

Ruta Diamante

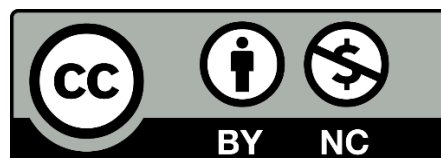
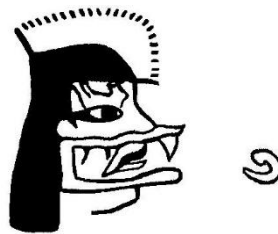
Vol. 23 Núm. 36 (2026): Pesca en el Pacífico

Tlamati Sabiduría

ISSN-L:3122-4458

Revista de Ciencias de la vida

Universidad Autónoma de Guerrero



Equipo editorial

[EditarEquipo editorial](#)

Comité Editorial

Editores Ejecutivos

Dr. Javier Saldaña Almazán

Rector de la Universidad Autónoma de Guerrero

ID. [0000-0003-1832-9333](#)

Dr. Antonio Zavaleta Bautista

Director General de Posgrado e Investigación

azavaleta@uagro.mx

ID. [0000-0002-1849-7022](#)

Dr. Javier Jiménez Hernández

Director de Investigación

jjimenez@uagro.mx

ID. [0000-0001-9698-2325](#)

Editor en Jefe

Dr. Oscar Talavera Mendoza

o6269@uagro.mx

Escuela Superior de Ciencias de la Tierra

ID. [0000-0002-4297-2698](#)

Comité científico

Universidad Autónoma de Guerrero

Dr. Sergio Adrián Salgado Souto.

Escuela Superior de Ciencias de la Tierra. Ciencias de la Tierra, Petrología, Isotopos estables y radiactivos, Geología económica y ambiental, Geoquímica, Contaminación por metales.

sergiosalgado@uagro.mx

ID. [0000-0002-5874-9415](#)

Dra. Yanik Ixchel Maldonado Astudillo

Facultad de Ciencias Químico Biológicas / Centro de Innovación, Competitividad y Sostenibilidad

yimaldonado@uagro.mx

ID. [0000-0002-5722-9426](#)

Dr. José Luis Valenzuela Lagarda.

Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica. Ciencias agropecuarias, Producción sustentable, Tecnología de los alimentos, Aprovechamiento sustentable de los recursos agropecuarios, Alimentos nutraceuticos y funcionales, Ciencias biológicas, Biotecnología, Bebidas alimentarias.

joseluislagarda@uagro.mx

ID. [0000-0002-9551-2652](#)

Dr. Gabino Solano Ramírez.

Instituto Internacional de Estudios Políticos Avanzados. Ciencias políticas, Relación ejecutivo-legislativo, Violencia, Manejo de conflictos, Estudios electorales, Partidos políticos.

gabinosln@gmail.com

ID. [0000-0003-2638-7904](#)

Dr. Neftalí García Castro.

Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales-Chilpancingo. Vulnerabilidad Social y disparidades territoriales, Estructura territorial de la economía, sustentabilidad social.

ID. [0000-0003-2605-2207](#)

Dr. José Luis Susano García.

Facultad de Comunicación y Mercadotecnia. Administración, Comunicación, Gestión empresarial, Negocios, Mercadotecnia, Sociología, Educación, Desarrollo regional, Turismo.

jose.susano@uagro.mx

ID. [0000-0002-1048-1173](#)

Dr. Elías Hernández Castro.

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ciencias agropecuarias, Diseño y protección de agroecosistemas tropicales, Frutales, Agave, Gestión Local.

ehernandez@uagro.mx

ID. [0000-0001-6573-6236](#)

Dra. Iris Paola Guzmán.

Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Inmunología, Genética, Epidemiología, Enfermedades crónicas, Enfermedades autoinmunes, Riesgo cardiovascular, Malnutrición, Investigación trasnacional.

pao_nkiller@yahoo.com.mx

ID. [0000-0003-1535-4226](#)

Dr. Roberto Carlos Almazán Núñez.

Facultad de Ciencias Químico-Biológicas. Fauna silvestre, Ecología de poblaciones y comunidades, Interacciones bióticas, Distribución de especies, Estudios florísticos, Conservación de la biodiversidad, Manejo de recursos naturales, Ecosistemas terrestres.

oikos79@yahoo.com.mx

ID. [0000-0002-9913-2737](#)

Dr. José María Sigarreta Almira.

Facultad de Matemáticas-Acapulco. Matemática discreta, Matemática fraccional.

josemariasigarretaalmira@hotmail.com

ID. [0000-0003-4352-5109](#)

Dra. Laura Sampedro Rosas.

Centro de Ciencias del Desarrollo Regional. Ciencias socioambientales, Educación ambiental.

laura_1953@live.com.mx

ID. [0009-0001-8797-6190](#)

Dra. María del Socorro García González.

Facultad de Matemáticas-Chilpancingo. Educación matemática, Dominio afectivo en matemáticas, Formación de profesores de matemáticas.

mgargonza@gmail.com

ID. [0000-0001-7088-1075](#)

Dr. Jaime García Leyva.

Centro Regional de Educación Superior de la Montaña. Historia, identidad y pueblos indígenas, Salud y grupos vulnerables, Medicina indígena, Educación, lenguas indígenas y migración, Desarrollo Regional.

jaimegleyva@gmail.com

Dr. Mark Kevin Speakman Darwin.

Facultad de Turismo. Gestión y desarrollo del Turismo, Crisis y desastres turísticos, turismo adaptativo, turismo oscuro.

mspeakmanuagro@outlook.com

ID. [0009-0004-2394-3674](#)

Dra. Osbelia Alcaraz Morales.

Facultad de Arquitectura. Arquitectura y ciudades turísticas

osbeliauagro@gmail.com

ID. [0000-0002-4730-4840](#)

Dr. Jesús Guadalupe Padilla Serrato.

Facultad de Ecología Marina. Biología, Ecología marina y pesquera, Taxonomía de peces, Variabilidad ambiental oceánica, Recursos pesqueros, Modelación pesquera, Biodiversidad y ecología trófica, Ambientes marinos costeros.

jgpadillas@hotmail.com

ID. [0000-0001-6815-9147](#)

Dra. Elvia Garduño Téliz.

Escuela Superior de Ciencias de la Educación. TIC en educación, Tecnopedagogía, Personalización del

aprendizaje, Aprendizaje móvil, Inclusión educativa, Evaluación educativa, Educación durante la contingencia.

rhoma714@gmail.com

ID. [0000-0002-5971-4003](#)

Dr. Gustavo Adolfo Alonso Silverio.

Facultad de Ingeniería. Sistemas electrónicos, sistemas inteligentes.

gsilverio@uagro.mx

ID. [0000-0002-2699-140X](#)

Dr. José Gilberto Grimaldo Garza.

Facultad de Derecho- Chilpancingo. Derecho constitucional, Derecho animal, Derecho de la naturaleza.

garzagrimaldo33@yahoo.com.mx

ID. [0000-0002-2960-1091](#)

Dr. Adelaido Rafael Rojas García.

Facultad de Veterinaria y Zootecnia No 2. Producción de forrajes, Nutrición animal, Manejo de praderas.

18146@uagro.mx

ID. [0000-0002-5617-5403](#)

Dra. Mirna Azalea Romero Hernández.

Facultad de Medicina. Medicina general, Biología molecular y celular en medicina, Cáncer, Enfermedades del sistema inmunológico, Enfermedades crónico-degenerativas, Utilidad terapéutica de compuestos naturales, Autismo, Discriminación/inclusión en educación bioética, Dilemas del inicio y final de la vida, Atención primaria en la salud.

rhoma714@gmail.com

ID. [0000-0001-9806-0789](#)

Dra. Teolincacihuatl Romero Rosales.

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ciencias agropecuarias, Inocuidad alimentaria, Agroecología, Biocontrol, Gestión local.

teolinc@hotmail.com

ID. [0000-0002-9158-8481](#)

Comité externo

Dr. José Francisco Muñoz Valle.

Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara. Ciencias Biomédicas, Inmunología, Biología molecular, Genómica.

biologiamolecular@hotmail.com

ID. [0000-0002-2272-9260](#)

Dr. José Luis Aguirre Noyola.

Centro de Ciencias Genómicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Microbiología, Ecología microbiana, Genómica, Bioinformática, Biorremediación, Biología de plantas

jaguirrenoyola@outlook.com

ID. [0000-0002-9695-7901](#)

Dr. Yam Zul Ernesto Ocampo Díaz.

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Ciencias de la Tierra, Geología, Sedimentología, Petrología Sedimentaria, Proveniencia, Tectónica.

yamzul.ocampo@uaslp.mx

ID. [0000-0002-4695-442X](#)

Dr. Rafael del Río Salas.

Estación Regional del Noroeste, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciencias de la Tierra, Geología, Geoquímica, Isótopos estables, Geología económica y ambiental, Contaminación por metales.

rdelrio@geologia.unam.mx

ID. [0000-0002-4474-172X](#)

Dr. José Luis Aguilar Martínez

Editor asociado, Revista Ciencia y Filosofía, UAEMéx

profesorluisaguilar@gmail.com

ID. [0000-0003-1074-1569](#)

Equipo técnico

Coordinadora editorial

M.CS. Isabel Rivero Cors

isabelrivero@uagro.mx

ID. [0009-0002-9962-9484](#)

Maquetador

Ing. Norberto E. Sandoval Maldonado

n.sandoval@uagro.mx

ID. [0009-0006-2807-9672](#)

14203@uagro.mx

ID. [0000-0002-6609-4121](#)

Corrección de estilo

Dr. Elinó Villanueva González

índice

Artículo de investigación

- [Eutrofización cultural: evolución del conocimiento científico global y brechas regionales en Latinoamérica](#)

Ana, Ana Laura Juárez López (Autor/a)

49-73

- [Evaluación de daños y propuesta de mitigación ante huracanes en las colonias Plan de Ayala y 10 de Abril, Chilpancingo, Guerrero](#)

Dra. Rocio Reyes Suazo, Dr. Apolonio Bahena Salgado, MC. Ángel Benigno Capistrano García (Autor/a)

74-97

- [Evaluación de la población del pez espada \(*Xiphias gladius*\) en el Océano Pacífico Oriental \(OPO\), durante el periodo de 1950 a 2020](#)

Morales Azpeitia , Madrid Vera, Balmori Ramírez, García Caudillo (Autor/a)

5-28

- [Desarrollo de una herramienta web interactiva para la selección informada de aplicaciones de control parental](#)

Samantha Baudelia Espinosa Mendoza, Eugenio Aviluz Ramírez, Erika Zubillaga Guerrero (Autor/a)

29-48

Artículo Académico

- [Riesgo, desigualdad y discriminación. A cinco décadas de la tragedia del ciclón Liz](#)

Elino Villanueva González, Miguel Ángel Hernández Gómez, Esmeralda Hernández Hernández, Daniel Mora Magallón (Autor/a)

98-116

Editorial

El volumen 23, número 36 de Tlamati Sabiduría (2026) reúne siete investigaciones que abordan problemáticas ambientales, sociales y tecnológicas desde perspectivas multidisciplinarias, con énfasis en el estado de Guerrero y el Pacífico mexicano. En el ámbito pesquero, se evalúa la población del pez espada en el Océano Pacífico Oriental (1950-2020), identificando signos de sobrepesca a partir de modelos de producción excedente y el diagrama de Kobe, que sitúa a la pesquería en condiciones críticas durante el periodo 2018-2020. Complementariamente, se analiza la eutrofización cultural a nivel global, revelando una concentración de estudios en Norteamérica y Europa, con escasa representación latinoamericana, donde predominan investigaciones en lagos y se identifican como principales causas la agricultura y las descargas de aguas residuales.

En el ámbito de la gestión del riesgo, se documentan los daños del huracán John (2024) en colonias de Chilpancingo, proponiendo un modelo de intervención que integra medidas estructurales y no estructurales para fortalecer la resiliencia comunitaria. Un artículo académico complementa esta línea al analizar, a cincuenta años de la tragedia del ciclón Liza (1976), la relación entre desigualdad, discriminación y desastres, destacando la reciente decisión del Congreso de Baja California Sur de honrar a las víctimas como un acto de justicia histórica. Desde la innovación tecnológica, se presenta una herramienta web interactiva que, mediante inteligencia artificial, recomienda aplicaciones de control parental para prevenir ciberdelitos infantiles, con un 93% de aceptación entre los usuarios evaluados. Finalmente, se incluye una investigación sobre eutrofización cultural que mapea la evolución del conocimiento científico entre 2000 y 2023, identificando vacíos geográficos y ecosistémicos en regiones subrepresentadas como Latinoamérica. En conjunto, el volumen evidencia la importancia de enfoques integradores que articulen ciencia, tecnología, gestión del riesgo y justicia social para enfrentar los desafíos ambientales y sociales contemporáneos, particularmente en contextos de alta vulnerabilidad como el estado de Guerrero.

Doi.

Artículo de investigación

Evaluación de la población del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Océano Pacífico Oriental (OPO), durante el periodo de 1950 a 2020.

Swordfish assessment in the Eastern Pacific Ocean (EPO) using abundance indicators from 1950 to 2020 period.

*Evaluación de la población del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Océano Pacífico Oriental (OPO), durante el periodo de 1950 a 2020*

Juan Madrid Vera ¹ ID. 0009-0006-6234-6607

Alejandro Balmori Ramírez ² ID. 0000-0003-2192-4803

Juan Manuel García Caudillo ³ ID. 0000-0003-3596-6174

Rufino Morales Azpeitia ^{4*} ID. 0000-0003-2462-6094

Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables. Centro Regional de Investigación en Acuicultura y Pesca, Guaymas, Sonora, México, cp. 85400

* Autor de correspondencia: rufinomoralesa22@gmail.com

Fecha de envío: 23/04/2026

Fecha de Revisión: 25/05/2026

Fecha de Aprobación: 08/07/2026

Fecha de Publicación: 30/07/2026

Resumen

La pesquería del pez espada (*Xiphias gladius*) tiene una gran importancia socioeconómica en el Océano Pacífico Oriental (OPO). Sin embargo, el esfuerzo pesquero excesivo puede superar los límites del Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), lo que conlleva la sobreexplotación y genera efectos negativos en la población. En este estudio, se analizan los datos de captura del pez espada (*X. gladius*) para obtener indicadores de referencia como la capacidad de carga, el rendimiento máximo sostenible y el estado de la población. La captura promedio en el OPO entre 1950 y 2020, según los informes de desembarque de ocho países, fue de 3162 t, con una mediana de 2030 t. Los valores entre los percentiles 15 y 85 oscilaron

entre 115 y 7708 t, y la captura máxima registrada fue de 15409 t en 2018. Las capturas anuales en relación con la captura máxima indican que, durante el período 2019-2020, la pesquería sufrió sobrepesca. Las capturas en el OPO, según la suma de probabilidades, se sitúan alrededor de la tendencia central del 50%, aproximadamente en 12500 t, mientras que los productos de probabilidades las ubican en 13500 t. Utilizando modelos de producción excedente y considerando la facilidad de ajuste de los datos de captura únicamente, se analizó el periodo 1979-2020, obteniéndose una captura media de 5204 t, con un rango de 299 a 15049 t. Una aproximación sugiere un rendimiento máximo sostenible entre 15268 y 15770 t. Según el gráfico de Kobe, los últimos tres años de la serie muestran niveles de sobrepesca ($F > F_{MRS}$), y solo en 2019 la pesquería presentó condiciones que indicaban sobrepesca del stock ($B < B_{MRS}$), con valores de biomasa ligeramente inferiores a B_{MRS} . En 2020, los niveles de biomasa fueron similares a los observados al inicio de la serie temporal analizada. Este resultado se mantiene constante cuando se consideran las capturas dentro de los niveles comprendidos entre los percentiles del 15 y el 85%.

Palabras clave: capturas, pez espada, *Xiphias gladius*, capacidad de carga, máximo rendimiento sostenido, OPO

Abstract

The swordfish (*Xiphias gladius*) fishery is socioeconomically important within the Eastern Pacific Ocean (EPO). However, excessive fishing effort may exceed the limits of the Maximum Sustainable Yield (MSY), leading to overexploitation and generating negative effects on the population. In this study, catch data for swordfish (*X. gladius*) are analyzed to obtain reference point indicators such as carrying capacity, maximum sustainable yield, and stock status. The average catch in the EPO from 1950 to 2020, based on landing reports from eight countries, was 3162 t, with a median of 2030 t. The values between the 15th and 85th percentiles ranged from 115 to 7708 t, and the maximum catch recorded was 15409 t in 2018. Annual catches relative to the maximum catch indicate that during the period 2019–2020 the fishery experienced overfishing. Catches in the EPO, based on the sum of probabilities, are located around the central trend of 50% at approximately 12500 t, while the products of probabilities place them at 13500 t. Using surplus production models and considering the ease of fitting catch-only data, the period 1979–2020 was analyzed, yielding an average catch of 5204 t, with a range from 299 to 15049 t. An approximation suggests a maximum sustainable yield between 15268 and 15770 t. According to the Kobe plot, the last three years of the series show overfishing levels ($F > F_{MSY}$), and only in 2019 did the fishery

present conditions indicating that the stock was overfished ($B < B_{MSY}$), with biomass values slightly below B_{MSY} . In 2020, biomass levels were similar to those observed at the beginning of the analyzed time series. This result is consistent when catches are considered within the capture levels between the percentiles of 15 and 85%.

Key words: Landings, swordfish, *Xiphias gladius*, carrying capacity, maximum sustainable yield, EPO

Resumo

A pesca do espadarte (*Xiphias gladius*) é de grande importância socioeconômica no Oceano Pacífico Oriental (OPO). No entanto, o esforço de pesca excessivo pode ultrapassar os limites do Rendimento Máximo Sustentável (RMS), levando à sobrepesca e a impactos negativos na população. Este estudo analisa dados de captura do espadarte (*X. gladius*) para obter indicadores de referência, como capacidade de suporte, rendimento máximo sustentável e estado da população. A captura média no OPO entre 1950 e 2020, com base em relatórios de desembarque de oito países, foi de 3.162 t, com mediana de 2.030 t. Os valores entre os percentis 15 e 85 variaram de 115 a 7.708 t, sendo a captura máxima registrada de 15.409 t em 2018. As capturas anuais em relação à captura máxima indicam que a pesca foi sobrepescada durante o período de 2019–2020. As capturas no Oceano Ocidental (OO), com base na soma das probabilidades, situam-se em torno da tendência central de 50%, aproximadamente 12.500 t, enquanto o produto das probabilidades as coloca em 13.500 t. Utilizando modelos de produção excedente e considerando a facilidade de ajuste apenas aos dados de captura, analisou-se o período de 1979 a 2020, resultando em uma captura média de 5.204 t, com uma variação de 299 a 15.049 t. Uma aproximação sugere um rendimento máximo sustentável entre 15.268 e 15.770 t. De acordo com o gráfico de Kobe, os últimos três anos da série mostram níveis de sobrepesca ($F > FMRS$), e somente em 2019 a pesca apresentou condições indicativas de sobrepesca do estoque ($B < BMRS$), com valores de biomassa ligeiramente inferiores ao BMRS. Em 2020, os níveis de biomassa foram semelhantes aos observados no início da série temporal analisada. Este resultado se mantém consistente ao se considerar as capturas entre os percentis 15 e 85.

Palavras-chave: capturas, espadarte, *Xiphias gladius*, capacidade de suporte, rendimento máximo sustentável, OPO

Introducción

La generación de puntos de referencia, bajo un enfoque de sostenibilidad considerando el estatus de los recursos, debe estar sustentada en el mejor conocimiento disponible, que permita establecer puntos de referencia como reglas de control. Entre los problemas por entender en el aprovechamiento y el manejo de las poblaciones, están los de la dinámica poblacional, que están sujetas a procesos estocásticos, evaluando si los datos de captura pueden ser explicados bajo alguna distribución de probabilidades.

Para establecer puntos de referencia en su sentido dinámico, tales como la mortalidad (f) asociada al máximo rendimiento sostenible, se ha optado por modelos que generen soluciones robustas que sean de utilidad práctica para las organizaciones de pescadores. Así, a partir del modelo lineal de Schaefer (Schaefer, 1954), se han desarrollado modelos globales como el modelo exponencial (Garrod, 1969; Fox, 1970) y el modelo generalizado de producción (Pella y Tomlinson, 1969). Para mejorar el ajuste de los datos observados, para condiciones de no equilibrio de la pesquería, desfases del tiempo de respuesta del stock (Schnute, 1977; Fletcher, 1978; Rivard y Bledsoe 1978; Uhler, 1980). La variabilidad no asociada a la pesquería se considera como un ruido aleatorio, y algunos modelos estocásticos utilizan una variable aleatoria (Doubleday, 1976). En este trabajo avanzamos sobre un modelo basado en la propuesta de Haddon (2011). Estos conjuntos de enfoques pueden generar escenarios de evaluación del estatus de la pesquería del pez espada capturado dentro del OPO, para lo cual se presenta una matriz de decisiones, como una herramienta de escenarios de cuál es la situación del recurso basado en el mejor conocimiento dentro de los escenarios de probabilidad sostenibles de mediano a largo plazo para su conservación y su aprovechamiento.

Se utilizan los valores de las capturas respecto de la captura máxima, c/c_{Max} , los intervalos críticos, tales como de $0 < 0.1$ o 10%, de >0.1 a 0.5 y > 0.5 , antes y después de que $c / c_{\text{Max}} = 1$, en este caso se enfatiza el riesgo de ser <0.1 , cuando $c / c_{\text{Max}} = 1$ y se evalúan las capturas utilizando los percentiles, los intervalos de 0 a > 0.25 o 25%, de >0.25 a 0.5 , de >0.5 a <0.75 y los >0.75 considerando el intervalo o el percentil del 0.2 o 20%, suponiendo que está cercano pero distante del riesgo de estar por debajo del intervalo del 15% y que pudiera ser comparable a solo permitir mortalidades f del 20%, sugerido en muchos estudios, es decir f sea ≤ 0.2 .

También se discute, si los datos se ajustan a una distribución de tipo Normal (U,S,N) y esto puede permitir el uso de las tendencias centrales, promedio y mediana, y las medidas de dispersión, distribución estándar e intervalos de confianza, para evaluar las direcciones o tendencias del conjunto de datos, utilizando como puntos de referencia, la captura máxima, la mortalidad por pesca que considera, valores de F/F_{MRS} mayores de 1, niveles de B/B_{MRS} cercanos a 1.

Material y Métodos

Área de estudio

En el presente estudio se consideran las capturas de pez espada reportadas por ocho países (China, Costa Rica, Ecuador, EEUU, México, Nicaragua, República de Corea y Vanuatu) realizadas dentro del Océano Pacífico Oriental (OPO), zona 77 de la FAO (Figura 1) tomadas de las estadísticas de la FAO en 2021 (fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en).

La información fue organizada en una matriz de diez columnas que incluye los años de reporte de captura correspondientes a ocho países. Se consideró el periodo comprendido entre 1950 y 2020, y la captura máxima registrada dentro de dicho intervalo se utilizó como un indicador simple de la capacidad de carga (k).

Se aplicaron al menos cinco enfoques de estadística inferencial para evaluar si la distribución de los datos se ajusta a determinados tipos de distribución probabilística. Para ello se emplearon pruebas de normalidad, como la prueba de Kolmogorov-Smirnov, considerando intervalos de confianza expresados en probabilidades porcentuales y percentiles en los rangos de 0 a <0.25, >0.25 a <0.75 y >0.75 (75%). Asimismo, los datos de captura se analizaron dentro de intervalos de riesgo comprendidos entre valores mayores al 15% y menores o iguales al 85%.

Adicionalmente, se consideraron enfoques basados en densidades de probabilidad acumulada, incluyendo la suma de probabilidades y el cálculo de proporciones, así como el producto de probabilidades y sus respectivas proporciones. En todos estos casos se tomaron en cuenta intervalos críticos expresados en términos porcentuales.

Las capturas anuales se evaluaron en relación con las capturas máximas registradas, considerando las proporciones y los percentiles de probabilidad en los intervalos de riesgo: de 0 a <0.25, >0.25 a <0.5, >0.5 a <0.75 y >0.75, expresados en términos porcentuales o proporcionales respecto de las capturas.

La distribución de los datos se analizó mediante modelos de distribución normal, utilizando la probabilidad normal estándar acumulada (F_0), calculada en relación con la probabilidad derivada del ordenamiento de los datos (F_n , F_{n-1}).

Como hipótesis *a priori*, se plantea que la captura máxima (C_{max}) puede servir como un indicador del estatus de la pesquería, evaluando las capturas antes y después de que la relación C/C_{max} alcance el valor de 1. Antes de este punto, las pesquerías se consideran en desarrollo ($C/C_{max} < 0.5$); si durante este periodo $C/C_{max} > 0.5$, se interpreta como una condición de sobrepesca. Para los años posteriores a $C/C_{max} = 1$, valores < 0.1 se consideran indicativos de colapso; valores entre 0.1 y ≤ 0.5 corresponden a sobrepesca, mientras que valores > 0.5 indican una pesquería sobrepescada pero aún en explotación. Asimismo, cuando C/C_{max} se aproxima a 0.5, puede interpretarse como un indicador simple del Máximo Rendimiento Sostenible (MRS). En cambio, valores de $C/C_{max} > 0.75$ o > 0.85 pueden indicar un riesgo elevado de sobrepesca (Hanski y Simberloff, 1997; Hanski, 1999; Caddy y Agnew, 2004; Arkema et al., 2006; Sainsbury, 2008; Worm et al., 2009).

Las series de tiempo de capturas se analizaron mediante procedimientos básicos aplicados a modelos expresados en ecuaciones diferenciales, particularmente aquellos correspondientes a modelos de producción excedente. Para los diferentes enfoques se analizaron las salidas gráficas del conjunto de datos, con el objetivo de obtener una visión cualitativa de su comportamiento. Se utilizaron medidas de tendencia central, como el promedio y la mediana, así como medidas de dispersión, incluyendo la desviación estándar y los percentiles. Asimismo, se emplearon gráficos de dispersión y gráficos circulares para analizar las contribuciones relativas (Punt y Hilborn, 1996; Polacheck, 1988; Montgomery, 1991; Hilborn y Walters, 1992; Quinn y Deriso, 1999; Lyman y Longnecker, 2001; Quinn y Keough, 2002; Froese, 2004; Madrid-Vera et al., 2007; 2010; Hilborn y Stokes, 2010; Haddon, 2011; Kronlund et al., 2018; García et al., 2018; Qing-qiang y Liu, 2020).

Los datos de captura correspondientes al periodo 1950-2020 se analizaron por intervalos temporales, siguiendo los principios de análisis de series de tiempo. Para cada periodo se evaluaron el promedio, la mediana y la desviación estándar, con el propósito de identificar posibles cambios en este indicador de abundancia y determinar si tales variaciones pueden considerarse significativas en función de sus órdenes de magnitud (Montgomery, 1991, Ricker, 1954, Restrepo et al., 1988, Rosenberg et al., 2014).

Para obtener una aproximación mediante modelos de biomasa excedente se utilizó la propuesta metodológica de Haddon (2011) aplicada al modelo de Schaefer modificado por Pella y Tomlinson (1969). Este modelo considera cuatro parámetros principales: la tasa

intrínseca de crecimiento (r), la capacidad de carga (k), la biomasa inicial disponible (B_0) y un parámetro de forma (p) que permite ajustar la curvatura de la función de producción. Los parámetros r y p se encuentran acotados, ya que valores de $r > 2$ o $p > 3$ generan soluciones no realistas. Como se mencionó previamente, k puede aproximarse a partir de las capturas máximas registradas, mientras que B_0 puede estimarse a partir de las medidas de tendencia central de la serie de datos.

La variabilidad no asociada directamente a la actividad pesquera se considera como ruido aleatorio; en algunos modelos estocásticos esta variabilidad se representa mediante la inclusión explícita de una variable aleatoria (Doubleday, 1976). En este estudio se avanza sobre un modelo basado en la propuesta de Haddon (2011).

El modelo considerado se expresa de la siguiente manera:

$$b_{t+1} = b_0 + b_0 \left(\frac{r}{p} \right) \left(1 - \left(\frac{b_0}{k} \right)^p \right) - C$$

Los detalles del procedimiento de ajuste pueden consultarse en Haddon (2011) o en informes posteriores. En este contexto, los valores de F corresponden a la mortalidad por pesca y son aproximadamente equivalentes a $r/2$. La relación B_0/B_{MRS} se calcula a partir del ajuste de la biomasa inicial en relación con el nivel de biomasa correspondiente al máximo rendimiento sostenible. Por su parte, la relación F/F_{MRS} se estima mediante:

$$F/F_{MRS} = \ln \left(\frac{1 - (C/B_0)}{(r/2)} \right)$$

donde C representa la captura y los demás parámetros corresponden a los previamente definidos.

Resultados

La suma total de las capturas registradas durante el periodo analizado (1950–2020) asciende a aproximadamente 224,262 t. Este valor se considera como un indicador de referencia en el contexto ambiental, económico e histórico del recurso, y puede interpretarse como una aproximación a las capacidades de carga globales (k) de la pesquería.

Las medidas de tendencia central de la captura total muestran que el promedio anual en el OPO fue de 3,162.8 t, con una desviación estándar de 3,483.2 t, lo que refleja una elevada dispersión en la serie de datos. La mediana se estimó en 2,030 t, mientras que los percentiles comprendidos entre el 15% y el 85% se ubicaron en un intervalo de 115.5 t a 7,708 t.

Para el periodo analizado, correspondiente a las capturas reportadas por la FAO (2021), la diferencia entre el valor teórico de la probabilidad normal estándar acumulada (F_0) y el valor de la probabilidad obtenido a partir del ordenamiento de los datos fue de $d = 0.18$. Dado que el estadístico de Kolmogorov-Smirnov ($d_{\{KSD\}}$) es menor que los valores críticos para $p > 0.2$, no se rechaza la hipótesis de normalidad. En consecuencia, los datos de captura pueden ser adecuadamente explicados mediante una distribución normal (Figura 2).

La captura máxima registrada en el OPO durante el periodo analizado fue de 15,409 t en 2018, valor que se utiliza como un indicador simple de la capacidad de carga (k). En conjunto, la captura total acumulada para el periodo 1950-2020 asciende a 224,262 t.

Las capturas anuales (Figura 3) se dividieron en tres periodos; de 23, 25 y 23 años, respectivamente, siguiendo los criterios del análisis de series de tiempo. Para cada periodo se calcularon el promedio (μ), la mediana (m) y la desviación estándar (S). A escala del OPO, el promedio anual experimentó un incremento significativo entre el primer periodo (1950–1972) y el segundo (1973–1998), con un aumento cercano a 20 veces. En el caso de la mediana, el incremento entre estos dos periodos fue aproximadamente de 17 veces.

Entre el segundo periodo (1973-1998) y el tercero (1999-2020), el promedio aumentó cerca de 2.4 veces, mientras que la mediana lo hizo en aproximadamente 2.9 veces. En términos generales, las diferencias entre el primer y el segundo periodo oscilan entre 17 y 20 veces, mientras que entre el segundo y el tercer periodo varían entre 2.4 y 2.9 veces. Dado que las razones entre periodos son superiores a 2, estas diferencias podrían considerarse potencialmente significativas.

Al evaluar las desviaciones estándar (S_1/S_2), se observa que entre el primer y el segundo periodo se registró un cambio cercano a 23 veces, mientras que entre el segundo y el tercer periodo el cambio fue de aproximadamente 1.2 veces. Estas diferencias podrían no ser estadísticamente significativas, considerando que, bajo el criterio de la distribución F , una razón inferior a 2 generalmente indica ausencia de diferencias significativas en la varianza.

La evaluación de los percentiles de las capturas, utilizados como indicadores indirectos de la abundancia, para el periodo 1950-2020 se realizó considerando tres rangos de referencia: 0–15%, >15%–<85% y >85%. Estos intervalos se interpretan, respectivamente, como fases de inicio o desarrollo de la pesquería, estado de explotación o pescándose (incluyendo niveles cercanos al máximo rendimiento sostenible), y condición de

sobreexplotación o sobrepescado y pescándose (Restrepo, 2018; Costello et al., 2014, 2016; García et al., 2018).

Dentro del intervalo comprendido entre los percentiles 15% y <85% se ubican los valores cercanos al máximo rendimiento sostenible, particularmente en torno al rango de 45% a 55%. El intervalo de 0 a 15% representa, en este análisis, la etapa inicial o de desarrollo de la pesquería, aunque también puede indicar una condición de riesgo cuando ha transcurrido al menos una generación del recurso, estimada en este caso en aproximadamente 23 años. Por su parte, cuando las capturas superan el percentil 85%, se incrementa el riesgo de que el recurso se encuentre en una condición de sobreexplotación. En contraste, si las capturas descienden por debajo del percentil 15%, la pesquería puede considerarse en condición de colapso.

Al desagregar la información para el conjunto del OPO, el periodo de inicio de la pesquería se extiende desde 1950 hasta 1990 (Figura 4, indicado con flecha), lo que representa aproximadamente el 56% del total del periodo analizado. Posteriormente, entre 1991 y 2013, la pesquería se ubica en una fase de explotación cercana al máximo rendimiento sostenible o de pescándose, correspondiente a la franja verde en la Figura 4, con máximos de captura registrados en 1992 y 1993 (también señalados con flechas). Este periodo concentra aproximadamente el 28% de la serie temporal analizada.

A partir de 2014 y hasta 2020 se observa una transición hacia un escenario de sobrepesca con continuidad de la actividad extractiva. En este periodo, la pesquería podría tender hacia una situación relativamente estable alrededor de la mediana de capturas estimada para estos años, cercana a 10 mil toneladas, con un intervalo aproximado entre 8 y 15 mil t. No obstante, las capturas disminuyen hacia el final de la serie, particularmente en 2019 y 2020. Si en años posteriores las capturas se mantienen por debajo del percentil 85%, persiste el riesgo de permanecer en un estado de sobrepesca con continuidad de la explotación.

La probabilidad de que las capturas superen el valor máximo observado de aproximadamente 15 mil t, considerando la serie completa, es relativamente baja. Por otro lado, cuando las capturas superan el percentil 85% (aproximadamente 7,078 t), se incrementa el riesgo de que la pesquería permanezca en una condición de recurso sobrepescado y aún sujeto a explotación, acercándose potencialmente a un escenario de colapso.

En consecuencia, para el conjunto del OPO, o para los países considerados en este estudio que reportan capturas, y bajo un enfoque precautorio, la pesquería puede clasificarse actualmente dentro de la categoría de sobrepesca con continuidad de la explotación

(Restrepo, 2018; García et al., 2018). Esta condición se ha mantenido durante aproximadamente 11 años, lo que representa cerca del 16% del periodo total analizado de 71 años. A lo largo de la serie histórica, la pesquería ha permanecido en fase de recuperación o explotación sostenible durante aproximadamente el 28% del tiempo, mientras que el 56% corresponde a la etapa inicial de desarrollo de la pesquería.

Considerando el indicador basado en la relación entre las capturas anuales y la captura máxima (c/c_{Max}), se distinguen tres situaciones: antes de alcanzarse la captura máxima ($c/c_{\text{Max}} < 1$), cuando se alcanza el valor máximo ($c/c_{\text{Max}} = 1$) y después de dicho punto de referencia ($c/c_{\text{Max}} > 1$).

Bajo este criterio, el periodo comprendido entre 1950 y 2018 corresponde a valores menores a 1, por lo que la pesquería puede clasificarse como en fase de inicio, desarrollo o completamente desarrollada, representada en color verde (Figura 5a). En este intervalo, el 87% de la serie de tiempo se ubica en el rango de $c/c_{\text{Max}} < 0.5$ (Figura 5b), lo que sugiere una etapa de crecimiento y expansión de la actividad pesquera.

Por otra parte, los años 1993, 1998 y el periodo comprendido entre 2014 y 2017 presentan valores superiores a 0.5 pero aún menores que $c/c_{\text{Max}} = 1$. De acuerdo con este criterio, dichos años corresponden a una condición de pesquería totalmente aprovechada, representada en color amarillo, y en conjunto contribuyen con aproximadamente el 8.4% de la serie analizada.

A partir de 2018, cuando $c/c_{\text{Max}} = 1$, la pesquería se mantiene dentro de la categoría de totalmente aprovechada (color amarillo), con una contribución ligeramente superior al 4% del total de la serie. Bajo este escenario, la pesquería puede interpretarse como plenamente explotada o en una condición cercana a sobrepesca de explotación.

Considerando que la distribución de frecuencias de los datos de captura de la serie histórica puede explicarse mediante una distribución normal $n(\mu, \sigma)$, y de acuerdo con el teorema de Kolmogorov-Smirnov, se procedió a calcular las funciones de densidad de frecuencia. A partir de estas se estimaron las probabilidades normales acumuladas, las cuales posteriormente se transformaron en probabilidades estandarizadas para fines comparativos. Este procedimiento se realizó en un marco probabilístico estricto, con referencia al enfoque de probabilidad bayesiana.

El valor acumulado resultante permite derivar proporciones del tipo $p_i/\sum p_i = 1$, o bien su equivalente en términos porcentuales. Las probabilidades posteriores pueden estimarse tanto mediante la suma como mediante el producto de las probabilidades

individuales. De esta forma, para cada p_i se obtiene $p_i/\sum p_i = y_i$, donde y_i representa la proporción correspondiente para cada conjunto de datos. Por ejemplo, para el total de capturas o para los distintos periodos analizados. En consecuencia, el valor agregado puede expresarse como $Y = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n$, o alternativamente como $Y = y_1 \cdot y_2 \cdot y_3 \cdot \dots \cdot y_n$, junto con sus formas normalizadas $y_i/\sum y_i = 1$ y $p_{y_i}/P_{y_i} = 1$, donde P representa el producto de las probabilidades.

En la Figura 6 se presentan las soluciones correspondientes a las distribuciones normales de las frecuencias de captura total en relación con sus promedios y desviaciones estándar. Por razones de escala de representación, los resultados se muestran en dos ejes, aunque forman parte de un mismo contexto analítico. En el panel a) se ilustran las distribuciones en su forma inferencial convencional para tres periodos: 1950–1972 (nUS50a72teo), correspondiente al primer periodo; 1973–1998 (nUS73a98teo), correspondiente al segundo periodo; y 1999–2020 (nUS99a20teo), correspondiente al tercer periodo. En esta nomenclatura, *to* indica el intervalo de capturas desde cero hasta el máximo observado, mientras que *teo* se refiere a la distribución teórica derivada del modelo.

En el panel b) se presentan las probabilidades acumuladas cuya suma es igual a 1 en sentido bayesiano, nuevamente para los tres periodos considerados: 1950–1972 (nUS50a72ta), 1973–1998 (nUS73a98ta) y 1999–2020 (nUS99a20ta), donde *ta* indica el total acumulado. El panel c) muestra un análisis equivalente al del panel b), pero incorporando las probabilidades posteriores obtenidas tanto del producto de probabilidades (pp-p) como de la suma de probabilidades (pp-suma). En las gráficas, se resaltan mediante colores las intersecciones con el valor de 0.5, equivalente al 50% de probabilidad o tendencia central.

En los paneles a) y b) de la Figura 7 se observa que las tendencias centrales correspondientes al periodo más reciente se sitúan alrededor de las 6 mil t. En contraste, en el panel c), al considerar el periodo completo de 1950 a 2020, la tendencia central total se aproxima a 4 mil t. Asimismo, la probabilidad posterior estimada mediante la suma de probabilidades se ubica cerca de las 10 mil t, mientras que la probabilidad posterior derivada del producto de probabilidades, integrando los resultados, se aproxima a 11 mil t.

Las probabilidades posteriores obtenidas mediante el producto de probabilidades (pp-p) y la suma de probabilidades (pp-suma), calculadas a partir de los datos totales de los tres periodos de la serie temporal (1950-2020), se presentan en la Figura 7. Los periodos considerados corresponden a 1950-1972, 1973-1998 y 1999-2020.

Para la interpretación de los resultados se establecieron cuatro intervalos probabilísticos asociados al estado de explotación del recurso: el intervalo inicial de 0 a 0.25 (25%), que representa una fase temprana o de desarrollo de la pesquería; el intervalo de >0.25 a 0.5, que indica una condición de recurso explotado o pescándose; el intervalo de >0.5 a 0.75, que corresponde a un estado de explotación intensiva; y el intervalo >0.75 (75%), que se asocia con una condición de recurso sobrepescado o sobreaprovechado. En términos de manejo pesquero, este último intervalo implica que el recurso se encuentra sobreexplotado y continúa siendo objeto de captura.

En términos generales, las soluciones correspondientes a la intersección del valor de 0.5 (50% de probabilidad), considerado como tendencia central, muestran que, al integrar las probabilidades derivadas de la suma de los tres periodos analizados, el valor estimado se sitúa alrededor de 9,450 t. Por su parte, la estimación basada en el producto de probabilidades arroja un valor cercano a 11,250 t. Ambas estimaciones pueden interpretarse como valores precautorios y constituyen indicadores aproximados del máximo rendimiento sostenible o de una condición en la cual la pesquería se mantiene en explotación compatible con el aprovechamiento sostenible del recurso.

No obstante, los riesgos comienzan a incrementarse a partir de probabilidades superiores a 0.55 (55%), lo cual puede interpretarse como una señal de alerta dentro de un esquema de semáforo para la adopción de medidas de manejo precautorio. En este contexto, el inicio de condiciones de sobrepesca se ubicaría entre valores cercanos a este umbral y hasta aproximadamente 0.75 (75%). Cuando la probabilidad supera el 75%, el estatus de la pesquería puede considerarse como de recurso sobrepescado que continúa siendo explotado, es decir, en condición de sobreexplotación.

En términos de capturas, estos umbrales corresponden aproximadamente a valores superiores a 12,600 t para la solución derivada de la suma de probabilidades y a alrededor de 13,500 t para la solución basada en el producto de probabilidades.

Para obtener una aproximación a los modelos de biomasa excedente se utilizó la propuesta de Malcolm Haddon (2011) aplicada al modelo de Milner B. Schaefer modificado por John J. Pella y Paul K. Tomlinson (1969). Este modelo considera cuatro parámetros principales: la tasa intrínseca de crecimiento (r), la capacidad de carga (k), la biomasa inicial o disponible (B_0) y un parámetro de forma (p) utilizado para ajustar la curvatura del modelo de producción.

Tanto r como p se encuentran acotados dentro de rangos biológicamente plausibles; valores de $r > 2$ generan soluciones no realistas, al igual que valores de $p > 3$. Por su parte,

la capacidad de carga (k) puede aproximarse mediante indicadores derivados de las capturas máximas observadas, mientras que la biomasa inicial (B_0) puede estimarse a partir de las medidas de tendencia central de la serie de capturas.

Con el propósito de facilitar el ajuste del modelo y considerando los niveles de dispersión de los datos, se utilizaron las capturas correspondientes al periodo 1979-2020. Durante este intervalo, el promedio de las capturas fue de 5,204 t, con una desviación estándar de 3,199 t y una mediana de 5,120 t. El intervalo comprendido entre los percentiles 15 y 85 se ubicó entre 2,034 t y 8,677 t, mientras que el percentil 95 alcanzó un valor de 9,988 t. Los valores mínimos y máximos registrados en el periodo oscilaron entre 299 t y 15,049 t. Todos los valores presentados han sido redondeados para facilitar su interpretación.

Siguiendo el enfoque propuesto por Pella y Tomlinson (1969) y desarrollado posteriormente en Haddon (2011), se implementó un algoritmo de simulación basado en un procedimiento de remuestreo de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). En cada iteración, la CPUE observada se compara con la CPUE predicha por el modelo; la razón entre ambas se utiliza para generar una CPUE remuestreada, la cual se emplea nuevamente como entrada en la siguiente corrida del modelo.

La Figura 8 presenta los resultados de la simulación, junto con algunos detalles del proceso de ajuste. En particular, se analizan los indicadores de mortalidad por pesca relativa al máximo rendimiento sostenible (F/F_{MRS}) y la biomasa relativa al nivel asociado al máximo rendimiento sostenible (B/B_{MRS}). En el panel a) se muestran los valores anuales, donde pueden observarse tanto valores negativos como positivos; únicamente los valores positivos son considerados válidos para el análisis posterior. En el panel b) se presentan estas mismas estimaciones como series temporales, nuevamente considerando únicamente los valores positivos. Finalmente, el panel c) muestra los resultados del ajuste del modelo utilizando el criterio de información de Akaike (AIC).

En términos generales, cada simulación del modelo se ejecuta al menos 100 veces por corrida. Posteriormente se realizan múltiples corridas independientes, al menos 20, hasta alcanzar convergencia en las estimaciones, definida por la obtención consistente de valores positivos en el panel a) y por la minimización del criterio de Akaike en el proceso de ajuste.

Los resultados de algunas de las relaciones entre la mortalidad por pesca relativa al máximo rendimiento sostenible (F/F_{MRS}) y la biomasa relativa al nivel asociado al máximo rendimiento sostenible (B/B_{MRS}), obtenidos después de los n procesos de ajuste del modelo, se presentan en un diagrama de Kobe (Figura 9). Estos resultados permiten evaluar el estado de la pesquería mediante la comparación entre la mortalidad por pesca observada y la

mortalidad asociada al máximo rendimiento sostenible, así como entre la biomasa estimada y la biomasa necesaria para alcanzar dicho nivel de rendimiento.

En el panel a) muestra el estado de la pesquería en función de la relación entre F/F_{MRS} y B/B_{MRS} . En la región correspondiente a valores de $F/F_{MRS} < 1$ y $B/B_{MRS} < 1$ (zona amarilla) no se obtuvieron soluciones del modelo. En contraste, la región verde, definida por valores de $F/F_{MRS} < 1$ y $B/B_{MRS} > 1$, representa condiciones en las que tanto la mortalidad por pesca como la biomasa reproductora se encuentran dentro de niveles biológicamente sostenibles. Bajo estas condiciones, y de acuerdo con las predicciones de biomasa anual y biomasa total generadas por el modelo, la población se encontraría en proceso de recuperación. En este contexto, se distingue entre la biomasa total estimada y la biomasa asociada al máximo rendimiento sostenible (B_{MRS}), la cual se encuentra vinculada principalmente con la biomasa reproductora de la población.

Por otra parte, en la región de color ocre, donde $F/F_{MRS} > 1$ y $B/B_{MRS} > 1$, la mortalidad por pesca excede el nivel asociado al máximo rendimiento sostenible, mientras que la biomasa reproductora aún se mantiene en niveles relativamente saludables. Sin embargo, cuando la relación B/B_{MRS} es inferior a aproximadamente 1.5, esta condición puede interpretarse como un escenario de sobrepesca incipiente o riesgo de sobreexplotación.

Finalmente, en la región roja, caracterizada por valores de $F/F_{MRS} > 1$ y $B/B_{MRS} < 1$, la mortalidad por pesca es elevada y la biomasa reproductora se encuentra por debajo del nivel necesario para sostener el máximo rendimiento sostenible. Esta condición indica simultáneamente sobrepesca y un estado de población sobrepescada, situación que se observa particularmente en el año 2019.

En términos generales, hasta el año 2017 la pesquería mostró condiciones compatibles con un proceso de recuperación, caracterizado por niveles adecuados de mortalidad por pesca y biomasa reproductora dentro de rangos sostenibles. Este periodo representa aproximadamente el 85% de la serie temporal analizada para la pesquería. Bajo un adecuado cumplimiento de las reglas de control y cosecha, estas condiciones podrían favorecer la sostenibilidad del recurso.

No obstante, en años recientes se observan cambios importantes en la dinámica de la pesquería. En 2019 se registran condiciones cercanas a un colapso poblacional, mientras que en los años adyacentes, 2018 y 2020, la pesquería presenta indicadores consistentes con un estado de sobrepesca acompañado de explotación continua del recurso.

Adicionalmente, el panel c) muestra que durante 2018 y 2019 la mortalidad por pesca se ubicó por encima del nivel asociado al máximo rendimiento sostenible, lo que coincide

con los indicadores de sobreexplotación observados en el diagrama de Kobe, particularmente en el año 2019, representado en la zona roja.

Con base en los indicadores calculados, estos se organizaron en una tabla de resultados con fines de representación gráfica y comparación entre las distintas estimaciones precautorias y sostenibles derivadas de los indicadores y puntos de referencia (Tabla 1). En dicha tabla se integran las capturas, las medidas de tendencia central y los indicadores de dispersión correspondientes a la serie de 1979 a 2020, así como las probabilidades posteriores derivadas de las funciones de densidad para la serie completa de 1950 a 2020.

En este contexto, **C** se refiere a la captura, **u** representa el promedio, **DE** la desviación estándar, **pp** la probabilidad posterior y **%** los percentiles. Con el propósito de enfatizar la comparación entre escalas temporales y mejorar la claridad analítica, se emplean dos series de referencia: la serie 1 correspondiente al periodo 1979–2020 y la serie 2 correspondiente al periodo completo 1950–2020.

Todos los valores presentados han sido redondeados para facilitar su interpretación. El valor máximo utilizado como referencia comparativa corresponde a la captura ubicada en el percentil 95 de la distribución, estimada en aproximadamente 9,998 t.

Discusión

Entre los principales problemas asociados al aprovechamiento de recursos renovables, como el pez espada (*Xiphias gladius*), se encuentran aquellos relacionados con la comprensión de la dinámica poblacional. Estas poblaciones están sujetas a procesos estocásticos derivados tanto de las propiedades intrínsecas de las poblaciones como de sus interacciones con otras especies, así como de la variabilidad ambiental. A ello se suman las dificultades para obtener información robusta, consistente y repetible. No obstante, puede considerarse que existe una ventana de oportunidad para el conocimiento cuando la información proviene de procesos sistemáticos, como las pesquerías, cuyos esquemas operativos, experiencia acumulada y repetitividad en la obtención de datos permiten generar indicadores útiles a partir de series temporales extensas, lo que a su vez posibilita la estimación de puntos de referencia para el manejo del recurso.

Una primera aproximación consiste en analizar los datos a partir de sus medidas de tendencia central y de dispersión. El ajuste de estos datos a distribuciones de probabilidad permite emplear indicadores estadísticos como el promedio, la mediana, la desviación

estándar y los percentiles de confianza. Las relaciones entre valores mínimos y máximos también constituyen indicadores robustos, ya que facilitan la interpretación de los cambios observados en las series temporales. En este sentido, al evaluar el promedio de capturas a nivel del OPO entre los periodos 1950-1972, 1973-1998 y 1999-2020, se observa que los cambios fueron, en términos generales, de entre 17 y 20 veces entre el primer y el segundo periodo, y de entre 2.4 y 2.9 veces entre el segundo y el tercer periodo. De manera intuitiva, cuando las razones entre periodos superan el valor de 2, es posible inferir la presencia de diferencias potencialmente significativas.

Por otra parte, al evaluar las desviaciones estándar (S_1/S_2) a nivel del OPO, se observa que del primer al segundo periodo el cambio fue de aproximadamente 23 órdenes de magnitud, lo cual sugiere la posible existencia de diferencias significativas. En contraste, entre el segundo y el tercer periodo la razón fue cercana a 1.2, valor inferior a 2, lo que indicaría que las diferencias no son estadísticamente significativas. Bajo un criterio similar al utilizado en la distribución F, cuando estas razones son menores a 2 se puede interpretar que las pesquerías se encuentran en un estado relativamente establecido.

Al considerar los intervalos de confianza comprendidos entre los percentiles 15 y 85% para el periodo 1950–2020, los resultados indican que, a nivel del OPO o de los países que reportan capturas, la pesquería se encuentra bajo un enfoque precautorio en la categoría de sobrepesca con continuidad de explotación, en términos de aprovechamiento, y como recurso sobreexplotado en términos estrictos de explotación (Restrepo, 2018; García et al., 2018). Esta condición ha prevalecido durante aproximadamente 11 años, lo que representa el 16% del periodo total analizado de 71 años. No obstante, también se observa que el recurso ha estado en fases de recuperación o explotación sostenible durante el 28% de la serie temporal y en fase inicial durante el 56% del periodo, lo que sugiere la existencia de ventanas de recuperación con alta probabilidad, siempre que se implementen medidas adecuadas de control.

Otro indicador relevante es la relación entre las capturas anuales y la captura máxima observada (c/c_{Max}). Bajo este criterio, el periodo inicial se extiende desde 1950 hasta 2018, año en que la relación alcanza el valor de $c/c_{Max} = 1$. Antes de este año, la pesquería puede clasificarse como en fase de inicio, desarrollo o consolidación, representando aproximadamente el 87% de los años de la serie temporal, con valores de $c/c_{Max} < 0.5$. Sin embargo, en los años 1993, 1998 y durante el periodo 2014-2017 los valores superaron 0.5, lo que indica que la pesquería se encontraba plenamente explotada; estos años representan aproximadamente el 8% del total. Posteriormente, a partir de 2018, cuando $c/c_{Max} = 1$, la

pesquería permanece en una condición de explotación plena o de posible sobrepesca, representando poco más del 4% del total de los años analizados.

Bajo un enfoque bayesiano de probabilidad, las soluciones correspondientes a la intersección de 0.5 (50%) obtenidas a partir de la suma de las probabilidades de los tres periodos considerados indican un valor cercano a 9,450 t. En contraste, las estimaciones obtenidas a partir del producto de probabilidades alcanzan aproximadamente 11,250 t. Ambas estimaciones pueden considerarse aproximaciones precautorias y se ubican en niveles cercanos al máximo rendimiento sostenible, lo que sugiere un estado de explotación compatible con el aprovechamiento sostenible del recurso. Los riesgos comienzan a incrementarse cuando la probabilidad supera 0.55 (55%), lo cual puede interpretarse como una señal preventiva para la adopción de medidas de manejo. El límite superior de este rango se ubica cerca de 0.75 (75%), umbral a partir del cual el recurso puede considerarse sobrepescado y continuar siendo explotado. En términos de captura, estos valores corresponden aproximadamente a 12,600 t para la solución basada en sumas y a cerca de 13,500 t para la solución basada en productos.

El análisis mediante diagramas de Kobe permite complementar esta interpretación. En la región de color ocre, la mortalidad por pesca supera el nivel asociado al máximo rendimiento sostenible, mientras que la biomasa reproductora se mantiene por encima del nivel de referencia. No obstante, cuando la relación B/B_{MRS} es inferior a aproximadamente 1.5, esta situación puede interpretarse como un estado de biomasa saludable, pero bajo presión de sobrepesca. Por otra parte, en la región roja del diagrama ($F/F_{MRS} > 1$ y $B/B_{MRS} < 1$), la mortalidad por pesca es elevada y la biomasa reproductora asociada al máximo rendimiento sostenible se encuentra por debajo del nivel requerido, lo que indica simultáneamente sobrepesca y una población sobrepescada, condición observada particularmente en el año 2019.

Hasta 2017, en términos generales, la pesquería presentó condiciones compatibles con niveles de sostenibilidad o recuperación, caracterizadas por valores de mortalidad por pesca inferiores a F_{MRS} y biomasa reproductora superior a B_{MRS} . Este periodo representa aproximadamente el 85% de la serie temporal considerada para la pesquería. Bajo un adecuado cumplimiento de las reglas de control y cosecha, estas condiciones podrían favorecer la sostenibilidad del recurso. Sin embargo, en los últimos años de la serie se observan señales de deterioro. En 2018 y 2020 la población presentó indicadores de sobrepesca con continuidad de explotación, mientras que en 2019 la relación entre

mortalidad por pesca y biomasa asociada al máximo rendimiento sostenible indica condiciones de sobreexplotación.

Los datos reportados para 2018, particularmente la magnitud de la captura registrada, podrían no favorecer la estabilidad de la pesquería. No obstante, a nivel del OPO la pesquería podría encontrarse actualmente en una fase de ascenso. Aun así, la probabilidad de superar las 15 mil t, valor máximo observado en la serie, es relativamente baja. En caso de que las capturas disminuyan posteriormente, el sistema podría entrar nuevamente en un escenario de sobrepesca acompañado de explotación continua. El promedio observado en este periodo sugiere que las pesquerías tienden a maximizar sus beneficios económicos, lo que podría constituir un punto de referencia límite para el manejo.

En este contexto, se propone considerar el estado actual como un punto de referencia de riesgo, representado en un nivel de alerta tipo “semáforo amarillo”, aun cuando las condiciones ambientales del OPO pudieran favorecer un aparente incremento en las capturas durante los últimos ocho años. De manera general, si la relación c/c_{Max} se interpreta como un indicador indirecto de mortalidad por pesca, resulta fundamental establecer medidas de manejo relacionadas tanto con el esfuerzo pesquero como con los niveles de captura.

Finalmente, el enfoque adoptado en este estudio permite generar escenarios de evaluación del estatus del recurso, útiles en procesos de auditoría y evaluación por parte de agencias internacionales y en el contexto de la gobernanza pesquera. Este tipo de análisis proporciona a los tomadores de decisiones perspectivas actualizadas para el manejo basado en conocimiento científico. En particular, las tendencias centrales de las capturas constituyen herramientas explicativas valiosas. El principal desafío consiste en asegurar que el recurso se mantenga dentro de escenarios de probabilidad favorables para su conservación y aprovechamiento a mediano y largo plazo.

En términos generales, los indicadores de abundancia utilizados en este estudio permiten generar escenarios de manejo y producir puntos de referencia que pueden emplearse como herramientas heurísticas para la formulación de hipótesis y para orientar estrategias de conservación y manejo sostenible de la pesquería.

Conclusiones

Considerando los indicadores calculados, una prueba de ajuste para distribuciones de probabilidad indica que los datos de captura reportados entre 1950 y 2020, a nivel del OPO,

pueden ser explicados por una distribución normal. En consecuencia, las medidas de tendencia central y dispersión (promedio, mediana, desviación estándar y percentiles) pueden considerarse indicadores estadísticamente robustos para describir el comportamiento de la serie. En términos generales, el promedio de capturas para el periodo completo es de aproximadamente 3,162 t.

Con el propósito de facilitar el ajuste de los modelos de biomasa dinámica, se consideraron las capturas correspondientes al periodo 1979-2020. Durante este intervalo, el promedio de capturas fue de 5,204 t, con una desviación estándar de 3,199 t. El intervalo comprendido entre los percentiles 15 y 85 se ubicó entre 2,034 t y 8,677 t, mientras que el valor correspondiente al percentil 95 fue de 9,988 t. Los valores mínimos y máximos registrados oscilaron entre 299 t y 15,049 t. Todos los valores presentados han sido redondeados para facilitar su interpretación.

Al analizar la serie de capturas de pez espada en tres periodos; 1950-1972, 1973-1998 y 1999-2020, se observa que los promedios fueron de 144 t, 2,820 t y 6,725 t, respectivamente. Estos resultados muestran incrementos significativos entre periodos, con cambios de magnitud superiores a dos órdenes entre el primer y el segundo periodo, así como entre el segundo y el tercero, lo que evidencia una expansión importante del aprovechamiento del recurso a lo largo del tiempo.

La evaluación de las capturas en función de los percentiles (0 a 15%, >15 a 50% y >85%) a nivel del OPO indica que en los años más recientes las capturas se han ubicado por encima del percentil superior (85%). Este patrón sugiere que, en el contexto global de la pesquería, se han registrado niveles elevados de captura en años recientes, lo que podría asociarse con escenarios de sobrepesca e incluso con riesgos de colapso en determinadas condiciones.

Por otra parte, al evaluar las capturas en relación con la captura máxima observada (c/c_{Max}), considerando intervalos de percentiles de 0–0.1, >0.1–0.50 y >0.50 antes y después del máximo de captura, (cuando $c/c_{Max} = 1$) se observa que, desde aproximadamente 2013 hasta años recientes, los valores de la relación c/c_{Max} se han mantenido por encima de 0.5. Este comportamiento sugiere que la pesquería se encuentra en un estado de explotación plena o total aprovechamiento, con probables condiciones de sobrepesca, lo cual se representa en la categoría de alerta (amarillo).

El análisis de probabilidades posteriores, obtenido a partir de la suma de probabilidades de las tres series temporales consideradas (1950-1972, 1973-1998 y 1999-2020), indica una tendencia creciente en los promedios de captura a nivel global. Asimismo,

el indicador derivado de la intersección de las probabilidades posteriores alrededor del 20%, interpretado como una fracción de mortalidad por pesca ($f = 0.20$), puede considerarse como un posible indicador de cosecha y como referencia para el establecimiento de reglas de control.

Por su parte, el análisis de modelos de producción excedente utilizando formulaciones del tipo Pella-Tomlinson (1965) permitió estimar valores de máximo rendimiento sostenible (MRS) bajo un enfoque precautorio, con estimaciones que oscilan entre 10,748 t y 11,303 t para el periodo 1979-2020. En este contexto, los valores de biomasa relativa al nivel asociado al MRS (B/B_{MRS}) presentaron un promedio de 1.71 y una mediana de 1.69, con un intervalo de valores entre 0.99 y 2.28. Por su parte, la mortalidad por pesca relativa al MRS (F/F_{MRS}) mostró un promedio de 0.40 y una mediana de 0.32, con valores que oscilaron entre 0.19 y 1.71.

En conjunto, estos resultados indican que en los años recientes el estatus de la pesquería corresponde a un escenario de sobrepesca. No obstante, una evaluación *sensu stricto* sugiere que el promedio de capturas registrado en la serie 1979-2020, equivalente a 5,204 t, puede considerarse un nivel precautorio. Este valor resulta consistente con los distintos enfoques analíticos aplicados en el presente estudio, incluyendo las estimaciones derivadas de probabilidades posteriores y las interpretaciones obtenidas a partir del diagrama de Kobe.

Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer por su apoyo a la realización del presente trabajo a: Las empresas afiliadas a la Cámara Nacional de la Industria Pesquera y Acuícola-Delegación Baja California que participan en el proyecto de mejora de la pesquería de pez espada del Pacífico mexicano

Las empresas afiliadas a la Federación Nacional de Cámaras de la Industria Palangrera, Artesanal y Afines participantes del proyecto de mejora para la pesquería de grandes pelágicos de Costa Rica.

Referencias

- Arkema, K.K., Abramson, S.C., Dewsbury, M.B. (2006). Marine ecosystem-based management: from characterization to implementation. *Front. Ecol. Environ*, 4, 10: 525-532.
- Caddy, J.F., Agnew, D.J. (2004). An overview of recent global experience with recovery plans for depleted marine resources and suggested guidelines for recovery planning. *Review in Fish Biology and Fisheries*, 14: 43-112.
- Doubleday, W.G. (1976). Environmental fluctuations and fisheries management. *ICNAF Selected Papers*, 1: 141-150.
- Fletcher, R.I. (1978). On the restructuring of the Pella Tomlinson system. *Fish. Bull.*, 76 (3): 515- 521.
- Froese, R. (2004). Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries* 5, 86-91.
- Fox, W.W. (1970). An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. *Trans. Am. Fish. Soc.* 99 (1): 80-88.
- Garcia, S.M., Ye Y., Rice, J., Charles, A., eds. (2018). Rebuilding of marine fisheries. Part 1: Global review. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 630/1*. Rome, FAO. 294 pp.
- Garrod, D.J. (1969). Empirical assessments of catch effort relationship in the North Atlantic cod stocks. *Res. Bull. ICNAF*, 6: 26-34.
- Graham, M. (1935). Modern theory of exploiting a fishery and application to North Sea trawling. *J. Cons. Explor. Mer*, 10: 264-274.
- Gulland, J.A. 1969. Manual of methods for fish stock assessment. Part 1: Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.*, 4: 154 pp.
- Haddon, M. (2011). Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC USA, 406 pp.
- Hanski, I. (1999). *Metapopulation ecology*. Oxford University Press, New York, USA.
- Hanski, I., Simberloff, D. (1997). The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. En *Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution* (eds. Hanski, I., Gilpin, M.), pp. 5-26, Academic Press, San Diego, USA.
- Hilborn, R., Stokes K. (2010). Defining overfished stocks: have we lost the plot? *Fisheries* 35(3): 113-120.

- Hilborn, R., Walters C.J. (1992). Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York. 570 pp.
- Kronlund, A.R. Forrest, R.E., Cleary, J.S., Grinnell, M.H. (2018). The Selection and Role of Limit Reference Points for Pacific Herring (*Clupea pallasii*) in British Columbia, Canada. Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) Research Document 2018/009, Affiliation: Fisheries and Oceans Canada.
- Laevastu, T., H.A. Larkins. (1981). Marine fisheries ecosystems, its simulation and managment. Fishing News Book Ltd, Farnham, Surrey, England: 162 pp.
- Loucks, R.H., W.H. Sutcliffe. (1978). A simple fish population model including environmental influence, for two western Atlantic shelf stocks. J. Fish. Res. Board Can., 35 (3): 279-285.
- Ludwig, D., C.J. Walters. (1985). Are Age-Structured Models Appropriate for Catch-Effort Data? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 42, No. 6. 1066-1072 pp. <https://doi.org/10.1139/f85-132>.
- Lyman, O.R., Longnecker, M. (2001). An introduction to statistical methods and data analysis. Duxbury Press, 1231 pp.
- Madrid-Vera, J., Amezcua, F., Morales-Bojorquez, E. (2007). An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. Fisheries Research 83 (2007) 81-89.
- Madrid-Vera J., Girbau, V. E., Aguirre-Villaseñor, H. (2010). Assessment of the temporal changes in the fauna of the trawl catch from the mouth of Rio Baluarte in the southeastern Gulf of California, Mexico. Marine Ecology Progress Series.
- Montgomery, C. D. (1991). Design and analysis of experiments. John Wiley and Sons, Eighth Edition, 757 pp.
- Nelson, W.R., M.C. Ingham, W.E. Shaff. (1977). Larval transport and year-class strength of atlantic menhaden, Brevoortia tyrannus. Fish Bull. (U.S.), 75 (1): 23-41.
- Parrish, R.H., Mac Call. (1978). Climatic variation and exploitation in the pacific mackerel fishery. Fish. Bull., 167: 110 pp.
- Pella, J.J. y P.K. Tomlinson. (1969). A generalized stock production model. IATTC Bull., 13 (3): 419-496.
- Polacheck, T. (1988). Analysis of the relationship between the distribution of searching effort, tuna catches and dolphin sightings with individual purse seine cruises. Fish. Bull. 86(3): 351-366.

- Punt, A. E., Hilborn R. (1996). Biomass dynamic models. User's Manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 10. Roma. 62 pp.
- Qing-Qiang, R., Liu M. (2020). Assessing Northwest Pacific Fishery Stocks Using Two New Methods: The Monte Carlo Catch-MSY (CMSY) and the Bayesian Schaefer Model (BSM). *Front. Mar. Sci.*, 07 July 2020.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00430>
- Quinn, J.T., Deriso, B.R. (1999). Quantitative fish dynamics. Oxford University Press, 542 p.
- Quinn, G. Keough M. (2002). Experimental Design and Data Analysis for Biologists Cambridge University Press 557 pp.
- Restrepo, V.R., Thompson, G.G., Mace, P.M., Gabriel, W.L., Low, L.L., MacCall, A.D., Methot R.D., Powers, J.E., Taylor, B.L., Wade, P.R., Witzig, J.F. (1998). Technical guidance on the use of precautionary approaches to implementing national standard 1 of the Magnuson Stevens Fishery Conservation and Management Act. NOAA Tech. Memo NMFS-F/SPO-31.
- Ricker, W.E. (1954). Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 11(5): 559–623.
- Rivard, D., L.J. Bledso. (1978). Parameter estimation for the Pella-Tomlinson stock production model under non equilibrium conditions. *Fish. Bull. U.S.*, 76 (3): 523-534.
- Rosenberg, A.A., Fogarty, M.J., Cooper, A.B., Dickey-Collas, M., Fulton, E.A., Gutiérrez, N.L., Hyde, K.J.W. (2014). Developing new approaches to global stock status assessment and fishery production potential of the seas. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular*, 1086: 175.
- Sainsbury, K. (2008). Best Practice Reference Points for Australian Fisheries. Australian Fisheries Management Authority Report R2001/0999
- Schaefer, M.B. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. IATTC*, 1 (2): 27-56.
- Schaefer, M.B. (1957). A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. IATTC*, 1 (2): 245- 285.
- Schnute, J. (1977). Improved estimates from Schaefer production model: theoretical considerations. *J. Fish. Res. Board Can.*, 34: 583-603.
- Uhler, R.S. (1980). Least squares regression estimates of the Schaefer production model: some Monte Carlo simulation results. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 1284-1292.

- Walter, G.G. (1973). Delay differential equation models for fisheries. J. Fish. Res. Board Can., 30: 939-945.
- Walter, G.G. (1975). Nonequilibrium regulation of fisheries. ICNAF Res. Doc., 75/IX/131.
- Walter, G.G. (1986). A robust approach to equilibrium yield curves. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43: 1232.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., (2009). Rebuilding global fisheries. Science, 325(5940): 578-585.
doi:10.1126/science.1173146. <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/325/5940/578>

Doi.

Artículo de investigación

Desarrollo de una herramienta web interactiva para la selección informada de aplicaciones de control parental

Developing an Interactive Web Tool for Informed Parental Control App Selection

Samantha Baudelia Espinosa Mendoza: ID. 0009-0000-6895-5047

22446124@uagro.mx

Eugenio Aviluz Ramírez. ID. 0009-0006-0949-5152

13044@uagro.mx

Erika Zubillaga Guerrero* ID. 0000-0003-4171-5072

eguerrero@uagro.mx

Facultad de Matemáticas No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, Jaime Torres Bodet 30, Nuevo Horizonte, 40664, Ciudad Altamirano, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia eguerrero@uagro.mx

ROR: <https://ror.org/054tbkd46>

Enviado: 17/02/2026

Revisado: 23/06/2026

Aprobado: 23/07/2026

Publicado:30/07/2026

Resumen

Los ciberdelitos infantiles afectan al 22% de menores en México, con incremento de pedofilia en línea del 10% en 2018 al 56% en 2020. Esta propuesta presenta una herramienta web interactiva desarrollada para facilitar la selección informada de aplicaciones de control parental. El proyecto se fundamenta en un análisis comparativo previo de 20 aplicaciones evaluadas bajo criterios de funcionalidad, costo, seguridad y reputación. La herramienta implementada incluye sistema de encuesta interactiva con recomendaciones personalizadas, ranking dinámico de aplicaciones

basado en coincidencias, tabla comparativa completa de 10 características clave, y enlaces directos de descarga. La metodología empleada fue el desarrollo web utilizando HTML5, CSS3 y JavaScript con asistencia de GitHub Copilot integrado en el entorno de desarrollo para facilitar la actualización continua del código y la información. Como resultado se obtuvo una plataforma funcional, responsiva y accesible que democratiza el acceso a información especializada con capacidad de mantenimiento eficiente mediante herramientas de desarrollo asistido por inteligencia artificial. La herramienta representa la materialización práctica de investigación académica rigurosa en una solución accesible y gratuita para padres y cuidadores, con arquitectura de código que facilita actualizaciones periódicas de la base de datos de aplicaciones.

Palabras clave: ciberdelitos infantiles, control parental, aplicaciones móviles, ciberseguridad, herramienta web.

Abstract

Child cybercrimes affect 22% of minors in Mexico, with online pedophilia increasing from 10% in 2018 to 56% in 2020. This proposal presents an interactive web tool developed to facilitate informed selection of parental control applications. The project is based on a previous comparative analysis of 20 applications evaluated under functionality, cost, security, and reputation criteria. The implemented tool includes an interactive survey system with personalized recommendations, dynamic application ranking based on matches, complete comparative table of 10 key features, and direct download links. The methodology employed was web development using HTML5, CSS3, and JavaScript with GitHub Copilot assistance integrated in the development environment to facilitate continuous code and information updates. As a result, a functional, responsive, and accessible platform was obtained that democratizes access to specialized information with efficient maintenance capability through AI-assisted development tools. The tool represents the practical materialization of rigorous academic research into an accessible and free solution for parents and caregivers, with code architecture that facilitates periodic updates of the applications database.

Keywords: child cybercrimes, parental control, mobile applications, cybersecurity, web tool.

1.INTRODUCCIÓN

Los ciberdelitos contra menores representan un problema cada vez más grave. En México, el 22% de los niños ha sido víctima de algún delito cibernético (Pansza, 2024), y las denuncias por pedofilia en internet pasaron del 10% en 2018 al 56% en 2020 (Ramos, 2023). Además, uno de cada cuatro adolescentes entre 12 y 17 años ha sufrido ciberacoso (Red por los Derechos de la Infancia en México, 2025). Estos datos evidencian una crisis de seguridad digital infantil que requiere una intervención institucional y social urgente.

En un mundo hiperconectado y digitalizado que es clave para el desarrollo social y educativo, prohibir a los menores de edad el uso de internet no es una opción realista, sobre todo cuando su exposición a las pantallas se ha intensificado y desde edades muy tempranas se tiene acceso a los teléfonos inteligentes y pasan cada vez más tiempo conectados a través de estos dispositivos (Armakolas et al., 2025; Consuegra de Sucre, 2023; Muñoz-Carril et al., 2023). Por lo tanto, es importante que las niñas, niños y adolescentes desarrollen progresivamente competencias digitales para hacer frente a los desafíos del entorno tecnológico actual.

El control parental cobra relevancia en la supervisión y regulación que ejercen los adultos sobre las interacciones y contenidos a los que acceden los menores en internet con la finalidad de garantizar un entorno digital seguro y saludable (Delgado-Zambrano, 2023; Moreno-Carmona et al., 2021). Al respecto, Casillas Campos (2025) señala que el control parental se caracteriza por una *mediación restrictiva* que se manifiesta a través de la regulación del acceso a internet, la monitorización de la actividad del menor en la red, así como el uso de software específicos para dicho seguimiento.

Aunque el control parental se considera un factor protector frente a los riesgos digitales, muchos padres no lo utilizan de forma habitual, a pesar de que se ha evidenciado que una percepción de guía constante ayuda a los adolescentes a interiorizar los límites y criterios propuestos por sus padres, fomentando además un sentimiento de respaldo y cercanía emocional en la relación familiar (Villanueva-Blasco y Serrano-Bernal, 2019). Por su parte, Gnanasekaran y De Moor (2025) mostraron que el uso de herramientas de control parental impacta de manera positiva en la reducción de riesgos en línea (exposición a contenido inapropiado o ciberacoso), la protección del bienestar digital mediante la limitación del tiempo de pantalla y la disminución de conflictos familiares sobre el uso de dispositivos, principalmente cuando este tipo de supervisión se realiza en una edad temprana, cuando no se cuenta con la madurez cognitiva y la autorregulación

necesarias para gestionar los peligros de la red, mientras que estas herramientas pierden utilidad y pueden obstaculizar el desarrollo digital en los adolescentes, incluso su uso puede dañar la confianza en la relación familiar.

En relación con lo expuesto en líneas anteriores, la literatura sobre mediación y control parental (Casillas Campos, 2025; Gnanasekaran y De Moor, 2025; Ministerio de Juventud e Infancia, s.f.) concuerdan que, en lugar de utilizar la tecnología como una barrera silenciosa de vigilancia, los padres y cuidadores deben complementar las herramientas de control parental con estrategias de *mediación activa* (Moreno-Carmona et al., 2021), con la finalidad de comprender mejor los hábitos de navegación de los menores y emplear esa información como un puente para construir un diálogo abierto, constructivo y continuo con ellos.

Por otra parte, la elección de una herramienta de control parental para dispositivos digitales confiable y funcional que cubra las necesidades de los usuarios resulta problemática y pocas investigaciones se han centrado en evaluar su eficacia (Rojas et al., 2024). Específicamente, las apps de control parental son herramientas populares en el mercado móvil, diseñadas con el propósito de proteger a los menores en internet (Norton, s.f.; Qustodio, s.f.).

A pesar de una amplia disponibilidad, los padres y cuidadores suelen enfrentarse a la falta de información clara y actualizada para elegir la aplicación de control parental correcta para su familia, una tarea que se complica porque estas apps cambian constantemente sus funciones y precios, y cualquier comparación se vuelve rápidamente obsoleta. Aunado al desafío informativo, se han documentado fallos de seguridad y privacidad en las propias aplicaciones (Ali et al., 2020; Gnanasekaran y De Moor, 2025; Pangrazio, 2021).

En relación con la necesidad de proporcionar información objetiva sobre las herramientas de control parental disponibles, Autores (2026) realizaron un análisis comparativo de 20 aplicaciones seleccionadas en función de su popularidad, valoraciones positivas en el mercado, reseñas de usuarios y comparativas tecnológicas orientadas en la seguridad infantil en línea. Para evaluar dichas aplicaciones se establecieron cuatro criterios: funcionalidad, costo, seguridad y reputación. Para el análisis comparativo se seleccionaron diez características con base en las funcionalidades que ofrecen este tipo de aplicaciones: restricción de pantalla, geolocalización, monitoreo de redes sociales, historial de navegación, bloqueo de apps, filtrado de contenido web, supervisión de llamadas y mensajes, informes de actividad, gestión de tiempo en pantalla y control remoto.

Los resultados de Autores (2026) evidenciaron que las aplicaciones que integran al menos nueve características son más efectivas, tal fue el caso de *FamiSafe* y *Kaspersky Safe Kids*, mientras que las opciones gratuitas con cinco características funcionan bien para supervisión básica. También se observó que una mayor protección tiene como costo la privacidad y autonomía infantil, por lo que la selección óptima depende del presupuesto y nivel de supervisión requerido por los usuarios. En consonancia con estos hallazgos, el estudio de Rojas et al. (2024) demostró que ninguna de las aplicaciones de control parental recomendadas por los Proveedores de Servicios de Internet (ISPs) en Chile es completamente confiable y expone una fuerte contradicción entre la percepción de los usuarios y la efectividad real de estas herramientas.

Hallazgos como los mencionados anteriormente son de utilidad para los usuarios interesados en la adquisición de herramientas de control parental, sin embargo, debido a que se encuentran en un formato académico, resulta difícil de entender para padres y cuidadores sin conocimientos técnicos de tecnologías. Asimismo, mantener actualizada esta información es complicado porque las apps cambian constantemente.

Para contribuir a esta problemática, en esta investigación se planteó como objetivo diseñar e implementar una herramienta web interactiva que facilite a padres y cuidadores la selección informada de aplicaciones de control parental, contribuyendo a la prevención de ciberdelitos infantiles mediante la democratización del acceso a información especializada, objetiva y mantenible a través de arquitectura de código optimizada con herramientas de desarrollo asistido por inteligencia artificial (IA).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La implementación de la plataforma interactiva se basa en un marco metodológico que prioriza la democratización de la información especializada. Esta sección desglosa el *diseño del proyecto*, los *materiales* utilizados y la *metodología de desarrollo*, destacando el uso de las herramientas asistidas por IA para la creación de una arquitectura robusta orientada a la protección de menores en el entorno digital.

2.1 Diseño del proyecto

Se desarrolló una aplicación web interactiva utilizando tecnologías estándar (HTML5, CSS3 y JavaScript) que garantizan compatibilidad universal y accesibilidad sin barreras técnicas ni económicas. El proyecto transformó los hallazgos del análisis comparativo realizado por Autores (2026) presentados en un formato académico en una interfaz funcional y amigable, incorporando prácticas de desarrollo eficiente mediante GitHub Copilot integrado en Sublime Text para facilitar el mantenimiento y actualización del código. La decisión de utilizar herramientas de desarrollo asistido por IA responde a la necesidad práctica de facilitar actualizaciones periódicas de la base de datos de aplicaciones sin requerir reprogramación extensiva, constituyendo una estrategia de desarrollo sostenible a largo plazo.

2.2 Materiales

Los recursos tecnológicos empleados incluyeron lenguajes de programación HTML5, CSS3 y JavaScript, utilizando el editor de código Sublime Text para el desarrollo. Las pruebas de funcionalidad se realizaron en los navegadores Chrome, Firefox, Safari y Edge para garantizar compatibilidad multiplataforma. Se utilizó GitHub Copilot integrado en el entorno de desarrollo para asistir en la escritura de código, sugerir optimizaciones y facilitar la implementación de funcionalidades, acelerando el proceso de desarrollo y mejorando la calidad del código mediante sugerencias basadas en IA.

De acuerdo con lo anterior, la base de datos de aplicaciones incluidas abarca el espectro completo del mercado de control parental, desde opciones premium con funcionalidad extensiva hasta alternativas gratuitas con capacidades básicas con la finalidad de garantizar que los usuarios con diferentes presupuestos, necesidades técnicas y filosofías de supervisión encuentren opciones apropiadas.

Los recursos de información comprendieron la base de datos del análisis comparativo de 20 aplicaciones evaluadas por la IA, documentación oficial de cada aplicación, estadísticas de ciberdelitos infantiles y literatura académica sobre ciberseguridad. Esta información fue estructurada en formato JSON para facilitar su procesamiento y actualización mediante edición asistida por las herramientas de desarrollo inteligente implementadas.

2.3 Metodología de desarrollo

El desarrollo siguió una metodología estructurada en cuatro fases que garantizaron la construcción sistemática de cada componente del sistema. En la Fase 1 de *diseño de arquitectura de información* se definió la estructura de contenidos basada en los hallazgos de un estudio previo (Autores, 2026), identificando cuatro componentes principales: sistema de encuesta, algoritmo de recomendación, ranking dinámico y tabla comparativa. La arquitectura fue diseñada considerando facilidad de mantenimiento futuro, utilizando estructura modular de código que permite actualizaciones eficientes de la base de datos.

En la Fase 2 de *implementación de funcionalidades* se desarrolló el sistema de encuesta interactiva mediante formulario HTML5 con validación JavaScript que captura edad del menor y las 10 características deseadas (restricción de pantalla, geolocalización, monitoreo de redes sociales, historial de navegación, bloqueo de aplicaciones, filtrado de contenido web, supervisión de llamadas y mensajes, informes de actividad, gestión de tiempo de pantalla y control remoto). Se programó el algoritmo de coincidencias en JavaScript que compara la selección del usuario con la base de datos de aplicaciones que genera y actualiza la IA instantáneamente en cada consulta realizada, calculando el nivel de coincidencia para cada opción evaluada.

El sistema de ranking ordena dinámicamente las aplicaciones según el número de coincidencias, mientras que la tabla comparativa visualiza matricialmente las 10 características evaluadas para cada una de las 20 aplicaciones. Durante esta fase se utilizó GitHub Copilot integrado en Sublime Text para asistir en la escritura de código JavaScript, generando sugerencias de optimización de algoritmos y ayudando a implementar validaciones de formulario de manera eficiente. Esta asistencia de IA en el desarrollo aceleró significativamente el proceso de programación y mejoró la calidad del código mediante sugerencias basadas en mejores prácticas de desarrollo web.

En la Fase 3 de *diseño de interfaz y optimización* se implementó un diseño responsivo mediante CSS3, asegurando usabilidad en dispositivos móviles, tablets y computadoras. Se optimizó el rendimiento para tiempos de carga menores a tres segundos, aplicando técnicas de modificación de código y compresión de recursos. El diseño visual prioriza claridad y accesibilidad, eliminando elementos distractores que pudieran dificultar la experiencia del usuario no especializado. La base de datos de aplicaciones fue estructurada en un archivo JSON propio del código del proyecto, sin necesidad de un servidor externo ni de una instalación aparte, lo cual facilita ediciones futuras, permitiendo que actualizaciones periódicas de información sobre nuevas

características o cambios en aplicaciones puedan realizarse mediante modificación directa del archivo de datos con asistencia de las herramientas de desarrollo inteligente disponibles.

En la Fase 4 de *validación funcional*, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a usuarios potenciales (padres y cuidadores) para evaluar la funcionalidad, usabilidad y utilidad percibida de la herramienta web.

3. RESULTADOS

En esta sección se presentan y describen las características de la herramienta web "Recomendador de Apps de Control Parental", así como la valoración de usabilidad, adaptabilidad y satisfacción general de la plataforma.

3.1 Interfaz principal

Como se muestra en la Figura 1, la página presenta un diseño limpio y profesional con encabezado azul que incluye el título del sistema y descripción breve de su funcionalidad. El diseño prioriza la claridad y facilidad de navegación, eliminando elementos distractores que pudieran dificultar la experiencia del usuario. La interfaz utiliza una paleta de colores contrastantes que aseguran legibilidad adecuada para usuarios con diferentes capacidades visuales, cumpliendo estándares de accesibilidad web WCAG 2.1.

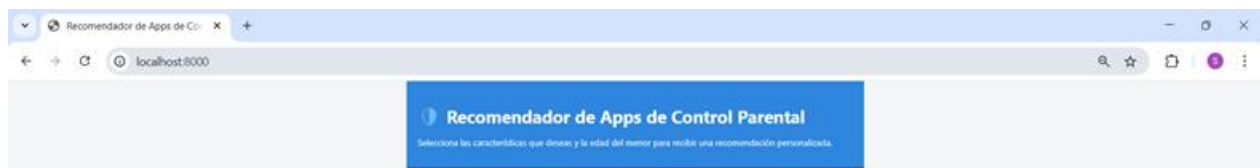


Figura 1. Encabezado principal de la herramienta web "Recomendador de Apps de Control Parental"

El diseño fue implementado mediante código HTML5 y CSS3 estructurado de manera clara, facilitando futuras modificaciones y actualizaciones del contenido mediante asistencia de GitHub Copilot para sugerencias de optimización de código.

3.2 Sistema de encuesta interactiva

En la Figura 2 se ilustra el componente central, un formulario estructurado que solicita dos tipos de información al usuario. El primer elemento consiste en un campo de edad del menor implementado mediante input numérico con validación automática que restringe el rango permitido entre 0 y 18 años, garantizando coherencia de los datos capturados.

Edad del niño:

Selecciona las características deseadas:

☒ Geolocalización	☒ Bloqueo De Apps
☐ Informes De Actividad	☒ Restricción De Pantalla
☒ Monitoreo De Redes Sociales	☐ Historial De Navegación
☐ Filtrado De Contenido Web	☐ Supervisión De Llamadas Y Mensajes
☐ Gestión De Tiempo De Pantalla	☐ Control Remoto

Figura 2. Formulario de encuesta interactiva para personalización de recomendaciones

El segundo elemento presenta la selección de características deseadas mediante un sistema de 10 checkboxes organizados en dos columnas para facilitar la lectura y reducir el desplazamiento vertical. La columna izquierda incluye restricción de pantalla, monitoreo de redes sociales, bloqueo de aplicaciones, supervisión de llamadas y mensajes, y gestión de tiempo de pantalla. La columna derecha presenta geolocalización, historial de navegación, filtrado de contenido web, informes de actividad y control remoto (Figura 2).

Cada característica se presenta mediante checkbox con descripción clara de su funcionalidad en lenguaje no técnico, permitiendo que usuarios sin formación especializada comprendan las implicaciones de cada opción. El usuario puede seleccionar tantas características como considere necesarias según sus necesidades específicas de supervisión, sin límite mínimo ni máximo de selección. Finalmente, al presionar el botón "Recomendar App", el sistema ejecuta inmediatamente el procesamiento sin recargar la página, utilizando técnicas de JavaScript asíncrono que mantienen la fluidez de la interfaz.

3.3 Ranking dinámico de aplicaciones

Una vez procesada la encuesta, el sistema despliega un ranking personalizado que presenta las aplicaciones ordenadas según el nivel de coincidencia con las necesidades expresadas por el usuario. Para el caso de la aplicación con mayor coincidencias de búsqueda por el usuario o mejor ranking, se muestra una tarjeta que contiene el nombre de la aplicación, la edad recomendada para uso óptimo, el número exacto de características coincidentes con la selección del usuario, las ventajas, las desventajas o limitaciones reconocidas objetivamente, y un enlace directo de descarga que redirige a la página oficial verificada de cada aplicación (Figura 3).

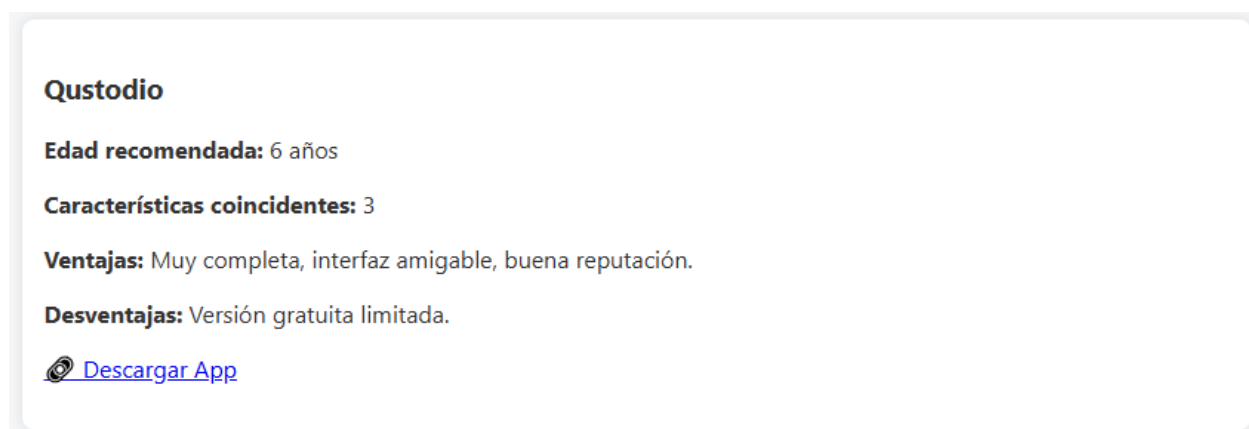


Figura 3. Ejemplo de aplicación con mejor ranking dinámico

La transparencia informativa constituye una fortaleza fundamental de este componente, ya que se presentan tanto aspectos positivos como negativos de la aplicación que sale con mayor ranking, sin sesgo comercial. Esta honestidad informativa contrasta significativamente con sitios web comerciales que frecuentemente ocultan las desventajas para promover aplicaciones específicas mediante acuerdos de afiliación. El ranking dinámico alimentado por búsquedas en tiempo real en la plataforma, utiliza IA a través de un PROMPT para procesar los datos y mostrar las aplicaciones más relevantes, empodera al usuario para tomar decisiones verdaderamente informadas basadas en una evaluación objetiva fundamentada en investigación académica rigurosa.

3.4 Sistema de presentación jerárquica: Top 3 y otras recomendaciones

El sistema presenta los resultados en dos secciones organizadas jerárquicamente que facilitan la toma de decisiones progresivas. La primera sección destaca las tres aplicaciones con mayor número de coincidencias con las características seleccionadas por el usuario, permitiendo identificar

rápidamente las opciones más adecuadas. Esta priorización reconoce que los usuarios enfrentan sobrecarga de información cuando se presentan simultáneamente 20 opciones, optimizando la experiencia mediante filtrado inteligente que destaca las alternativas más relevantes.

El Top 3 se presenta en una ventana en formato de tabla comparativa que incluye 12 columnas representando las 10 características evaluadas (restricción de pantalla, geolocalización, monitoreo de redes sociales, historial de navegación, bloqueo de aplicaciones, filtrado de contenido web, supervisión de llamadas y mensajes, informes de actividad, gestión de tiempo de pantalla, control remoto), adicionalmente una columna de “coincidencias” totales y otra columna de enlace de descarga. El sistema de indicadores visuales utiliza una marca verde para indicar que la aplicación cuenta con la característica específica, mientras que los espacios vacíos señalan ausencia de dicha funcionalidad. El número de coincidencias muestra cuántas características seleccionadas por el usuario están presentes en cada aplicación, ordenando las tres primeras posiciones de mayor a menor relevancia. El enlace "Descargar" funciona como botón directo que redirige a la página oficial de descarga, eliminando pasos intermedios innecesarios (Figura 4).

Recomendador de Apps de Control Parental

Selecciona las características que deseas y la edad del menor para recibir una recomendación personalizada.

Edad del niño:

Selecciona las características deseadas:

☒ Geolocalización	☒ Bloqueo De Apps
☐ Informes De Actividad	☒ Restricción De Pantalla
☒ Monitoreo De Redes Sociales	☐ Historial De Navegación
☐ Filtrado De Contenido Web	☐ Supervisión De Llamadas Y Mensajes
☐ Gestión De Tiempo De Pantalla	☐ Control Remoto

[Generar recomendación](#)



Figura 4. Top 3 recomendaciones ordenadas por número de coincidencias con características seleccionadas

En la Figura 4, la columna de coincidencias resulta importante, ya que ordena las aplicaciones según relevancia personalizada para la búsqueda específica del usuario. En escenarios típicos de uso, la primera posición presenta el mayor número de coincidencias, seguida por la segunda y la tercera posición con cantidades decrecientes, pero aún significativas de características coincidentes. Esta gradación permite al usuario evaluar trade-offs entre aplicaciones que satisfacen sus necesidades principales versus aquellas que incluyen funcionalidades adicionales potencialmente valiosas.

El botón "Ver más recomendaciones" (Figura 4) permite acceder a la sección de “Otras recomendaciones” mostrando opciones adicionales que, aunque presentan un menor número de coincidencias con las preferencias expresadas, podrían resultar apropiadas según otras consideraciones del usuario como presupuesto específico, compatibilidad con dispositivos particulares, preferencias de marca o recomendaciones de terceros. Esta funcionalidad expandible mantiene una simplicidad inicial mientras preserva acceso completo a toda la base de datos para los usuarios que desean exploración más exhaustiva.

La sección de “Otras Recomendaciones” despliega una tabla expandida que incluye las aplicaciones restantes de la base de datos presentadas en el mismo formato de tabla comparativa (Figura 5). Esta sección asegura transparencia total sobre las opciones existentes en el mercado sin ocultar alternativas que podrían resultar valiosas para las necesidades específicas no capturadas completamente por el sistema de encuesta.

App	Restricción De Pantalla	Geolocalización	Monitoreo De Redes Sociales	Historial De Navegación	Bloqueo De Apps	Filtrado De Contenido Web	Supervisión De Llamadas Y Mensajes	Informes De Actividad	Gestión De Tiempo De Pantalla	Control Remoto	Coincidencias	Link
Bark			✓								1	Descargar
Kaspersky Safe Kids		✓									1	Descargar
Net Nanny					✓						1	Descargar
OurPact		✓									1	Descargar
Kidslox					✓						1	Descargar
FamilyTime		✓									1	Descargar
Kurupira Web Filter					✓						1	Descargar
Safe Lagoon		✓									1	Descargar
Msafely			✓								1	Descargar
mSpy			✓								1	Descargar
Screen Time											0	Descargar
Circle Home Plus											0	Descargar
OpenDNS Family Shield											0	Descargar
Covenant Eyes											0	Descargar
Boystown											0	Descargar
Google Gmail for Kids											0	Descargar
Norton Family											0	Descargar

Figura 5. Tabla expandida "Otras recomendaciones" con aplicaciones adicionales ordenadas por coincidencias

La organización jerárquica facilita la navegación progresiva donde el usuario puede tomar una decisión rápida basándose en las tres mejores opciones personalizadas, o explorar alternativas adicionales si las principales no satisfacen completamente sus requerimientos. Este diseño de experiencia de usuario reconoce patrones cognitivos humanos priorizando la presentación gradual de la información frente a la sobrecarga de opciones.

3.5 Validación funcional

Para la valoración de la herramienta propuesta, se eligió una muestra de 91 participantes (madres, padres de familia, cuidadores y tutores) residentes de la República Mexicana, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. La recolección de los datos se llevó a cabo en dos etapas: en primer lugar, se aplicó una prueba de usabilidad inicial donde los participantes interactuaron con la herramienta por primera vez; posteriormente, se administró un cuestionario conformado por 11 preguntas enfocadas en evaluar las siguientes dimensiones: grado de satisfacción de haber usado la plataforma, qué tan útil y fácil de usar fue la plataforma, si el tiempo que le tomó recibir la recomendación o filtrado de aplicaciones fue el esperado, si la plataforma interactiva le permitió comparar las aplicaciones de manera ágil, si con la información obtenida podía tomar una decisión más informada para proteger los menores a su cargo, qué tan sencillo es encontrar la información relevante al abrir la plataforma, si la plataforma le ahorró tiempo en comparación con buscar esta información por su cuenta en internet, si cualquier persona sin importar el grado de estudios puede usar esta plataforma, la adaptabilidad de la plataforma en su dispositivo (móvil, tableta o computadora), si la plataforma ha cumplido con las expectativas que tenía cuando comenzó a utilizarla y finalmente la probabilidad de recomendar esta plataforma a otros padres, tutores o familiares.

En cuanto al grado de satisfacción con el uso de la plataforma, el 84.62% de los participantes indicó que esta se ajusta y satisface sus necesidades; un 13.19% señaló que lo hace de manera parcial, mientras que solo el 1.10% expresó insatisfacción.

Respecto a la utilidad y facilidad de uso, el 87.91% calificó la herramienta como muy útil y fácil de manejar. En contraste, el 9.89% la consideró poco fácil o útil, mientras que el 1.10% restante la evaluó como desfavorable en ambos aspectos.

En relación con la percepción del tiempo que tomó recibir la recomendación o filtrado de aplicaciones, el 68.13% de los encuestados indicó que el proceso fue más rápido de lo esperado, el 28.57% lo calificó como adecuado o aceptable, y únicamente un 2.20% lo percibió como demasiado lento.

Respecto a la comparación de las aplicaciones, el 91.21% aseveró que la plataforma permitió realizar este procedimiento de manera ágil y fluida. En contraste, el 6.59% sostuvo que no facilitó dicha agilidad, mientras que un 1.10% la calificó como medianamente ágil.

Al evaluar el impacto de la información obtenida para la toma de decisiones orientadas a la protección de menores, el 80.22% afirmó que esta le brindó claridad respecto a sus necesidades. Un 14.29% reportó mantener algunas dudas sobre el tema y el 4.40% indicó que no contribuyó a tomar una decisión más informada.

En cuanto a la simplicidad para encontrar la información relevante al ingresar a la plataforma, el 85.71% la consideró muy sencilla, el 12.09% la percibió poco sencilla y el 1.10% afirmó que no resultó sencilla.

Asimismo, al indagar si la plataforma les ahorró tiempo en comparación con realizar la búsqueda de manera independiente en internet, el 85.71% afirmó que el ahorro de tiempo fue significativo. Por su parte, el 12.09% reportó un ahorro moderado y solo el 1.10% consideró que requirió el mismo tiempo.

Adicionalmente, el 90.11% de los participantes aseveró que la plataforma es accesible para cualquier persona, independientemente del grado de estudios, frente al 8.79% que opinó lo contrario. En términos de adaptabilidad técnica según el dispositivo empleado (móvil, tableta o computadora), el 83.52% evaluó el comportamiento como óptimo, el 13.19% como regular y un 1.10% manifestó una adaptabilidad deficiente.

Finalmente, en lo referente al cumplimiento de expectativas iniciales, el 84.62% señaló que la herramienta cumplió con lo esperado, el 13.19% reportó un cumplimiento parcial y el 2.20% consideró que no las satisfizo. Esta valoración se refleja en la intención de recomendación, ya que el 93.41% afirmó que recomendaría la plataforma a otros padres, tutores o familiares, mientras que el 4.40% la consideró poco recomendable y un 1.10% no la recomendaría.

En la Figura 6 se presentan los resultados de la evaluación de la plataforma, donde el eje vertical muestra las 11 dimensiones valoradas, mientras que los porcentajes se visualizan en el eje horizontal. Como evidencian los resultados anteriormente descritos, se obtuvieron valoraciones

altamente

positivas.

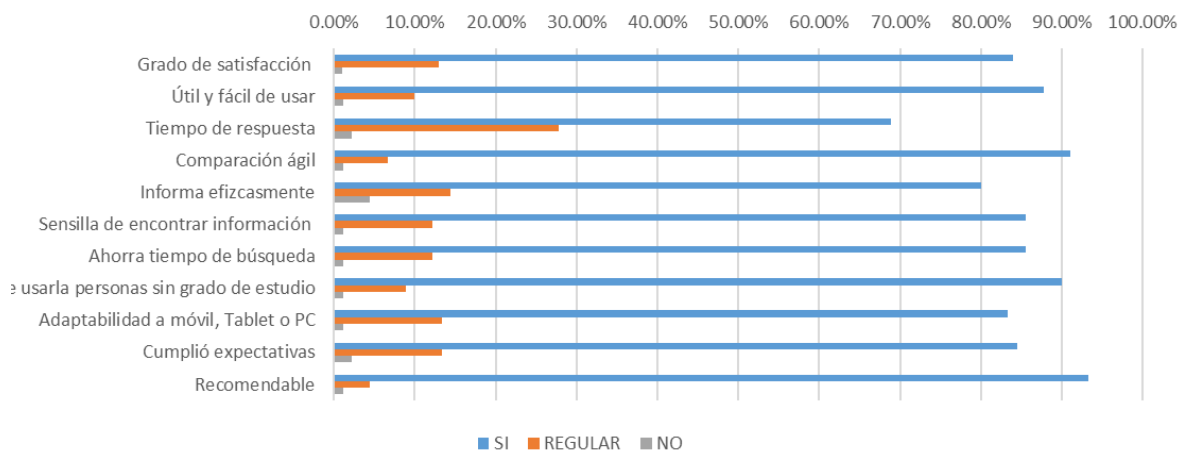


Figura 6. Distribución porcentual de respuestas sobre usabilidad, adaptabilidad y satisfacción general de la herramienta web

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La herramienta presentada en este trabajo es el producto de una investigación previa sobre cibercrimitos infantiles llevada a cabo por Autores (2026), y la preocupación para contribuir en la disminución de estos, con una propuesta tecnológica, innovadora, fácil de usar, apoyándose en el uso de la Inteligencia Artificial (IA) para que cada búsqueda sea al instante y así presentar resultados actualizados de las mejores herramientas en el mercado que pueden adecuarse a cada caso en particular, dependiendo de las necesidades de los padres y cuidadores.

Como sugieren diversas investigaciones (Casillas Campos, 2025; Gnanasekaran y De Moor, 2025; Ministerio de Juventud e Infancia, s.f.; Moreno-Carmona et al., 2021; Muñoz-Carril et al., 2023), los mecanismos que emplean los padres y cuidadores para salvaguardar la integridad física y psicológica de los menores en internet es fundamental, y más allá del simple control o prohibición, se sugiere un acompañamiento activo del menor con miras a promover gradualmente su autonomía y desarrollo personal mientras aprende a desenvolverse en el entorno digital actual.

Alineado con lo anterior, Muñoz-Carril et al. (2023) evidenciaron que padres y madres con mayor nivel de estudios tienden a aplicar una mayor variedad de medidas de mediación y control parental, y que cuando los padres se sienten más seguros y capaces al usar la tecnología, tienden a

involucrarse más en orientar a sus hijos, aplicando mayor supervisión y control sobre el uso de sus dispositivos. Asimismo, un nivel socioeconómico más bajo se relaciona con un menor uso de medidas de control parental en los entornos digitales de los menores.

En atención a los desafíos antes mencionados, la herramienta propuesta cumple con la característica de ser gratuita, amigable y con capacidad de mantenimiento eficiente mediante herramientas de desarrollo asistido por IA. Dicha propuesta fue elaborada con fines académicos, de divulgación y que permita generar cultura digital en los padres, por lo tanto una de sus ventajas a considerar sobre otras herramientas comerciales en su tipo, es que no tiene favoritismos sobre ninguna de las aplicaciones presentadas, de esta forma se muestran ventajas y desventajas de cada una de las que mejor cumplen con sus necesidades y son los propios padres, quienes toman la decisión con base en la información presentada, qué herramienta elegir, que les permita fortalecer la vigilancia y seguridad del menor.

Esta herramienta cuenta con un algoritmo que permite la toma de decisiones en tiempo real mediante los resultados de diversas IA que trabajan al momento de la consulta utilizando la información proporcionada por el usuario, en la plataforma de la herramienta, como PROMPT que alimenta la información de búsqueda a cada una de las IA, obteniendo así un resultado de búsqueda de las mejores herramientas que pudieran existir al instante de la consulta y que satisfacen los requerimientos del PROMPT de entrada, dado que cada consulta en la herramienta despierta el algoritmo de búsqueda, esto hace que la herramienta sea autosustentable en el tiempo, ya que sus búsquedas siempre serán actualizadas por las IA.

La herramienta hace uso de las grandes bases de datos que están actualizadas y existentes en la red de redes, internet mediante un algoritmo propio de búsqueda, que a través de cualquier navegador moderno existente puede funcionar, posicionándose como una opción completamente gratuita y de fácil acceso a cualquier padre o cuidador interesado en la seguridad del menor, solo con acceso a internet. Adicionalmente, la eficiencia computacional del algoritmo garantiza que el procesamiento completo de 20 aplicaciones contra 10 características potenciales se ejecute en menos de un segundo, proporcionando respuesta inmediata que mejora la experiencia del usuario.

Una de las principales diferencias y valor agregado que presenta esta herramienta como propuesta para el cuidado de los menores, y en particular para coadyuvar en la disminución de los ciberdelitos infantiles, es la capacidad de adecuarse a cada necesidad y factores que expresen los padres y cuidadores en cualquier momento, tales como: la edad del menor, el contenido que pudiera

representar un riesgo eminente, frecuencia con la que se desea estar monitoreando, y el tipo de reporte o información que satisface o requieren los usuarios.

Los resultados de la encuesta evidenciaron que en la mayoría de las características de la herramienta propuesta que fueron valoradas, sobrepasa el 80% de satisfacción, utilidad positiva, facilidad para usar, tiempo de respuesta y agilidad de la plataforma, adaptabilidad entre dispositivos, entre otros, consolidándola como una herramienta eficaz y ampliamente recomendable para los usuarios.

5. REFERENCIAS

- Ali, S., Elgharabawy, M., Duchaussoy, Q., Mannan, M., & Youssef, A. (2020). Betrayed by the Guardian: Security and Privacy Risks of Parental Control Solutions. *Proceedings of the 36th Annual Computer Security Applications Conference* (pp. 69-83). ACM. <https://doi.org/10.1145/3427228.3427287>
- Armakolas, S., Takoumaki, T., & Krotký, J. (2025). An Investigation of Parental Control Practices, Internet Use Behaviors of Elementary School Students, and Their Relationships with School Performance. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 5(2), 1575-1583. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2025.02.012>
- Autores. (2026). Manuscrito presentado para publicación.
- Casillas Campos, A. (2025). *Control parental y autonomía digital: análisis de las percepciones de los estudiantes y sus progenitores*. [Trabajo de Fin de Máster, Universidad de Salamanca]. GREDOS. <https://gredos.usal.es/handle/10366/166229>
- Consuegra de Sucre, D. (2023). Control parental: ciberdelitos y regulación de la seguridad informática en Panamá. *Revista Saberes APUDEP*, 6(2), 198-215. <https://doi.org/10.48204/j.saberes.v6n2.a4090>
- Delgado-Zambrano, O. (2023). Implementación de aplicativos de control parental en el uso de internet como herramientas tecnológicas de apoyo para el desempeño académico. *Revista Cátedra*, 6 (1), 57-77. <https://doi.org/10.29166/catedra.v6i1.3383>
- Gnanasekaran, V., & De Moor, K. (2025). Providing user perspectives to the next generation of parental controls. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 44, 100735. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2025.100735>

- Ministerio de Juventud e Infancia. (s. f.). Comité de expertos para la creación de entornos digitales seguros para la infancia y la juventud. <https://www.juventudeinfancia.gob.es/es/infancia/comite-expertos-creacion-entornos-digitales-seguros>
- Moreno-Carmona, N. D., Marín-Cortés, A., Cano-Bedoya, V. H., Sanabria-González, J. A., Jaramillo-Suarez, Á. M., & Ossa-Ossa, J. C. (2021). Mediaciones parentales y uso de internet por niños, niñas y adolescentes colombianos. *Interdisciplinaria*, 38(2), 275-290. <https://doi.org/10.16888/interd.2021.38.2.18>
- Muñoz-Carril, P. C., Souto-Seijo, A., Dans-Álvarez-de-Sotomayor, I., y Fuentes-Abeledo, E. J. (2023). Medidas de control parental en la regulación del uso de teléfonos inteligentes en la infancia. *Psychology, Society & Education*, 15(3), 39-47. <https://doi.org/10.21071/psye.v15i3.16077>
- Norton. (s. f.). *Norton Family | Parental Control Software for iPhone, Android, & Windows*. <https://us.norton.com/products/norton-family>
- Pansza, A. R. (2024, 10 de abril). El 22 % de los menores de edad han sido víctimas de delitos cibernéticos. *La Prensa*. <https://oem.com.mx/la-prensa/metropoli/el-22-de-los-menores-de-edad-han-sido-victimas-de-delitos-ciberneticos-13072137>
- Pangrazio, L. (2021). *Apps that help parents protect kids from cybercrime may be unsafe too. The Conversation*. <https://theconversation.com/apps-that-help-parents-protect-kids-from-cybercrime-may-be-unsafe-too-156583>
- Qustodio. (s. f.). *Software de control parental y bienestar digital*. <https://www.qustodio.com/es/>
- Ramos, R. (2023, 7 de febrero). Asociación de Internet Mx observa aumento en denuncias sobre ciberdelitos contra menores. *El Economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Asociacion-de-Internet-Mx-observa-aumento-en-denuncias-sobre-ciberdelitos-contramenores-20230207-0124.html>
- Red por los Derechos de la Infancia en México. (2025, 14 de agosto). Ciberacoso de adolescentes en México (2017-2024). Blog de Datos e Incidencia Política de REDIM. <https://blog.derechosinfancia.org.mx/2025/08/14/ciberacoso-de-adolescentes-en-mexico-2017-2024/>
- Rojas, N., Boettcher, N., Játiva, P. P., & Gaitán, M. G. (2024). Evaluation of Parental Control Tools Functionalities: The Chilean Context. In *International Conference on Advanced Research*

in Technologies, Information, Innovation and Sustainability (pp. 303-314). Cham: Springer Nature Switzerland.

Villanueva-Blasco, V. J. y Serrano-Bernal, S. (2019). Patrón de uso de internet y control parental de redes sociales como predictor de sexting en adolescentes: una perspectiva de género. *Revista de Psicología y Educación*, 14(1), 16-26. <https://doi.org/10.23923/rpye2019.01.168>

Eutrofización cultural: evolución del conocimiento científico global y brechas regionales en Latinoamérica

Cultural eutrophication: evolution of global scientific knowledge and regional gaps in Latin America

Eutrofização cultural: evolução do conhecimento científico global e lacunas regionais na América Latina

Ana I. Casarrubias-Jaimes^{1*} ID. 0000-0002-9167-8225

Ana Laura Juárez-López² ID. 0000-0003-1020-7198

1* Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco, México. CP. 48280.

2. Universidad Autónoma de Guerrero, Centro de Ciencias de Desarrollo Regional, Acapulco, Guerrero, México. C.P. 39640. aljuarez@uagro.mx

*Autor de correspondencia: aitzelcasarrubias@gmail.com

Enviado: 13/02/2026

Revisado: 29/06/2026

Aprobado: 28/07/2026

Publicado:30/07/2026

Resumen

La eutrofización cultural (EC) constituye una de las principales presiones antropogénicas sobre los ecosistemas acuáticos a nivel global, asociada principalmente con el enriquecimiento excesivo de nutrientes derivado de la agricultura intensiva, las descargas de aguas residuales y las actividades industriales. A pesar de su relevancia ecológica y socioambiental, el conocimiento científico sobre su distribución, terminología, causas y ecosistemas afectados presenta una marcada heterogeneidad, particularmente en regiones como Latinoamérica. Este estudio realizó un mapeo

sistemático de la literatura para caracterizar la evolución del conocimiento científico sobre la EC entre 2000 y 2023, mediante el análisis de tendencias temporales, distribución geográfica, tipos de ecosistemas estudiados y causas antropogénicas reportadas. Se revisaron 321 artículos indexados en Scopus mediante el software Publish or Perish. Los resultados evidencian un incremento sostenido de publicaciones, con mayor concentración entre 2018 y 2021. Se identificaron cuatro conceptos principales: eutrofización, eutrofización costera, eutrofización antropogénica y eutrofización cultural, siendo este el término predominante. La producción científica se concentró principalmente en Norteamérica y Europa, mientras que África y Latinoamérica permanecieron subrepresentadas. Los lagos fueron los ecosistemas más estudiados, seguidos por estuarios y ríos, reflejando un predominio de investigaciones en ambientes continentales. Las principales causas antropogénicas identificadas fueron la agricultura, las descargas de aguas residuales y las actividades industriales. En Latinoamérica se registraron 33 estudios, principalmente de México y Guatemala, centrados en lagos. Este estudio identifica vacíos geográficos y ecosistémicos relevantes, resaltando la necesidad de fortalecer la investigación en regiones y sistemas ecológicos subrepresentados.

Palabras clave: actividades antropogénicas, ecosistemas acuáticos, eutrofización cultural, Latinoamérica, tendencia

Abstract

Cultural eutrophication (CE) is one of the main anthropogenic pressures on aquatic ecosystems globally, primarily associated with excessive nutrient enrichment from intensive agriculture, wastewater discharges, and industrial activities. Despite its ecological and socio-environmental relevance, scientific knowledge regarding its distribution, terminology, causes, and affected ecosystems exhibits marked heterogeneity, particularly in regions like Latin America. This study systematically mapped the literature to characterize the evolution of scientific knowledge on CE between 2000 and 2023 by analyzing temporal trends, geographic distribution, types of ecosystems studied, and reported anthropogenic causes. A total of 321 articles indexed in Scopus were reviewed using the Publish or Perish software. The results show a sustained increase in publications, with the highest concentration between 2018 and 2021. Four main concepts were identified: eutrophication, coastal eutrophication, anthropogenic eutrophication, and cultural eutrophication, with the latter being the predominant term. Scientific production was concentrated

mainly in North America and Europe, while Africa and Latin America remained underrepresented. Lakes were the most studied ecosystems, followed by estuaries and rivers, reflecting a predominance of research in continental environments. The main anthropogenic causes identified were agriculture, wastewater discharges, and industrial activities. In Latin America, 33 studies were recorded, mainly from Mexico and Guatemala, focusing on lakes. This study identifies significant geographic and ecosystemic gaps, highlighting the need to strengthen research in underrepresented regions and ecological systems.

Keywords: anthropogenic activities, aquatic ecosystems, cultural eutrophication, Latin America, temporal trend

Resumo

A eutrofização cultural (EC) é uma das principais pressões antropogênicas sobre os ecossistemas aquáticos em nível global, associada principalmente ao enriquecimento excessivo de nutrientes provenientes da agricultura intensiva, do lançamento de efluentes e de atividades industriais. Apesar de sua relevância ecológica e socioambiental, o conhecimento científico sobre sua distribuição, terminologia, causas e ecossistemas afetados é marcadamente heterogêneo, particularmente em regiões como a América Latina. Este estudo mapeou sistematicamente a literatura para caracterizar a evolução do conhecimento científico sobre EC entre 2000 e 2023, analisando tendências temporais, distribuição geográfica, tipos de ecossistemas estudados e causas antropogênicas relatadas. Um total de 321 artigos indexados no Scopus foram revisados utilizando o software Publish or Perish. Os resultados mostram um aumento contínuo nas publicações, com a maior concentração entre 2018 e 2021. Quatro conceitos principais foram identificados: eutrofização, eutrofização costeira, eutrofização antropogênica e eutrofização cultural, sendo este último o termo predominante. A produção científica concentrou-se principalmente na América do Norte e na Europa, enquanto a África e a América Latina permaneceram sub-representadas. Os lagos foram os ecossistemas mais estudados, seguidos por estuários e rios, refletindo uma predominância de pesquisas em ambientes continentais. As principais causas antropogênicas identificadas foram a agricultura, o lançamento de efluentes e as atividades industriais. Na América Latina, foram registrados 33 estudos, principalmente do México e da Guatemala, com foco em lagos. Este estudo identifica lacunas geográficas e ecossistêmicas relevantes, destacando a necessidade de fortalecer a pesquisa em regiões e sistemas ecológicos sub-representados.

Palavras-chave: atividades antropogênicas, ecossistemas aquáticos, eutrofização cultural, América Latina, tendência

Introducción

La eutrofización cultural (EC), derivada del aporte excesivo de nutrientes como nitrógeno y fósforo provenientes de la agricultura intensiva, las descargas de aguas residuales y las actividades industriales, se ha consolidado como una de las principales amenazas para la integridad de los ecosistemas acuáticos a nivel global (Malone & Newton, 2020). Se estima que aproximadamente el 36 % del nitrógeno exportado por ríos proviene de suelos transformados por actividades humanas, reflejando una alteración significativa en los balances de nutrientes (Yang et al., 2025). He et al. (2023) estiman que los aportes de nitrógeno y fósforo se han incrementado entre un 40 y un 50 % desde 1980 hasta 2015, favoreciendo desequilibrios tróficos asociados con la proliferación de floraciones algales nocivas, la formación de zonas hipóxicas y la pérdida de biodiversidad. Estas alteraciones generan impactos directos sobre la calidad del agua, la salud pública, la pesca y el turismo.

Este desequilibrio trófico se refleja en el aumento sistemático de las floraciones algales nocivas, que entre 2000 y 2010 crecieron un 44 % a nivel global, especialmente en Asia y África, impulsadas por la intensificación agrícola, la urbanización y los vertidos no tratados (Feng et al., 2024; Malone & Newton, 2020). Asimismo, entre 2003 y 2020 se observó un incremento del 13.2 % en la extensión y del 59.2 % en la frecuencia de floraciones costeras, asociado al calentamiento superficial oceánico (Dai et al., 2023). Este calentamiento potencia la toxicidad de las floraciones, favoreciendo la proliferación de cianobacterias y la liberación de cianotoxinas, con consecuencias graves para peces, fauna doméstica y salud humana (Igwaran et al., 2024). La creciente magnitud e impacto socioeconómico de estas floraciones ha evidenciado la necesidad urgente de enfoques integradores para su monitoreo y gestión.

A pesar del crecimiento del conocimiento científico sobre la EC, persisten vacíos críticos que limitan la respuesta global. Se ha identificado un sesgo geográfico que favorece a Europa y América del Norte, mientras que regiones como África subsahariana, el sudeste asiático y Latinoamérica permanecen subrepresentadas (Dai et al., 2023; Vigouroux & Destouni, 2022; Zarei & Destouni, 2025). A nivel ecosistémico, la mayor parte de los estudios se concentra en lagos y embalses, dejando de lado estuarios y humedales costeros, pese a su alta vulnerabilidad (Savadova-Ratkus et al., 2025). Además, predominan enfoques centrados en variables físico-químicas, con una limitada integración de dimensiones sociales, económicas y de gobernanza. Por ejemplo, solo

el 20 % de los estudios en el Mar Báltico incorporan análisis de presión e impacto (Vigouroux & Destouni, 2022). Esta fragmentación dificulta abordar la EC como un problema sistémico y multiescalar, capaz de afectar múltiples sectores.

En este contexto, este manuscrito tiene como objetivo caracterizar la evolución del conocimiento científico sobre la EC entre 2000 y 2023, a partir del análisis de su tendencia temporal, distribución geográfica, enfoques ecosistémicos y causas antropogénicas predominantes, con el propósito de identificar vacíos de investigación y oportunidades para fortalecer su comprensión y mitigación. Asimismo, se incluye un análisis detallado del contexto latinoamericano, dada su alta vulnerabilidad socioambiental y la limitada representación científica en la región. Al mapear estas dimensiones, esta revisión busca contribuir a una comprensión más estructurada del desarrollo científico del campo, permitiendo reconocer las áreas de concentración temática, las regiones y ecosistemas subrepresentados y las brechas en la integración de dimensiones sociales, ecológicas y políticas. El aporte de este trabajo radica en ofrecer una base de evidencia organizada que permita orientar futuras investigaciones y facilitar el diseño de estrategias más eficaces de monitoreo, prevención y gobernanza ambiental frente a los impactos crecientes de la EC en la calidad del agua, la biodiversidad y el bienestar humano.

Metodología

Este estudio se basó en la recopilación y análisis de publicaciones científicas indexadas en el Journal Citation Reports (JCR), comprendidas entre los años 2000 y 2023. La metodología empleada siguió el enfoque propuesto por Herrera-Navarrete et al. (2021), el cual se estructura en tres etapas: búsqueda, discriminación y categorización.

Software y fuente de datos

La recuperación de documentos se realizó mediante el software Publish or Perish v.7.33 (Harzing, 2007), utilizando como motor de búsqueda la base de datos Scopus, reconocida por su cobertura multidisciplinaria y su uso extendido en estudios bibliométricos (Rose & Kitchin, 2019). Se seleccionó Scopus en lugar de Web of Science porque ofrece una cobertura más amplia en ciencias ambientales, un mayor número de revistas indexadas relevantes para estudios de

eutrofización y un alcance geográfico más diverso, lo que garantiza una recopilación más representativa del conocimiento disponible.

Etapas 1: búsqueda

El objetivo de esta etapa fue conformar un banco de datos acorde con los criterios establecidos para el estudio. La búsqueda se llevó a cabo empleando combinaciones de palabras clave relacionadas con la EC y se incluyeron documentos en inglés y español. La inclusión de estos idiomas respondió a que representan más del 90 % de la producción científica global en ciencias ambientales, además de asegurar una interpretación precisa y homogénea del contenido analizado; otros idiomas fueron excluidos para evitar errores de interpretación y por su escasa presencia en la literatura sobre EC.

Los registros considerados fueron aquellos recuperados a partir de las estrategias de búsqueda descritas en la Tabla 1.

Tabla 1.		
<i>Criterios para la búsqueda y recopilación de documentos</i>		
<i>Campo</i>	<i>Criterio</i>	<i>Especificaciones</i>
Palabras en el título	Cultural Eutrophication	Objeto de estudio, búsqueda conceptual específica.
Palabras clave	Cultural Eutrophication	
Año	2000 - 2022	La búsqueda se realizó en cinco sesiones debido a las limitaciones del software. Session 1: 2000 - 2005; Session 2: 2006 –2010; Session 3: 2011 - 2015; Session 4:2016 – 2020; Session 5: 2021-2023.
Fuente: propia		

El periodo 2000–2023 se definió porque corresponde al intervalo en el que el concepto de EC comenzó a consolidarse en la literatura científica contemporánea, permitiendo capturar su evolución reciente y las tendencias actuales de investigación. Asimismo, las palabras clave se limitaron al término “Cultural Eutrophication” para delimitar correctamente el objeto de estudio y evitar la inclusión de investigaciones centradas en la eutrofización natural o general, cuya dinámica difiere conceptualmente y no responde a causas antropogénicas.

Etapas 2: discriminación

En total se recuperaron 637 documentos, entre los cuales se identificaron artículos científicos, capítulos de libro, actas de congreso, editoriales, cartas, notas, documentos retractados y revisiones. De ellos, se seleccionaron únicamente los artículos científicos ($n = 511$).

Posteriormente, se eliminaron 42 por duplicidad, 140 por abordar temáticas ajenas a la EC, uno por estar publicado en chino y siete por falta de acceso al texto completo. Como resultado, la muestra final quedó conformada por 321 artículos científicos.

El objetivo de esta etapa fue depurar el corpus documental y asegurar la pertinencia temática para el análisis.

Etapa 3: categorización

A partir de los artículos seleccionados, se extrajeron variables como: tipo de evaluación, año de publicación, autoría, revista, título, zona de estudio, país, región geográfica —según la clasificación económica de la Organización de las Naciones Unidas (Salim et al., 2018)—, tipo de ecosistema estudiado y causas antropogénicas asociadas a la EC. Estas variables fueron seleccionadas porque permiten describir con precisión patrones temporales, geográficos y temáticos en la producción científica, lo cual es consistente con los objetivos de un mapeo sistemático de la literatura.

El propósito de esta etapa fue estructurar la información de forma sistemática para facilitar el análisis de patrones espaciales, temáticos y ecosistémicos en la producción científica sobre EC. La base de datos final fue exportada en formato .CSV y procesada en Microsoft Excel para su sistematización y análisis.

Resultados

Tendencia temporal

Durante el periodo 2000–2023 se identificaron cuatro conceptos recurrentes en la literatura científica sobre eutrofización: eutrofización (E), eutrofización antropogénica (EA), eutrofización costera (ECo) y eutrofización cultural (EC). La Figura 1

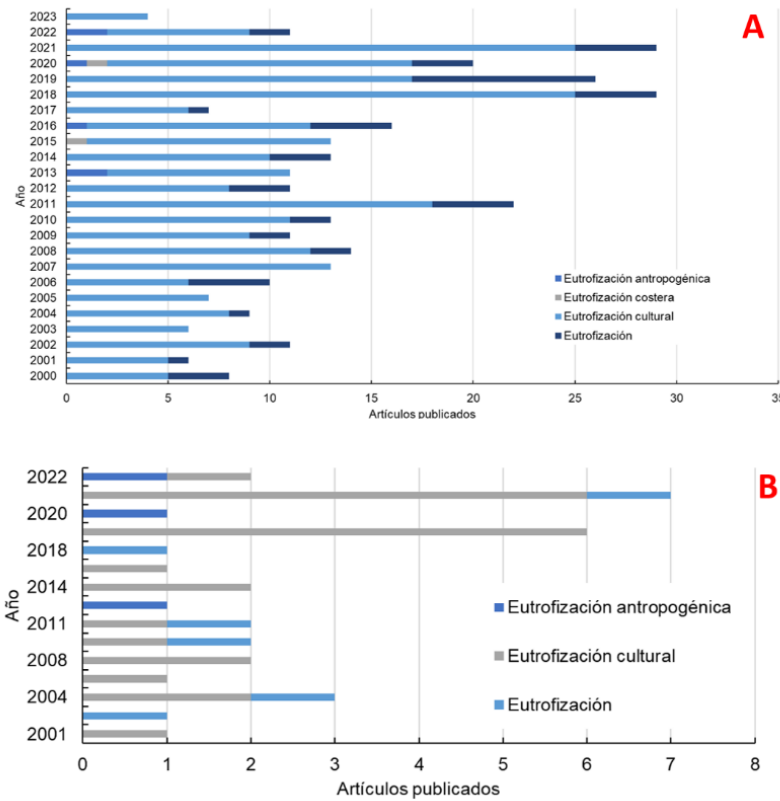


Figura 1. Evolución temporal de las publicaciones científicas sobre eutrofización cultural entre 2000 y 2023 a nivel global (A) y en Latinoamérica (B). Fuente: elaboración propia

muestra la distribución anual de estos conceptos a escala global. El término más empleado fue EC, con una presencia sostenida y creciente a lo largo del tiempo, especialmente entre 2018 y 2021. Este concepto estuvo presente en estudios de todas las regiones geográficas, salvo Oceanía. En contraste, el término ECo fue el menos representado, con apariciones esporádicas en Asia y Norteamérica. Los conceptos E y EA mostraron una distribución dispersa y sin tendencia clara de crecimiento.

La Figura 1(B) presenta la tendencia temporal específica para Latinoamérica. Se identificaron 33 estudios sobre EC, distribuidos principalmente entre 2014 y 2021. El concepto más utilizado fue EC, seguido por E, mientras que EA solo apareció en estudios de Brasil, México y Bolivia. No se identificaron publicaciones que emplearan el término ECo en la región.

A escala global, las principales revistas que difundieron estudios sobre eutrofización fueron aquellas especializadas en cuerpos de agua dulce, sistemas costeros y ciencias ambientales. Journal

of Paleolimnology (18 artículos) y Science of the Total Environment (17 artículos) concentraron la mayor cantidad de estudios sobre EC. Science of the Total Environment fue la única revista que presentó publicaciones en las cuatro categorías conceptuales identificadas. Otras revistas relevantes incluyeron Journal of Great Lakes Research, Hydrobiologia y Aquatic Ecosystem Health and Management, con entre 7 y 10 publicaciones. Ver Tabla 2.

Tabla 2.	
<i>Revistas científicas con mayor número de publicaciones de eutrofización cultural de 2000-2023</i>	
Revista	No. De artículos publicados
Journal of Paleolimnology	18
Science of the Total Environment	17
Limnology and Oceanography	16
Lake and Reservoir Management	15
Hydrobiologia	14
Journal of Great Lakes Research	12
Estuarine, Coastal and Shelf Science	9
Aquatic Ecosystem Health and Management	7
Freshwater Biology	7
Water (Switzerland)	6
Harmful Algae	6
Fuente: elaboración propia	

Distribución geográfica

En Latinoamérica se identificaron 33 estudios durante el periodo evaluado. Los países con mayor producción fueron Guatemala (9), Brasil (7) y México (5), seguidos por Argentina (2), Uruguay (2), Paraguay (2) y Chile (1). La tendencia temporal indica un aumento reciente en la producción científica, aunque con vacíos notables durante los primeros años. Ver figura 2.

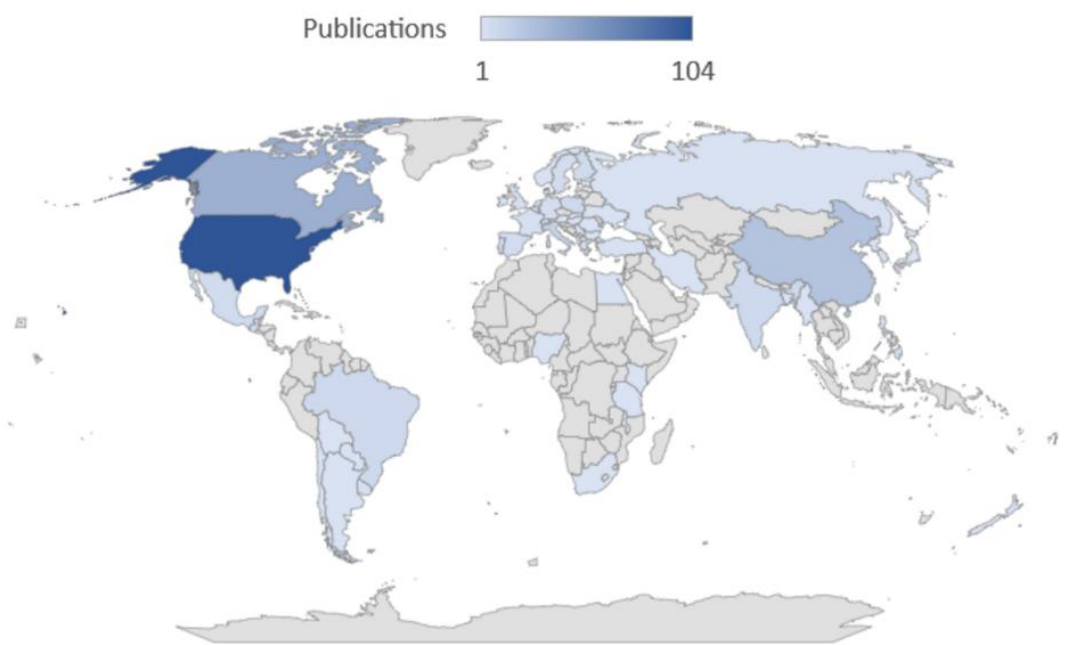


Figura 2. Distribución geográfica global de las publicaciones científicas sobre eutrofización cultural entre 2000 y 2023. Fuente: Elaboración propia

Ecosistemas estudiados

Los lagos fueron el ecosistema más analizado en todas las regiones. En Norteamérica y Europa también se registraron estudios en estuarios y ríos. En Asia, además del predominio de los lagos, se observó una mayor representación de investigaciones en ríos y bahías, respecto a otras regiones. África, Oceanía y América del Sur mostraron una cobertura muy limitada, centrada primordialmente en lagos.

Los estudios latinoamericanos siguieron el patrón global, con predominio de investigaciones en lagos, seguidos por ríos, lagunas costeras y estuarios. En Sudamérica, Brasil destacó por estudios en lagunas costeras (3) y estuarios (1). En Centroamérica, Guatemala concentró sus publicaciones exclusivamente en lagos. México presentó una distribución más diversa, con investigaciones en lagunas costeras (1), lagos (2) y embalses (2). Ver figura 3.

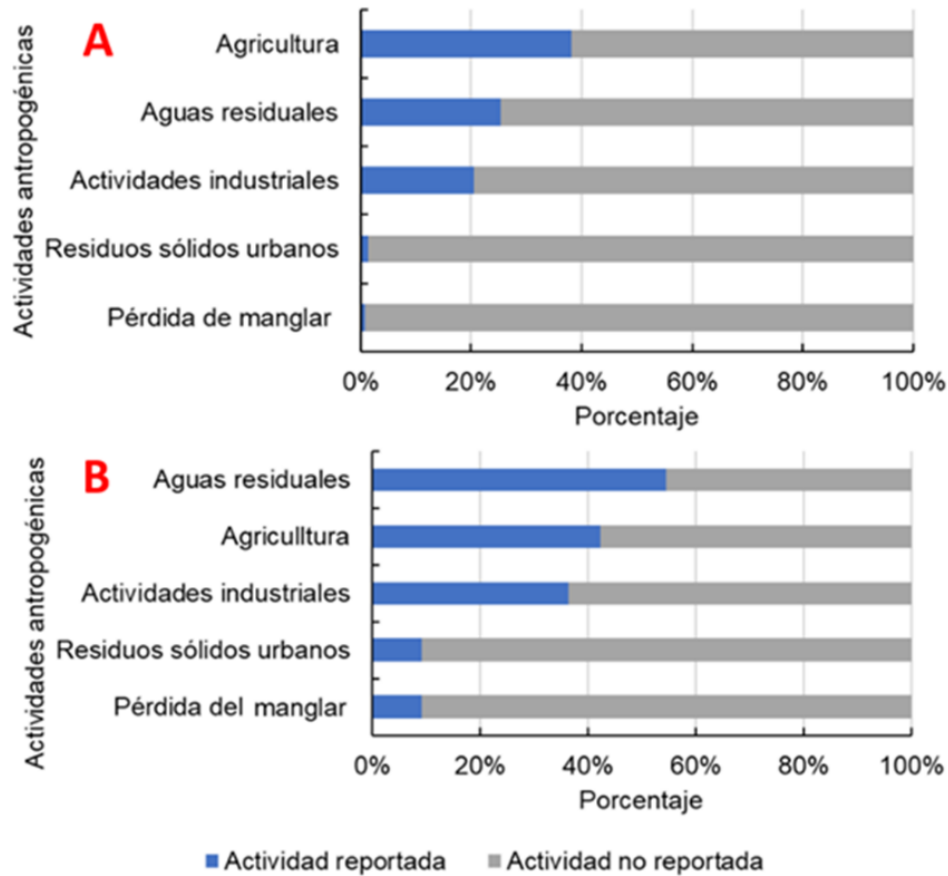


Figura 3. Actividades antropogénicas asociadas con la eutrofización a nivel global (A) y en Latinoamérica (B). Fuente: elaboración propia

Actividades antropogénicas

La Figura 3a resume las causas antropogénicas mencionadas a escala global. La agricultura fue la causa más reportada (38.1 %, n = 168), seguida por las descargas de aguas residuales (25.4 %, n = 112) y las actividades industriales (20.6 %, n = 91). Los residuos sólidos (1.4 %, n = 6) y la pérdida de manglar (0.9 %, n = 4) fueron escasamente mencionados.

En Latinoamérica, las causas reportadas siguieron un patrón similar. Las descargas de aguas residuales fueron la causa más frecuente (18 estudios), seguidas por la agricultura (14) y la actividad industrial (12). Causas como los residuos sólidos y la pérdida de manglar fueron escasamente representadas, como se observa en la Figura 3b.

Discusión

El análisis global realizado evidencia un crecimiento sostenido de la producción científica sobre EC durante las últimas dos décadas, especialmente entre 2018 y 2021. Este patrón coincide con la literatura internacional, que señala una creciente atención hacia los efectos combinados del cambio climático y las actividades humanas en los procesos de eutrofización (Paerl et al., 2016; Paerl & Otten, 2016). La consolidación de la EC como concepto de interés refleja la necesidad de comprender sus implicaciones ecológicas, socioeconómicas y sanitarias, así como de fortalecer las capacidades institucionales para su monitoreo y mitigación (Ghaffar et al., 2021; Schindler et al., 2016; Zhang et al., 2021). La amplia adopción del término EC en diversas regiones con excepción de Oceanía es coherente con esta tendencia.

En términos geográficos, la concentración del conocimiento en el norte global, particularmente en Estados Unidos, Canadá y países europeos, coincide con estudios previos que resaltan su capacidad técnica y regulatoria para evaluar y gestionar nutrientes (Vincon-Leite & Casenave, 2019; Wang et al., 2018). No obstante, esta concentración también refleja brechas estructurales en infraestructura de monitoreo, disponibilidad de datos y continuidad institucional en regiones del Sur global, lo cual se evidencia en la escasa representación de África y Oceanía. Herramientas como la Directiva Marco del Agua en Europa han permitido integrar evaluación ecológica y restauración (Lyche-Solheim et al., 2013; Poikane et al., 2018), lo que explica en parte la mayor estabilidad y volumen de producción científica en estas regiones.

En cuanto a los ecosistemas analizados, la predominancia de estudios en lagos se relaciona con su alta sensibilidad a acumulación de nutrientes y facilidad de monitoreo (Zhang et al., 2021). Sin embargo, la persistente subrepresentación de ecosistemas costeros y estuarinos pese a su relevancia para la pesca, el turismo y la seguridad alimentaria constituye una brecha crítica que limita la capacidad de anticipar impactos en sistemas altamente vulnerables. La falta de investigaciones en estos entornos restringe el desarrollo de estrategias de manejo adaptadas a dinámicas costeras complejas y favorece una visión incompleta del fenómeno.

Las causas antropogénicas identificadas en este estudio descargas de aguas residuales, agricultura intensiva, actividad industrial, residuos sólidos y pérdida de manglar coinciden con los factores documentados en la literatura internacional (Ayala-Borda et al., 2021; Smith et al., 2020;

Bonsdorff, 2021). Sin embargo, persiste una tendencia a abordarlas de manera aislada, en concordancia con análisis que enfatizan la falta de integración entre dimensiones ecológicas, sociales e institucionales en las estrategias de manejo (Malone & Newton, 2020). La persistencia de descargas residuales como causa dominante está vinculada con deficiencias estructurales en saneamiento (Herrera-Navarrete et al., 2021; Liu et al., 2021), mientras que la agricultura continúa representando un desafío por el uso intensivo de fertilizantes y la escorrentía asociada (Ayele & Atlabachew, 2021; Haas et al., 2019; Rankinen et al., 2019).

En conjunto, los resultados de este mapeo sistemático evidencian que las brechas temáticas y geográficas identificadas pueden estar asociadas a desigualdades en infraestructura científica, diferencias regulatorias, disponibilidad de financiamiento y debilidad de marcos interdisciplinarios. Estas brechas tienen implicaciones directas para la gestión ambiental, ya que reducen la capacidad de diseñar estrategias adaptadas a contextos locales, limitan el monitoreo temprano y dificultan la implementación de políticas de mitigación orientadas a reducir los impactos de la EC.

Contexto latinoamericano

El análisis específico para Latinoamérica revela una marcada subrepresentación científica, a pesar de la elevada dependencia regional de los ecosistemas acuáticos para la alimentación, las actividades económicas y diversos servicios ecosistémicos. Esta brecha resulta particularmente relevante debido a que los ecosistemas dulceacuícolas de la región enfrentan múltiples presiones derivadas del cambio climático, la agricultura intensiva, la expansión urbana, la minería, la deforestación y las alteraciones hidrológicas, factores que incrementan su vulnerabilidad y comprometen su conservación y manejo sostenible (Torremorell et al., 2021). Asimismo, prácticas agrícolas insostenibles, persistentes desigualdades en el acceso al agua y al saneamiento, y una gobernanza del agua frecuentemente fragmentada y reactiva continúan agravando la presión sobre estos ecosistemas, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la investigación científica y el desarrollo de políticas basadas en evidencia para orientar una gestión integral de los recursos hídricos (Espinoza-Villegas et al., 2025). La literatura internacional coincide en que las brechas de investigación en el Sur global están asociadas a restricciones presupuestales, limitada infraestructura técnica y baja continuidad en los programas de monitoreo (Uwakwe & Kamalu, 2013), lo cual es coherente con los vacíos temporales observados en este estudio. El reciente

aumento de publicaciones en Guatemala, México y Brasil parece responder a crisis ambientales puntuales, como floraciones algales severas o episodios de deterioro agudo de la calidad del agua (Sá et al., 2021; Ulloa et al., 2017; Waters et al., 2021), lo que puede evidenciar respuestas reactivas más que estrategias de investigación sostenidas.

La preferencia por lagos como objeto de estudio es una señal de su accesibilidad y alta sensibilidad a la eutrofización (Kowalczywska-Madura et al., 2024). Sin embargo, la limitada atención hacia estuarios y lagunas costeras restringe la comprensión del fenómeno en ecosistemas cruciales para la pesca y la seguridad alimentaria, brecha ya señalada en estudios internacionales. Casos como el embalse San Roque (Mengo et al., 2024) y el Lago de Maracaibo (Ledo et al., 2023) muestran la necesidad de integrar perspectivas históricas y procesos internos para guiar una gestión más eficaz. (Incorporar casos emblemáticos latinoamericanos: Chapala, Atitlán, Titicaca, Maracaibo, San Roque)

Las causas antropogénicas predominantes en la región agricultura, descargas de aguas residuales e industria coinciden con presiones documentadas a escala global (Conci et al., 2022). No obstante, la literatura latinoamericana evidencia una limitada integración entre ciencia ecológica, ciencias sociales y gobernanza, lo que reproduce los patrones de fragmentación señalados internacionalmente. Adicionalmente, la presencia creciente de contaminantes emergentes (Souza et al., 2022) y la escasez de balances hidrológicos robustos (Zarei & Destouni, 2025) subrayan la urgencia de fortalecer la infraestructura de monitoreo y la cooperación científica regional para atender la creciente presión sobre los ecosistemas acuáticos. (Gobernanza ambiental en América Latina; fragmentación institucional, gestión integrada de cuencas, coordinación entre niveles de gobierno; esto fortalecerá la explicación de por qué continúa existiendo la fragmentación entre ciencia, sociedad y gobernanza).

Los resultados de este mapeo sistemático muestran que las brechas científicas en torno al estudio de la EC están asociadas a desigualdades estructurales ampliamente documentadas: concentración del conocimiento en el Norte global, limitada capacidad técnica y financiera en regiones vulnerables y predominio de enfoques fragmentados que abordan las causas de la eutrofización de manera aislada. Estas brechas dificultan la anticipación de riesgos, reducen la eficacia de las intervenciones y obstaculizan la adaptación de los marcos regulatorios a contextos locales.

No obstante, emergen oportunidades relevantes. La literatura resalta el valor de promover estudios interdisciplinarios, fortalecer redes internacionales de colaboración y desarrollar metodologías integradoras capaces de articular dimensiones biofísicas, sociales e institucionales (Giulianetti de Almeida et al., 2023). Asimismo, la vinculación entre ciencia, gobernanza y participación social se perfila como un eje estratégico para avanzar hacia estrategias de manejo contextualizadas y sostenibles. La EC puede funcionar como un punto de convergencia para alinear producción científica, gestión ambiental y desarrollo sostenible, especialmente en regiones donde los impactos socioecológicos son más intensos y la capacidad de respuesta es limitada. (Experiencias latinoamericanas exitosas: restauración de animales, manejo integrado de cuencas, soluciones basadas en la naturaleza, monitoreo participativo, gobernanza colaborativa)

Retos y oportunidades en Latinoamérica

En Latinoamérica, la literatura sugiere que las brechas identificadas responden a limitaciones estructurales en monitoreo, financiamiento e institucionalidad ambiental (Uwakwe & Kamalu, 2013), lo cual coincide con los vacíos temporales y la baja continuidad observados en este estudio. Estas limitaciones se ven agravadas por procesos de urbanización acelerada y por deficiencias persistentes en la infraestructura de saneamiento, particularmente en zonas periurbanas, donde las aguas residuales constituyen una de las principales fuentes de contaminación de los cuerpos de agua. Además, el predominio de enfoques de investigación centrados en aspectos técnicos evidencia la necesidad de fortalecer perspectivas interdisciplinarias que integren dimensiones ecológicas, sociales y de gobernanza para mejorar la gestión sostenible del agua (Guzmán Sánchez et al., 2024). La concentración de investigaciones en lagos, aunque responde a su sensibilidad y accesibilidad, invisibiliza ecosistemas críticos como estuarios y lagunas costeras, fundamentales para la pesca y la seguridad alimentaria.

Otro reto clave es la falta de sistemas de monitoreo integrales y datos hidrológicos robustos, lo que dificulta anticipar escenarios y diseñar estrategias preventivas eficaces. La escasez de mediciones directas y de balances hídricos completos en las cuencas latinoamericanas constituye una de las brechas más críticas. Tanto la literatura regional como internacional coinciden en que esta ausencia de información limita la comprensión de la dinámica de nutrientes y la capacidad de evaluar la efectividad de las intervenciones (Zarei & Destouni, 2025). Esta limitación adquiere

mayor relevancia en un contexto de cambio climático, donde el incremento de la temperatura y la mayor frecuencia de eventos de precipitación intensa modifican las condiciones hidrológicas y la disponibilidad de nutrientes, influyendo en la dinámica del fitoplancton y favoreciendo el desarrollo y persistencia de floraciones algales. Estos procesos refuerzan la necesidad de fortalecer los sistemas de monitoreo para anticipar cambios ecológicos y diseñar estrategias de manejo adaptativas frente al incremento de los riesgos asociados a la eutrofización (Li et al., 2025; Wang et al., 2026).

A pesar de estas limitaciones, la región presenta oportunidades relevantes. Las tecnologías de teledetección, la modelación predictiva y las soluciones basadas en la naturaleza pueden complementar las limitaciones de infraestructura, como señala la literatura sobre restauración ecológica y gestión adaptativa. En este contexto, la restauración ecológica implementada bajo el enfoque de soluciones basadas en la naturaleza constituye una alternativa para fortalecer la resiliencia de los ecosistemas, al contribuir simultáneamente a la adaptación al cambio climático y a la conservación de la biodiversidad (Pereira Lindoso et al., 2025). Asimismo, la literatura reciente destaca que, en América Latina, la efectividad de estas soluciones depende de su adaptación a los biomas locales, los ecosistemas y los contextos socioculturales, promoviendo estrategias impulsadas por las comunidades que fortalezcan su pertinencia e inclusión (Martins et al., 2025). Asimismo, consolidar una gobernanza ambiental participativa y fortalecer alianzas entre la academia, las comunidades locales y los tomadores de decisiones puede favorecer estrategias más inclusivas y contextualizadas, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Limitaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, la selección de publicaciones se basó exclusivamente en documentos indexados en Scopus, lo que pudo excluir investigaciones relevantes publicadas en otros repositorios o en revistas regionales no indexadas. Además, la categorización de los conceptos y causas antropogénicas dependió de la información explícitamente reportada en los artículos analizados, lo que puede subestimar la complejidad real de los procesos de eutrofización y omitir variables contextuales clave. Finalmente, la menor disponibilidad de datos en ciertas regiones,

especialmente en Latinoamérica y África, limita la representatividad global y dificulta realizar comparaciones equitativas entre regiones.

Estas limitaciones confirman patrones descritos en la literatura y refuerzan la necesidad de promover estudios complementarios que integren múltiples fuentes de información, metodologías diversas y enfoques interdisciplinarios para fortalecer la comprensión global de la EC.

Conclusiones

Este mapeo sistemático de la literatura examinó la evolución del conocimiento científico sobre la EC entre 2000 y 2023, a partir del análisis de 321 artículos publicados recuperados de Scopus. Los resultados evidenciaron un incremento progresivo en la producción científica durante el periodo analizado, con un mayor volumen de publicaciones entre 2018 y 2021. Asimismo, se observó que el término EC fue el más utilizado en la literatura, mientras que conceptos relacionados, como ECo y EA, tuvieron menor presencia y un uso menos consistente, lo que indica variabilidad terminológica en el campo.

En cuanto a la distribución geográfica, la investigación se concentró principalmente en Norteamérica, Europa y Asia, mientras que África, Oceanía y Latinoamérica estuvieron escasamente representadas. Respecto a los ecosistemas estudiados, los lagos fueron los sistemas más analizados, seguidos de estuarios, ríos y lagunas costeras, lo que muestra una orientación predominante hacia ecosistemas continentales.

Las causas antropogénicas asociadas a la EC más reportadas incluyeron la agricultura, las descargas de aguas residuales, los residuos sólidos, las actividades industriales y la pérdida de manglar. No obstante, la mayoría de los artículos abordó dichas causas desde perspectivas esencialmente biofísicas, con una menor integración de dimensiones sociales, institucionales o económicas.

En el caso de Latinoamérica, se identificó una representación reducida y concentrada en un número limitado de países, con una mayor atención a lagos frente a otros ecosistemas relevantes. Esta distribución evidencia vacíos regionales específicos dentro del corpus analizado.

En conjunto, este mapeo sistemático permitió identificar tendencias temporales, patrones geográficos y preferencias ecosistémicas en el estudio de la EC durante las últimas dos décadas. Los vacíos detectados especialmente en regiones poco estudiadas, ecosistemas costeros y enfoques

interdisciplinarios representan áreas de oportunidad para investigaciones futuras orientadas a ampliar y diversificar el panorama actual del conocimiento sobre la EC

Referencias

- Ayala-Borda, P., Lovejoy, C., Power, M., & Rautio, M. (2021). Evidence of eutrophication in Arctic lakes. *Arctic Science*, 7(4), 859–871. <https://doi.org/10.1139/as-2020-0033>
- Ayele, H. S., & Atlabachew, M. (2021). Review of characterization, factors, impacts, and solutions of lake eutrophication: Lesson for Lake Tanachet, Ethiopia. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(12), 14233–14252. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12081-4>
- Bonsdorff, E. (2021). Eutrophication: Early warning signals, ecosystem-level and societal responses, and ways forward. *Ambio*, 50(4), 753–758. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01432-7>
- Conci, E., Becker, A. R., Arena, A. P., & Civit, B. M. (2022). A literature review of eutrophication in Life Cycle Assessment: Relevance for Pampean agroecosystems in Argentina. *South Florida Journal of Development*, 3(1), 618–643. <https://doi.org/10.46932/sfjdv3n1-046>
- Dai, Y., Yang, S., Zhao, D., Hu, C., Xu, W., Anderson, D. M., ... Feng, L. (2023). Coastal phytoplankton blooms expand and intensify in the 21st century. *Nature*, 615(7951), 280–284. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-05760-y>
- Espinoza-Villegas, J. R., Housni, F. E., Lares-Michel, M., Salazar Estrada, J. G., Righini, N., & Aguilera Cervantes, V. G. (2025). *Water sustainability strategies and policies in Mexico: Comparative insights from Latin America. Nature-Based Solutions*, 8, 100288. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2025.100288>
- Feng, L., Wang, Y., Hou, X., Qin, B., Kuster, T., Qu, F., ... Zheng, C. (2024). Harmful algal blooms in inland waters. *Nature Reviews Earth & Environment*, 5(9), 631–644. <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00578-2>
- Ghaffar, S., Jomaa, S., Meon, G., & Rode, M. (2021). Spatial validation of a semi-distributed hydrological nutrient transport model. *Journal of Hydrology*, 593. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125818>

- Giulianetti de Almeida, M. P., Mockaitis, G., & Weissbrodt, D. G. (2023). Got whey? Sustainability endpoints for the dairy industry through resource biorecovery. *Fermentation*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/fermentation9100897>
- Guzmán Sánchez, J., Perevochtchikova, M., & Kolb, M. (2024). *Wastewater in Latin American urban peripheries: Identifying research trends and challenges through a systematic literature review*. *Science of the Total Environment*, 931, 173019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173019>
- Haas, M., Baumann, F., Castella, D., Haghipour, N., Reusch, A., Strasser, M., ... Dubois, N. (2019). Roman-driven cultural eutrophication of Lake Murten, Switzerland. *Earth and Planetary Science Letters*, 505, 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.10.027>
- Harzing, A. W. (2007). Publish or Perish. <https://harzing.com/resources/publish-or-perish>
- He, G., Lao, Q., Jin, G., Zhu, Q., & Chen, F. (2023). Increasing eutrophication driven by the increase of phosphate discharge in a subtropical bay in the past 30 years. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1184421>
- Herrera-Navarrete, R., Arellano-Wences, H. J., Colín-Cruz, A., Sampedro-Rosas, M. L., Rosas-Acevedo, J. L., & Rodríguez-Herrera, A. L. (2021). Thematic and geographical trend in scientific research applied in municipal wastewater treatment plants: An overview. *Water, Air, & Soil Pollution*, 232(8). <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05269-y>
- Igwaran, A., Kayode, A. J., Moloantoa, K. M., Khetsha, Z. P., & Unuofin, J. O. (2024). Cyanobacteria harmful algae blooms: Causes, impacts, and risk management. *Water, Air, & Soil Pollution*, 235(1). <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06782-y>
- Kowalczevska-Madura, K., Dunalska, J. A., Kutyla, S., & Kobus, S. (2024). Bottom sediments as an indicator of the restoration potential of lakes: A case study of a small, shallow lake under significant tourism pressure. *Scientific Reports*, 14(1), 13438. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64058-9>
- Ledo, H., Moreno-Rojas, R., Marín, J., Colina, M., & Torres, J. (2023). Phosphorus release from a tropical estuary sediment: A laboratory study of Lake Maracaibo (Venezuela). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 8(4), 145–156. <https://doi.org/10.22161/ijeab.84.15>

- Li, Y., Tang, S., Nie, Z., Zhu, J., Liu, Z., & Yang, J. R. (2025). *Response of phytoplankton communities to hydrological pulses and nutrient changes induced by heavy summer rainfall in a shallow eutrophic lake*. *Plants*, 14(21), 3395.
<https://doi.org/10.3390/plants14213395>
- Lin, S. S., Shen, S. L., Zhou, A., & Lyu, H. M. (2021). Assessment and management of lake eutrophication: A case study in Lake Erhai, China. *Science of the Total Environment*, 751, 141618. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141618>
- Liu, F., Zhang, H., Wang, Y., Yu, J., He, Y., & Wang, D. (2024). *Hysteresis analysis reveals how phytoplankton assemblage shifts with the nutrient dynamics during and between precipitation patterns*. *Water Research*, 251, 121099.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.121099>
- Liu, W., Iordan, C. M., Cherubini, F., Hu, X., & Fu, D. (2021). Environmental impacts assessment of wastewater treatment and sludge disposal systems under two sewage discharge standards: A case study in Kunshan, China. *Journal of Cleaner Production*, 287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125046>
- Lyche-Solheim, A., Feld, C. K., Birk, S., Phillips, G., Carvalho, L., Morabito, G., ... Poikane, S. (2013). Ecological status assessment of European lakes: A comparison of metrics for phytoplankton, macrophytes, benthic invertebrates and fish. *Hydrobiologia*, 704(1), 57–74. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1436-y>
- Malone, T. C., & Newton, A. (2020). The globalization of cultural eutrophication in the coastal ocean: Causes and consequences. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00670>
- Martins, I. L., Uliana, A. L. S., Matos, E. B., & Rocha, B. M. (2025). *Nature-based solutions and urban flood: A global and Latin American review*. *PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 16, e025014. <https://doi.org/10.20396/parc.v16i00.8676691>
- Mengo, L., Deon, J., Halac, S., Foray, G., Loizeau, J.-L., Ariztegui, D., ... Piovano, E. (2024). Deciphering the intricate link between watershed-level land use changes and reservoir

- eutrophication in central Argentina over the 20th–21st century. *Anthropocene*, 46, 100437. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2024.100437>
- Paerl, H. W., & Otten, T. G. (2016). Duelling "CyanoHABs": Unravelling the environmental drivers controlling dominance and succession among diazotrophic and non-N₂-fixing harmful cyanobacteria. *Environmental Microbiology*, 18(2), 316–324. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.13035>
- Paerl, H. W., Gardner, W. S., Havens, K. E., Joyner, A. R., McCarthy, M. J., Newell, S. E., ... Scott, J. T. (2016). Mitigating cyanobacterial harmful algal blooms in aquatic ecosystems impacted by climate change and anthropogenic nutrients. *Harmful Algae*, 54, 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.09.009>
- Pereira Lindoso, D., Boix, D., Ribas, A., Bou, J., & Quintana, X. D. (2025). *Deurbanizing for conservation and adapting: Framing ecological restoration as a nature-based solution in La Pletera salt marsh, Catalonia (Spain)*. *Frontiers in Water*, 6, 1462412. <https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1462412>
- Poikane, S., Portielje, R., Denys, L., Elferts, D., Kelly, M., Kolada, A., ... van den Berg, M. S. (2018). Macrophyte assessment in European lakes: Diverse approaches but convergent views of “good” ecological status. *Ecological Indicators*, 94, 185–197. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.056>
- Rankinen, K., Cano Bernal, J. E., Holmberg, M., Vuorio, K., & Granlund, K. (2019). Identifying multiple stressors that influence eutrophication in a Finnish agricultural river. *Science of the Total Environment*, 658, 1278–1292. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.294>
- Rose, M. E., & Kitchin, J. R. (2019). Pybliometrics: Scriptable bibliometrics using a Python interface to Scopus. *SoftwareX*, 10, 100263. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2019.100263>
- Sá, A. K. D. de S., Cutrim, M. V. J., Costa, D. S., Cavalcanti, L. F., Ferreira, F. S., Oliveira, A. L. L., & Serejo, J. H. F. (2021). Algal blooms and trophic state in a tropical estuary blocked by a dam (northeastern Brazil). *Ocean and Coastal Research*, 69. <https://doi.org/10.1590/2675-2824069.20-006akddss>
- Salim, H. K., Padfield, R., Hansen, S. B., Mohamad, S. E., Yuzir, A., Syayuti, K., ... Papargyropoulou, E. (2018). Global trends in environmental management system and ISO

- 14001 research. Journal of Cleaner Production, 170, 645–653.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.017>
- Savadova-Ratkus, K., Grendaitė, D., Karosienė, J., Stonevičius, E., Kasperovičienė, J., & Koreivienė, J. (2025). Modelling harmful algal blooms in a mono- and a polydominant eutrophic lake under temperature and nutrient changes. Water Research, 275, 123138.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2025.123138>
- Schindler, D. W., Carpenter, S. R., Chapra, S. C., Hecky, R. E., & Orihel, D. M. (2016). Reducing phosphorus to curb lake eutrophication is a success. Environmental Science & Technology, 50(17), 8923–8929. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02204>
- Smith, J. S., Winston, R. J., Tirpak, R. A., Wituszynski, D. M., Boening, K. M., & Martin, J. F. (2020). The seasonality of nutrients and sediment in residential stormwater runoff: Implications for nutrient-sensitive waters. Journal of Environmental Management, 276, 111248. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111248>
- Souza, M. C. O., Rocha, B. A., Adeyemi, J. A., Nadal, M., Domingo, J. L., & Barbosa, F., Jr. (2022). Legacy and emerging pollutants in Latin America: A critical review of occurrence and levels in environmental and food samples. Science of the Total Environment, 848, 157774. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157774>
- Torremorell, A., Hegoburu, C., Brandimarte, A. L., Rodrigues, E. H. C., Pompêo, M., da Silva, S. C., ... Navarro, E. (2021). Current and future threats for ecological quality management of South American freshwater ecosystems. Inland Waters, 11(2), 125–140.
<https://doi.org/10.1080/20442041.2019.1608115>
- Torremorell, A., Hegoburu, C., Brandimarte, A. L., Rodrigues, E. H. C., Pompêo, M., da Silva, S. C., Moschini-Carlos, V., Caputo, L., Fierro, P., Mojica, J. I., Pantoja-Matta, Á. L., Donato, J. C., Jiménez-Pardo, P., Molinero, J., Ríos-Touma, B., Goyenola, G., Iglesias, C., López-Rodríguez, A., Meerhoff, M., ... Navarro, E. (2021). *Current and future threats for ecological quality management of South American freshwater ecosystems. Inland Waters*, 11(2), 125–140. <https://doi.org/10.1080/20442041.2019.1608115>
- Ulloa, M. J., Álvarez-Torres, P., Horak-Romo, K. P., & Ortega-Izaguirre, R. (2017). Harmful algal blooms and eutrophication along the Mexican coast of the Gulf of Mexico large marine

- ecosystem. Environmental Development, 22, 120–128.
<https://doi.org/10.1016/j.envdev.2016.10.007>
- Uwakwe, F. E., & Kamalu, N. A. (2013). Effective environmental management: A panacea for socio-economic development of developing countries. Academic Journal of Interdisciplinary Studies, 2(6), 175–180. <https://doi.org/10.5901/ajis.2013.v2n6p175>
- Vigouroux, G., & Destouni, G. (2022). Gap identification in coastal eutrophication research: Scoping review for the Baltic system case. Science of the Total Environment, 839, 156240. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156240>
- Vincon-Leite, B., & Casenave, C. (2019). Modelling eutrophication in lake ecosystems: A review. Science of the Total Environment, 651(2), 2985–3001. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.320>
- Wang, S., Li, J., Zhang, B., Spyarakos, E., Tyler, A. N., Shen, Q., ... Peng, D. (2018). Trophic state assessment of global inland waters using a MODIS-derived Forel–Ule index. Remote Sensing of Environment, 217, 444–460. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.026>
- Waters, M. N., Brenner, M., Curtis, J. H., Romero-Oliva, C. S., Dix, M., & Cano, M. (2021). Harmful algal blooms and cyanotoxins in Lake Amatitlán, Guatemala, coincided with ancient Maya occupation in the watershed. Proceedings of the National Academy of Sciences, 118(48). <https://doi.org/10.1073/pnas.2109919118>
- Yang, Y., Zhang, Y., Zhang, J., Yu, C., & Xu, Z. (2025). Impacts of watershed nutrient loads on eutrophication risks under multiple socio-economic development scenarios in the Pearl River Estuary, China. Journal of Cleaner Production, 496, 145133. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145133>
- Zarei, M., & Destouni, G. (2025). Baltic hydro-climatic data: A regional data synthesis for the Baltic Sea drainage basin. Frontiers in Earth Science, 13. <https://doi.org/10.3389/feart.2025.1595943>
- Zhang, Y., Li, M., Dong, J., Yang, H., Van Zwieten, L., Lu, H., ... Wang, H. (2021). A critical review of methods for analyzing freshwater eutrophication. Water, 13(2). <https://doi.org/10.3390/w13020225>

Evaluación de daños y propuesta de mitigación ante huracanes en las colonias

Plan de Ayala y 10 de Abril, Chilpancingo, Guerrero

Damage assessment and mitigation proposal for hurricanes in the Plan de Ayala and 10 de Abril neighborhoods, Chilpancingo, Guerrero

Avaliação de danos e proposta de mitigação para furacões nos bairros de Plan de Ayala e 10 de Abril, Chilpancingo, Guerrero

Reyes Suazo, Rocio ¹ ID. 0000-0001-5475-8333

Bahena Salgado, Apolonio ² ID. 0000-0001-9203-4256

Ángel Benigno Capistrano García³ ID. 0000-0002-7617-5742

Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, México, abahena@uagro.mx,

Angelcapi1@hotmail.com; rossytics@gmail.com,

Enviado: 18/02/2026

Revisado: 29/06/2026

Aprobado: 28/07/2026

Publicado:30/07/2026

Resumen

Las precipitaciones extraordinarias asociadas al huracán John, ocurrido en septiembre de 2024, provocaron deslizamientos de ladera y daños significativos en viviendas ubicadas en zonas de alta pendiente de la ciudad de Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, particularmente en las colonias Plan de Ayala Parte Baja y 10 de Abril. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un modelo de respuesta y actuación para la población asentada en zonas vulnerables, que pueda ser replicado en contextos similares para reducir el riesgo y fortalecer la resiliencia comunitaria ante fenómenos hidrometeorológicos extremos. La investigación se desarrolló mediante un estudio de caso con enfoque cualitativo-descriptivo, utilizando recorridos de campo, georreferenciación de viviendas afectadas, entrevistas a presidentes de colonia y habitantes, así como evaluaciones visuales de las

condiciones estructurales de las edificaciones. Adicionalmente, se elaboraron mapas de ubicación de daños mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), permitiendo identificar las zonas con mayor nivel de exposición. Los resultados evidenciaron que las principales causas de los daños estuvieron asociadas a la ocupación de laderas inestables, la deforestación, la insuficiente infraestructura de drenaje y la presencia de viviendas construidas mediante procesos de autoconstrucción con materiales de baja resistencia. Se identificaron 166 viviendas afectadas, de las cuales 119 correspondieron a la colonia Plan de Ayala Parte Baja y 47 a la colonia 10 de Abril. Como resultado del análisis se propone un modelo de intervención basado en medidas de mitigación, capacitación comunitaria, sistemas de alerta temprana, elaboración de mapas de exposición, organización vecinal, diseño de rutas de evacuación y protocolos familiares de actuación. Estas estrategias contribuyen al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria y constituyen una herramienta replicable para la reducción del riesgo de desastres en asentamientos urbanos con características similares.

Palabras clave: huracán John; deslizamientos de ladera; gestión del riesgo de desastres; resiliencia comunitaria; vulnerabilidad; Chilpancingo.

Abstract

Extraordinary rainfall associated with Hurricane John, which occurred in September 2024, triggered landslides and caused significant damage to homes located on steep slopes in the city of Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, particularly in the neighborhoods of Plan de Ayala Parte Baja and 10 de Abril. The objective of this study was to develop a response and action model for populations living in vulnerable areas that can be replicated in similar contexts to reduce risk and strengthen community resilience to extreme hydrometeorological events. This research was conducted as a qualitative-descriptive case study using field surveys, georeferencing of damaged houses, interviews with neighborhood leaders and residents, and visual assessments of the structural conditions of affected buildings. In addition, damage location maps were developed using Geographic Information Systems (GIS), allowing the identification of areas with the highest levels of exposure. The results revealed that the main causes of the damage were associated with the occupation of unstable slopes, deforestation, inadequate drainage infrastructure, and the presence of self-built housing constructed with low-resistance materials. A total of 166 affected houses were identified, of which 119 were located in the Plan de Ayala Parte Baja neighborhood and 47 in the 10 de Abril neighborhood. Based on the findings, an intervention model is proposed that includes mitigation measures, community training programs, early warning systems, hazard exposure mapping, neighborhood organization,

evacuation route planning, and family emergency response protocols. These strategies contribute to strengthening community resilience and constitute a replicable tool for disaster risk reduction in urban settlements with similar characteristics.

Keywords: hurricane John; landslides; disaster risk reduction; community resilience; vulnerability; Chilpancingo.

Resumo

As chuvas extraordinárias associadas ao furacão John, ocorrido em setembro de 2024, causaram deslizamentos de terra e danos significativos a residências localizadas em encostas íngremes na cidade de Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, particularmente nos bairros de Plan de Ayala Parte Baja e 10 de Abril. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo de resposta e ação para a população residente em áreas vulneráveis, que possa ser replicado em contextos semelhantes para reduzir o risco e fortalecer a resiliência da comunidade a eventos hidrometeorológicos extremos. A pesquisa foi conduzida como um estudo de caso com abordagem qualitativa-descritiva, utilizando visitas de campo, georreferenciamento das residências afetadas, entrevistas com presidentes de associações de moradores e residentes, além de avaliações visuais das condições estruturais dos edifícios. Adicionalmente, mapas de localização dos danos foram criados utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitindo a identificação das áreas com maior nível de exposição. Os resultados mostraram que as principais causas dos danos estiveram associadas à ocupação de encostas instáveis, ao desmatamento, à infraestrutura de drenagem insuficiente e à presença de moradias construídas por meio de autoconstrução com materiais de baixa resistência. Foram identificadas 166 residências afetadas, sendo 119 no bairro Plan de Ayala Parte Baja e 47 no bairro 10 de Abril. Como resultado da análise, propõe-se um modelo de intervenção baseado em medidas de mitigação, capacitação da comunidade, sistemas de alerta precoce, mapeamento de exposição, organização da vizinhança, planejamento de rotas de evacuação e protocolos de ação familiar. Essas estratégias contribuem para o fortalecimento da resiliência da comunidade e constituem uma ferramenta replicável para a redução do risco de desastres em assentamentos urbanos com características semelhantes.

Palavras-chave: Furacão John; deslizamentos de terra; gestão de risco de desastres; resiliência comunitária; vulnerabilidade; Chilpancingo.

INTRODUCCIÓN

El estado de Guerrero se localiza al sur de México, sobre la costa del océano Pacífico, con una superficie aproximada de 63,794 km² y una línea costera cercana a los 500 km. Su ubicación geográfica, características fisiográficas y condiciones climáticas lo convierten en una de las entidades federativas más expuestas a la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, particularmente ciclones tropicales, tormentas intensas y huracanes. Estas amenazas han generado históricamente importantes pérdidas humanas, daños a la infraestructura, afectaciones económicas e impactos ambientales en distintas regiones del estado.

A lo largo de las últimas décadas, diversos ciclones tropicales han evidenciado la vulnerabilidad existente en Guerrero. Entre los eventos de mayor impacto destacan el huracán Madeline en 1976, Pauline en 1997, Ingrid y Manuel en 2013, Otis en 2023 y John en 2024. Estos fenómenos provocaron daños severos tanto en zonas costeras como en regiones del interior del estado, afectando viviendas, infraestructura carretera, servicios básicos y actividades productivas. En particular, los huracanes Ingrid y Manuel representaron uno de los desastres hidrometeorológicos más significativos registrados en Guerrero durante las últimas décadas, debido a la combinación de lluvias extraordinarias, inundaciones y movimientos de ladera que ocasionaron pérdidas humanas y materiales en diversos municipios.

La región Centro del estado, donde se ubica el municipio de Chilpancingo de los Bravo, también ha experimentado importantes afectaciones asociadas a eventos hidrometeorológicos extremos. Durante septiembre de 2013, la interacción de Ingrid y Manuel generó precipitaciones continuas entre los días 13 y 15, acumulando aproximadamente 480.5 mm de lluvia. De manera similar, el huracán John, que impactó el estado en septiembre de 2024, produjo precipitaciones extraordinarias durante casi cuatro días consecutivos, alcanzando un acumulado cercano a los 595 mm entre el 23 y el 26 de septiembre. Estas lluvias provocaron inundaciones, deslizamientos de ladera y daños en infraestructura urbana y habitacional, particularmente en asentamientos localizados en zonas de alta pendiente.

Entre las áreas más afectadas por el huracán John se encuentran las colonias Plan de Ayala Parte Baja y 10 de Abril, ubicadas en la periferia de la ciudad de Chilpancingo. En estas colonias, las intensas precipitaciones favorecieron procesos de remoción en masa que ocasionaron daños estructurales en viviendas, afectaciones a vialidades y condiciones de riesgo para la población. La magnitud de los daños estuvo asociada no solamente a la intensidad de las lluvias, sino también a factores como la ocupación de laderas inestables, la deforestación, la insuficiente infraestructura de drenaje y la

presencia de viviendas construidas mediante procesos de autoconstrucción con materiales de baja resistencia.

En las últimas décadas, la comunidad científica ha documentado que el cambio climático está modificando los patrones de precipitación y favoreciendo la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos más intensos en distintas regiones del planeta. De acuerdo con el (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2023) el incremento de la temperatura global ha contribuido al aumento de precipitaciones extremas, inundaciones y fenómenos asociados, incrementando la exposición y vulnerabilidad de millones de personas, especialmente aquellas asentadas en territorios con condiciones físicas y socioeconómicas desfavorables.

Diversas investigaciones desarrolladas en México han documentado la relación existente entre las precipitaciones extraordinarias y la ocurrencia de deslizamientos de ladera en regiones montañosas. Mendoza et al. (2002) señalan que las lluvias intensas y prolongadas constituyen uno de los principales factores desencadenantes de movimientos de masa, particularmente en zonas con pendientes pronunciadas y condiciones geológicas susceptibles a la inestabilidad. De manera complementaria, el Centro Nacional de Prevención de Desastres identifica a los deslizamientos como uno de los fenómenos geológicos más frecuentes en el territorio nacional, debido a la interacción entre factores naturales y actividades humanas que modifican el equilibrio de las laderas (CENAPRED, 2021).

En el ámbito de la gestión del riesgo de desastres, diversos estudios han demostrado que los impactos ocasionados por huracanes y lluvias extremas no dependen exclusivamente de la intensidad del fenómeno, sino también de las condiciones de vulnerabilidad presentes en la población expuesta. Guzmán & Rodríguez (2016) señalan que la vulnerabilidad está determinada por factores físicos, sociales, económicos y ambientales que condicionan la capacidad de las personas para anticipar, resistir y recuperarse de los efectos provocados por una amenaza. En este sentido, la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres destaca que la reducción efectiva del riesgo requiere comprender y atender las causas subyacentes de la vulnerabilidad presentes en los territorios (UNDRR, 2015).

Por otra parte, la resiliencia comunitaria ha sido reconocida como un elemento fundamental para fortalecer la capacidad de respuesta y recuperación de las poblaciones ante eventos extremos. De acuerdo con la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, una comunidad resiliente es aquella capaz de resistir, adaptarse y recuperarse de los impactos ocasionados por amenazas naturales, manteniendo sus funciones esenciales y fortaleciendo sus capacidades para enfrentar futuros eventos adversos (UNDRR, 2022). En este contexto, la capacitación comunitaria, los sistemas de alerta temprana, la organización vecinal y la planificación territorial constituyen herramientas fundamentales para reducir la exposición y vulnerabilidad de la población.

A pesar de la existencia de investigaciones relacionadas con huracanes, deslizamientos de ladera, vulnerabilidad y resiliencia comunitaria en distintas regiones de México, son limitados los estudios que analizan de manera específica las afectaciones ocasionadas por el huracán John en asentamientos urbanos localizados en laderas de la ciudad de Chilpancingo de los Bravo. Particularmente, no se identificaron investigaciones que integren la georreferenciación de daños, el análisis de vulnerabilidad territorial y la formulación de estrategias de intervención para las colonias Plan de Ayala Parte Baja y 10 de Abril. Por ello, resulta necesario generar conocimiento que contribuya a fortalecer los procesos de reducción del riesgo y resiliencia comunitaria en este tipo de asentamientos urbanos vulnerables.

Por ello, el presente estudio tiene como objetivo analizar las afectaciones ocasionadas por el huracán John en las colonias Plan de Ayala Parte Baja y 10 de Abril, mediante la identificación de los daños registrados en viviendas y vialidades, el análisis de los factores de vulnerabilidad presentes en el territorio y la elaboración de una propuesta de intervención orientada a la reducción del riesgo y al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria ante futuros fenómenos hidrometeorológicos extremos. La investigación integra el análisis espacial de los daños mediante técnicas de georreferenciación, recorridos de campo y entrevistas a habitantes afectados, con la finalidad de generar información que contribuya a la toma de decisiones en materia de gestión integral del riesgo de desastres y pueda servir como referencia para otras comunidades con características similares de exposición y vulnerabilidad.

MARCO TEÓRICO

Huracanes y fenómenos hidrometeorológicos extremos

Los huracanes son sistemas atmosféricos de gran escala que se forman sobre aguas oceánicas cálidas y se caracterizan por la presencia de nubosidad organizada, lluvias intensas y vientos de gran velocidad. Su desarrollo depende de diversos factores oceanográficos y atmosféricos, entre ellos la temperatura superficial del mar, la humedad atmosférica y las condiciones favorables de circulación en niveles altos de la atmósfera. De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2017), los ciclones tropicales evolucionan a través de diferentes etapas: depresión tropical, cuando los vientos máximos sostenidos alcanzan hasta 62 km/h; tormenta tropical, cuando los vientos oscilan entre 63 y 118 km/h; y huracán, cuando superan los 119 km/h.

La intensidad de los huracanes se clasifica mediante la escala Saffir-Simpson, la cual considera cinco categorías en función de la velocidad de los vientos sostenidos. Los huracanes de categoría 5 representan el nivel más alto de intensidad, con velocidades superiores a los 250 km/h y un elevado

potencial destructivo sobre la infraestructura, los ecosistemas y la población expuesta (CENAPRED, 2017).

En las últimas décadas, diversos estudios han documentado que el cambio climático está modificando los patrones de precipitación y aumentando la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático señala que el calentamiento global inducido por las actividades humanas ha incrementado la ocurrencia de precipitaciones intensas, inundaciones y otros fenómenos extremos en múltiples regiones del mundo, aumentando la exposición y vulnerabilidad de las poblaciones asentadas en zonas de riesgo (IPCC, 2023).

Deslizamientos de ladera asociados a precipitaciones intensas

Los deslizamientos de ladera constituyen uno de los fenómenos geológicos más frecuentes en regiones montañosas y suelen estar asociados a precipitaciones intensas y prolongadas. De acuerdo con Mendoza et al. (2002), las lluvias extraordinarias, los movimientos sísmicos de gran magnitud y la actividad volcánica representan algunos de los principales factores naturales que favorecen la inestabilidad de laderas.

Asimismo, las actividades humanas pueden incrementar significativamente la susceptibilidad del terreno a los movimientos de masa. Entre los principales factores antropogénicos destacan la deforestación, la modificación de pendientes naturales, la realización de cortes inadecuados en el terreno y la expansión de asentamientos humanos en zonas de riesgo. Estas condiciones aumentan la probabilidad de que ocurran deslizamientos, particularmente cuando coinciden con eventos de precipitación extrema.

En México, una gran proporción de los deslizamientos registrados se encuentra asociada a suelos y rocas con baja resistencia mecánica que, al saturarse por efecto de las lluvias, pierden estabilidad y generan movimientos de ladera capaces de ocasionar daños severos a viviendas, infraestructura y servicios básicos Mendoza et al. (2002). En la ciudad de Chilpancingo de los Bravo, este tipo de procesos ha sido recurrente desde las precipitaciones extraordinarias provocadas por los ciclones Ingrid y Manuel en 2013, evidenciando la vulnerabilidad de diversos asentamientos localizados en zonas de pendiente pronunciada.

Vulnerabilidad y riesgo de desastres

La vulnerabilidad constituye uno de los componentes fundamentales para comprender la generación del riesgo de desastres. De acuerdo con Guzmán & Rodríguez (2016), la vulnerabilidad se refiere a

las características y condiciones de una persona, grupo o comunidad que determinan su capacidad para anticipar, resistir, afrontar y recuperarse de los efectos provocados por una amenaza natural o antrópica.

La vulnerabilidad puede manifestarse en diferentes dimensiones, incluyendo aspectos físicos, sociales, económicos y ambientales. Las viviendas construidas con materiales precarios, la insuficiencia de infraestructura básica, la falta de acceso a información preventiva y las limitaciones económicas representan factores que incrementan la susceptibilidad de una comunidad frente a fenómenos extremos.

En este contexto, el riesgo de desastres surge de la interacción entre una amenaza potencialmente dañina, la exposición de personas e infraestructura y las condiciones de vulnerabilidad existentes. Por ello, la reducción del riesgo no depende únicamente del monitoreo de fenómenos naturales, sino también de la implementación de estrategias orientadas a disminuir las condiciones de vulnerabilidad presentes en el territorio.

Planeación urbana, resiliencia comunitaria y reducción del riesgo

La expansión urbana desordenada constituye uno de los principales factores que contribuyen a la generación de nuevos riesgos en las ciudades. De acuerdo con Meneses (2019), la falta de una adecuada planeación urbana y el crecimiento acelerado de los asentamientos humanos exponen a numerosas familias a amenazas naturales que, en condiciones normales, podrían representar menores niveles de afectación.

La vulnerabilidad de las comunidades no depende exclusivamente de las características físicas del territorio, sino también de factores socioeconómicos relacionados con la calidad de vida, el acceso a servicios básicos, la calidad de las viviendas y la capacidad institucional para prevenir y atender emergencias. En este sentido, la resiliencia comunitaria se define como la capacidad de una comunidad para resistir, adaptarse y recuperarse de los impactos ocasionados por eventos adversos, manteniendo sus funciones esenciales y fortaleciendo sus capacidades para enfrentar futuras amenazas.

La gestión integral del riesgo de desastres promueve la implementación de medidas estructurales y no estructurales orientadas a reducir la exposición de la población, fortalecer la organización comunitaria y mejorar la preparación y respuesta ante emergencias. Entre estas medidas destacan los sistemas de alerta temprana, los programas de capacitación, la elaboración de mapas comunitarios de riesgo, los planes de evacuación y el fortalecimiento de la cultura de prevención.

Experiencias latinoamericanas en la gestión del riesgo ante huracanes y deslizamientos

En América Latina y el Caribe, los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos extremos se relacionan no solo con la intensidad de las amenazas, sino también con procesos de urbanización acelerada, desigualdad social, ocupación de laderas, deforestación y limitada planeación territorial. La (UNDRR, 2023) señala que entre 2015 y 2022 los desastres afectaron a millones de personas en la región, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la reducción del riesgo desde la prevención y no únicamente desde la respuesta posterior al desastre. En Centroamérica, los huracanes Eta e Iota provocaron lluvias intensas, inundaciones, deslizamientos y saturación de suelos, con afectaciones estimadas en casi 6.3 millones de personas, lo que confirma la alta vulnerabilidad regional ante ciclones tropicales y precipitaciones extremas Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Estos antecedentes permiten contextualizar que los daños generados por el huracán John en Chilpancingo forman parte de una problemática regional más amplia, en la cual las condiciones sociales y territoriales amplifican los efectos de los eventos hidrometeorológicos.

Diversos estudios latinoamericanos han demostrado que los deslizamientos de ladera en zonas urbanas se intensifican cuando la expansión de asentamientos ocurre sobre terrenos inestables y con infraestructura insuficiente. Quezada-Roman (2023) destaca que en Centroamérica los desastres han aumentado en frecuencia y severidad durante las últimas dos décadas, favoreciendo escenarios de inundaciones y movimientos de ladera. De forma complementaria, Smith et al. (2022) a partir de experiencias en barrios informales de Colombia y Brasil, sostienen que la gestión del riesgo de deslizamientos requiere estrategias sociotécnicas construidas con participación comunitaria, instituciones locales y conocimiento territorial. En el caso de México, eventos recientes como el huracán Otis evidenciaron que las lluvias extremas pueden provocar inundaciones, deslizamientos y daños severos en infraestructura urbana, especialmente en asentamientos con alta exposición y limitada capacidad de respuesta de acuerdo con Stevenson & Verza (2023).

En este sentido, la elaboración de mapas de riesgo, la capacitación vecinal, los sistemas de alerta temprana, las rutas de evacuación y los protocolos familiares de actuación representan estrategias pertinentes para comunidades asentadas en laderas inestables. Estas medidas resultan aplicables a las colonias Plan de Ayala Parte Baja y 10 de Abril, donde la combinación de lluvias extraordinarias, autoconstrucción, deficiencias de drenaje y ocupación de zonas de pendiente incrementa la vulnerabilidad frente a futuros eventos hidrometeorológicos extremos.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en las colonias Plan de Ayala Parte Baja y 10 de Abril, ubicadas en la ciudad de Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México. Ambas colonias fueron seleccionadas mediante un muestreo intencional, debido a que registraron las mayores afectaciones ocasionadas por las precipitaciones extraordinarias asociadas al huracán John durante septiembre de 2024.

La colonia Plan de Ayala Parte Baja se localiza aproximadamente a 4.61 km al noroeste del centro de Chilpancingo de los Bravo, mientras que la colonia 10 de Abril se ubica en la zona norponiente de la ciudad. Ambas presentan condiciones de vulnerabilidad caracterizadas por la ocupación de laderas con pendientes pronunciadas, procesos de urbanización no planificada, modificaciones al relieve natural mediante cortes de terreno y viviendas construidas predominantemente mediante procesos de autoconstrucción, factores que incrementan su susceptibilidad ante fenómenos hidrometeorológicos extremos y procesos de remoción en masa.

Diseño de la investigación

La investigación corresponde a un estudio de caso con enfoque descriptivo y predominio cualitativo, complementado con análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica. Este diseño permitió analizar de manera integral las afectaciones ocasionadas por el huracán John en un contexto territorial específico, identificando los principales factores físicos, sociales y territoriales que incrementaron la vulnerabilidad de la población afectada.

El estudio se desarrolló entre septiembre y noviembre de 2024 en cuatro etapas: recopilación de información documental y meteorológica; recorridos de campo e identificación de daños; georreferenciación de viviendas afectadas y elaboración de cartografía temática; y análisis de la información y formulación del modelo de intervención.

Técnicas de recolección de información

La información se obtuvo mediante entrevistas semiestructuradas realizadas a los presidentes de las colonias y a habitantes afectados por el fenómeno hidrometeorológico. Las entrevistas permitieron recopilar información relacionada con los daños observados en las viviendas, las condiciones de

preparación y respuesta de la población, así como las medidas implementadas durante y después de la emergencia.

De manera complementaria, se efectuaron recorridos de campo en las zonas afectadas para realizar inspecciones visuales de viviendas, vialidades y áreas con evidencia de deslizamientos de ladera. Durante estas actividades se documentaron las condiciones físicas del entorno y los daños ocasionados por las lluvias extraordinarias. La clasificación del tipo de daño se realizó mediante inspección visual considerando la magnitud de las afectaciones observadas en los elementos estructurales y no estructurales de las viviendas durante los recorridos de campo. Para efectos del estudio, los daños se clasificaron en cuatro categorías: pérdida total, daño estructural parcial, ingreso de lodo por deslizamiento y afectación por inundación.

Asimismo, se obtuvieron fotografías georreferenciadas mediante la aplicación GPS Camera Lite, registrando las coordenadas geográficas de las viviendas afectadas y de los sitios donde se identificaron procesos de remoción en masa. En total se georreferenciaron 166 viviendas afectadas, de las cuales 119 correspondieron a la colonia Plan de Ayala Parte Baja y 47 a la colonia 10 de Abril.

Análisis de la información

Las coordenadas obtenidas durante el trabajo de campo fueron integradas a un Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante el software QGIS versión 3.34, utilizando el sistema de referencia geográfica WGS84. A partir de esta información se elaboraron mapas temáticos de distribución espacial de los daños, permitiendo identificar las zonas con mayor concentración de viviendas afectadas y su relación con las características topográficas del terreno.

La información recopilada mediante entrevistas, observación directa y análisis cartográfico fue integrada y analizada de manera descriptiva, permitiendo identificar los principales factores de vulnerabilidad y condiciones territoriales que favorecieron la ocurrencia de daños durante el paso del huracán John.

Con base en los resultados obtenidos, se diseñó un modelo integral de intervención orientado a la reducción del riesgo de desastres, incorporando medidas estructurales y no estructurales, fortalecimiento de la organización comunitaria, implementación de sistemas de alerta temprana, estrategias de mitigación y acciones para incrementar la resiliencia de la población asentada en zonas de alta vulnerabilidad.

Consideraciones éticas

Las entrevistas fueron realizadas con el consentimiento informado verbal de los participantes, garantizando la confidencialidad de la información proporcionada y el uso exclusivo de los datos con

finés académicos y de investigación. Durante el desarrollo del estudio no se recopiló información que permitiera identificar individualmente a los participantes.

Adicionalmente, durante el proceso de redacción, revisión lingüística y organización del manuscrito se utilizó la herramienta de inteligencia artificial ChatGPT como apoyo para la mejora de la redacción científica y la estructura del documento. Su utilización se limitó exclusivamente a tareas de asistencia editorial y lingüística, sin intervenir en la recopilación, procesamiento, análisis, interpretación o modificación de los datos y resultados obtenidos, los cuales corresponden íntegramente al trabajo realizado por los autores.

RESULTADOS

El huracán John se desarrolló en el océano Pacífico durante septiembre de 2024 y alcanzó la categoría 3 en la escala Saffir-Simpson antes de tocar tierra en las costas del estado de Guerrero. Durante su trayectoria generó precipitaciones extraordinarias que afectaron diversas regiones del estado, incluyendo el municipio de Chilpancingo de los Bravo.

Los datos meteorológicos registrados indican que entre el 24 y el 27 de septiembre de 2024 se acumuló una precipitación total de 595 mm en la ciudad de Chilpancingo, siendo el 26 de septiembre el día con el mayor registro de lluvia, con 209.8 mm. La **Tabla 1** presenta los principales datos atmosféricos registrados durante el paso del fenómeno.

Tabla 1.

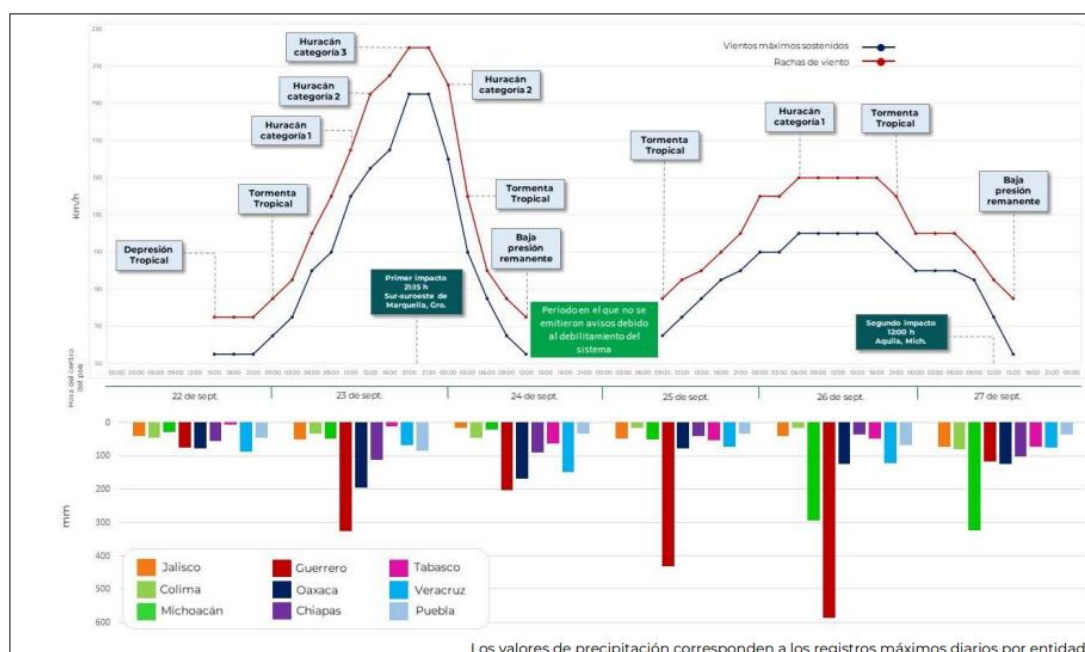
Datos atmosféricos del huracán John en Chilpancingo Gro.

Fecha	Temperatura media	Precipitación total	Velocidad del viento	Presión del aire
9/24/2024	18.7°C	95.6 mm	4.2 km/h	1008.9 hPa
9/25/2024	17.6°C	122.7 mm	9.1 km/h	1009.8 hPa
9/26/2024	13.3°C	209.8 mm	13 km/h	1011.2 hPa
9/27/2024	16.2°C	166.9 mm	12.1 km/h	1012 hPa

La evolución del huracán John y las precipitaciones asociadas pueden observarse en la **Figura 1**.

Figura 1

Evolución del ciclón tropical John y precipitaciones asociadas (SMN, 2024)



Nota. Reporte emitido por la CONAGUA, donde se detallan las fases de intensificación y debilitamiento del huracán, así como los acumulados de lluvia registrados durante su paso por la región.

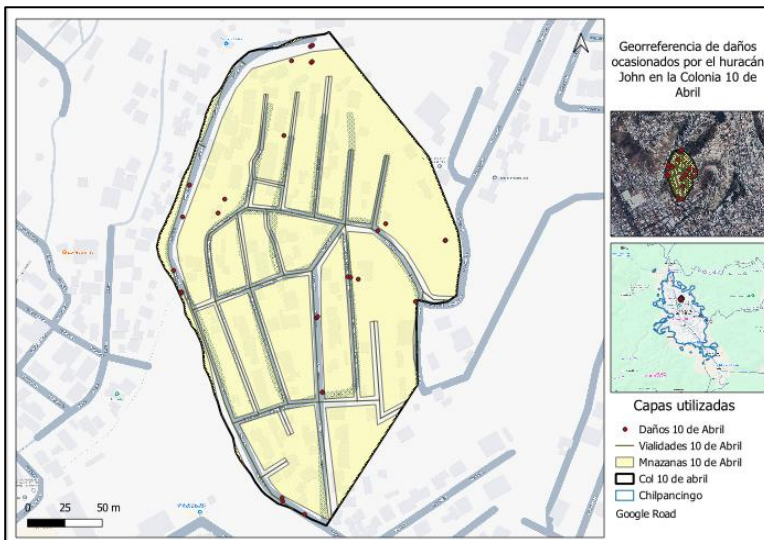
Daños identificados en la colonia 10 de Abril

Los recorridos de campo realizados en la colonia 10 de Abril permitieron identificar daños asociados a procesos de remoción en masa y afectaciones en viviendas ubicadas en zonas de pendiente. Se documentaron evidencias de agrietamientos, deformaciones del terreno y afectaciones estructurales en construcciones localizadas en las áreas más impactadas por las lluvias.

Mediante el proceso de georreferenciación se registraron un total de 47 viviendas afectadas. La distribución espacial de estos daños se presenta en la **Figura 2**, donde se observa la ubicación de las viviendas afectadas dentro de la colonia.

Figura 2

Georreferenciación de Daños en viviendas de la colonia 10 de Abril causados por el huracán John.



Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo realizado durante septiembre de 2024.

Las principales evidencias observadas durante el trabajo de campo pueden apreciarse en la Figura 3.

Figura 3

Daños en viviendas de la colonia 10 de Abril causados por el huracán John.



Nota. Imágenes que muestran los daños ocasionados por el huracán John en la colonia 10 de Abril, reflejando la magnitud de los deslizamientos de tierra, la destrucción de viviendas y los efectos de las lluvias intensas.

Durante los recorridos de campo se identificaron principalmente daños estructurales parciales asociados a procesos de inestabilidad de laderas. Aunque no se registraron viviendas con pérdida total por inundación, la deformación del terreno y la presencia de grietas evidenciaron condiciones de riesgo que podrían favorecer daños mayores ante futuros eventos de precipitación extrema.

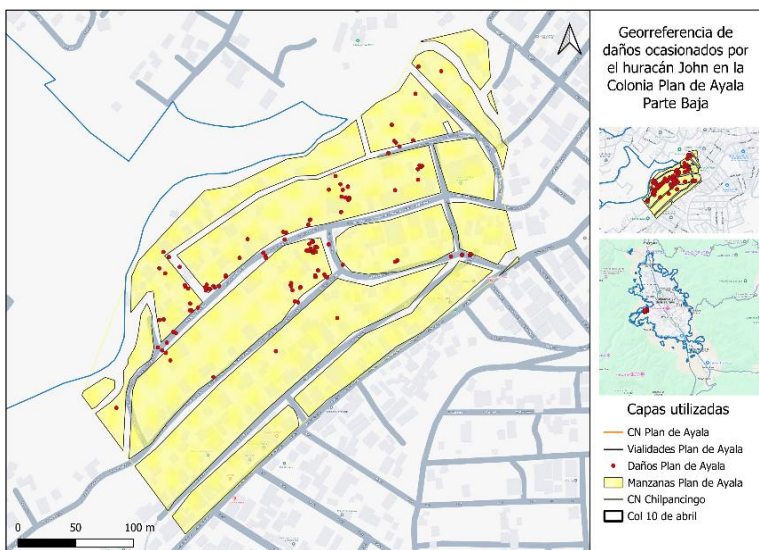
Daños identificados en la colonia Plan de Ayala Parte Baja

En la colonia Plan de Ayala Parte Baja se identificaron daños asociados a deslizamientos de ladera, deformaciones del terreno y afectaciones en viviendas localizadas en zonas de pendiente pronunciada. Las inspecciones visuales permitieron documentar daños en infraestructura habitacional y evidencias de inestabilidad del terreno.

Como resultado del levantamiento de información se georreferenciaron 119 viviendas afectadas. La ubicación espacial de estas viviendas se presenta en la **Figura 4**.

Figura 4

Georreferenciación de daños en la colonia Plan de Ayala Parte baja



Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo realizado durante septiembre de 2024.

Las principales afectaciones observadas durante los recorridos de campo se muestran en la **Figura 5**.

Figura 5.

Daños en viviendas de la colonia Plan de Ayala parte baja causados por el huracán John.



Nota. Las imágenes de los impactos ocurridos en la colonia Plan de Ayala parte baja, donde los efectos ocasionados fueron más graves debido a las pendientes que caracterizan la zona.

A diferencia de la colonia 10 de Abril, en Plan de Ayala Parte Baja se observaron afectaciones de mayor magnitud, incluyendo viviendas con pérdida total, ingreso de lodo por deslizamiento e inundaciones. La concentración espacial de estos daños estuvo asociada principalmente a sectores localizados sobre laderas con pendientes pronunciadas y modificaciones antrópicas del terreno.

Distribución espacial de los daños

El análisis cartográfico permitió identificar la distribución espacial de las viviendas afectadas en ambas colonias. En total se georreferenciaron 166 viviendas con algún nivel de afectación derivada de las precipitaciones asociadas al huracán John.

Como resultado de los recorridos de campo se evaluaron 166 viviendas afectadas por las precipitaciones extraordinarias asociadas al huracán John, de las cuales 119 correspondieron a la colonia Plan de Ayala Parte Baja y 47 a la colonia 10 de Abril. La evaluación permitió clasificar las viviendas de acuerdo con el tipo de afectación predominante observado durante las inspecciones visuales, considerando pérdida total, daño estructural parcial, ingreso de lodo por deslizamiento y afectación por inundación. La **Tabla 2** presenta el resumen de las viviendas evaluadas y su clasificación según el tipo de daño identificado.

Tabla 2

Caracterización de los daños observados en las viviendas evaluadas durante el trabajo de campo.

Colonia	Viviendas evaluadas en campo	Viviendas con pérdida total	Vivienda con daño estructural parcial	Viviendas con ingreso de lodo por deslizamiento	Viviendas afectadas por inundación
Plan de Ayala	119	20	60	39	61
Parte Baja					
10 de Abril	47	2	45	0	0
Total	166	22	105	39	61

Nota. La densidad y proximidad espacial de las viviendas evaluadas, así como la escala utilizada para la representación cartográfica, ocasionan la superposición de algunos puntos georreferenciados. Esta situación limita su visualización individual en la figura, pero no afecta el análisis espacial ni el número total de viviendas consideradas en el estudio.

La colonia Plan de Ayala Parte Baja concentró el mayor número de viviendas afectadas y presentó los daños más severos, registrándose 20 viviendas con pérdida total, 60 con daño estructural parcial y 39 con ingreso de lodo por deslizamiento. Asimismo, en esta colonia se identificaron 61 viviendas afectadas por inundación, lo que evidencia una mayor exposición a procesos combinados de escurrimiento superficial y remoción en masa.

En contraste, en la colonia 10 de Abril predominó el daño estructural parcial, con 45 viviendas afectadas, mientras que únicamente se registraron dos viviendas con pérdida total y no se identificaron viviendas con ingreso de lodo por deslizamiento ni afectaciones directas por inundación durante las inspecciones realizadas.

Estos resultados muestran diferencias importantes entre ambas colonias respecto al tipo e intensidad de las afectaciones observadas, las cuales se relacionan con las características topográficas, las condiciones del terreno y las modificaciones antrópicas presentes en cada zona.

MODELO DE INTERVENCIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA RESILIENCIA COMUNITARIA

Con base en los resultados obtenidos durante el trabajo de campo, el análisis espacial de las viviendas afectadas y la identificación de los principales factores de vulnerabilidad presentes en las colonias estudiadas, se propone un modelo integral de intervención orientado a reducir el riesgo de desastres y fortalecer la resiliencia comunitaria ante futuros fenómenos hidrometeorológicos extremos. El modelo fue diseñado a partir de las condiciones observadas en las colonias analizadas; sin embargo, su estructura permite adaptarlo e implementarlo en otros asentamientos urbanos que presenten características similares de exposición, vulnerabilidad y susceptibilidad a deslizamientos de ladera.

La **Tabla 3** presenta los componentes estratégicos, objetivos, acciones y resultados esperados que integran la propuesta.

Tabla 3

Componentes estratégicos del modelo integral de intervención para la reducción del riesgo de desastres y el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria en asentamientos urbanos vulnerables.

Componente	Objetivo	Principales acciones
Medidas de mitigación	Reducir la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos y disminuir la exposición de las viviendas.	Construcción de drenajes pluviales, muros de contención, terrazas escalonadas, reforestación con especies de raíces profundas, instalación de mallas geotextiles y restricción de nuevas construcciones en zonas de alto riesgo.
Capacitación y concientización comunitaria	Fortalecer la preparación y capacidad de respuesta de la población.	Capacitación de comités vecinales, identificación de rutas de evacuación, elaboración de mapas comunitarios de riesgo, simulacros, interpretación de avisos meteorológicos y fortalecimiento de la organización comunitaria.
Sistema de alerta temprana	Detectar oportunamente condiciones que incrementen el riesgo de deslizamientos y facilitar la comunicación durante emergencias.	Instalación de pluviómetros comunitarios, monitoreo de laderas, uso de sensores de movimiento, megáfonos y grupos de mensajería instantánea para la difusión de alertas.
Reubicación y protección de la población	Salvaguardar la integridad física de la población asentada en zonas de alto riesgo.	Habilitación de refugios temporales, señalización de rutas de evacuación, elaboración de protocolos familiares de actuación y reubicación permanente de viviendas localizadas en zonas de riesgo no mitigable.

El modelo integra medidas estructurales y no estructurales orientadas a disminuir la exposición de la población, incrementar su capacidad de preparación y respuesta y reducir las pérdidas potenciales ocasionadas por futuros fenómenos hidrometeorológicos extremos. Su diseño permite adaptarlo a otros asentamientos urbanos que presenten condiciones similares de vulnerabilidad territorial.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que los daños registrados en las colonias Plan de Ayala Parte Baja y 10 de Abril no pueden atribuirse exclusivamente a la intensidad de las lluvias asociadas al huracán John, sino a la interacción de diversos factores físicos y sociales que incrementan la vulnerabilidad de la población. Entre estos factores destacan la ocupación de laderas con pendientes pronunciadas, la deforestación derivada de la expansión urbana, la insuficiente infraestructura de drenaje y la construcción de viviendas mediante procesos de autoconstrucción sin supervisión técnica especializada.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones desarrolladas en distintas regiones de México y América Latina, donde se ha documentado que los deslizamientos de ladera asociados a lluvias extremas suelen presentar una relación directa con procesos de urbanización desordenada y ocupación de zonas geológicamente inestables. Diversos autores señalan que la vulnerabilidad territorial constituye un factor determinante en la generación de desastres, debido a que la exposición de la población en áreas de riesgo incrementa significativamente la magnitud de los daños cuando ocurre un evento hidrometeorológico extremo.

Los daños observados en las colonias estudiadas presentan similitudes con los registrados durante los ciclones Ingrid y Manuel en 2013, cuando diversas zonas de Chilpancingo experimentaron deslizamientos de tierra, colapso de viviendas e interrupción de servicios básicos como consecuencia de lluvias extraordinarias. De manera similar, el huracán John evidenció nuevamente la necesidad de fortalecer los instrumentos de ordenamiento territorial y control del crecimiento urbano para evitar el establecimiento de nuevos asentamientos en zonas susceptibles a movimientos de ladera.

La georreferenciación de 166 viviendas afectadas permitió identificar patrones espaciales de concentración del daño asociados principalmente a áreas con mayores pendientes y evidencias de inestabilidad del terreno. Esta información representa una herramienta relevante para la toma de decisiones en materia de protección civil, ordenamiento territorial y gestión integral del riesgo, ya que facilita la delimitación de zonas prioritarias para la implementación de medidas de mitigación.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra la imposibilidad de realizar análisis geotécnicos detallados en todas las viviendas afectadas, así como la ausencia de monitoreo instrumental previo al evento que permitiera evaluar con mayor precisión la evolución de los procesos de inestabilidad. No obstante, la integración de entrevistas, recorridos de campo y georreferenciación de daños permitió generar una aproximación sólida para comprender los factores que contribuyeron a la ocurrencia de los daños observados.

Finalmente, los resultados evidencian que la reducción del riesgo de desastres en asentamientos urbanos vulnerables requiere integrar medidas estructurales y no estructurales, como sistemas de alerta temprana, capacitación comunitaria, organización vecinal y reubicación de viviendas en zonas de alto riesgo. Estos hallazgos coinciden con los principios del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2015), que promueve el fortalecimiento de las capacidades locales para disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia comunitaria.

CONCLUSIONES

Las precipitaciones extraordinarias asociadas al huracán John evidenciaron la elevada vulnerabilidad de las colonias Plan de Ayala Parte Baja y 10 de Abril ante fenómenos hidrometeorológicos extremos. Los daños observados fueron consecuencia de la interacción entre factores naturales, como las lluvias intensas y la topografía accidentada, y factores antrópicos relacionados con la ocupación de zonas inestables y las condiciones constructivas de las viviendas.

La investigación permitió identificar que las viviendas ubicadas en laderas con pendientes pronunciadas, construidas con materiales de baja resistencia y sin supervisión técnica especializada, presentaron mayores niveles de afectación. Asimismo, la deforestación y las deficiencias en los sistemas de drenaje contribuyeron a incrementar la susceptibilidad del terreno a los procesos de remoción en masa.

La elaboración de mapas de exposición y la georreferenciación de las viviendas afectadas constituyeron herramientas fundamentales para identificar las áreas de mayor riesgo y establecer prioridades de intervención. Esta información puede servir como base para la formulación de políticas públicas orientadas a la reducción del riesgo de desastres y la planificación territorial.

Como resultado del estudio se propone un modelo de intervención basado en medidas de mitigación, capacitación comunitaria, organización vecinal, sistemas de alerta temprana, rutas de evacuación y protocolos familiares de actuación. Este modelo puede ser replicado en otras colonias con características similares, contribuyendo al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria y a la reducción de los impactos asociados a futuros eventos hidrometeorológicos.

El principal aporte de esta investigación consiste en el desarrollo de un modelo integral de intervención fundamentado en la evidencia obtenida durante el trabajo de campo y el análisis espacial de las viviendas afectadas. A diferencia de las estrategias orientadas exclusivamente a la atención de emergencias, la propuesta integra medidas preventivas, organizativas y de mitigación que pueden adaptarse y replicarse en otros asentamientos urbanos con condiciones similares de exposición y vulnerabilidad territorial, constituyendo una herramienta de apoyo para la gestión integral del riesgo

de desastres, el ordenamiento territorial y la formulación de políticas públicas orientadas al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria.

RECOMENDACIONES

Se recomienda fortalecer los mecanismos de ordenamiento territorial y control del crecimiento urbano para evitar el establecimiento de nuevas viviendas en zonas con alta susceptibilidad a deslizamientos de ladera. Asimismo, es necesario promover programas de regularización y evaluación técnica de las viviendas existentes ubicadas en áreas de riesgo.

Resulta indispensable implementar programas permanentes de capacitación y concientización dirigidos a la población, enfocados en la identificación de señales de inestabilidad del terreno, elaboración de planes familiares de protección civil, rutas de evacuación y acciones de respuesta ante emergencias.

Las autoridades competentes deberán fortalecer los sistemas de alerta temprana y garantizar la disponibilidad de refugios temporales seguros, así como mejorar la infraestructura de drenaje pluvial en las zonas vulnerables para reducir los efectos de precipitaciones extremas.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones incorporen estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos más detallados, así como la evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación propuestas, con el propósito de fortalecer las estrategias de adaptación al cambio climático y reducir la exposición de las comunidades vulnerables ante fenómenos hidrometeorológicos extremos.

RECONOCIMIENTOS

Un sincero agradecimiento al MC. Andrés Gutiérrez Sánchez por su apoyo para poder hacer los recorridos para la georreferenciación de los daños en la colonia 10 de Abril y a los estudiantes de la licenciatura de Ingeniería en Prevención de Desastres y Protección Civil Juan Pablo Velázquez Aparicio y Mayumi López López, quienes colaboraron en la obtención de información en la colonia Plan de Ayala Parte baja.

Referencias

- Bravo, L. C., Peláez, P. B., & Ayala, V. J. (Septiembre de 2024). *Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)*.
Obtenido de Huracán John 22 al 27 de septiembre de 2024:
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Ciclones/2024-John.pdf>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (11 de Mayo de 2017). *Gobierno de México*.
Obtenido de Diferencia entre un ciclón tropical y un huracán:
<https://www.gob.mx/cenapred/articulos/diferencia-entre-un-ciclon-tropical-y-un-huracan>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2021). *Fenómenos geológicos: deslizamientos de laderas*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cenapred>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Subregional Central America: Hurricanes Eta and Iota – Impact assessment in agriculture and food security*. Obtenido de FAO:
<https://openknowledge.fao.org/items/5fd83639-66c0-4117-81fe-b2ae38b693fa>
- Guzmán, N. G., & Rodríguez, E. J. (Junio de 2016). *Scielo*. Obtenido de Elementos de la vulnerabilidad ante huracanes. Impacto del huracán Isidoro en Chabihau, Yobain, Yucatán:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422016000100183
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Cuéntame de México: Guerrero*. (Geografía de Guerrero) Recuperado el 04 de Marzo de 2025, de INEGI:
<https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gro/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (20 de marzo de 2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Obtenido de IPCC: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Mendoza, M., López, J., Domínguez, L., Morales, E., Noriega, F., & Rioja, R. &. (Diciembre de 2002). *Monitoreo de laderas con fines de evaluación y alertamiento (Informe técnico)*. Obtenido de Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Secretaría de Gobernación.:
<http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/363/1/images/mlfea.pdf>
- Meneses, V. G. (2019). Expansión urbana y cambio climático . En V. G. Meneses, *Cambio climático y gobernanza. Una visión transdisciplinaria* (págs. 387-401). México: Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.
- Quezada-Roman, A. (2023). Priorities for natural disaster risk reduction in Central America. *PLOS Climate*, 2(9), e0000168. doi:10.1371/journal.pclm.0000168
- Sistema Meteorológico Nacional (SMN). (septiembre de 2024). *Resumen mensual de temperaturas y lluvias*. Obtenido de Comisión Nacional del Agua:
<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>
- Smith, H., Garcia Ferrari, S., Medero, G. M., Rivera, H., Coupé, F., Mejía Escalante, M. E., . . . Marinho, F. A. (2022). Exploring appropriate socio-technical arrangements for the co-production of landslide risk management strategies in informal neighbourhoods in Colombia and Brazil. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 14(1), 242–263. doi:10.1080/19463138.2021.1872082

- Stevenson, M., & Verza, M. (25 de octubre de 2023). El huracán Otis provoca inundaciones masivas en Acapulco y desencadena deslizamientos de tierra antes de disiparse. *AP News*. Obtenido de <https://apnews.com/article/hurricane-otis-mexico-acapulco-8daa7fcfa6d538ae2ca672fe54a31519>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. Obtenido de United Nations: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk*. Obtenido de United Nations: <https://www.undrr.org/gar2022>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2023). *Special report on urbanization and disaster risk in Latin America and the Caribbean*. Obtenido de UNDRR: <https://www.undrr.org/publication/special-report-urbanization-and-disaster-risk-latin-america-and-caribbean>

APENDICE A

La Inteligencia Artificial Generativa se utilizó únicamente como herramienta de apoyo para mejorar la calidad de la redacción y organización del manuscrito, su utilización no sustituyó el análisis realizado por los autores, ni la interpretación de los resultados. La declaración de IA se presenta en la tabla A1 con la finalidad de dar cumplimiento a la política editorial de la revista y de las recomendaciones para transparentar el uso de Inteligencia Artificial Generativa conforme al estilo APA 7.

Tabla A1

Declaración de transparencia sobre el uso de Inteligencia Artificial Generativa durante la elaboración del manuscrito.

Aspecto	Descripción
Herramienta utilizada	ChatGPT
Empresa desarrolladora	OpenAI
Tipo de herramienta	Modelo de lenguaje de gran tamaño (Large Language Model, LLM)
Periodo de utilización	Durante la preparación y revisión del manuscrito (2026).
Objetivo del uso	Apoyar en la mejora de la redacción científica, corrección de estilo, organización de párrafos, revisión de coherencia y fluidez del texto, sin modificar el contenido científico del estudio.
Secciones donde se utilizó	Introducción, Marco teórico, Discusión, Conclusiones y revisión integral de la redacción del manuscrito.

Actividades realizadas por la IA	Sugerencias para mejorar la claridad de la redacción, reorganización de párrafos, eliminación de redundancias, mejora de la sintaxis, propuestas de conectores lógicos y recomendaciones para fortalecer la coherencia del documento.
Actividades que NO realizó la IA	La herramienta no participó en la formulación del problema de investigación, diseño metodológico, recopilación de información, procesamiento estadístico, análisis de resultados, interpretación científica, elaboración de tablas, figuras originales, discusión de resultados, conclusiones ni decisiones académicas del estudio.
Proceso de verificación humana	Todas las sugerencias generadas por la herramienta fueron revisadas, verificadas y, en su caso, modificadas por los autores. Cada referencia bibliográfica fue contrastada con la fuente original y ninguna información fue incorporada sin revisión crítica.
Responsabilidad académica	La responsabilidad intelectual, científica, ética y legal del contenido del manuscrito corresponde exclusivamente a los autores.

Apéndice B

Transcripción resumida de los principales prompts utilizados

Prompt	Finalidad
"Reescribe el siguiente párrafo conservando el contenido científico, pero mejorando la redacción académica."	Mejorar la claridad del texto.
"Organiza el apartado de discusión con mayor coherencia y continuidad entre párrafos."	Mejorar la estructura argumentativa.
"Corrige el texto conforme al estilo APA y elimina redundancias."	Corrección de estilo científico.
"Propón una versión más clara de las conclusiones sin modificar los resultados."	Mejorar la redacción de las conclusiones.

Doi.

Artículo académico

Riesgo, desigualdad y discriminación. A cinco décadas de la tragedia del ciclón

Liza

Risk, inequality and discrimination. Five decades after the tragedy of Cyclone Liza

Risco, desigualdade e discriminação. Cinco décadas após a tragédia do Ciclone

Liza

Elino Villanueva González,¹ ID. 0000-0002-6609-4121

Miguel Ángel Hernández Gómez ID. 0000-0002-2779-1119

Esmeralda Hernández Hernández ID. 0000-0002-6964-7326

Daniel Mora Magallón² ID. 0000-0001-9334-7780

Correo principal: 14203@uagro.mx

Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, Guerrero, México

ROR: <https://ror.org/054tbkd46>

Fecha de envío: 29/04/2026

Fecha de Revisión: 28/05/2026

Fecha de Aprobación: 27/07/2026

Fecha de Publicación: 30/07/2026

¹ Profesor, historiador, escritor, periodista, defensor de Derechos Humanos y de la Naturaleza y promotor de la Cultura de Paz. Licenciado en Lengua y Literatura, maestro en Historia Regional, doctor en Historia Ambiental y posdoctorado en Cambio Climático. Integrante de la Academia Mexicana de Impacto Ambiental, el Colegio Mexicano de Profesionales en Gestión de Riesgos y Protección Civil, la Red de Estudios de Desastres Asociados con Fenómenos Hidrometeorológicos y Cambio Climático y la Red de Investigación para el Fortalecimiento de la Resiliencia y la Gestión de Riesgos de Desastres en el estado de Guerrero. Docente en la Facultad de Comunicación y Mercadotecnia de la Universidad Autónoma de Guerrero y en la Universidad Internacional de La Paz. Autor de correspondencia. Dirección de correo electrónico: 14203@uagro.mx

² Integrantes del Instituto de Investigaciones Jurídicas y del Cuerpo Académico 217 Democracia y Sociedad, de la Universidad Autónoma de Guerrero, profesores e investigadores de la UAGro especializados en temas de equidad de género, justicia laboral, derechos humanos, atención a grupos vulnerables, violencias estructurales, historia ambiental, capital social y calidad democrática.

Resumen

La noche del 30 de septiembre de 1976, a oscuras, sin electricidad ni medios de comunicación, familias migrantes de varias colonias nuevas en una ciudad boyante del norte del país se refugiaron a esperar un desenlace que ni siquiera imaginaban. El ciclón Liza, formado cinco días antes en el océano Pacífico, alcanzó categoría 4 en la escala Saffir-Simpson y dejó en unas horas más de la lluvia promedio de un año, pero ni siquiera tocó tierra en la zona. Todo pudo quedar en la experiencia, las dificultades propias después del paso de una tormenta, pero una obra defectuosa realizada por el Estado, paradójicamente para proteger sus vidas, colapsó por las deficiencias en su edificación: estaba hecha de arena y tierra, sin cimientos. Con el tiempo, el desastre se ha consolidado como el más impactante entre todos los asociados con huracanes desde que se lleva su registro, la intervención humana su causa principal. El presente trabajo surge del seguimiento empírico y testimonial de cincuenta años en la historia del país, desde ocurrida la tragedia, en un contexto doloroso de olvidos, discriminaciones, menosprecios y justificaciones políticas desde el poder frente a otros disturbios en la agenda nacional, hasta las primeras muestras decorosas de honra a la dignidad humana de las víctimas y los héroes anónimos de aquella noche trágica desde las instancias públicas. La narrativa expone, frente al desinterés común por reunir testimonios del suceso y difundirlo como un error grave, surgido del trato diferenciado, para evitar que se repita, la decisión del Congreso de Baja California Sur por honrar a los fallecidos a consecuencia de una visión sistémica del progreso económico y social.

Palabras clave: catástrofes, naturaleza, política, cambio climático, seguridad nacional

Abstract

On the night of September 30, 1976, shrouded in darkness and cut off from electricity and communication, migrant families living in several new neighborhoods of a booming northern city took shelter, awaiting an outcome they could not have possibly imagined. Cyclone Liza—which had formed five days earlier in the Pacific Ocean—reached Category 4 status on the Saffir-Simpson scale and dumped more than a year's worth of average rainfall in just a few hours, yet the storm's eye never actually made landfall in the area. The event might have remained merely a difficult post-storm experience, but a piece of state-built infrastructure—paradoxically intended to protect lives—collapsed due to structural flaws: it was constructed of sand and earth, lacking

any foundation. Over time, this disaster has come to be regarded as the most shocking hurricane-related event on record, with human intervention identified as the primary cause. This study draws on fifty years of empirical observation and firsthand accounts—spanning the period from the tragedy itself, through a painful era neglect, discrimination, and political dismissal (as other issues dominated the national agenda), to the eventual, dignified public recognition of the victims and the anonymous heroes of that tragic night. The narrative contrasts the general lack of interest in documenting the event—or in highlighting it as a grave error stemming from unequal treatment—with the decision by the Congress of Baja California Sur to honor those who perished as a result of a systemic approach to economic and social progress.

Key words: disasters, nature, politics, climate change, national security

Resumo

Na noite de 30 de setembro de 1976, na escuridão, sem eletricidade ou comunicação, famílias migrantes de vários novos assentamentos em uma cidade em expansão no norte do país buscaram refúgio, aguardando um desfecho que jamais poderiam ter imaginado. O furacão Liza, que se formara cinco dias antes no Oceano Pacífico, atingiu a categoria 4 na escala Saffir-Simpson e despejou mais do que a média anual de chuvas em apenas algumas horas, sem sequer atingir a costa da região. Tudo poderia ter permanecido apenas uma lição, as dificuldades usuais após uma tempestade, mas uma estrutura imperfeita construída pelo governo, paradoxalmente destinada a proteger suas vidas, desabou devido às suas deficiências: era feita de areia e terra, sem alicerces. Com o tempo, o desastre ficou conhecido como o mais devastador desastre relacionado a furacões já registrado, tendo a intervenção humana como sua principal causa. Este trabalho parte da análise empírica e testemunhal de cinquenta anos da história do país, desde a época da tragédia — um contexto doloroso de negligência, discriminação, desprezo e justificativas políticas por parte daqueles no poder, em contraste com outras perturbações na agenda nacional — até as primeiras demonstrações dignas de respeito à dignidade humana das vítimas e dos heróis anônimos daquela noite trágica por parte das instituições públicas. A narrativa expõe, diante do desinteresse generalizado em coletar testemunhos sobre o evento e difundi-lo como um grave erro resultante de tratamento desigual, a decisão do Congresso da Baja California Sur de homenagear os falecidos como consequência de uma visão sistêmica de progresso econômico e social.

Palavras-chave: desastres, natureza, política, mudanças climáticas, segurança nacional

Vida, tiempo y lecciones

Los triunfos o malandanzas de los grupos humanos suelen sopesarse con mayor solvencia en la diacronía del tiempo irreversible por lustros, décadas o centurias. Pero esa línea también juega en contra, pues se pierden factores objetivos. Peor aún, si el contexto incorpora olvidos, falta de memoria histórica, desdén por cosas importantes, discriminación y desigualdad. Eso ocurre en desastres asociados con fenómenos naturales de origen hidrometeorológico. La confirmación, reflejo de la realidad del país en el manejo de su agenda pública, es la catástrofe ocurrida la noche del 30 de septiembre de 1976 ligada con el ciclón Liza.

La tragedia que marcó la historia del país y de La Paz, capital del entonces naciente estado de Baja California Sur, habrá cumplido en 2026 medio siglo. Con el tiempo, en la línea que debiera guiar el análisis del devenir de una nación con variedad de ecosistemas, dependientes de la recarga de mantos acuíferos a partir de lluvias temporales prodigadas por huracanes, fortalece su carácter icónico entre los desastres relacionados, ante todo por la intervención humana como la causa mayor de su dimensión brutal.

Este trabajo completa una labor de varias décadas en reunión de documentos, testimonios vivos, datos, entrevistas, publicaciones, ponencias, recorridos, conferencias, foros y aportes en propuestas legislativas, a fin de perpetuar un momento disruptivo que, por sí solo, en el silencio atronador de su presencia ausente, echa en cara a la sociedad, a sus semejantes, del nivel de la autoridad al de los vecinos de un país identificado por gestos admirables de solidaridad colectiva, la discriminación sorprendente a la dignidad de las víctimas.

El escrito muestra, a cincuenta años de la tragedia, como acto de justicia por cientos de fallecidos: niñas, niños, jóvenes, mujeres, adultos, ancianos, quienes, en su mayoría, ni siquiera supieron que sus hogares se asentaban en lechos de arroyos del desierto (Villanueva, 2025) a los que las lluvias de los ciclones tornan ríos procelosos, que si la agenda nacional funcionara bajo principios de las ciencias de la vida y criterios de prevención de crisis, antes de que estallen, en lugar de tratar de corregirlas a destiempo, no se perderían tantos recursos ni vidas ni bienes.

Una muestra en favor de la verdad, la resiliencia, el respeto de ciclos y entornos vitales, el disfrute del derecho a un medio ambiente sano y la honra a la dignidad y derechos de víctimas de desastres ligados con fenómenos naturales, ante todo contra la discriminación y la desigualdad, es que, si los tomadores de decisiones asumieran su rol por convicción, se podrían asumir medidas encaminadas a fortalecer el capital social y la calidad democrática (Villanueva, 2024b), evitando diferenciar entre unas tragedias y otras, unas víctimas y otras, unas vidas y otras.

Un mérito del trabajo es publicar como logro del enfoque por las ciencias de la vida una acción primigenia humanista en honra de los fallecidos: declarar 2026 año de las víctimas y héroes anónimos (Congreso de Baja California Sur, 2026a), e inscribir la fecha del desastre en el Muro de Honor (Congreso de Baja California Sur, 2026b). Así, se cierra medio siglo de reclamos desde sitios y recuerdos, cuando, pasados los primeros veinticinco años, en 2001, se presentó la tesis inicial: “Historia de los huracanes en Baja California Sur. El caso del ciclón Liza”.

Esa investigación de la Maestría en Historia Regional en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, publicada en 2004 como libro, fue el principio de dos nuevas ediciones, en 2025, una del Archivo Histórico Pablo L. Martínez, del Instituto Sudcaliforniano de Cultura, y otra de la Red para el Fortalecimiento de la Resiliencia en Gestión de Riesgos de Desastres, de la Universidad Autónoma de Guerrero, con la UABCS y la Universidad Internacional de La Paz, ambas por concurso y selección, casi única fuente histórica, académica, científica, para dar cuenta y razón de uno de los momentos más traumáticos marginado de la historia nacional.

Recuentos de la memoria

Por más de dos décadas, el desastre ligado con Liza permaneció en el olvido. Nada raro en una región como la península de Baja California, en este caso del paralelo 28 al sur, un territorio convertido a estado entre 1974 y 1975, considerado, justificadamente, “El otro México”, por sus diferencias con el resto del país. En la práctica, fue “tierra de castigo” (Villanueva, 2025) para personas indeseables en ciertos ámbitos, incluso políticos y burocráticos, para alejar enemigos. Esas situaciones lastimosas, discriminatorias, aportaron a configurar una identidad sociocultural más compleja a las del resto de entidades, al país mismo.

Por ejemplo, sólo tiene una frontera con un vecino: Baja California, al norte, en cientos de kilómetros de desierto. Apenas hay una carretera troncal, se ubica en los niveles más bajos de precipitación promedio por año, las fuentes de agua superficial son mínimas, su poblamiento fue en extremo singular y es prácticamente una isla. A contrapelo de otros estados, sus antiguos habitantes —pericúes, guaycuras y cochimíes— se extinguieron por el cambio de hábitos durante la evangelización de los jesuitas, de 1697 a 1767, por lo cual tampoco hay etnias primarias. Así, tiene una de las configuraciones más cosmopolitas en su mortero genético.

Es la entidad más aislada, rodeada por mar en su mayor parte, factor de alta marginación, discriminación y desigualdad, pues las decisiones políticas y económicas del Estado se aplican sin considerar el interés local, los altos costos que tiene vivir en poblaciones del desierto, lejanas, por ejemplo, en cuanto al abasto de productos básicos. Cualquier artículo paga flete por transporte marítimo o aéreo, sumado al traslado terrestre.

Hasta 1974, sus leyes y reglamentos se basaban en los del Distrito Federal, y el derecho a elegir autoridades, si bien tuvo ejercicios en la primera mitad del siglo pasado, no fue sino hasta 1975 cuando nombró gobernador a Ángel César Mendoza Arámburo, en el sexenio del presidente Luis Echeverría Álvarez (Villanueva, 2025), luego de movimientos civilistas por la autonomía.

Las oportunidades negadas

Por esas razones físicas y subjetivas, reales y evidentes, en el consciente del sector nativo siempre hubo un dejo de recelo hacia corrientes de migrantes que se incorporaban a la sociedad hasta llegar a una avalancha de arribistas (Arámburo, sf). Las expresiones hacia los recién llegados, víctimas ya de la desigualdad prohijada por el sistema capitalista, tenían perfil discriminatorio, ofensivo (Villanueva, 2025), con adjetivos denigrantes.

El hecho es que las medidas dispuestas entonces por el Gobierno central, como parte del proceso de conversión de territorio a estado, permitieron su bonanza. La asignación del régimen fiscal de “zona libre”, que eximía pago de impuestos por importar artículos “fayuca”, atrajo más personas desde “el interior”, igual que la apertura del Servicio de Transbordadores para unir mediante cabotaje con la contracosta y la construcción de la carretera transpeninsular Benito Juárez (Villanueva, 2025) que enlazó en mil 500 kilómetros el norte con el sur.

La sociedad “nativa” recibió con agrado esa visión justiciera, pero tomó con reservas la llegada de miles de familias. Como fuera, los nuevos colonos eran un mal necesario, parte del costo por el impulso del progreso, en su visión replicante del modelo capitalista, consumista y depredador. Más temprano que tarde hubo consecuencias del alineamiento eufórico del estado y su clase política a la promoción del turismo como motor económico, en la línea del despegue del puerto de Acapulco, Guerrero, que para entonces ya tenía problemas severos por su crecimiento

desordenado. El desastre asociado con Liza vendría a ser la primera narrativa realista, cruda, del grado de anarquía alentado por ese concepto del desarrollo.

El ambiente de Acapulco como pueblo tropical había hallado atractivo, terminada la Segunda Guerra Mundial, sobre todo para visitantes de Estados Unidos deseosos de sitios para desfogar energías, encontrar reposo y realizar actos que en su país estaban penados, pero aquí se podían realizar sin miramientos. Ese esquema se aplicó a otros sitios de playa. Así surgirían Cancún, Huatulco, Ixtapa-Zihuatanejo, Puerto Escondido, Vallarta, y en Baja California Sur el corredor entre San José del Cabo y Cabo San Lucas: Los Cabos, y al norte, Loreto y Nopoló, con La Paz como eje impulsor. Los polos turísticos (Villanueva, 2024a) serían imán para corrientes de migrantes pobres en busca de oportunidades negadas en sus pueblos.

El apoyo fue tan grande que el estado cuenta con tres aeropuertos internacionales: Loreto, La Paz y San José del Cabo. En ese escenario ocurrió el desastre relacionado con Liza, al inicio de la época moderna. La tragedia del 30 de septiembre de 1976 vino a evidenciar la falta de planeación y atención de elementos básicos en el impulso del desarrollo turístico, sobre todo el obligado equilibrio con el entorno ecológico y el trato digno a la base social.

El desenlace fue traumático, porque ocurrió a pesar del ejemplo de Acapulco, asfixiado por vicios e inercias flagrantes, evidentes y soterradas (Villanueva, 2024a), que tendrían punto climático al cumplirse cincuenta años de la gestación de aquella catástrofe: la medianoche cruenta del 25 de octubre de 2023, con el embate del memorable huracán Otis.

Ese medio siglo de historia entre el ciclón Liza, de La Paz, al norte, y el mítico Otis, de Acapulco, en el sur, siguió líneas similares: falta de memoria (Villanueva, 2025), olvido, desdén, agresión al activo natural, irresponsabilidad activa y omisa con el planeta, la casa común, y la discriminación de la desigualdad con el acto de confabulación subjetiva de los nativos hacia sus vecinos en desgracia a los que pasada la tragedia se llamó, sin pudor, “muertos ajenos”.

Las reservas del pasado

El estudio del desastre asociado con Liza siempre pretendió ser un aporte a los ámbitos especializados en abordaje teórico y metodológico de crisis asociadas con fenómenos naturales, ante la visión del suceso como cuestión sin sentido de condolencia, lejana. A cincuenta años, no hay más de un trabajo histórico específico sobre la tragedia, una colección de cuentos, un libro de

crónicas literarias, una producción audiovisual estudiantil, un video aéreo tomado al amanecer, ciertos textos alusivos y, eso sí, muchas versiones y opiniones disparatadas en redes sociales.

En el primer aspecto, al comienzo del siglo las investigaciones sobre disturbios ligados con fenómenos naturales ya mostraba un “boom” por la preocupación de científicos y expertos. La Organización de Naciones Unidas creó instancias y programas a fin de generar un aparato conceptual y desarrollar trabajos en los cuales los fenómenos y sus saldos asociados no fueran sólo referencias, sino objetivo central. Los aportes reconocían la existencia de un gran vacío teórico para interpretar histórica y socialmente los desastres ligados con fenómenos naturales. Las humanidades y la historiografía les dedicaban poco espacio. El objetivo urgente era disponer de elementos de análisis en torno de la mitigación de daños por las emergencias.

Se les llamaba “desastres naturales”, cuando la fase catastrófica no tiene relación con la naturaleza, sino con la intervención humana, por el aumento de factores de vulnerabilidad de las comunidades al propiciar la invasión del entorno, de los ecosistemas, y provocar así la ruptura de sus ciclos y su equilibrio, su preservación. En todo caso, había que definir con claridad en qué momento se empezaba a gestar el desastre (Calderón, 2000) hasta sus efectos.

Así, se ha ido definiendo con mayor claridad que la presencia de fenómenos naturales y su embate en áreas urbanas efectivamente desencadenan los daños en instalaciones y bienes, pero no como causantes (Calderón, 2000) de los mismos, sino momentos climáticos en los que se detona una serie de desajustes en el plano social, ocultos o superficiales, en todos los sentidos, desde la cultura misma, hábitos, costumbres y tradiciones, una multitud de pequeños desastres que desembocan en una catástrofe mayor, pero de la cual la responsabilidad es del ser humano, no de la naturaleza, como se decía al principio y, desafortunadamente, se sigue diciendo.

Esto es, que el desastre resultará de una combinación de varias etapas que van desde la amenaza por la presencia de los ciclones, la cual, además, es cíclica, de mayo a noviembre, el peligro, que resulta de aquella y la vulnerabilidad configurada por el ser humano, con acciones en contra del entorno, y la “convolución” (Cardona, 2001) de factores del potencial destructivo. Por supuesto, la magnitud de daños tiene relación exponencial con las condiciones socioeconómicas, como la desigualdad, que afecta a las personas más desprotegidas, en el caso que nos ocupa, la comunidad migrante, con peores efectos en áreas con índices bajos de calidad de vida.

Para efectos y soporte de este trabajo, al cumplirse cincuenta años de la tragedia, en el marco de las ciencias de la vida, se muestra la línea que sigue la experiencia o el conocimiento,

empírico o científico, en favor o en contra de un grupo social, como forma de ejercicio de poder o de dominio, simplemente de supremacía ante lo diferente, la falta de alteridad, la discriminación flagrante hacia la desigualdad, a pesar de tratarse de poblaciones con una misma identidad.

Por fortuna, hay en despliegue una agenda social, política y legal hacia la no discriminación, concepto que aplica a la diferenciación hacia los demás por diversas razones, en este caso de orden sociológico, dado el origen “externo” de los arribistas, si bien, como se explicó, la población local tiene composición cosmopolita. No es extraño observar que un grupo históricamente discriminado descargue el sentimiento hacia otro marcado como riesgo de desplazamiento en oportunidades, uno de tantos ejemplos de la “poderosa historia discriminatoria” (Rodríguez, 2023: 13) en un país, por lo demás, pluriétnico y multicultural.

Pasados el cuarto de siglo del inicio de la investigación y cincuenta años del desastre, esa oleada de discusión internacional sobre la agenda de no discriminación, de derechos de grupos excluidos y subalternos y de crítica de las formas de dominio de la condición cultural y simbólica, nos permite colocarla, en una nueva visión por las ciencias de la vida, como caso extremo de “forma de desigualdad y dominio político” (Rodríguez, 2023: 14), por encuadrar en el peligro que en ese momento representaba, a partir de los estigmas y prejuicios, la avalancha migratoria febril sobre la incipiente clase política local, al erigirse Baja California Sur en nuevo estado.

Así, se aporta a la consideración de una injusticia discriminatoria, un caso elocuente en la “evidencia de una forma estructural de injusticia: la existencia histórica de la discriminación”, del Estado a una región aislada, primero, y luego de la población “nativa” hacia la comunidad migrante, esto es, “la dimensión social, pautada, histórica, colectiva y sociosimbólica de la experiencia de la discriminación” (Rodríguez, 2023: 16), como un fenómeno sistemático, en el cual, la urgencia de eliminarla constituye “un proyecto social equivalente a una política de Estado en el nivel nacional y de derechos humanos en el ámbito global” (Rodríguez, 2023: 16) por una convivencia sana.

A toro pasado, la tragedia asociada con Liza, en todos los aspectos de su dimensión, por encima de los demás desastres, no es más que reflejo de la “profunda y persistente desigualdad que caracteriza a nuestra región” (CEPAL, 2016: 7) latinoamericana. Un fenómeno complejo en sus causas, características y mecanismos de reproducción, la clase social o el estrato social como “el primer y más básico determinante” (CEPAL, 2016: 7) de sus expresiones.

El otro aspecto tenía que ver con la parte metodológica. Una disyuntiva planteada fue cómo entrarle a realizar el estudio de un hecho relativamente reciente, cuando todavía estaban vivos

actores relacionados directa e indirectamente con la tragedia. Si se vale la analogía entre la ocurrencia de desastres y el análisis de una situación disruptiva que a la larga mostraría como su causa principal la intervención humana, eso configuraba, justamente, su propia serie de riesgos, peligros y vulnerabilidades: la decisión de hablar o no del tema por los testigos.

A la vuelta de veinticinco años, valió la pena enfrentar los retos. De forma abierta o bajo la medida, se empezaron a reunir recortes de periódicos, testimonios, documentos, y se planearon doscientas entrevistas. En medio de la negativa a hablar más allá de lo anecdótico, para un trabajo científico, surgían hilos que permitían formar las hebras de una narrativa que a veinticinco años es, en la práctica, la única fuente documental multidisciplinaria sobre esa noche trágica.

El trabajo evolucionó no sólo como recurso para dar cuenta y razón del drama asociado con Liza, su proceso de gestación y detonación, sino que el atrevimiento se reforzó con nuevas consultas y publicaciones. Con los datos, entre ellos los archivos de la Tercera Zona Militar, parte activa en la gestión del desastre, sobre todo en momentos críticos, se reconstruyó de forma activa un momento traumático con aportes de quienes lo vivieron.

La claridad del menosprecio

La tragedia ligada con Liza resultó de los incidentes con mayor cobertura en Estados Unidos y México. Noticieros de radio y televisión, impresos, revistas, informativos en todos formatos pusieron a trabajar a corresponsales o asignaron enviados especiales para hacer la cobertura de las escenas tras el colapso del bordo “de protección”. Pero fue el desastre que más rápido se les olvidó: al Gobierno, a la sociedad, a la prensa, a la academia, a la nación, a todos.

La obra no resistió la acumulación del agua arrastrada por los arroyos desde la sierra de Cacachilas, con cauce principal en El Cajoncito y derivación en El Palo y la red de escurrimientos que atraviesan de oriente a poniente la ciudad, asentada sobre aluvión (Villanueva, 2025), en el que los caudales pueden tomar cualquier rumbo, con elevaciones de hasta novecientos metros y una distancia fatal de apenas cincuenta kilómetros para desfogar en la bahía.

Era la crónica de una catástrofe largamente anunciada, que algunos llamaron “masacre”, por los motivos descritos. Las autoridades y la población nativa sabían del peligro que enfrentaban los inmigrantes. Hubo advertencias puntuales, por escrito, a las que instancias y funcionarios no hicieron caso (Villanueva, 2025) porque no quisieron.

La gente fuereña no sabía que los terrenos que les asignó el Ayuntamiento eran lechos de arroyos naturales bravos en el recuerdo de lugareños (Villanueva, 2025). Nadie se los dijo, al menos no con la pertinencia del caso. En el extremo de paradojas brutales, algunos robaron piedras puestas encima del bordo para simular su firmeza y las ocuparon como material de construcción.

La serie de errores parece, a estas alturas, planeada para su saldo brutal. Militares y personal de Gobierno pedían a los nuevos vecinos trasladarse a los refugios, pero la mayoría no quiso, por dos razones: una, quedarse a cuidar su patrimonio, y otra, la extraña sensación llamada en este trabajo “Síndrome del Vecino Seguro (SVS)”, en el cual cada familia se percibe protegida porque sus vecinos así se sienten, por ese motivo, y así los demás, hasta crear esa sensación común. La población nativa y la arribista se refugiaron al caer la noche a esperar que pasara un ciclón cuyo centro ni siquiera tocó tierra en la península: pasó a cincuenta kilómetros de Punta Arenas, en la zona de Ensenada de Muertos (Villanueva, 2025), en la costa del golfo de California.

Entre las ocho y media y nueve de la noche se escuchó un estruendo que, entonces, los ciudadanos nativos debieron asumir, pero los vecinos recién llegados, sin conocer el entorno, no dilucidaron. Sus casas comenzaron a inundarse de agua, arena, piedra, lodo, ramas, árboles, todo tipo de materiales. Algunas construidas con materiales resistentes aguantaron más tiempo, incluso varias siguieron en pie, pero otras, la mayoría, fueron arrastradas por la corriente.

El caos lo invadió todo. Hubo gente que se refugió en azoteas, pensando que el peligro pasaría pronto, pero las casas cedieron y fueron arrancadas con todo y familias. Colonias de la parte profunda, como Indeco y Benito Juárez, se fueron casi completas en el torrente. De ciertos sitios no quedaron ni rastros, pues la sección inundada quedó como llano. El panorama al amanecer era patético, estrujante (Villanueva, 2025). Sobre la planicie dejada por la avalancha se alcanzaban a ver, sobresaliendo, extremidades de cuerpos en la arena, entre el lodo.

El gobernador Ángel César Mendoza Arámburo y el presidente Echeverría, quienes habían asistido a Mexicali, Baja California, al informe del mandatario Milton Castellanos, enterados del desastre, volaron a La Paz para recorrer la zona e intervenir en la emergencia.

Los gestos de solidaridad fueron inmediatos, igual que las acusaciones sobre los culpables de la tragedia (Villanueva, 2025). Hubo publicaciones con nombres de funcionarios ligados con la construcción del bordo deficiente, pero nunca los castigos obligados.

Se integró una comisión de senadores y diputados que investigara las acusaciones, y se ordenó al procurador, Pedro Ojeda Paullada, que abriera una indagatoria (Villanueva, 2025) a fin

de aclarar hechos. Ni una ni otra de las órdenes dieron resultados y lo que se hizo fue culpar de la catástrofe a la fuerza descomunal e imprevista de la naturaleza.

El desastre y el ciclón pasaron a formar parte del recuerdo, especie de cicatriz vergonzosa preferible de olvidar. El último gobernador del territorio, Félix Agramont Cota, responsable de gestionar la obra fallida, admitió que los casos dolorosos es mejor olvidarlos porque todavía había quienes tenían “expuesto el pellejo” (Villanueva, 2025) y podría haber consecuencias. El primer gobernador del estado, a su vez, dejó de referir el tema a partir de su tercer informe.

Así transcurrieron los primeros veinticinco años después de la tragedia, hasta que en 2001 se presentó la tesis “Historia de los huracanes en Baja California Sur. El caso del ciclón Liza”, con las reservas citadas. A los tres años, en 2004, se publicó como libro, y al cumplirse el medio siglo ya hay dos ediciones más, como fuente de consulta académica, científica.

Con el contexto en contra, el tiempo fortaleció el proyecto, y de la reserva inicial, el desastre ligado con Liza pasó del olvido incomprensible a su papel protagónico como el cataclismo más icónico, por la intervención humana como su causa mayor, pues, a diferencia de otros ciclones, no tocó tierra en el área: la tragedia resultó del bordo mal hecho.

Se hizo una revisión analógica con otros eventos, a partir del huracán Janet, de 1955, en Quintana Roo, su capital, Chetumal, como zona más afectada, y ese mismo año los ciclones Gladys e Hilda, también en Tamaulipas y Veracruz, en el complejo petroquímico de Tampico, Altamira y Ciudad Madero (Crónica de Xalapa, 2025), donde la cantidad de víctimas fue elevada, lo mismo que en Colima y Jalisco, de 1959, con daños en Minatitlán, Cihuatlán y Manzanillo, y en la Costa Grande de Guerrero, en 1961, donde Tara se asocia con la destrucción de Nuxco.

En cuanto a los posteriores, se destacan en la península de Yucatán y Monterrey, Nuevo León, en 1988, Gilberto, igual que en 1997, Paulina, en Acapulco, y no se diga Ingrid y Manuel, en 2013, en la mayor parte de estados, principalmente Guerrero, Odile, en 2014, en Los Cabos, y cierra el período Otis, de 2023, en el puerto de Acapulco, además de John, en prácticamente todo el estado de Guerrero, en septiembre de 2024, al año siguiente.

En tales casos, los fenómenos azotaron centros urbanos interpuestos en su trayectoria. En el caso de Liza, su vórtice no tocó tierra, el punto más cercano de referencia se ubica a cincuenta kilómetros, en la costa, y otros cincuenta de la ciudad, es decir, cien kilómetros de distancia, a pesar de lo cual es “uno de los huracanes que causaron mayor desastre y pérdidas humanas en nuestro país en los últimos 30 años” (Cenapred, 1994: 9) por las consideraciones descritas.

Una situación compleja de documentar fue el número de fallecimientos, pues en la gestión del desastre se salió de control y las referencias tomaban perfiles disparatados, de dos mil hasta treinta mil. Al final, el Centro Nacional de Prevención de Desastres ubica el saldo en “situaciones que pueden calificarse como catastróficas, como la de la ciudad de La Paz, en 1976 (5 a 10 mil muertes)” (Cenapred, 1994: 2), cifra elevada para una ciudad de ochenta y cinco mil habitantes.

En los hechos, “es la inundación en que han ocurrido el mayor número de pérdidas humanas” (Cenapred, 1994: 10), familias pobres, migrantes, atraídas por el desarrollo. También figura como causa el terreno, pues “en zonas semidesérticas, las inundaciones son menos frecuentes (y) suelen olvidarse, (así) que cuando ocurren, los problemas que causan son mayores, (pero, ante todo, que derivaron de) la insuficiencia de las obras de almacenamiento y control, originadas por la falla de un bordo de protección” (Cenapred, 1994: 19) construido para resguardar la ciudad.

Con todo y la magnitud de la tragedia, el sacrificio de cientos de personas no fue suficiente para fortalecer las medidas preventivas, pues el Sistema Nacional de Protección Civil no vino a instituirse sino hasta 1986, gracias a la presión social ante la intervención tardía del Gobierno para gestionar la catástrofe, relacionada, en ese caso, con los sismos de septiembre del año anterior, que, fuera de la lógica, se repetirían en la misma fecha, con diferencia de algunas horas, en los años 2017 y 2022, aunque con menores afectaciones y pérdidas de vidas.

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) vendría a erigirse en 1988 como órgano técnico del Sistema Nacional de Protección Civil. Con todo y esas instancias, otros eventos posteriores exhibirían el descuido común, desde los niveles de autoridad al plano social, de lo individual a lo colectivo, con la falta fatal de memoria histórica como la causa mayor.

Una década después se instituiría el Fondo Nacional de Desastres (Fonden), que, a su vez, expondría otra inercia perniciosa de nuestro sistema político: la duda en el manejo de los recursos públicos, pues la vida de dicho órgano no llegaría a veinticinco años: fue extinguido en 2021, invadido por el cáncer de la corrupción.

Entrado el país, con el siglo, a la alternancia democrática, han ocurrido situaciones que evidencian un panorama poco alentador: a los gobiernos de todos los partidos políticos, no les interesa realmente como prioridad la prevención de desastres y la gestión de riesgos, sino el pragmatismo en el acceso al poder. Eso justifica el recurso socorrido de culpar a la naturaleza (Villanueva, 2024a) de daños asociados con tormentas.

Eso pasó con el desastre asociado con Paulina, de 1997, en Acapulco, cuando el presidente Ernesto Zedillo aseguró que el fenómeno era impredecible, mismo argumento de Luis Echeverría tras la tragedia de 1976 en La Paz, idéntica justificación de Enrique Peña Nieto en el embate de Manuel, en Guerrero, en 2013, similar pretexto de Andrés Manuel López Obrador, en 2023, con Otis, en Acapulco, agregado John, de septiembre de 2024, con sus propias circunstancias.

Un caso lamentable, por absurdo, ocurrió entre la tormenta Manuel, que interactuó con el huracán Ingrid, en 2013, y Otis, que en 2023 azotó Acapulco. La primera ocurrió durante uno de los “puentes” de asueto nacional, así que Acapulco tenía reservados todos sus hoteles. Las lluvias fueron tan copiosas que cortaron las carreteras. La urgencia mayor consistió en establecer un puente aéreo de emergencia para sacar del puerto a más de cuarenta mil turistas varados.

El mismo problema ocurrió diez años después, con Otis: más de cuarenta mil turistas, igual que en 2013, se quedaron varados. Sus vacaciones se estropearon, y la urgencia de las autoridades fue abrir, de nuevo, increíblemente, un puente aéreo para regresarlos. La lectura es obvia, fatal: las autoridades no avisaron sobre el riesgo, los empresarios no cancelaron reservaciones y los turistas, como ciudadanos, no consultaron los pronósticos del tiempo en sus teléfonos inteligentes.

Contrario a esa lógica, los diputados sudcalifornianos aprobaron un decreto con el cual se declara 2026 año del desastre asociado con Liza (Congreso de Baja California Sur, 2026a) en honor a las víctimas y héroes anónimos. Otro decreto instituiría un acto sin precedentes en la lucha en favor de los derechos humanos y la dignidad de las víctimas y los héroes anónimos: inscribir con letras doradas (Congreso de Baja California Sur, 2026b) en el Muro de Honor el lema “Ciclón Liza: 30 de septiembre de 1976”, en honra de cientos de personas que perdieron la vida.

Dicha acción se coloca a la vanguardia en el esfuerzo obligado desde las instancias públicas y de la sociedad por cambiar paradigmas que consideran naturales los desastres, pues son resultado de la acción humana, por la ruptura de ciclos y entornos. Destaca que por primera vez en la historia de las legislaturas del país se establece la honra a la dignidad y derechos de cientos de víctimas, en un contexto nacional en el que los homenajes tienen tinte político y subestiman hechos relacionados con errores de la convivencia humana con la naturaleza, el planeta, la casa común.

Dichas resoluciones forman parte de propuestas del Cuerpo Académico 217 Democracia y Sociedad y del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad Autónoma de Guerrero, a fin de emprender acciones por la resiliencia de las comunidades ante la amenaza constante de los

fenómenos naturales, al valorar y recordar a las víctimas (Frausto-Martínez, et al, 2024), como actos posteriores al desastre para alcanzar una recuperación menos traumática.

Conclusiones y aportes

Un cuarto de siglo después de iniciada la documentación de la catástrofe asociada con el ciclón Liza, desde la Maestría en Historia Regional de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, se mantiene la convicción en el sentido de que la carencia de memoria histórica sigue siendo el principal desafío en la gestión de riesgos de desastres ante la amenaza de fenómenos naturales hidrometeorológicos, y que la prioridad en el camino de la resiliencia ante su presencia cíclica es la difusión de acciones encaminadas a asumir una cultura de protección civil.

Si en cincuenta años, durante la primera mitad el recuerdo de las víctimas: niñas, niños, jóvenes, mujeres, hombres, adultos, deambuló entre la persistencia de notas periodísticas, cada año, o en momentos alusivos, archivos y testimonios de sobrevivientes, relatos en familia o con amigos, o guardados en la conciencia, cumplida la segunda parte se tiene una acción pública contundente: la decisión unánime de los diputados sudcalifornianos por honrar en su dignidad a quienes murieron aquella noche trágica instituyendo la fecha y el recuerdo para siempre.

La historia y la conciencia hacia el futuro, a fin de empezar a cubrir la deuda ambiental con las nuevas generaciones, definirá si fue poco o mucho el tiempo para configurar señaléticas del riesgo oportunas, estrategias pertinentes de intervención, planes de recuperación solidarios. Los datos presentados por primera vez en esta narrativa muestran que sí se puede, si cada quien asume su aporte a una sociedad y un mundo mejores, resilientes, podemos avanzar con pasos firmes en fortalecer el capital social, la calidad democrática y los derechos humanos.

Agradecimientos

Gracias a la Red de Estudios de Desastres Asociados con Fenómenos Hidrometeorológicos y Cambio Climático, la Red de Investigación para el Fortalecimiento de la Resiliencia y Gestión de Riesgos de Desastres en Guerrero, la Academia Mexicana de Impacto Ambiental, el Colegio Mexicano de Profesionales en Gestión de Riesgos y Protección Civil, las universidades Autónoma de Guerrero, Autónoma de Baja California Sur e Internacional de La Paz, pero destacadamente al

Congreso de Baja California Sur, por recordar dignamente la tragedia del 30 de septiembre de 1976 en la ciudad más hermosa del país.

Subrayadamente, a la Revista Tlamati Sabiduría, de la Dirección General de Posgrado e Investigación de la UAGro, por abrir este espacio y dedicarlo a recordar el desastre asociado con el ciclón Liza, al cumplir cincuenta años, y con ello aportar a la lucha en contra del olvido, por la verdad, la justicia, la honra a las víctimas y héroes anónimos, el derecho a un medio ambiente sano, el fortalecimiento del capital social y la calidad democrática y, en general, a difundir la idea de que sí podemos ser felices viviendo la vida de forma diferente a como la viven muchos otros, que sí hay, sí existe, sí podemos tener... ¡Otra forma de ver el mundo!

Referencias

- Arámburo, F. (SF). Siluetas de Sudcalifornia. Editorial Siluetas, La Paz, BCS, México.
- Calderón, G. (2000). La conceptualización de los desastres desde la geografía. Revista del Colegio de San Luis, Año II, No. 6. El Colegio de San Luis.
<https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1013/1249>
- Cardona, O. D. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos CEDERI. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.
<https://www.desenredando.org/public/articulos/2001/repvuln/RepensarVulnerabilidadyRiesgo-1.0.0.pdf>
- Cenapred (1994). Reflexiones sobre las inundaciones en México. Cuadernos de investigación No. 4. Julio de 1994. Trabajo de Ramón Domínguez Mora, Martín Jiménez Espinosa, Fermín García Jiménez y Marco Antonio Salas Salinas. Sistema Nacional de Protección Civil. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Coordinación de Investigación. Área de Riesgos Hidrometeorológicos.
<https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/397-4.PDF>
- CEPAL (2016). La matriz de la desigualdad social en América Latina. Comisión Económica para América Latina. Naciones Unidas. I Reunión de la Mesa Directiva de la Conferencia Regional sobre Desarrollo Social de América Latina y el Caribe. Santo Domingo. 1 de

- noviembre de 2016.
https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/matriz_de_la_desigualdad.pdf
- Congreso del estado de Baja California Sur (2026a). Se declara el año 2026 “En honor a las víctimas, al heroísmo anónimo y sobrevivientes del huracán Liza”. Boletín número 138, mayo 14 de 2026. <https://www.cbcs.gob.mx/index.php/boletines-2026/9158-se-declara-el-ano-2026-en-honor-a-las-victimas-al-heroismo-anonimo-y-sobrevivientes-del-huracan-liza>
- Congreso del estado de Baja California Sur (2026b). Impulsa el diputado Erick Agúndez homenaje legislativo por el “Ciclón Liza”. Boletín número 145, mayo 19 de 2026. <https://www.cbcs.gob.mx/index.php/boletines-2026/9166-impulsa-el-diputado-erick-agundez-homenaje-legislativo-por-el-ciclon-liza>
- Frausto-Martínez, O., Martínez-Méndez, A., Salinas-Vargas A. y Aguilar-Becerra C. C. (2024). Conmemoraciones de catástrofes: acciones posdesastre ante fenómenos hidrometeorológicos extremos. En: Frausto-Martínez, O., Pérez-Gutiérrez, R. y Morales-Hernández, J.L. (Coordinadores). Curva de aprendizaje en la gestión multidimensional del riesgo. Universidad Autónoma de Guerrero-REDESCLIM.
- Rodríguez, J. (2023). Una teoría de la discriminación. Universidad Autónoma Metropolitana. Red de Investigación sobre Discriminación. Biblioteca de Signos. https://divcsh.izt.uam.mx/cefilibe/wp-content/uploads/2023/07/Una_teor%C3%ADa_discriminacion.pdf
- Villanueva, E. (2024a). Huracanes, catástrofes y justificaciones: lo extraordinario como argumento político en el manejo y recuperación del desastre. En: Frausto - Martínez, O., Aguilar Becerra, C. D., Morales-Hernández, J. C., Villaseñor – Franco, A. y Pérez – Gutiérrez, R., (Coordinadores) (2024). Resiliencia ante el huracán Otis en Guerrero: lecciones aprendidas en la gestión del desastre en Acapulco y comunidades vecinas. Universidad Autónoma de Guerrero, México. <https://surl.lt/czzxct>
- Villanueva, E. (2025). El ciclón Liza. Tres siglos en la Historia de un pueblo marcado por tormentas y desastres. Archivo Histórico Pablo L. Martínez, Instituto Sudcaliforniano de Cultura del Gobierno de Baja California Sur.
- Villanueva, E. (2024b). Ciclones, desastres, olvidos, capital social y calidad democrática. Tlamati Sabiduría 18, pp. 178-186. UAGro.

https://tlamati.uagro.mx/images/Archivos/Tlamati_Vol_18_2024/Villanueva-Gonzalez_2024.pdf