

Análisis preliminar de la problemática socioecológica del arroyo La Manzanilla, en La Manzanilla, Occidente de México

Preliminary analysis of the socioecological problems of La Manzanilla stream, in La Manzanilla, Western Mexico

Peter Rijndaldus Wilhelmus Gerritsen,* Claudia Irene Ortiz-Arrona** y Enya Roseli Enriquez Brambila***

Recibido: 13/11/2025. Aceptado: 17/02/2026. Publicado: 1/04/2026.

Resumen. Esta investigación tiene como objetivo identificar las causas y consecuencias de la problemática socioecológica relacionada con la acumulación de materiales pétreos y escombros en el arroyo La Manzanilla y en la playa La Manzanilla, en la Costa Sur de Jalisco, y proponer algunas recomendaciones para lograr una mejor gestión del territorio. El análisis de la problemática socioecológica del arroyo La Manzanilla se basó en el marco teórico-metodológico denominado IPEIR, que identifica cinco atributos: Impulsores, Presiones, Estado, Impactos y Respuestas, con el fin de examinar en detalle las causas, efectos y posibles soluciones a esta problemática ambiental. La metodología aplicada se basó en observaciones directas en la zona del arroyo y la playa, entrevistas informales con miembros de la comunidad y una revisión bibliográfica que facilitó una comprensión más profunda de las dinámicas y factores involucrados. A partir de la información recopilada, se identificaron los factores principales y su interrelación, que influyen en el deterioro del arroyo La Manzanilla y la acumulación de sedimentos en la playa. La importancia de este estudio radica en un análisis integral de un problema socioecológico aparentemente aislado. La limitación más seria del estudio es la ausencia

del componente de oceanografía en el análisis. Con base en la problemática identificada, se presenta un conjunto de recomendaciones para solucionar y mitigar la problemática socioecológica identificada.

Palabras clave: Antropoceno, marco de interpretación, problema socio-ecológico, ríos y arroyos, Occidente de México.

Abstract. This research aims to identify the causes and consequences of the socioecological problems related to the accumulation of rocks and debris in the La Manzanilla stream and on La Manzanilla beach on the South Coast of Jalisco, and to propose recommendations for improved land management. The analysis of the socioecological problems of the La Manzanilla stream was based on the IPEIR theoretical-methodological framework, which identifies five attributes: Drivers, Pressures, State, Impacts, and Responses, to examine in detail the causes, effects, and possible solutions to this environmental problem. The methodology we applied was based on direct observations in the stream and beach area, informal interviews with community members, and a

* Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Av. Independencia Nacional 151, 48900, Autlán, Jalisco, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7542-0171>. Email: peter.gerritsen@academicos.udg.mx. Red Ciudadana Vigilando Ríos y Arroyos, Av. Independencia Nacional 151, 48900, Autlán, Jalisco, México. Email: info@vigilandoriosyarroyos.com. Autor de correspondencia.

** Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Av. Independencia Nacional 151, 48900 Autlán, Jalisco, México. Correo electrónico: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2747-5490>. Red Ciudadana Vigilando Ríos y Arroyos, Av. Independencia Nacional 151, 48900, Autlán, Jalisco, México. Email: irene.ortiz@academicos.udg.mx

*** Institute for Water Education, IHE-Delft. Westvest 7, 2611, AX Delft, Países Bajos. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5092-2168>. Email: e.enriquezbrambila@un-ihe.org

literature review that facilitated a deeper understanding of the dynamics and factors involved. From the information gathered, the main factors and their interrelationships that influence the deterioration of the La Manzanilla stream and the accumulation of sediment on the beach were identified. The importance of this study lies in its comprehensive analysis of a seemingly isolated socioecological problem. The

most significant limitation of our study is the absence of an oceanographic component in our analysis. Based on the identified problems, we present several recommendations to address and mitigate these socioecological issues.

Keywords: Anthropocene, interpretive framework, socioecological problem, rivers and streams, Western Mexico.

INTRODUCCIÓN

Hoy día, los problemas socioambientales se caracterizan por una complejidad sin precedentes en la historia humana (International Panel on Climate Change [IPCC], 2022). No solamente han alcanzado un nivel global, sino que también se distinguen por la interrelación entre las dimensiones ecológicas, económicas, políticas y sociales. Además, afectan e involucran a una gran cantidad de actores sociales de diferente índole (Gerritsen, 2010).

Los problemas socioambientales no solamente tienen impactos graves en los espacios locales, sino que también reconfiguran las relaciones ecológicas, económicas, políticas y sociales asociadas a estos espacios. En efecto, pueden inducir una reconfiguración socioecológica que obliga a los actores sociales a diseñar e implementar nuevos esquemas de mitigación y adaptación a los problemas que enfrentan (Tsing *et al.*, 2017).

Entre los ecosistemas más afectados se encuentran los ríos y los arroyos. Según Allan y Castillo (2007), los ríos y arroyos son flujos continuos de agua que integran componentes físicos, químicos y biológicos, los cuales interactúan constantemente entre sí y con su entorno. Elementos clave de estos sistemas incluyen el cauce, el flujo hidrológico y la zona de ribera e inundación, todos ellos interconectados a lo largo del paisaje de la cuenca. Esta perspectiva enfatiza la importancia de la estructura y función ecológica de los ríos para mantener la vida acuática y terrestre, así como para regular procesos críticos como la purificación del agua y el ciclo de nutrientes.

Los ríos y arroyos son fundamentales para el aprovisionamiento de servicios ecosistémicos vitales, incluyendo la regulación del clima, la provisión de agua potable, la recreación y la sostenibilidad de la agricultura y la pesca, de los cuales se benefician directamente las sociedades humanas (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005; International

Panel on Climate Change [IPCC], 2022). Sin embargo, estos sistemas enfrentan una degradación acelerada debido a diversos factores antropogénicos, como se ha mencionado en párrafos anteriores.

La contaminación química y biológica, resultante de actividades agropecuarias, industriales y urbanas, continúa siendo un desafío crítico, ya que afecta gravemente la calidad del agua y los hábitats naturales (Vörösmarty *et al.*, 2010). Además, la modificación de la morfología de los arroyos por actividades humanas altera significativamente la dinámica natural de los flujos de agua y la calidad ecológica de las riberas, lo que modifica los hábitats acuáticos y reduce la capacidad de los ríos y arroyos para autorregularse (Walter y Merritts, 2008). El cambio climático exacerba estas problemáticas al alterar los patrones de precipitación y aumentar la frecuencia e intensidad de eventos extremos, como sequías e inundaciones, lo que agrava la degradación de los ecosistemas fluviales (Milly *et al.*, 2008).

Con base en lo anterior, el presente artículo documenta la problemática relacionada con la acumulación de material pétreo (rocas pequeñas y medianas, guijarros y gravas) y escombros en la playa de la localidad costera de La Manzanilla, en el municipio de La Huerta, en la región Costa Sur de Jalisco, en el Occidente de México, la cual se relaciona tanto con el estado ecológico del arroyo La Manzanilla como con la dinámica oceanográfica del mar.

La extracción de material pétreo para su aprovechamiento en la construcción, así como los dragados periódicos del arroyo como parte de los programas de desazolve y limpieza implementados por las diferentes administraciones del gobierno municipal —como medida de control de inundaciones—, asociados con diversos factores de degradación de este ecosistema y en conjunto con la dinámica del oleaje marino (cfr. Marcomini y López, 2006; Rodríguez *et al.*, 2024), conllevan una mayor presencia de piedras en la zona de playa.

Esta presencia de piedras hace menos atractivo el turismo de sol y playa, que constituye la principal actividad económica de esta comunidad costera.

Este problema no es reciente, sino que se remonta a la década de 1960. Sin embargo, se ha agravado aproximadamente desde el periodo 2005-2008. Es importante señalar que la presencia de piedras en la zona de playa es, en cierta medida, un fenómeno cíclico, ya que se intensifica con los eventos climáticos extremos de cada temporada de lluvias, los cuales provocan el desbordamiento del arroyo y el arrastre de materiales pétreos hacia el mar.

A partir de la afectación que representa la acumulación de piedras en la playa de La Manzanilla para el sector turístico de la comunidad, en febrero de 2024 un grupo de ciudadanos preocupados y afectados por esta problemática contactó a los autores del presente artículo, integrantes de la Red Ciudadana Vigilando Ríos y Arroyos (VRA) y del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara, ambos con sede en la ciudad de Autlán de Navarro, para solicitar apoyo en la elaboración de un diagnóstico preliminar de la problemática.

Partiendo de esta base, el presente artículo analiza la problemática socioecológica del arroyo. En primer lugar, se expone el marco interpretativo y la metodología empleada; posteriormente, se discuten los resultados bajo el enfoque de impulsores, presiones y estado actual del ecosistema, así como los impactos y las respuestas frente a su degradación. El estudio concluye con una síntesis de los hallazgos principales.

MARCO DE INTERPRETACIÓN IPEIR

Para abordar el problema de la degradación del arroyo y el incremento de rocas y escombros en la playa La Manzanilla, se requiere una visión integral que englobe tanto las causas —sean estas ambientales o antropogénicas— como las condiciones ecológicas y sus consecuencias, incluyendo una perspectiva del territorio de la cuenca vertiente del arroyo.

En este trabajo se aplicó el marco IPEIR (DPSIR, por sus siglas en inglés) como herramienta para

estructurar, visualizar y examinar los diferentes aspectos y sus interrelaciones (Smeets y Weterings, 1999). Esta herramienta fue desarrollada por la Agencia Europea de Medio Ambiente para ofrecer un marco estructurado que mejore la comprensión de las dinámicas entre las actividades humanas y el medio ambiente (Smeets y Weterings, 1999). El marco IPEIR busca identificar soluciones efectivas para controlar o mitigar las presiones identificadas, mejorar las condiciones actuales relacionadas con una determinada problemática y, en última instancia, reducir la probabilidad de repetición de dicha problemática en el futuro.

Este marco se basa en cinco variables vinculadas con determinadas problemáticas ambientales, sociales y económicas, así como con sus soluciones: 1) Impulsores (o causas principales), 2) Presiones (o causas secundarias), 3) Estado (ecológico), 4) Impactos y 5) Respuestas (o recomendaciones) (Figura 1; Tabla 1). Al identificar cómo cada uno de estos elementos interactúa, se permite desarrollar una mejor comprensión de los problemas socioambientales y, a partir de ello, crear estrategias efectivas para su solución. Por ejemplo, al comprender los impulsores, se pueden anticipar futuras presiones y planificar respuestas. Al reconocer las presiones, se puede trabajar para mejorar el estado de los ecosistemas y así mitigar los impactos negativos. Finalmente, al evaluar los impactos, se pueden adaptar y optimizar las respuestas para proteger tanto el medio ambiente como a las comunidades afectadas.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El arroyo La Manzanilla se localiza en la comunidad costera de La Manzanilla, en el municipio de La Huerta, en el estado de Jalisco, en el Occidente de México. La localidad de La Manzanilla es una de las poblaciones más importantes del municipio de La Huerta. De acuerdo con el censo de población de 2020, citado en el diagnóstico municipal del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IEEG, 2023), la comunidad cuenta con aproximadamente 1592 habitantes, de los cuales 761 son hombres y 831 mujeres.

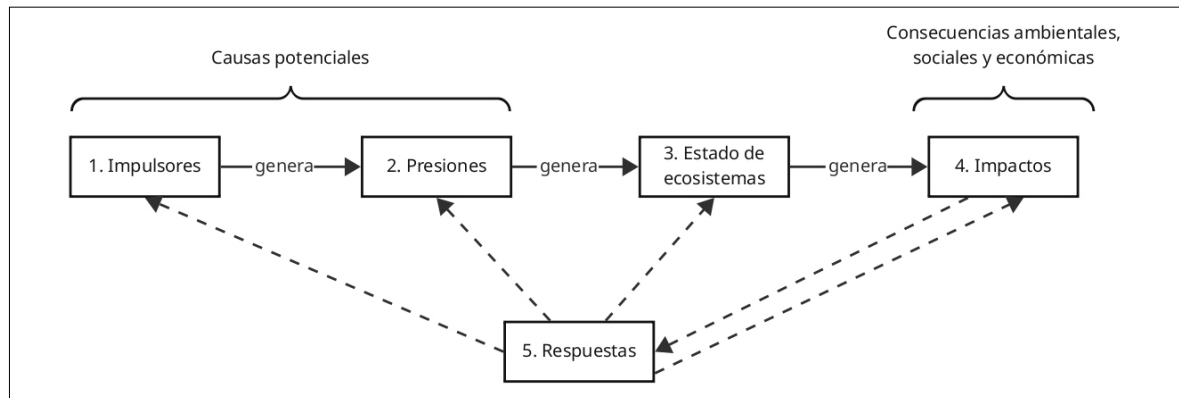


Figura 1. Marco de componentes IPEIR y sus conexiones. Fuente: elaboración propia a partir de Smeets y Weterings (1999).

Tabla 1. Las variables del marco IPEIR y su descripción.

Variable	Descripción
Impulsores (causas principales)	Son las fuerzas sociales, económicas y ambientales que provocan cambios en el medio ambiente. Estos pueden ser el crecimiento de la población, la expansión urbana, el cambio de uso de suelo o prácticas agrícolas intensivas.
Presiones (causas secundarias)	Son las actividades directas que afectan el estado de los ecosistemas, como la contaminación, extracción de recursos o modificación de hábitats.
Estado	Se refiere a las condiciones ecológicas actuales del ecosistema.
Impacto	Son las consecuencias de las presiones sobre el estado del ecosistema. Esto puede incluir la pérdida de biodiversidad, erosión del suelo, o disminución de la calidad de vida humana.
Respuestas	Son las acciones tomadas para manejar y mitigar los impactos ambientales. Esto puede incluir leyes de protección ambiental o restauración de hábitats, entre otros.

Fuente: elaboración propia a partir de Smeets y Weterings (1999).

Hidrológicamente, el arroyo forma parte de la región hidrológica RH15AC, correspondiente a la cuenca del río Purificación. El cauce se ubica aproximadamente en las coordenadas 19°16'37.8"N y 104°47'09.0"W, y desemboca en el océano Pacífico a través de la planicie costera del municipio (Figura 2).

Información del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio indica que la unidad territorial correspondiente a la comunidad de La Manzanilla abarca aproximadamente 163.73 ha (Figura 3). El territorio se ubica principalmente en una planicie costera de baja elevación, donde cerca del 99 % del área se localiza entre 0 y 50 m s. n. m. y presenta pendientes menores al 5 %. El uso del suelo está dominado por asenta-

mientos humanos (60 %), seguido por la agricultura (20 %) y los pastizales (10 %).

Los remanentes de vegetación natural incluyen principalmente selva mediana subcaducifolia (7 %) y selva baja caducifolia (1 %), mientras que los manglares representan menos del 1 % de la cobertura. Asimismo, el ordenamiento ecológico identifica áreas prioritarias para la conservación de ecosistemas (12 %) y servicios ambientales (37 %), aunque el crecimiento urbano y el desarrollo turístico han incrementado la presión sobre los ecosistemas costeros y los sistemas hidrológicos locales (SIGA, 2013).

El uso de suelo en el entorno del arroyo La Manzanilla indica que el tramo bajo del cauce se localiza dentro de la zona urbanizada del poblado

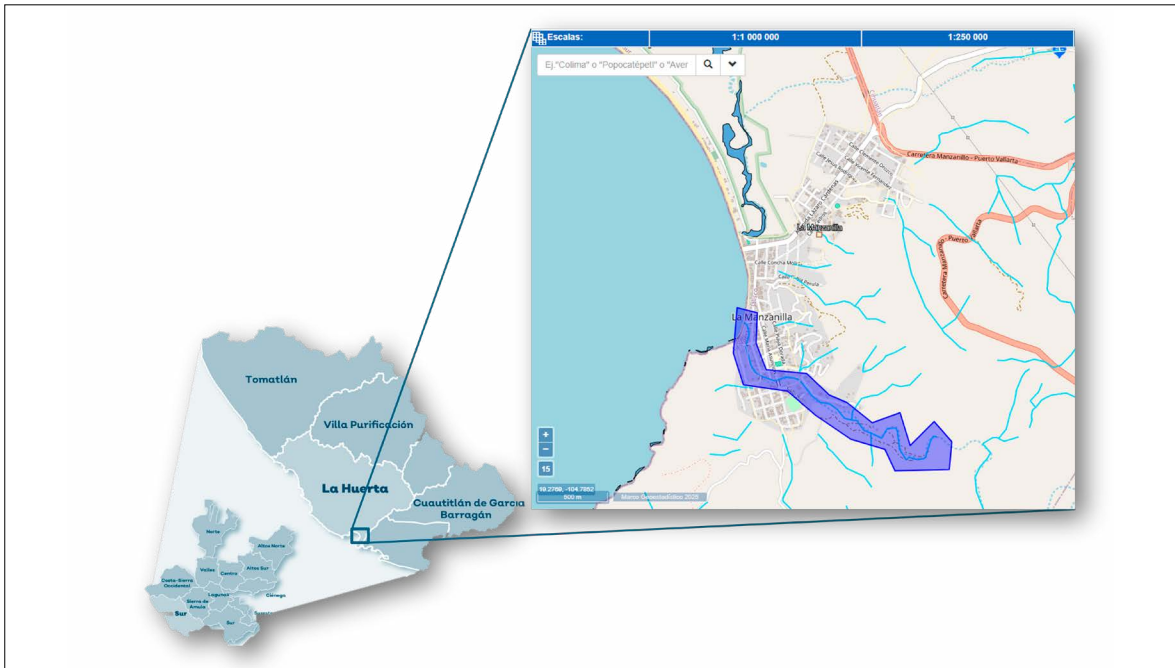


Figura 2. Ubicación del arroyo La Manzanilla y la localidad de La Manzanilla en el municipio de La Huerta, en el estado de Jalisco, México. Fuente: elaboración propia con base en IIEG (2012, 2025) e INEGI, *Espacio y Datos de México*.

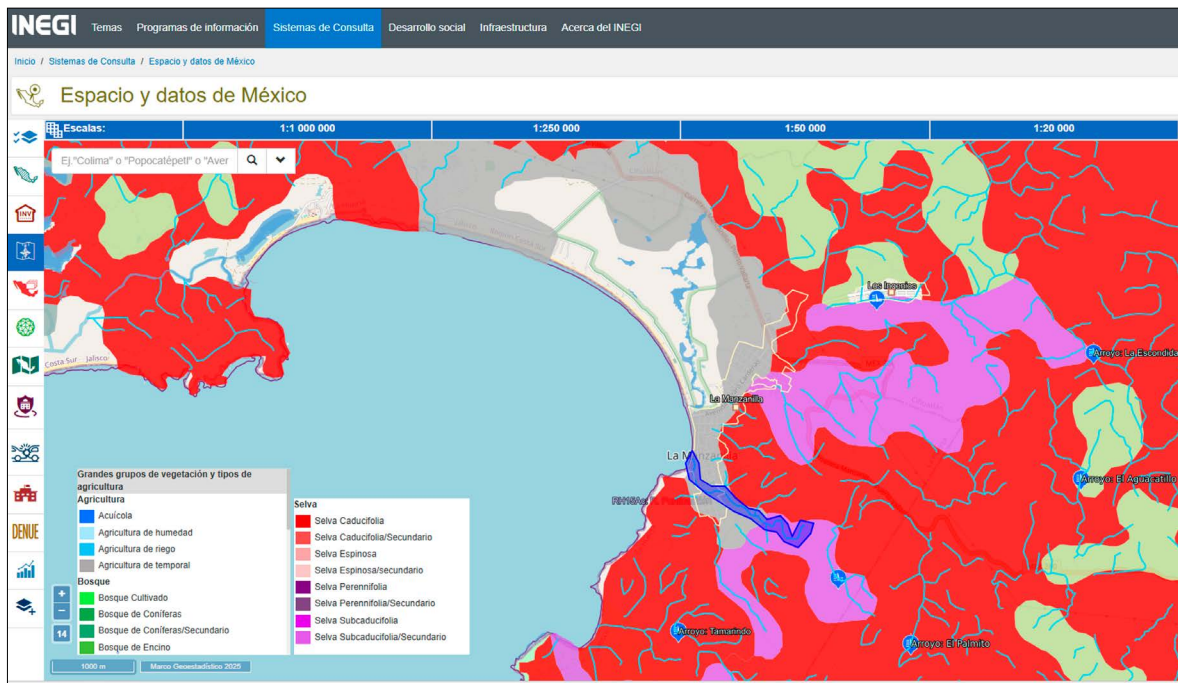


Figura 3. Uso de suelo en la comunidad de La Manzanilla, La Huerta, Jalisco, México. Fuente: visor cartográfico *Espacio y Datos de México* (INEGI).

de La Manzanilla. En las áreas cercanas al arroyo se identifican, además, superficies destinadas a la agricultura de temporal, así como remanentes de vegetación tropical estacional. En las zonas de mayor elevación de la microcuenca se observan fragmentos de selva subcaducifolia, mientras que en los alrededores del poblado y del tramo de arroyo analizado predominan parches de selva baja caducifolia.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el estudio cuyos resultados se presentan en este artículo se basa en la Investigación Acción Participativa (Ortiz y Borjas, 2008). En particular, se realizó un diagnóstico rápido participativo y, posteriormente, un taller y una reunión abierta al público para devolver los resultados del estudio y definir un plan de acción comunitario (Chambers, 1994).¹

Es así como, con base en una petición de un grupo de ciudadanos de La Manzanilla, los autores del presente artículo visitaron, el día 7 de marzo de 2024, la comunidad con el fin de realizar un análisis preliminar de la problemática mencionada por los propios habitantes.

El diagnóstico se realizó mediante un recorrido por el arroyo y la playa. El tramo recorrido atraviesa gran parte de la zona urbanizada, incluyendo la playa (aproximadamente 80 %) de la comunidad de La Manzanilla y una parte de su zona aledaña (aproximadamente 20 %). Se escogió este tramo fluvial, ya que es el área de mayor alteración morfológica y ecológica, y corresponde a la zona baja del arroyo que desemboca en el mar, con una longitud aproximada de 1.5 km (SIGA, 2013).

Durante el recorrido, los autores fueron acompañados por cuatro ciudadanos de La Manzanilla (todos miembros del grupo de ciudadanos preocupados por la problemática), y se registró información combinando entrevistas informales con estos

ciudadanos y observaciones de campo a lo largo del tramo fluvial, aplicando la técnica de observación de alteraciones ecológicas y morfológicas en el cauce y las riberas del transecto. También se tomaron fotografías y se registraron coordenadas que sirvieron como base para identificar y describir los impulsores y las presiones, los cuales se analizan como causas de las problemáticas descritas en el siguiente apartado. Asimismo, se determinó la ubicación de algunas de las presiones que influyen en el estado del arroyo, las cuales se identifican en una imagen aérea.

La metodología aplicada, si bien se considera un microestudio, parte de dos escalas: la localidad y el río, así como la playa y sus terrenos aledaños. Aunque se emplearon diversos métodos y sus resultados fueron triangulados, el diagnóstico se realizó en un tiempo limitado, por lo que sus conclusiones deben considerarse preliminares. No obstante, poseen un alto valor práctico debido a la participación e intercambio con los ciudadanos que solicitaron el estudio.

RESULTADOS: APLICACIÓN DEL MARCO IPEIR

En esta sección se presentan los resultados del diagnóstico según los diferentes componentes del marco de interpretación aplicado: los impulsores, las presiones, el estado ecológico del arroyo, los impactos y, finalmente, las respuestas.

Impulsores de la problemática del arroyo La Manzanilla

La problemática socioecológica del arroyo La Manzanilla se caracteriza por una alta complejidad, ya que son varias las causas interrelacionadas que impactan y refuerzan el problema de la presencia de piedras en la playa (Gerritsen *et al.*, 2024). Retomando el marco interpretativo IPEIR presentado en la sección 2, se han identificado seis impulsores (o causas principales) de la degradación del socioecosistema del arroyo y ocho presiones adicionales (o causas secundarias) que agravan los problemas identificados.

¹ A partir del taller de devolución de los resultados, se conformó un grupo organizado de ciudadanos preocupados por la problemática socioecológica de su comunidad. Este grupo se autodenomina Grupo ArroMar La Manzanilla.

Identificación de los impulsores (o causas principales)

Los impulsores identificados se agruparon en ambientales y antropogénicos. En cuanto a los impulsores de carácter ambiental, se identificaron dos. Por un lado, el cambio climático y los eventos climatológicos extremos, referidos a cambios ambientales globales que incrementan la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos a nivel local. En el caso de La Manzanilla, el huracán Lidia, en octubre de 2023, fue el fenómeno climatológico más reciente que afectó la localidad (Guizar, 2023).

Por otro lado, se identificaron las dinámicas funcionales de los ecosistemas como impulsor ambiental, en referencia a los procesos ecosistémicos naturales que pueden impulsar o modificar otros procesos dentro del ecosistema. Estas dinámicas pueden tanto amortiguar como amplificar los impactos de otros impulsores y presiones. En el arroyo La Manzanilla se presentan procesos de crecida del flujo de agua durante eventos de lluvia extraordinarios, así como la remoción, transporte y depósito de materiales pétreos por el caudal tras estos eventos hidrometeorológicos, los cuales forman parte de la dinámica natural del ecosistema.

En cuanto a los impulsores antropogénicos, se identificaron cuatro. Primero, la urbanización espontánea en zonas ribereñas del arroyo. Durante el recorrido se observó la presencia de viviendas en los terrenos ribereños en la parte baja del arroyo. Segundo, la expansión de la actividad ganadera en la parte media y alta del arroyo. Si bien no colinda directamente con los terrenos ribereños, en estas zonas se observó evidencia de ganado vacuno en el arroyo, lo que refleja una actividad productiva que induce el cambio de vegetación nativa a pastizal con el fin de aumentar el potencial forrajero.

Tercero, el impacto de las políticas de desarrollo relacionadas con el control de inundaciones y la expansión de la urbanización espontánea. En este sentido, se identifican políticas que promueven o permiten prácticas de gestión del territorio no sustentables, como el dragado con maquinaria pesada dentro del cauce para el desazolve no supervisado, práctica que prevalece como medida de protección frente al riesgo de inundaciones en la comunidad de La Manzanilla.

Finalmente, se identificó el aumento poblacional y la demanda de recursos naturales. En este sentido, el crecimiento demográfico impulsa la demanda de tierra, agua y otros recursos naturales. Según el IIEG (2022), la población de La Manzanilla aumentó de 1305 habitantes en 2010 a 1592 en 2020, crecimiento que se dio principalmente en el área urbana ya habitada, incrementando así la densidad poblacional.

Presiones en la problemática del arroyo La Manzanilla

Aparte de los impulsores, la problemática socioambiental del arroyo La Manzanilla también se ve agravada por varias presiones (o causas secundarias), de las cuales se identificaron dos ambientales y seis antropogénicas.

En cuanto a las presiones de carácter ambiental, se identificaron dos. Por un lado, están las crecidas del arroyo y el aumento del oleaje tras eventos climatológicos extremos (cfr. Marcomini y López, 2006; Rodríguez *et al.*, 2024). Por otro lado, está el transporte de sedimentos desde la cabecera hasta la desembocadura: procesos de erosión y depósito durante las fuertes corrientes del arroyo que forman parte de la dinámica de los ecosistemas; estos procesos naturales se intensifican con las alteraciones humanas y climáticas.

En cuanto a las presiones de carácter antropogénico, se identificaron seis. Primero, la ocupación de las riberas y llanuras de inundación por construcciones, ganadería y agricultura, lo que conlleva la transformación física del entorno natural y puede alterar el flujo del agua y el transporte de sedimentos. Segundo, la contaminación por basura y escombros en el arroyo, donde se observa un aporte directo de materiales no naturales que obstruyen el flujo de agua y afectan la vida acuática. Tercero, la fragmentación y deforestación de zonas ribereñas, que tiene como consecuencia la reducción de la cobertura de la vegetación, aumenta la erosión, limita la infiltración del agua, incrementa el riesgo de inundaciones y reduce la disponibilidad de hábitat.

Cuarto, el dragado y desazolve no supervisado, que impacta en la alteración de la morfología del arroyo (cauce y ribera) y puede cambiar su dinámica natural, además de aumentar el riesgo de

inundaciones. Quinto, la extracción de materiales del lecho y orillas del cauce, actividades que modifican directamente la estructura física del arroyo y contribuyen a la inestabilidad de las orillas, incentivando la erosión y los deslaves. Finalmente, la construcción de muros de piedra y concreto en las orillas del cauce o en zonas cercanas, representada por estructuras que encauzan, modifican la morfología del arroyo y alteran la dirección del flujo.

Estado actual del arroyo La Manzanilla

Los impulsores y las presiones ambientales y antropogénicas descritas en las dos secciones anteriores han determinado el estado ecológico actual del arroyo La Manzanilla. En este sentido, el arroyo presenta cuatro alteraciones principales, que a continuación se detallan.

Fragmentación y pérdida del bosque ribereño asociado al arroyo

En el arroyo La Manzanilla, a lo largo del tramo recorrido de aproximadamente 1.5 km, el bosque ribereño presenta fragmentación, con pérdida de conectividad a lo largo del arroyo, disminución de su anchura, pobre composición de especies arbóreas y arbustivas propias, baja regeneración natural, desconexión lateral del cauce con su ribera, alteración de las condiciones de las orillas y modificación del sustrato y lecho del arroyo.

La cobertura y anchura de la banda de bosque de ribera en ambos márgenes del arroyo se encuentra severamente fragmentada y reducida; solo se observan pequeños parches de vegetación o árboles y arbustos dispersos, debido a la alteración morfológica del cauce y las riberas. Esta reducción afecta a más del 60 % a lo largo del tramo recorrido en ambos márgenes (derecho e izquierdo), equivalente al ancho del cauce, que varió entre 7 y 12 m a lo largo de los 1.5 km del tramo analizado, lo que refleja una condición deficiente.

En estos fragmentos de bosque ribereño y árboles aislados remanentes se encuentran especies características del arroyo: sabino (*Astianthus viminalis*), guácima (*Guazuma ulmifolia*), primavera (*Tabebuia donnell-smithii*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), mezquites (*Prosopis laevigata*), entre otras. Todas estas especies son reconocidas como

multipropósito (madera, forraje, alimento, medicina, leña).

Es importante resaltar que se observaron varios individuos de sabino muy jóvenes en las orillas del cauce (aproximadamente 1 m de altura), lo que evidencia el gran potencial de regeneración natural de esta especie, por lo que sería valioso protegerlos de impactos humanos hasta que alcancen su desarrollo. En cambio, se observa una cubierta extensa de higuera (*Ricinus communis*), una especie herbácea altamente invasora, cuyo manejo será necesario para favorecer el establecimiento de otras especies arbóreas propias del arroyo.

Esta fragmentación y pérdida del bosque ribereño se explica por el confinamiento y profundización del cauce, que generan la desconexión hidrológica con la ribera; además, la ocupación paulatina del espacio ribereño por campos de cultivo, áreas urbanas y caminos ha intensificado la pérdida de cobertura y restringe la regeneración natural.

Alteración de la estabilidad de las orillas y la ribera

En el arroyo se observa una evidente inestabilidad y homogeneización de las orillas del cauce, así como incisión y alteraciones directas en su forma, altura e inclinación. Las orillas están altamente modificadas: se presenta una incisión significativa y una elevación de entre 3.5 y 4.5 m, con pendientes pronunciadas, resultado del depósito de material pétreo del propio arroyo, asociado a las acciones de dragado periódico.

Como consecuencia, la sección transversal del arroyo está alterada, con pendientes laterales uniformes y pronunciadas en el 100 % del tramo recorrido que ha sido dragado, así como una reducción del bosque ribereño. La disminución de las raíces de árboles y arbustos en las riberas impide mantener la estabilidad de las orillas, lo que incrementa la erosión del material pétreo durante lluvias intensas o eventos hidrometeorológicos extremos.

Desazolves y eliminación de sedimentos del arroyo

De acuerdo con Ollero (2013), los desazolves o dragados buscan mejorar la eficiencia hidráulica de los ríos y arroyos al aumentar la sección de desagüe

y reducir su rugosidad, lo que incrementa la velocidad del agua. En el caso del arroyo La Manzanilla, la aplicación continua de estas medidas ha causado una desnaturalización del cauce.

La modificación de su forma o trazado original (morfología), junto con la remoción de sedimentos y la eliminación de la vegetación ribereña, ha anulado funciones de regulación y de hábitat, provocando el encajamiento del lecho. Uno de los efectos de estas prácticas es la acumulación de material pétreo y escombros en la playa, derivada del arrastre durante eventos de lluvia torrencial y su posterior redistribución por la dinámica del oleaje (cfr. Marcomini y López, 2006; Rodríguez *et al.*, 2024), lo que impacta la actividad turística en La Manzanilla.

La extracción de materiales pétreos del lecho del arroyo ha generado una pérdida de rugosidad del fondo, reduciendo la capacidad del cauce para disipar la energía del flujo durante tormentas, lo que provoca un aumento en la velocidad del agua.

Bajo este escenario, la persistencia en soluciones de ingeniería tradicional, centradas únicamente en la evacuación rápida del agua, ignora la complejidad ecosistémica de la cuenca. Estas prácticas deberían analizarse con mayor interés y responsabilidad por todos los actores involucrados en la gestión de la cuenca del arroyo La Manzanilla, y transitar hacia un modelo de gestión que reconozca el espacio de libertad de dicho arroyo, donde la rehabilitación de los procesos naturales sea una de las principales estrategias de mitigación de riesgos para garantizar así la seguridad hídrica sin desatender la seguridad de los asentamientos humanos, sobre todo en aquellas zonas habitadas muy cerca o sobre las llanuras de inundación.

Contaminación por basura y escombros en los cauces y riberas

Como se mencionó, se observa la presencia de basura (residuos domésticos, plásticos, entre otros) y escombros de construcción dentro del cauce y la ribera. Es posible contribuir a la salud del arroyo mediante la retirada manual de estos residuos, evitando el uso de maquinaria, así como la reubicación de madera muerta retenida en estructuras como puentes, para reducir el riesgo de inundación y mantener su función ecológica dentro del bosque de ribera.

La limpieza de escombros derivados de construcciones requiere un manejo adecuado y evitar que el arroyo funcione como vertedero.

Impactos de la problemática del arroyo La Manzanilla

En las secciones previas se detallaron el diagnóstico actual del arroyo La Manzanilla y la identificación de impulsores y presiones, enfatizando cómo factores naturales y humanos —como el cambio climático, los eventos meteorológicos extremos y la urbanización no planificada— han influido negativamente tanto en el arroyo como en la playa adyacente. La presente sección se enfoca en explorar los impactos ambientales y antropogénicos resultantes del análisis, vinculados con las acciones y cambios identificados anteriormente. Además, se describen brevemente los riesgos ambientales y territoriales asociados a estos impactos.

Aumento en la acumulación de rocas y desechos del arroyo en la playa

El dragado y desazolve, aunque realizados con el objetivo de gestionar el caudal del arroyo o prevenir inundaciones, tienden a remover barreras naturales y modificar la distribución y estabilidad de los sedimentos. Este escenario se agrava con el vertimiento continuo de desechos en el arroyo por parte de la población local, lo cual aumenta la presencia de materiales susceptibles de ser arrastrados durante eventos de crecida.

La remoción de sedimentos del lecho y las orillas del cauce incrementa la vulnerabilidad del arroyo a la erosión, facilitando el arrastre de rocas y otros materiales hacia el mar. La falta de zonas de inundación naturales, debido a la elevación de las orillas y la ocupación de las riberas, provoca que el material pétreo arrastrado sea vertido al mar y posteriormente depositado nuevamente en las playas por efecto del oleaje.

Alteración de la morfología, hidrología y ecología del arroyo y disminución de la capacidad de regulación de inundaciones

La alteración de la morfología e hidrología del arroyo La Manzanilla ha disminuido su capacidad para regular inundaciones, lo que incrementa la vulnera-

bilidad ante desastres naturales. Las intervenciones humanas, tales como la ocupación del territorio, la construcción de infraestructuras—incluyendo bordes y barreras de concreto—, la alteración del lecho, la elevación de las orillas, la rectificación del cauce mediante prácticas de dragado y desazolve, así como los cambios en la cobertura del bosque ribereño, han reconfigurado tanto la estructura como el funcionamiento del arroyo.

Dichas alteraciones han limitado los espacios naturales de expansión del agua durante episodios de lluvia intensa, lo que da lugar a flujos con mayor velocidad y volumen. Esto conduce a un incremento en el arrastre de materiales pétreos y a la pérdida del bosque de ribera, así como a una disminución en la infiltración de agua hacia el subsuelo. Estas alteraciones comprometen la funcionalidad del arroyo para contener y mitigar inundaciones, poniendo en riesgo a las comunidades adyacentes.

La modificación del cauce ha introducido una nueva dinámica en el flujo del agua, generando repercusiones en múltiples aspectos. En primer lugar, este cambio ha propiciado la acumulación de sedimentos que obstruyen los cursos de agua y disminuyen la disponibilidad de oxígeno, afectando negativamente a la biodiversidad acuática al reducir los hábitats y los recursos alimenticios disponibles. Además, ha generado efectos negativos en la estabilidad de las orillas y en el bosque ribereño. En áreas donde se han alterado las características naturales del lecho, se incrementa el riesgo de erosión, especialmente en zonas sin cobertura vegetal, lo que puede aumentar la remoción de suelo y la sedimentación aguas abajo.

Con el tiempo, es probable que se presenten daños más significativos en estructuras cercanas al arroyo, debido al aumento del riesgo de inundaciones y procesos de erosión y arrastre de sedimentos. Asimismo, se anticipa una reducción en la capacidad del suelo para infiltrar agua, lo que afecta la recarga de los acuíferos y la disponibilidad de recursos hídricos. Estos cambios representan desafíos importantes tanto para la infraestructura como para la seguridad pública.

Fragmentación y deforestación del bosque ribereño y potencial pérdida de biodiversidad

La erosión del suelo y la eliminación del bosque ribereño en el arroyo La Manzanilla, ocasionadas tanto por procesos naturales como por actividades humanas—incluyendo la agricultura, la ganadería y la expansión urbana—, han deteriorado la composición, estructura y funciones del corredor ribereño. Esta degradación afecta las condiciones ambientales necesarias para sostener la biodiversidad acuática y terrestre a nivel local, así como los procesos ecológicos fundamentales de los cuales se derivan múltiples beneficios ambientales y sociales (p. ej., regulación de inundaciones, clima y calidad del agua), además de la disponibilidad de recursos (p. ej., frutos, madera, agua) tanto para la biodiversidad como para la población local.

Desvalorización del arroyo y la playa: impacto cultural, turístico y económico

La degradación del arroyo La Manzanilla y sus playas adyacentes afecta no solo su valor ambiental, sino también su valor cultural, turístico y económico, impactando a la comunidad local y su atractivo para los visitantes.

La conexión histórica y cultural con el arroyo se ve amenazada por su degradación. La disminución en la frecuencia de visitas por parte de los habitantes, junto con el incremento de modificaciones al entorno natural y la acumulación de desechos, ha generado una percepción del arroyo como una zona de vertimiento más que como una fuente de servicios ecosistémicos. Este cambio de percepción disminuye su valor cultural y afecta la cohesión social y la identidad local.

El turismo, una fuente esencial de ingreso para la comunidad, se ha visto afectado por la presencia de rocas y la modificación del paisaje natural. Actividades como el senderismo y la observación de aves se ven comprometidas: caminos inestables y la reducción de la cobertura vegetal disminuyen las áreas de avistamiento y la calidad de la experiencia. Asimismo, la preferencia de los visitantes por otras playas sin rocas y la disminución en la demanda de servicios locales reflejan una caída en el atractivo turístico.

La reducción en el número de turistas se traduce en menores ingresos para hoteles, restaurantes y operadores turísticos. Además, la degradación ambiental incrementa los costos asociados a la gestión de riesgos y desastres, lo que representa una carga económica adicional para la comunidad.

La espacialidad de los riesgos ambientales y territoriales

Los impactos descritos también presentan una dimensión espacial, generando riesgos ambientales de diversa índole. En este sentido, el territorio donde se ubica la comunidad de La Manzanilla presenta una susceptibilidad a la erosión que varía de moderada a alta (SIGA, 2012). Esta condición se relaciona con la dinámica de la planicie costera, las pendientes suaves y los cambios en el uso del suelo asociados a la expansión urbana y agrícola.

Asimismo, el Plan de Ordenamiento Ecológico Local del municipio identifica conflictos en los cauces y vegas de los arroyos, particularmente en la porción sur del territorio y en áreas cercanas a la carretera federal 200, relacionados con la presión del crecimiento urbano, el desarrollo turístico y las actividades agrícolas (SIGA, 2012, p. 57).

Por otra parte, estudios de riesgo elaborados por el Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG, 2015a) identifican diversos peligros geológicos e hidrometeorológicos en la región. Entre los primeros se reconoce el riesgo potencial de maremotos en la zona costera de La Manzanilla. Asimismo, los mapas de peligros hidrometeorológicos (IIEG, 2015b) identifican áreas con alta incidencia de vientos e inundaciones locales en la zona donde se localiza el arroyo (Figura 3). Estas condiciones reflejan la vulnerabilidad de la planicie costera frente a fenómenos naturales, particularmente en áreas donde coinciden asentamientos humanos y sistemas hidrológicos.

Integración del marco IPEIR para La Manzanilla

Hasta ahora, se han descrito los resultados obtenidos durante el recorrido en el arroyo y la playa de La Manzanilla a partir de las diferentes variables del marco IPEIR. Se integró un diagnóstico preliminar

para identificar los factores que están generando el problema de erosión y arrastre de piedras del río y su depósito en la playa (Ortiz *et al.*, 2024). Como ya se mencionó al inicio de este artículo, este diagnóstico se basa en testimonios de personas de la comunidad, observaciones de campo y la aplicación del marco interpretativo IPEIR, acompañada de una revisión bibliográfica.

Se identificaron dos problemas principales: por un lado, las dinámicas naturales de arrastre y depósito de materiales pétreos (sedimentos) por el arroyo hacia el mar; y, por otro, la aceleración de estos procesos por intervenciones humanas y eventos climáticos extremos. Se observó que la dinámica natural del arroyo y el mar implica la remoción de materiales de sus lechos, que luego son transportados—en el caso del arroyo, hacia el mar por el flujo del agua; y en el mar, por la acción del oleaje— hacia áreas donde se reduce la pendiente y, consecuentemente, la fuerza de arrastre (cfr. Marcomini y López, 2006; Rodríguez *et al.*, 2024). Este proceso resulta en el depósito y acumulación de materiales pétreos, una dinámica inherente a los ecosistemas que, bajo condiciones naturales, contribuye a la formación y transformación de los sedimentos de las playas.

Sin embargo, este proceso natural se ve influido por la acción combinada de factores ambientales, como los fenómenos climáticos extremos—ejemplificados por el huracán Lidia en octubre de 2023—, y por factores humanos. El análisis permitió identificar como principales impactos: a) fragmentación y deforestación del bosque ribereño asociado al arroyo; b) ocupación de las riberas y llanuras de inundación por construcciones, ganadería y agricultura; c) alteración de la estabilidad de las orillas y la ribera; d) dragado y desazolves del arroyo sin estudios técnicos adecuados; e) contaminación del cauce y las riberas por basura y escombros; f) extracción de materiales pétreos del lecho y las orillas del cauce; y g) construcción de muros de piedra en las orillas o zonas cercanas (ribera y/o llanura de inundación).

La transformación de la geomorfología e hidrología del arroyo La Manzanilla ha disminuido su capacidad para regular inundaciones, lo que incrementa la vulnerabilidad ante desastres natu-

rales. Las intervenciones humanas, tales como la ocupación del territorio del arroyo, la construcción de infraestructuras —incluyendo bordes y barreras de concreto—, la alteración del lecho, la elevación de las orillas, la modificación morfológica del cauce mediante prácticas de dragado y desazolve, así como la reducción de la cobertura del bosque ribereño, han reconfigurado tanto la estructura como el funcionamiento del arroyo.

Dichas alteraciones han limitado los espacios naturales de expansión del agua durante episodios de lluvia intensa, generando flujos con mayor velocidad y volumen. Esto conduce a un incremento en el arrastre de materiales pétreos, la pérdida de bosque ribereño y una disminución en la infiltración de agua al subsuelo. La eliminación del bosque ribereño incrementa la vulnerabilidad del arroyo y la erosión de las orillas, además de generar inestabilidad en los lechos y orillas con suelo y rocas expuestas. Asimismo, la rectificación del arroyo y la elevación de sus orillas han reducido la dispersión

natural de energía y sedimentos, canalizando estos materiales hacia el mar.

La Figura 4 representa una visualización de los diferentes componentes del marco IPEIR e integra sus principales variables. Muestra que el problema de las “piedras en la playa”, que fue el punto de partida del diagnóstico, es resultado de una problemática compleja, con impulsores tanto ambientales (naturales) como antropogénicos (humanos). Estas determinan el estado del arroyo y los impactos previamente descritos, que van más allá del aumento en la acumulación de rocas y desechos transportados hacia la playa de La Manzanilla.

Respuestas ante la problemática del arroyo La Manzanilla

La Figura 3 muestra que la problemática del arroyo La Manzanilla no solo es compleja, sino que su recuperación ambiental requiere una visión integral, es decir, considerar tanto las causas subyacentes

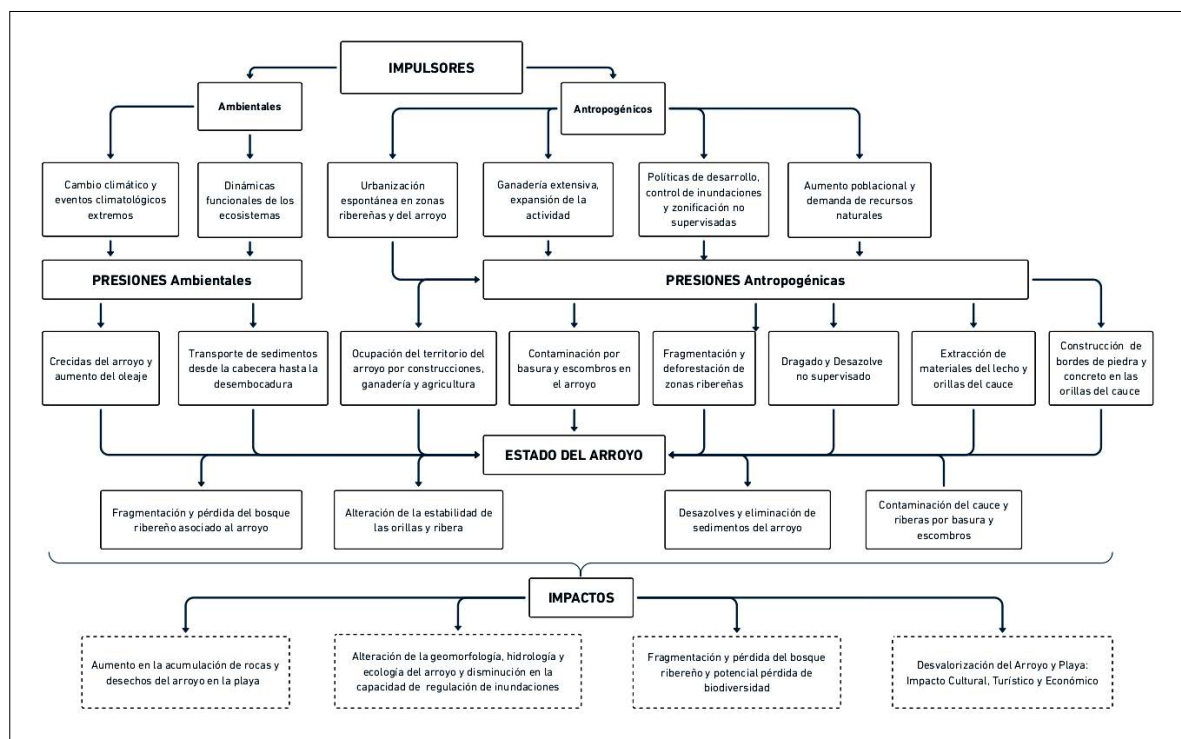


Figura 4. Integración de las conexiones entre impulsores, presiones, estado y efectos del arroyo y la playa La Manzanilla. Fuente: elaboración propia.

(impulsores y presiones) como los síntomas de la degradación (estado ecosistémico) a escala de cuenca: zona alta, media y baja del arroyo, así como la zona costera.

Se propone que las intervenciones para rehabilitar la estructura y funcionalidad morfológica y ecológica del arroyo se realicen mediante acciones planificadas a corto, mediano y largo plazo. La implementación de estas recomendaciones no solo podría mitigar los impactos negativos observados, sino también revitalizar estos paisajes para el disfrute de sus beneficios sociales y económicos por parte de la comunidad de La Manzanilla.

A partir del análisis, se presentan las siguientes recomendaciones:

Rehabilitación y conservación del arroyo La Manzanilla y su cuenca

Como medida inicial, se propone la rehabilitación de las riberas, priorizando las zonas con mayor degradación. Este proceso permitirá reintegrar las funciones ecosistémicas del arroyo y fortalecer la valoración ciudadana del entorno natural. Se recomienda el uso de especies nativas adaptadas a las condiciones del sitio.

Asimismo, se sugiere diseñar un plan de rehabilitación del bosque ribereño mediante técnicas de bioingeniería, como el uso de material leñoso vivo (p. ej., sauces y sabinos) y la instalación de estructuras vegetativas para estabilizar orillas y retener sedimentos. También se recomienda implementar técnicas de control de erosión mediante barreras naturales con troncos, ramas y otros materiales orgánicos.

De manera complementaria, se propone la reforestación de las riberas más expuestas, el establecimiento de corredores biológicos y el desarrollo de un parque lineal con fines recreativos y educativos. Asimismo, se sugiere establecer zonas controladas de inundación y deposición de sedimentos, así como promover un turismo de bajo impacto basado en actividades como la observación de flora y fauna y el senderismo.

Modelación hidráulica del arroyo

Se requiere modelar la hidráulica del arroyo para comprender la dinámica del flujo de agua, in-

cluyendo velocidad, caudal, áreas de inundación y alturas que puede alcanzar la lámina de agua durante eventos de lluvia y fenómenos extremos.

Prácticas técnicamente adecuadas de desazolve y control de la erosión

Se recomienda implementar acciones de desazolve basadas en estudios hidrológicos y con una visión integral de la cuenca, que permitan definir el ancho y la profundidad adecuados del cauce, bajo supervisión técnica.

Estudio de la dinámica marina

Se requiere realizar un diagnóstico de la dinámica de mareas con especialistas en oceanografía para comprender los procesos de arrastre y deposición de materiales en la playa.

Planificación y regulación del uso del suelo

Se sugiere implementar políticas que restrinjan la construcción en zonas inundables, realizar evaluaciones de riesgo previas a nuevos desarrollos y establecer zonas de exclusión en áreas de alto riesgo. Asimismo, es necesario fortalecer la aplicación de la normativa ambiental y urbana.

Monitoreo, alerta temprana y coordinación interinstitucional

Asimismo, el Plan de Ordenamiento Ecológico Local del municipio identifica “conflictos en los cauces y vegas de los arroyos del municipio, particularmente en la porción sur del territorio y en las áreas cercanas a la carretera federal 200; estos conflictos se relacionan con la presión del crecimiento urbano, el desarrollo turístico y las actividades agrícolas que interactúan con los sistemas fluviales” (SIGA, 2012, p. 57).

CONCLUSIONES

Hoy día, la degradación de los ríos y arroyos es un fenómeno recurrente que genera preocupación entre diversos actores sociales. Esta preocupación surge no solo por el riesgo de inundaciones, sino también por las afectaciones a las actividades productivas locales. En consecuencia, estos impactos

impulsan acciones comunitarias para mitigar los problemas derivados (Tsing *et al.*, 2017).

El caso de La Manzanilla muestra que un problema aparentemente asociado a la dinámica costera tiene su origen en la degradación del arroyo. Asimismo, evidencia la complejidad de la problemática y la vulnerabilidad ecológica, social y económica que genera.

Actualmente, las sociedades enfrentan una problemática socioambiental sin precedentes, asociada a una nueva etapa geológica conocida como Antropoceno o Capitaloceno (Crutzen y Stoermer, 2000; Klein, 2014; Kolbert, 2016; Moore, 2017). Esta etapa requiere nuevas herramientas teórico-metodológicas para comprender y abordar dicha complejidad (Luengo, 2014).

En este artículo se aplicó el marco IPEIR para analizar esta problemática. No obstante, más allá del análisis, es fundamental que estos enfoques se traduzcan en acciones concretas de solución y mitigación, con el fin de construir entornos más resilientes frente a los desafíos socioambientales actuales (Wallace-Wells, 2019).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente a las y los integrantes del grupo ArroMar La Manzanilla por su valioso acompañamiento a lo largo de este estudio. Su disposición para colaborar, compartir conocimientos y reflexionar de manera conjunta fue fundamental, así como su apertura para dialogar en torno a los resultados y construir propuestas orientadas a atender los desafíos socioecológicos de su comunidad.

También expresamos un especial agradecimiento a la Ing. Fátima Esmeralda Robles Vera, cuyo apoyo técnico fue fundamental durante el recorrido en el arroyo y la playa.

REFERENCIAS

- Capra, F. y Luisi, P. L. (2014). *The system's view of life. A unifying vision*. Cambridge University Press.
- Chambers, R. (1994). *Paradigm shifts and the practice of participatory research and development*. Institute of Development Studies, Working Paper 2.
- Crutzen, P. J. y Stoermer, E. F. (2000). The 'Anthropocene'. *Global Change Newsletter* 41, 17-18. <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>
- Allan D., J. y Castillo, M. M. (2007). *Stream ecology - structure and function of running waters*. Springer Science and Business Media.
- Gerritsen, P. R. W. (2010). *Perspectivas campesinas sobre el manejo de los recursos naturales*. Mundi-Prensa.
- Gerritsen, P. R. W., Ortiz A., C. I. y Osorio E., C. A. (2024). Complejidad socioambiental, vulnerabilidad socioecológica y urbanización: análisis exploratorio de la avalancha en San Gabriel, Jalisco, México. *EntreDiversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9(2), 115-134. DOI: <https://doi.org/10.31644/ED.IEI.V9.N2.2024.A05>
- Guizar R., M. A. (2023). *Lidia causó estragos en La Manzanilla*. ABC Noticias. <https://abcnoticia.com/2023/10/12/lidia-causo-estragos-en-la-manzanilla-fernando-gomez/>
- IIEG (2015a). *Mapa de Peligros Geológicos, 2015*, IIEG. https://iieg.gob.mx/contenido/GeografiaMedioAmbiente/MAPAS_RIESGOS/14043_Riesgo_Geolog.jpg
- IIEG (2015b). *Mapa de Peligros Hidrometeorológicos, 2015*, IIEG. https://iieg.gob.mx/contenido/GeografiaMedioAmbiente/MAPAS_RIESGOS/14043_Riesgo_Hidro.jpg
- IIEG (2022). *La Huerta. Diagnóstico del Municipio*. Consultado en: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2022/10/La-Huerta.pdf>
- INEGI (2025). *Espacio y Datos de México* [visor geoespacial]. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>
- IPCC (2022). *Climate change 2022. Impacts, adaptations and vulnerability. Summary for Policymakers*. WMO/ UNEP.
- Klein, N. (2014). *This changes everything. Capitalism vs. The climate*. Simon & Schuster.
- Kolbert, E. (2016). *La sexta extinción. Una historia nada natural*. Critica.
- Luengo G., E. (2014). *El conocimiento de lo social. I. Principios para pensar su complejidad*. Colección Alternativas al Desarrollo. ITESO.
- Marcomini, S. C. y López, R. (2006). Geomorfología costera y explotación de arena de la playa en la provincia de Buenos Aires y sus consecuencias ambientales. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 7(2), 61-71.
- MAE (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press.
- Milly, P. C. D., Dunne, K. A., y Vecchia, A. V. (2008). Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, 438(7066), 347-350. DOI: [10.1038/nature04312](https://doi.org/10.1038/nature04312)

- Moore, J. W. (2017). The Capitalocene, Part I: on the nature and origins of our ecological crisis, *The Journal of Peasant Studies*, 44(3), 594-630. <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1235036>
- Ollero O., A. (2013). ¿Por qué NO hay que limpiar los ríos? Nota técnica publicada en el blog del autor. https://huervavivo.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/02/por-que-no-hay-que-limpiar-los-rios_ollero-2013.pdf
- Ollero O., A. (2014). *Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones. Manual para gestores*. Proyecto Sud'eau2 (SUDOE). Contrato del río Matarraña, Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES).
- Ortiz A., C. I., Enríquez B., E. R., Gerritsen, P. R. W. y Robles V., F. E. (2024). *Diagnóstico preliminar de la problemática ambiental del Arroyo La Manzanilla, en el tramo de la población La Manzanilla del Mar, Jalisco, Occidente de México*. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara/Red ciudadana Vigilando Ríos y Arroyos.
- Ortiz, M. y B. Borjas (2008). La investigación acción participativa: aporte de Fals Borda a la educación popular. *Espacio Abierto*, 1(4), 615-627.
- Rodríguez P., R., E.A. Córdova G. y Rueda R., A. (2025). Hidrodinámica, geomorfología costera y características de las playas arenosas del litoral nororiental de Cuba. *Investigaciones Geográficas*, (117), 1-15.
- SIGA (2012). *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de La Huerta, Jalisco. Etapa Diagnóstico*. https://siga.jalisco.gob.mx/planesyprogramas/043%20La%20Huerta/043_POEL_LA_HUERTA/01%20Bit%C3%A1cora%20Ambiental/J_DIAGN%C3%93STICO.pdf
- SIGA (2013). *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de La Huerta, Jalisco. Etapa de propuesta. Modelo de ordenamiento ecológico*. https://siga.jalisco.gob.mx/planesyprogramas/043%20La%20Huerta/043_POEL_LA_HUERTA/01%20Bit%C3%A1cora%20Ambiental/J_PROPUESTA.pdf
- Smeets, E. y Weterings, R. (1999). *Environmental indicators: typology and overview*. Technical Report No 25. European Environment Agency.
- Tsing, A., Swanson, H., Gan, E. y Bubandt, N. (eds.). (2017). *Arts of living on a damaged planet. Ghosts and Monsters of the Anthropocene*. University of Minnesota Press.
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Pretusevich, A., Green, P. y Davies, P. M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555-561. DOI: [10.1038/nature09440](https://doi.org/10.1038/nature09440)
- Wallace-Wells, D. (2019), *The uninhabitable world. Life after warming*. Tim Duggan Books.
- Walter, R. C. y Merritts, D. J. (2008). Natural streams and the legacy of water-powered mills. *Science*, 319(5861), 299-304. <https://doi.org/10.1126/science.1151716>