áreas costeras que ya se encuentran altamente desarrolladas, los beneficios principales asociados a los manglares son la mitigación de la erosión costera y la reducción de la inundación por oleaje. En consecuencia, los altos valores de la tierra e infraestructura brindan un fuerte argumento para promover la protección. Para las áreas menos desarrolladas, el principal rol potencial de los manglares es el de reducir los riesgos de inundaciones costeras y fluviales.



La protección y mejora de los manglares tienen el potencial de contribuir a la mitigación del riesgo de inundación y erosión costera que enfrentarán las zonas urbanizadas. No obstante, los manglares por sí solos no son una solución completa, y brindar una resiliencia adecuada contra la inundación y el cambio climático requerirá de un sistema híbrido entre SBN y otras formas de mitigación de riesgos, ya sean estructurales o de planificación costera.



Los manglares no pueden ser protegidos aisladamente; su salud en el futuro depende también de una buena planificación costera y de una gestión adecuada del agua en toda la cuenca.



Los resultados del estudio identifican que la comunidad de Don Bosco, al norte del Corredor Sur, se encuentra expuesta a riesgos de inundación particularmente significativos debido a una combinación de rápida escorrentía, una alta cobertura de superficies impermeables y una descarga restringida de aguas superficiales que se da como resultado de la construcción del Corredor Sur y el relleno de los manglares al sur de la Carretera. Esta área debe ser priorizada para el desarrollo de modelos detallados que incluyan sistemas de drenaje.





Sección canalizada del río Tocumen
en la cuenca baja. ©GeoMap

Para los gestores de riesgo de desastres y organismos de atención a emergencias

Se estima que los riesgos de inundación actuales en la zona de estudio incluyen:

★ Daños promedio anuales a las edificaciones debido a inundaciones en el orden de los \$4.5 millones de dólares (para un periodo de retorno de 1-10 años), a \$8 millones de dólares (para un periodo de retorno de 1-100).

★ 3,500 personas al año impactadas directamente por la inundación de sus viviendas, aumentando a 9,100 en un evento de 1 en 100 años.

★ Siete instalaciones educativas y una estación de bomberos identificadas en situación de riesgo.

★ En un escenario de continuación de la tendencia de desarrollo a lo largo de la llanura de inundación costera de la ciudad, se estima que las pérdidas anuales totales aumentarán en un 750% para el año 2050 debido a las inundaciones (teniendo en cuenta el cambio climático).

★ Los resultados de este estudio deben ponerse a disposición de los actores clave, en particular aquellas organizaciones encargadas de responder a los eventos de inundación incluyendo a SINAPROC, el Municipio, la Policía y los Bomberos. En particular, esta información puede aportar a la mejora del conocimiento del riesgo y la planificación de acciones concretas para reducir el riesgo de inundaciones en la cuenca. La misma ha sido utilizada para informar el Plan Municipal de Gestión de Riesgo de Desastres elaborado recientemente por la Alcaldía de Panamá.

★ Se recomienda instalar correntómetros o medidores de caudal a lo largo de los principales ríos para registrar datos de caudal y nivel. Esta información será útil no solo para calibrar modelos en el futuro sino también para contar con sistemas automatizados de predicción y alerta de inundaciones.

★ Se han identificado limitaciones en las curvas de vulnerabilidad aplicadas en este estudio. Se recomienda seguir trabajando para desarrollar un conjunto de curvas de vulnerabilidad adecuado para la región de Centroamérica, que consideren un rango más amplio de tipos de edificaciones y que tengan en cuenta los impactos de la velocidad, así como de la profundidad.

Para desarrolladores, arquitectos e ingenieros de drenaje

★ En la Ciudad de Panamá, los rellenos en las llanuras de inundación y humedales costeros son una práctica común previa a la urbanización de la tierra. Esta situación está eliminando espacio para el escurrimiento del agua y, en consecuencia, aumenta el riesgo de inundación, particularmente para las comunidades e infraestructuras existentes en la parte baja de la cuenca.

★ La participación de los propietarios de tierras, posibles desarrolladores y planificadores urbanos será esencial para desarrollar planes para los dos sitios propuestos para la restauración de llanuras de inundación. Estos planes pueden incluir una combinación de área construidas en forma sostenible, junto con zonas verdes que brinden oportunidades para el manejo de inundaciones, el aumento de la biodiversidad, la recreación y rutas de transporte sostenibles.

★ Las recomendaciones de la Alcaldía de Panamá y Wetlands International en los Diálogos de Agua con respecto a cambios en los estándares de diseño de drenaje urbano tienen el potencial de mejorar la gestión de aguas superficiales de áreas recientemente desarrolladas o que han sido desarrolladas nuevamente.

★ La aplicación de Sistemas de Drenaje Sostenibles o SBN en la ciudad de Panamá se encuentra en un estado inicial de desarrollo. Un proceso exitoso para la implementación de SBN en el diseño urbano requerirá una combinación de los cambios regulatorios, el desarrollo de guías de diseño específicas para las necesidades de Panamá y el desarrollo de capacidades de los planificadores, arquitectos paisajistas, arquitectos, ingenieros y la población en general.



Para ecologistas, gestores ambientales y ambientalistas



Es importante revisar las propuestas de desarrollo dentro y alrededor del Aeropuerto Internacional de Tocumen que pueden tener impactos negativos sobre los manglares que aún quedan dentro de la cuenca del Río Tocumen, a la luz del rol estratégico que estos desempeñan en la reducción del riesgo de inundaciones.



Este estudio se enfoca en los beneficios de las Soluciones Basadas en la Naturaleza para

la mitigación de riesgos de inundación. Con el objetivo de presentar un caso viable de inversión en dichas soluciones, se deben considerar los beneficios de protección contra inundaciones junto con los beneficios en términos de biodiversidad, pesca, recreación, educación y calidad del aire y del agua.



Las medidas de restauración de llanuras de inundación propuestas necesitarían de una planificación y ponderación cuidadosa, tanto para maximizar sus posibles beneficios, como para evitar los daños a la flora y fauna existentes. La siguiente etapa de evaluación para estas áreas de llanura de inundación deben considerar la inclusión de una evaluación ecológica incluyendo visitas a los sitios, la realización de estudios topográficos, incluyendo el mapeo de activos naturales y construidos existentes, y el desarrollo de modelos hidrodinámicos adicionales.

En la actualidad, las oportunidades para que el público visite, disfrute y aprenda sobre manglares son muy limitadas dentro de la ciudad. Sin embargo, el Plan de Lineamientos Estratégicos para la Resiliencia y Reactivación del Frente Costero de la Ciudad de Panamá propone un acceso de bajo impacto para visitantes a los manglares del Tocumen y brinda una gran oportunidad tanto para la recreación y educación del público, como para la implementación de medidas de restauración y mejora de los manglares del Tocumen.

Para el Aeropuerto Internacional de Tocumen



El canal realineado del río Tocumen en el tramo del aeropuerto fue diseñado para llevar el caudal a eventos de 1 en 100 años. Los resultados de este estudio indican que el canal actualmente cumple con este estándar de protección.



En condiciones futuras con un nivel del mar más alto y una mayor intensidad de lluvias como resultado del cambio climático, se espera que la capacidad del canal sea excedida y se produzcan inundaciones fluviales y de aguas superficiales alrededor de los edificios de los terminales.



Varias propuestas de desarrollo prevén la expansión urbana en los alrededores del extremo sur del aeropuerto. Con base en las prácticas de desarrollo recientes y actuales, se espera que esto esté precedido por rellenos en las zonas bajas, que usualmente son de manglar. Los modelos a nivel de cuenca en este estudio indican que dicho desarrollo podría representar un riesgo sustancial para las operaciones del aeropuerto, incluyendo inundaciones en el extremo sur de la pista. En contraste, la protección y mejora de los manglares y llanuras de inundación tienen el potencial de mitigar los impactos de urbanizaciones planeadas a futuro en la cuenca.



Como uno de los activos económicos clave del país, la interrupción de las operaciones del aeropuerto producto de inundaciones podría tener consecuencias económicas significativas de manera directa e indirecta. Cualquier propuesta de desarrollo dentro del área de manglares al sur del aeropuerto, incluyendo la expansión del aeropuerto mismo, se debe considerar como un riesgo potencialmente alto, tanto para el medio ambiente natural como para las operaciones del aeropuerto.

Cabe destacar que para este estudio a nivel de la cuenca, se han hecho suposiciones simplistas sobre la capacidad de los sistemas de drenaje del aeropuerto, el potencial de almacenamiento dentro del perímetro del aeropuerto y la capacidad del drenaje del aeropuerto para descargar de forma efectiva en todas las condiciones de la marea. Se recomienda hacer una evaluación detallada del drenaje existente y futuro del aeropuerto tras la expansión de este, incluyendo una nueva pista.



EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HÍBRIDA PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO EN LA CUENCA DEL RÍO TOCUMEN, CIUDAD DE PANAMÁ

AUTORES Y LÍDERES

Banco Mundial

Haris Sanahuja
Juliana Castaño Isaza
Carolina Rogelis
Alessandra Treuherz

CONTACTO

Haris Sanahuja
Especialista Senior en Gestión de Riesgo de Desastres
hsanahuja@worldbank.org

Juliana Castaño-Isaza
Especialista en Recursos Naturales
jcastanoisaza@worldbank.org

JBA Consulting

Mark Lawless
Paul Eccleston
Patricia Reyes Firpo
José Sabatini
Duncan Faulkner
Sarah Warren
Kirstie Murphy
Matt Eliot



ALCALDÍA
DE PANAMÁ



BANCO MUNDIAL
BIRF • AIF | GRUPO BANCO MUNDIAL



GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery