



GUÍA PARA EL USO DE LA MATRIZ DE PELIGROS POR TORMENTA Y EROSIÓN



GUÍA PARA EL USO DE LA MATRIZ DE PELIGROS POR TORMENTA Y EROSIÓN

© GISELLE GUERRA-CHANIS, VÍCTOR GÓMEZ
© UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
24 PÁGINAS, 5X5IN
ISBN: 978-9962-28-020-0

FOTOGRAFÍAS: LABORATORIO MARINO COSTERO
DIAGRAMACIÓN: JOSÉ CANO, MARLENE MATOS, GISELLE GUERRA

DIRECCIÓN:
CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRÁULICAS E HIDROTÉCNICAS
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
CAMPUS CENTRAL DR. VÍCTOR LEVI SASSO,
EDIFICIO VIPE, CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ.

IMPRESA: SUNLIGHT STUDIO
IMPRESO EN PANAMÁ



ÍNDICE

ACERCA DE ESTA GUÍA.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
¿QUÉ ES UNA LÍNEA COSTERA?.....	6
¿QUE ES EROSIÓN COSTERA?.....	7
METODOLOGÍA.....	8
EVIDENCIAS DE EROSIÓN COSTERA EN PLAYA FARALLÓN	9
MATRIZ DE PELIGROS POR TORMENTA Y EROSIÓN.....	11
ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO DE LA LÍNEA DE COSTA.....	14
RECOPIACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE DINÁMICAS MARINAS.....	17
RESULTADOS DE LA MATRIZ DE PELIGROS.....	19
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
REFERENCIAS.....	22
AGRADECIMIENTOS.....	23

ACERCA DE ESTA GUÍA

Este documento es una guía rápida que describe la metodología para evaluar los riesgos por erosión e inundación en zonas costeras. La metodología utilizada está basada en la Matriz de Peligros por Tormenta desarrollada por Leaman (2021) que combina de manera integral los peligros por erosión e inundación. La guía está enmarcada por el proyecto APY-NI-2022-34: “Estimación del riesgo por erosión costera e inundaciones por tormenta en tres zonas costeras del Pacífico de Panamá”, auspiciado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), desarrollado por el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) de la UTP, y administrado por el Centro de Estudios Multidisciplinarios en Ciencias, Ingeniería y Tecnología (CEMCIT AIP).

Esta iniciativa forma parte del conjunto de proyectos del CIHH; del Laboratorio Marino Costero, que buscan aportar a los Objetivos del Desarrollo Sostenible: ODS 13 Acción por el Clima y el ODS 14 Vida Submarina.



INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras son vulnerables a los efectos del cambio climático. El peligro que tienen estas zonas es mayor cuando carecen de planes de monitoreo continuos. Fenómenos como tormentas, marejadas, mar de fondo y oleajes pueden generar erosión e inundaciones. Panamá tiene costas en el Océano Pacífico y el Océano Atlántico, que totalizan unos 3000 km de costa lineal.



La matriz de peligros por erosión e inundación costera es una metodología que vincula ambos fenómenos y nos permite entender su peligro y posible vulnerabilidad.



¿QUÉ ES UNA LÍNEA COSTERA?

La línea de costa es el límite donde la tierra y el mar se encuentran, marcando el borde entre la superficie terrestre y el océano.

¿QUÉ ES EROSIÓN COSTERA?

La erosión costera es el proceso mediante el cual la acción del agua, el viento y otros factores desgastan y retiran material de la costa.



Playa Monagre, Los Santos. Imagen tomada en abril 2024

METODOLOGÍA

Para aplicar la matriz de riesgos por tormenta y erosión se debe establecer la geomorfología, condiciones hidrodinámicas y posibles estimaciones del movimiento de la línea de costa.

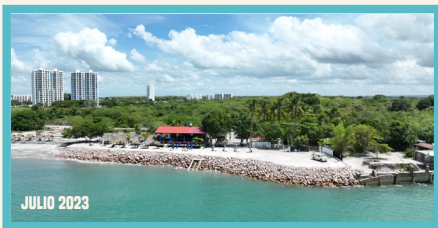


Playa Caracol, Punta Chame, Panamá Oeste



EVIDENCIAS DE EROSIÓN COSTERA EN PLAYA FARALLÓN

La Playa Farallón es un sitio de estudio del proyecto IDDS 22-18: “Estimación de la erosión en la zona costera del pacífico de Panamá” y es monitoreada desde el año 2022. En las siguientes imágenes podemos ver cómo su línea de costa fue modificada para ampliar el área de arena seca. Pasó de ser una playa arenosa (imagen superior) a estar recubierta de material selecto (imagen central). En septiembre 2023 (imagen inferior), un evento extremo removió parcialmente el material selecto. Esta medida de mitigación de la erosión probablemente, evito que la erosión fuese mayor en esta zona.

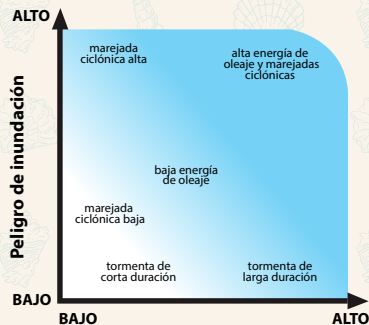




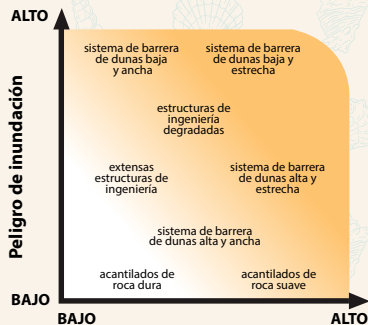
MATRIZ DE PELIGROS POR EROSIÓN E INUNDACIÓN

La erosión costera es un proceso natural que se intensifica por modificaciones en la costa, inundaciones (marejadas, mar de fondo) y por eventos extremos de tormenta. Es importante entender la hidrodinámica marina local e identificar la geomorfología costera antes de realizar modificaciones e intervenciones en la costa. Pevio a este estudio (2023), los índices de vulnerabilidad en Panamá no tomaban en cuenta los procesos costeros. La vulnerabilidad costera requiere la identificación de los peligros en esta zona. La matriz de peligro por erosión e inundación integra ambos riesgos y es adaptable a distintas configuraciones costeras.

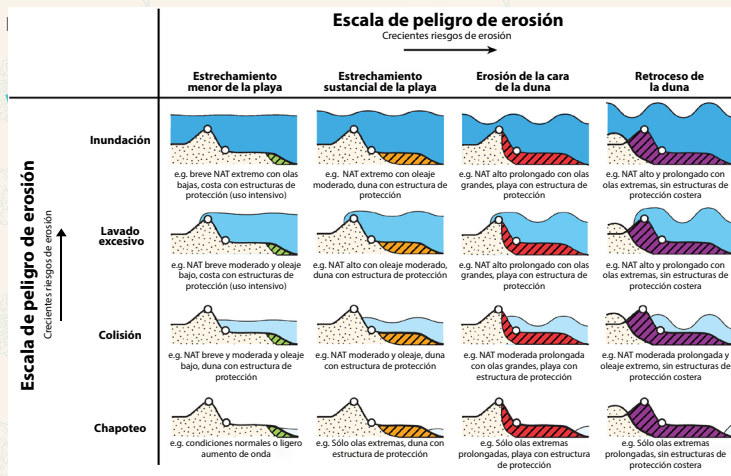
Condiciones hidrodinámicas



Geomorfología



Las condiciones hidrodinámicas (imagen izquierda) están descritas dentro del recuadro celeste y la geomorfología del sistema (imagen derecha) en el recuadro naranja. En ambos recuadros, en su eje x está el peligro por erosión y en su eje y está el peligro por inundación. Estos peligros son adaptados del trabajo de Leaman et al. 2021. Como recordatorio, esto se aplica en playas arenosas de costa abierta.



Posibles escenarios de inundación y erosión costera adaptados de Leaman et al. 2021. Los colores verdes denotan una erosión leve, mientras que los tonos morados denotan una erosión severa.

ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO DE LA LÍNEA DE COSTA

Trazado de la línea de costa.
Se puede utilizar:

- UAV
- GPS convencional
- Estación total
- Imágenes satelitales

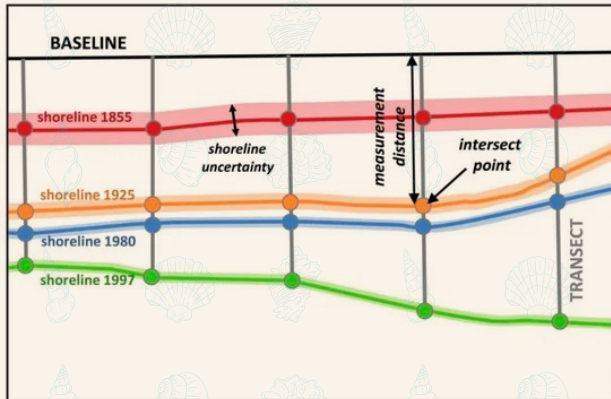
Es crucial determinar los patrones de movimiento de la línea de costa a lo largo del tiempo. Esto se hace para evaluar el riesgo de inundación, teniendo en cuenta los niveles totales de agua, que incluyen:

- Mareas astronómicas
- Mareas de tempestad
- Formación y empuje de olas

Digital Shoreline Analysis System

Esta herramienta, desarrollada por el USGS, se utiliza para analizar el riesgo de erosión mediante:

- Métodos estadísticos
- Análisis numérico de la evolución de la línea de costa



Proceso de Análisis

- Movimiento neto de la línea de costa: Determinado transecto por transecto, desde la fecha más antigua hasta la más reciente.
- Las líneas de colores muestran el desplazamiento de la línea de costa.

EJEMPLO DE ANÁLISIS



MOVIMIENTO DE LA LÍNEA DE COSTA DE 2010 A 2023.

RECOPIACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE DINÁMICAS MARINAS

Para estudiar las dinámicas marinas, se utilizan datos generados por el proyecto “Desarrollo de una base de datos de dinámicas marinas en las costas panameñas, para evaluar impactos y vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar”.



Este proyecto se realizó en 2022 por la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente de Panamá.

Otras fuentes de datos locales pueden incluir:

- Mareógrafos
- Datos satelitales que permitan obtener el nivel total del agua

RECOPIACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS DE DINÁMICAS MARINAS

La hidrodinámica del sitio de estudio permite comprender:

- Comportamiento espacial y temporal del oleaje
- Marea meteorológica
- Marea astronómica

Al relacionar la hidrodinámica con los cambios en la línea de costa podemos entender la temporalidad y los peligros ante eventos extremos.

RESULTADOS DE LA MATRIZ DE PELIGROS

La matriz de peligro por tormenta y erosión combina el riesgo de inundación y erosión en cada segmento evaluado de la playa. Esta matriz está codificada por colores:

Escala de peligro de erosión

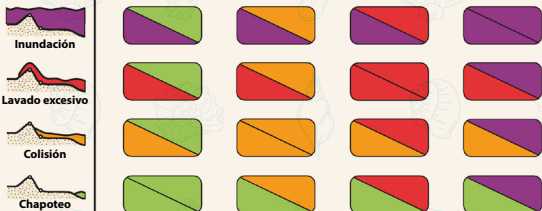
Ascendente →



Escala de peligro de inundaciones

adaptado de
(Sallenger, 2000)

Ascendente ↑



Parte inferior izquierda: Representa el régimen de peligro de inundación.

Parte superior derecha: Representa el régimen de peligro de erosión



A continuación, presentamos un ejemplo de los resultados obtenidos para la playa Farallón.

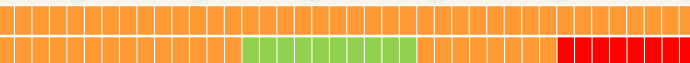
El análisis de la matriz de peligros por tormenta se aplica en cada segmento del tramo de playa evaluado.



- 04/24/2023
- 04/03/2023
- 10/24/2022

Inundación

Erosión





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de la Matriz de Peligro por Tormenta permiten:

- Identificar zonas de mayor riesgo de erosión e inundación.
- Evaluar riesgos en transectos específicos de la costa.

Este enfoque identifica zonas con inundación costera y/o erosión costera, y mejora la comprensión de los riesgos en la costa estudiada.

La aplicación de esta metodología tiene el potencial de proporcionar evaluaciones sólidas de los peligros por tormenta.

REFERENCIAS

Leaman, C. K., Harley, M. D., Splinter, K. D., Thran, M. C., Kinsela, M. A., & Turner, I. L. (2021). A Storm Hazard Matrix combining coastal flooding and beach erosion. *Coastal Engineering*, 170, 104001.

Amini, L., & Abdollahi Kakroodi, A. (2018). The comparison of temporal shoreline changes in the Gorganrood and Sefidrood Deltas using the Digital Shoreline Analysis System (DSAS). *Journal of Oceanography*, 9(35), 21–28. <https://doi.org/10.29252/joc.2018.9.1247>

Gomez, V.; Guerra-Chanis, G. (2022a). Using DSAS tool to determine shoreline changes in San Carlos Beach, Panama. 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC). <https://doi.org/10.1109/iestec54539.2022.00085>

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lössche, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

Vos, K., Harley, M. D., Turner, I. L., & Splinter, K. D. (2023). Pacific shoreline erosion and accretion patterns controlled by El Niño/Southern Oscillation. *Nature Geoscience*, 16(2), 140–146. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-01117-8>

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo en levantamientos topográficos, giras a campo, suministro de información al Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas y la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de Panamá, y a la Dirección de Cambio Climático y Dirección de Seguridad Hídrica del Ministerio de Ambiente. Al IH Cantabria en España por la formación técnica en manejo de datos de dinámicas marinas.

Esta investigación recibió financiamiento de la SENACYT a través de los proyectos de investigación APY-NI-2022-34 (IP Victor Gómez, Asesora: Gisselle Guerra) IDDS 22-18 (IP Gisselle Guerra) y el Sistema Nacional de Investigación por medio del Investigador Nacional I (Gisselle Guerra).



Laboratorio Marino Costero

PARA MAYOR INFORMACIÓN:

LABMARINOCOSTERO@GMAIL.COM

GISSELLE.GUERRA@UTP.AC.PA

SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES:

[@LABMARINOCOSTERO](https://www.instagram.com/LABMARINOCOSTERO)

[@CIH HUTP](https://www.instagram.com/CIH HUTP)

