

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



EXTRACCIÓN DE ARENA EN EL BAJO LEMPA: UN DAÑO AMBIENTAL

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR:

EVER OSWALDO RODRÍGUEZ BERRIOS

VANESSA ELIZABETH RODRÍGUEZ DE LA O

POR OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO(A) EN QUÍMICA Y FARMACIA

NOVIEMBRE 2025

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESOR

MAESTRO LUIS DAVID ALONZO HERNÁNDEZ

ASESOR DE ÁREA DE MICROBIOLOGÍA

MAESTRO GUILLERMO EMILIO ALVARENGA MARROQUIN

TUTORA

LICENCIADA KATIA EUNICE LEYTON BARRIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta investigación.

En primer lugar, agradecemos a nuestras familias, por su amor, paciencia y apoyo constante, que nos motivaron a superar los retos durante todo el proceso académico.

A nuestros profesores y tutores, por su orientación, valiosos consejos y respaldo académico, que fueron fundamentales para guiar y enriquecer esta investigación.

A las comunidades del Bajo Lempa, quienes compartieron sus experiencias, testimonios y conocimientos sobre el entorno natural y la extracción de arena, aportando información clave para la comprensión del fenómeno estudiado.

A nuestros colegas y amigos, por su colaboración, palabras de aliento y compañía en momentos de dificultad.

Finalmente, agradecemos a las instituciones y organismos, que nos proporcionaron información, documentos y acceso a datos necesarios para la elaboración de esta tesis, en especial al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la Autoridad Salvadoreña del Agua (ASA).

Ever Oswaldo Rodríguez Berrios.
Vanessa Elizabeth Rodríguez De La O.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, que ha sido hogar, impulso y descanso. No solo han estado presentes, sino que han sostenido mis pasos con amor, paciencia y fe en mí, incluso cuando yo mismo dudaba. Cada logro que hoy se refleja en estas páginas lleva un pedacito de su apoyo silencioso y constante.

A mi pareja, por caminar a mi lado en este proceso, por acompañar mis desvelos, celebrar mis pequeños avances y recordarme, con cariño y paciencia, que también merezco descansar. Su presencia fue fuerza, calma y refugio.

A mis amigos, por las risas que aliviaron el cansancio, por su compañía en los días difíciles y por recordarme que no todo se trata de estudiar, sino también de vivir.

A quienes despertaron mi curiosidad por aprender y me demostraron que el conocimiento puede transformar realidades.

Y finalmente, dedico este esfuerzo a mis propias dudas y caídas, porque de ellas nació la determinación que me trajo hasta aquí. Este trabajo es para quienes me acompañaron, para quienes creyeron en mí y para la persona en la que me he convertido en el camino.

Ever Oswaldo Rodríguez Berrios.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a mi familia, por su amor incondicional, paciencia y constante apoyo durante cada etapa de mi formación académica. Sin su aliento, comprensión y motivación, la culminación de este proyecto no habría sido posible.

A mis profesores y tutores, por compartir sus conocimientos, guiarme con dedicación y brindarme las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos de la investigación. Su compromiso con la educación y el desarrollo profesional ha sido fundamental en la realización de este estudio.

A mi pareja, colegas y amigos, quienes ofrecieron su apoyo, compañía y palabras de aliento, haciendo más llevadero el camino hacia la conclusión de este trabajo.

Y finalmente, a la memoria de quienes partieron antes de ver esta meta cumplida, pero cuya fe y espíritu me infundieron la fuerza necesaria para perseverar.

Vanessa Elizabeth Rodríguez De La O.

RESUMEN

La demanda mundial de arena y grava, que asciende a unos cincuenta mil millones de toneladas cada año, es un gran contaminante y provoca inundaciones, en unos casos, o el agotamiento de los acuíferos en otros. Y ha sido identificada como una actividad de creciente impacto ambiental a nivel mundial, debido a la elevada demanda del sector construcción.

Este estudio abordó dicha problemática, enfocándose en los efectos de la extracción de arena en el Bajo Lempa, El Salvador. Se diagnosticó la situación ambiental de la región, considerando los impactos provocados por la extracción no regulada en el cauce del río Lempa. El objetivo fue analizar los efectos ambientales generados por esta práctica en los ecosistemas acuáticos y en las comunidades cercanas.

Se utilizó un enfoque cualitativo con revisión documental, entrevistas a actores locales y observación en campo para recolectar datos sobre las alteraciones en el entorno natural. Evidenciándose modificaciones en los flujos hídricos, pérdida de vegetación ribereña, aumento en la turbidez del agua y reducción de la biodiversidad, además de mayor vulnerabilidad ante inundaciones.

Concluyendo que, la extracción de arena en el Bajo Lempa ha generado impactos negativos significativos, tanto ecológicos como sociales, que podrían agravarse sino se aplican medidas de control. Se recomienda promover alternativas sostenibles de manejo de recursos, fortalecer la gobernanza ambiental local y sensibilizar a las comunidades sobre la importancia de conservar los ecosistemas fluviales.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN	10
-------------------------------	----

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS	12
----------------------------	----

2.1 OBJETIVO GENERAL:	12
-----------------------------	----

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	12
---------------------------------	----

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEORICO	14
--------------------------------	----

3.1 LA EXTRACCIÓN DE ARENA COMO PROBLEMÁTICA GLOBAL	14
---	----

3.1.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL SOBRE EXTRACCIÓN DE ARENA	14
---	----

3.1.2 LEGISLACIÓN COMPARADA: EXPERIENCIAS EXITOSAS	15
--	----

3.2 SITUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN EN EL SALVADOR.....	16
--	----

3.3 CASO DEL BAJO LEMPA: IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL	17
---	----

3.4 NECESIDAD DE UNA LEGISLACIÓN ESPECÍFICA Y EFECTIVA	19
--	----

3.5 ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	19
-------------------------------------	----

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL	22
---------------------------------	----

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES	24
-------------------------------	----

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES	26
----------------------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

La creciente demanda global de materiales para la construcción ha llevado a una expansión acelerada de la extracción de arena, convirtiéndola en una de las actividades mineras más extendidas y, a la vez, más perjudiciales para el medio ambiente. A nivel mundial, la explotación intensiva e incontrolada de arena en ríos, lagos y zonas costeras ha generado profundas alteraciones en los ecosistemas acuáticos. Entre las consecuencias más alarmantes se encuentran la erosión de las riberas, la disminución del caudal de los cuerpos de agua, la pérdida de biodiversidad y la degradación de las fuentes de agua potable. Esta práctica extractiva, muchas veces realizada sin regulación ni monitoreo adecuado, ha sido identificada como una de las principales amenazas para los ecosistemas de agua dulce en el planeta.

En este contexto, El Salvador no ha estado exento de los impactos negativos asociados a la extracción de arena. Particularmente en la región del Bajo Lempa, esta actividad representa un serio riesgo ambiental. El río Lempa, el más importante del país por su valor ecológico, social y económico, ha sido intervenido mediante la extracción intensiva de arena en su cauce. Esta situación ha provocado una serie de efectos negativos: alteración del flujo natural del río, pérdida de vegetación ribereña, afectación a la vida acuática, aumento de la turbidez del agua y mayor vulnerabilidad de las comunidades ante inundaciones. La extracción de arena, lejos de ser una actividad neutra, ha puesto en peligro tanto la salud del ecosistema como el bienestar de las poblaciones que dependen directamente de este recurso hídrico.

Frente a esta realidad, se vuelve imprescindible estudiar con mayor profundidad los efectos ambientales de la extracción de arena en el Bajo Lempa. Este análisis no solo busca documentar los impactos visibles y latentes de esta práctica, sino también contribuir a la generación de propuestas que permitan una gestión sostenible del recurso, promoviendo al mismo tiempo la conservación del río Lempa y el fortalecimiento de la gobernanza ambiental en la región.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Analizar los daños ocasionados al ecosistema acuático por la extracción de arena en la cuenca baja del Río Lempa, con el fin de generar conciencia sobre los impactos ambientales ocasionados.

2.2 Objetivos específicos:

2.2.1 Identificar los riesgos que ocasiona la extracción de arena, tanto para la vida acuática como para las personas habitantes de la cuenca baja del Río Lempa.

2.2.2 Conocer experiencias, percepciones y testimonios, de la población aledaña a la zona, con relación a los impactos sociales, económicos y ambientales que les ha generado esta práctica de extracción de arena del río.

2.2.3 Estudiar la normativa ambiental vigente y su aplicación en la regulación de la extracción de arena.

2.2.4 Proponer estrategias de mitigación que lleven a disminuir los riesgos por la actividad antropológica de extracción de suelos áridos (arena).

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 La extracción de arena como problemática global

La extracción de arena se ha convertido en una de las actividades mineras más importantes y, a la vez, más destructivas del mundo. Con una extracción anual estimada entre 32,000 y 50,000 millones de toneladas^{1,2}.

La arena es el segundo recurso natural más explotado después del agua, y es esencial para la fabricación de concreto, vidrio, asfalto y otros materiales utilizados en la construcción y el desarrollo urbano. Sin embargo, el crecimiento acelerado de ciudades, infraestructura y megaproyectos ha provocado una demanda insostenible de este recurso.^{1,2}

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se estima que se consumen más de 50 mil millones de toneladas de arena al año a nivel global. Esta demanda ha superado ampliamente la capacidad regenerativa de los ecosistemas, generando impactos como:

- Erosión de riberas y costas.
- Disminución de caudales en ríos, afectando la recarga de acuíferos.³
- Desaparición de hábitats acuáticos.
- Contaminación de fuentes de agua potable.⁴
- Conflictos sociales por el uso del recurso.

En muchos países, la extracción de arena ocurre de manera ilegal o sin regulación efectiva, lo que agrava los daños ambientales y facilita la acción de redes criminales o intereses económicos que operan sin control gubernamental.

3.1.1 Legislación internacional sobre extracción de arena

Algunos países han implementado leyes específicas para regular esta práctica y minimizar sus impactos:

- India: Es uno de los países más afectados por la extracción ilegal de arena. El gobierno ha establecido el "Sand Mining Framework" (2018) y regulaciones estatales que buscan controlar la actividad mediante licencias, monitoreo satelital y auditorías ambientales. Sin embargo, los desafíos de corrupción y aplicación siguen presentes.⁵
- Sudáfrica: Exige que toda actividad de extracción cuente con una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) previa, y contempla sanciones específicas para extracciones no autorizadas bajo su Ley Nacional de Gestión Ambiental.⁶

- Indonesia: Ha prohibido en varias regiones la exportación de arena marina para frenar la degradación de ecosistemas costeros y ha reforzado sus leyes mineras.⁷

Estos marcos legales buscan equilibrar el uso económico del recurso con la necesidad de proteger el medio ambiente, aunque su eficacia depende en gran medida del cumplimiento y la fiscalización estatal.

3.1.2 Legislación comparada: experiencias exitosas

A continuación, se expone una comparación de marcos normativos internacionales que han demostrado ser efectivos en la regulación de la extracción de arena (Ver tabla 1). En los casos analizados, se evidencia que las políticas más exitosas integran instrumentos como licencias rigurosas, sistemas de monitoreo ambiental, mecanismos de sanción y participación comunitaria. En India, el *Sand Mining Framework* (2018), incorpora cláusulas estatales, un tribunal especializado y herramientas de monitoreo satelital, junto con evaluaciones de impacto ambiental y sanciones a través del National Green Tribunal. Por su parte, Indonesia ha adoptado la prohibición de la exportación marina y la restauración obligatoria de las zonas explotadas, priorizando la recuperación post-extracción. Sudáfrica, mediante su Ley Nacional de Gestión Ambiental, exige la aplicación de evaluaciones de impacto ambiental y planes de manejo obligatorios, mientras que Canadá y Australia destacan por su enfoque participativo, basado en licencias estrictas y consultas a comunidades locales e indígenas, complementadas con mecanismos de fiscalización efectiva. En conjunto, estas experiencias reflejan la importancia de un enfoque normativo integral que garantice la sostenibilidad ambiental y social de la actividad extractiva, aspecto que aún requiere fortalecimiento en el contexto de El Salvador.

Tabla 1. Países y su marco normativo.

País	Marco Normativo	Aspectos Clave
India	<i>Sand Mining Framework</i> (2018) + cláusulas estatales y tribunal especializado	LIC con monitoreo satelital, EIA y sanciones (NGT)
Indonesia	Prohibición de exportación marina; restauración obligatoria	Recuperación post-extracción
Sudáfrica	Ley Nacional de Gestión Ambiental	EIA y planes de manejo ambiental obligatorios
Canadá/Australia	Licencias estrictas y consulta a comunidades locales e indígenas	Monitoreo y fiscalización efectiva

Fuente: Elaboración propia con base en: ^{8-9-10.11}

3.2 Situación de la extracción en El Salvador

En El Salvador, la extracción de arena se realiza principalmente en ríos, cuencas y zonas costeras, siendo utilizada en proyectos de construcción locales. A pesar de su amplia práctica, el país carece de una ley específica que regule de manera integral esta actividad. Actualmente, la regulación se apoya en leyes generales, como:

- Ley del Medio Ambiente (1998): Establece criterios para el uso de recursos naturales y exige estudios de impacto ambiental para ciertas actividades, pero no menciona explícitamente la extracción de arena.¹²
- Ley General de Recursos Hídricos (2021): Regula el uso de fuentes hídricas e introduce la figura de permisos para actividades que afecten ríos o lagos, como la extracción de materiales. La Autoridad Salvadoreña del Agua (ASA) tiene competencia en este ámbito, pero la aplicación aún es incipiente.¹³
- Ordenanzas municipales: Algunos municipios han creado normativas locales para controlar la extracción de arena, grava y piedra en sus jurisdicciones, aunque estas son dispersas, no homogéneas, y suelen tener poco poder coercitivo.

A diferencia de la minería metálica prohibida por ley desde 2017, la minería no metálica, como la extracción de arena, no ha sido abordada de manera centralizada, lo que genera vacíos legales, débil fiscalización y facilita la extracción sin planificación ambiental.

Es por ello que los trabajadores que extraen arena, solicitan al Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) un permiso ambiental que les permita seguir con la labor de extraer arena, de manera manual y artesanal, en las orillas del río Lempa, en el cantón San Nicolas Lempa, en Tecoluca, San Vicente. (Ver imagen 1)

Ellos explicaron que el MARN otorgó un permiso ambiental en el año 2018 sin ningún problema, ya que su actividad de extracción de arena se considera de "leve impacto". Sin embargo, éste ya venció. ACOTEXA envió la solicitud para renovar el permiso ambiental desde el 25 de abril del 2023, pero hasta la fecha no han obtenido respuesta a su petición que realizan.¹⁴



Figura N° 1. Trabajadores extraedores de arena (ACOTEXA.)

3.3 Caso del Bajo Lempa: impacto ambiental y social

Una de las regiones más afectadas por esta actividad es el Bajo Lempa, que es la parte baja de la cuenca del Río Lempa, antes de que éste se vierta al Pacífico, localizada en el oriente de El Salvador entre San Vicente y Usulután. En esta zona, la extracción de arena del río ha generado múltiples impactos negativos

- Alteración del flujo natural del río.
- Aumento de la turbidez del agua.
- Erosión de riberas y pérdida de cobertura vegetal.
- Disminución de especies acuáticas.
- Mayor riesgo de inundaciones en época lluviosa.
- Conflictos con comunidades locales que dependen del río para actividades agrícolas, pesqueras y de abastecimiento de agua.

El Bajo Lempa, ubicado en la zona baja del río Lempa, constituye un área estratégica para la agricultura, la pesca artesanal y el abastecimiento de agua de comunidades rurales. Sin embargo, en los últimos años, esta región ha sido objeto de una intensa extracción de arena que ha generado impactos significativos tanto en el ecosistema acuático como en las actividades socioeconómicas locales.

De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la extracción de materiales en cauces fluviales altera la morfología natural del río, incrementando la erosión de las riberas y modificando el flujo hídrico. Estas alteraciones han sido particularmente visibles en el Bajo Lempa, donde comunidades locales han denunciado una mayor vulnerabilidad a inundaciones durante tormentas tropicales.¹⁵

Asimismo, diversas organizaciones comunitarias y estudios han reportado que la extracción artesanal y mecanizada de arena provoca impactos negativos en los ecosistemas acuáticos del Bajo Lempa, afectando la disponibilidad de peces y, en consecuencia, la pesca artesanal, que constituye una de las principales fuentes de subsistencia de las comunidades locales.

Aunque no se cuenta con cifras exactas, informes del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales indican que la extracción de materiales en cauces fluviales altera la morfología natural del río, incrementa la erosión de riberas y modifica el flujo hídrico.¹⁵ Estas alteraciones han sido particularmente visibles en áreas críticas del río, donde también se ha registrado la socavación del fondo del cauce, afectando la actividad pesquera.¹⁶

A nivel social, la concentración de permisos de extracción en manos de empresas privadas y la falta de consulta comunitaria han generado conflictos socioambientales, donde los pobladores denuncian que sus medios de vida son sacrificados en beneficio de intereses externos. Esta situación evidencia un vacío en la normativa salvadoreña, dado que, aunque existe un reglamento sobre extracción de materiales en cauces fluviales, aún no se cuenta con una ley específica para la minería no metálica que garantice la sostenibilidad de los procesos, la restauración ecológica y la participación ciudadana en la toma de decisiones relacionadas con la explotación de recursos naturales.^{17,18}

El caso del Bajo Lempa refleja, cómo la ausencia de un marco regulatorio robusto y la débil fiscalización de las actividades extractivas generan un escenario de deterioro ambiental y conflictividad social. La experiencia de esta región subraya la necesidad de fortalecer la legislación salvadoreña para evitar que los beneficios económicos de corto plazo se traduzcan en daños irreversibles a los ecosistemas y comunidades.

3.4 Necesidad de una legislación específica y efectiva

El vacío legal en torno a la extracción de arena en El Salvador, representa una amenaza significativa para los recursos hídricos del país. La ausencia de una ley específica, impide una gestión sostenible del recurso y deja a los ecosistemas expuestos a prácticas intensivas y muchas veces irregulares.

En este sentido, urge una reforma legal que:

- Establezca una ley nacional específica para la extracción de materiales no metálicos como arena y grava.
- Exija evaluaciones de impacto ambiental obligatorias y planes de restauración ecológica.
- Fortalezca el rol de vigilancia de instituciones como el MARN y ASA.
- Promueva la participación comunitaria en la toma de decisiones sobre el uso de sus recursos naturales.

3.5 Estrategias de mitigación

A continuación, en la tabla 2, se mencionan algunas propuestas de mitigación para la extracción de arena ya que esta actividad, aunque necesaria para la construcción y otras industrias, genera impactos ambientales, sociales y económicos significativos si no se realiza de forma controlada, por ello se proponen estrategias que involucran a empresas, comunidades locales, asociaciones y ONG's para poder llevarlas a cabo y poder disminuir los impactos generados que lleven a erradicar los riesgos por la actividad antropogénica de extracción de suelos áridos (arena).

Tabla 2. Propuestas de mitigación de la extracción de suelos áridos (arena).

Riesgo / Impacto	Estrategia de mitigación	Responsable / Participación
Alteración del flujo del río	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) previa; control de volúmenes extraídos	MARN, ASA, empresas extractivas
Erosión de riberas y pérdida de hábitats	Restauración ecológica post-extracción; reforestación y rehabilitación de zonas afectadas	Comunidades locales, MARN
Disminución de biodiversidad acuática	Monitoreo ambiental continuo (calidad de agua, turbidez, especies)	MARN, comunidades locales
Conflictos sociales y económicos	Participación comunitaria en decisiones; educación ambiental; fomento de alternativas sostenibles	Comunidades, ONGs, municipalidades
Sobreexplotación del recurso	Licencias temporales y controladas; seguimiento de extracción permitida	MARN, ASA

Riesgo de inundaciones	Planificación de extracción según caudales y temporadas de lluvia; restauración de riberas	MARN, municipalidades
Débil fiscalización	Fortalecimiento institucional; sanciones efectivas y monitoreo permanente	MARN, ASA

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, todas estas afectaciones, mencionadas en este estudio, no solo degradan un ecosistema vital para el país, sino que también vulneran los derechos y medios de vida de las comunidades rurales, muchas de las cuales denuncian la falta de consulta y de medidas de protección ambiental por parte de las autoridades.

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

El producto final, es un documental informativo que busca sensibilizar sobre el tema. Éste incluye elementos de investigación bibliográfica, fragmentos de entrevistas, imágenes del entorno afectado y mensajes orientados a la educación ambiental y la participación comunitaria.

Con ello, se espera no solo aportar al debate académico, sino también generar un impacto, ambiental y social, que contribuya a una mayor sensibilización y acción colectiva en defensa del ecosistema del río Lempa.

Ver video en el siguiente enlace:

<https://youtu.be/aMZhrTx6-EQ?si=hUe85LuiGBOom3Ms>

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

1. El análisis de los daños ocasionados al ecosistema acuático permitió comprender de manera integral las consecuencias de la extracción de arena en la cuenca baja del río Lempa. Durante el estudio se identificaron alteraciones significativas en el flujo del río, así como procesos de erosión de riberas y pérdida de hábitats esenciales para la fauna local. Estos hallazgos ponen en evidencia la magnitud del impacto ambiental generado, reforzando la necesidad de promover prácticas de manejo que reduzcan dichas afectaciones.
2. La identificación de los riesgos asociados a la extracción de arena reveló que esta actividad no solo compromete la estabilidad ecológica del río, sino que también afecta directamente a la fauna acuática y a las comunidades aledañas. Se observó un aumento considerable en la turbidez del agua y un mayor riesgo de inundaciones, factores que incrementan la vulnerabilidad ambiental y social. Esto demuestra que la extracción de materiales debe evaluarse con criterios más rigurosos que garanticen la protección del entorno y de la población.
3. El análisis de las experiencias y percepciones de la población permitió comprender cómo la extracción de arena influye en la dinámica social y económica de las comunidades cercanas. Las personas consultadas señalaron la presencia de conflictos sociales y afectaciones en actividades como la pesca y la agricultura, que dependen de un ecosistema saludable. Estos resultados destacan la importancia de incorporar la participación comunitaria en la gestión de los recursos naturales, asegurando que las decisiones consideren las necesidades y preocupaciones locales.
4. El estudio de la normativa ambiental vigente permitió evaluar el marco regulatorio aplicable a la extracción de arena en el país. Aunque existen instrumentos legales y reglamentarios orientados al control de esta actividad, se identificaron vacíos legales y limitaciones en los mecanismos de fiscalización que dificultan su cumplimiento efectivo. Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer la legislación y la supervisión para garantizar una gestión ambiental adecuada y sostenible.
5. La propuesta de estrategias de mitigación surgió como una respuesta a los riesgos ambientales y sociales identificados a lo largo de la investigación. Medidas como la restauración ecológica, la regulación estricta de licencias, la elaboración de evaluaciones de impacto ambiental más completas y la participación activa de las comunidades ofrecen alternativas viables para reducir dichas afectaciones. La implementación de estas acciones contribuiría a un manejo más sostenible del recurso y a la disminución de los impactos negativos asociados a la extracción de arena.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. A los organismos normativos y autoridades ambientales, establecer un marco regulatorio más estricto, que controle la extracción de arena, priorizando la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y el bienestar de las comunidades cercanas. Además, implementar mecanismos de supervisión y monitoreo permanentes que garanticen el cumplimiento de las normativas existentes y permitan detectar actividades ilegales o no autorizadas.
2. A las municipalidades y gobiernos locales, regular la otorgación de permisos de extracción, asegurando que estos se basen en estudios técnicos y de impacto ambiental actualizados. Así mismo coordinar con las comunidades y organizaciones ambientales para desarrollar planes de manejo sostenible que minimicen los daños al río y sus alrededores.
3. A las empresas dedicadas a la extracción de arena, adoptar prácticas responsables y sostenibles, utilizando métodos de extracción que reduzcan la erosión, el socavamiento y la afectación de los cauces naturales e incorporar medidas de restauración ambiental en las zonas impactadas, como la reforestación y rehabilitación de las riberas.
4. A las comunidades locales y organizaciones sociales, participar activamente en procesos de consulta y vigilancia comunitaria, denunciando prácticas ilegales o excesivas de extracción de arena y colaborar con instituciones públicas y privadas para promover campañas de educación ambiental que fortalezcan la conciencia ciudadana sobre la importancia de conservar los ecosistemas acuáticos.
5. A las instituciones académicas y centros de investigación, realizar estudios continuos sobre los impactos ambientales, sociales y económicos de la extracción de arena para generar información actualizada que sirva como base para la toma de decisiones. Y sobre todo proponer alternativas sostenibles y tecnologías más eficientes que reduzcan los efectos negativos de la actividad extractiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. United Nations Environment Programme. The problem with our dwindling sand reserves. 2022 Apr 26. Disponible en: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/problem-our-dwindling-sand-reserves>. Acceso el: 17 ago 2025.
2. World Economic Forum. Sand mining: how it impacts the environment and solutions. 2023 Sep. Disponible en: <https://www.weforum.org/stories/2023/09/global-sand-mining-demand-impacting-environment>. Acceso el: 17 ago 2025.
3. Choudhary S, Kumar R, Singh S, et al. Mitigating the groundwater impacts of sand mining. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2024;11(5):1-7. Disponible en: <https://iarjset.com/wp-content/uploads/2024/05/IARJSET.2024.11542.pdf>
4. Orr S, Krumenacher B. The impacts of sand mining on water quality. SciTePress; 2015. Disponible en: <https://www.scitepress.org/Papers/2022/119509/119509.pdf>
5. Government of India, Ministry of Mines. Sand mining framework. 2018. Disponible en: <https://www.fedmin.com/fedmin/sandminingframework.pdf>. Acceso el: 17 ago 2025.
6. Chevallier R. Illegal sand mining in South Africa. South African Institute of International Affairs; 2014. Disponible en: <https://saiia.org.za/wp-content/uploads/2014/12/Policy-Briefing-116.pdf>. Acceso el: 17 ago 2025.
7. Hendrawan A. Indonesia lifts its ban on sea sand exports. University of Queensland; 2025 Jan. Disponible en: <https://smi.uq.edu.au/article/2025/01/indonesia-lifts-its-ban-sea-sand-exports>. Acceso el: 17 ago 2025.
8. United Nations Environment Programme. Sand and sustainability: finding new solutions for environmental governance of global sand resources. Geneva: UNEP; 2019.
9. Government of Australia. Environment Protection and Biodiversity Conservation Act (EPBC Act). Canberra: Australian Government Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water; 1999.
10. Republic of South Africa. National Environmental Management Act (NEMA) No. 107 of 1998 (amendment 2008). Pretoria: Department of Environmental Affairs; 2008.
11. Ministry of Mines, Government of India. Sand mining framework. New Delhi; 2018. Disponible en: <https://www.fedmin.com/fedmin/sandminingframework.pdf>. Acceso el: 26 oct 2025.

12. Asamblea Legislativa de El Salvador. Ley del Medio Ambiente. Decreto Legislativo N° 233; 1998. Disponible en: <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/D9DB6A20-7489-4C06-81F3-3429BBA35E33.pdf>. Acceso el: 17 ago 2025.
13. Asamblea Legislativa de El Salvador. Ley General de Recursos Hídricos. Decreto Legislativo N° 253; 2021. Disponible en: <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/correspondencia/D1FE560D-0A54-44F1-9CC9-EC0151C221C1.pdf>. Acceso el: 17 ago 2025.
14. Ayala L. Familias del Bajo Lempa piden a Medio Ambiente renovar permiso de extracción de arena. El Mundo; 2024 May 15. Disponible en: <https://diario.elmundo.sv/nacionales/familias-del-bajo-lempa-piden-a-medio-ambiente-renovar-permiso-de-extraccion-de-arena>. Acceso el: 17 ago 2025.
15. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe sobre el impacto de la extracción de materiales en cauces fluviales. San Salvador: MARN; 2021. Disponible en: https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1366383044DiagnosticoBajoLempaEsteroJaltepequeElSalvador.pdf. Acceso el: 17 ago 2025.
16. IPS Noticias. Extracción de arena en un río impacta a comunidades salvadoreñas. 2024 Jun. Disponible en: <https://ipsnoticias.net/2024/06/extraccion-de-arena-en-un-rio-impacta-a-comunidades-salvadorenas>. Acceso el: 17 ago 2025.
17. Center for International Environmental Law. Protección de comunidades frente a la minería en América Latina: vacíos legales y recomendaciones. 2015. Disponible en: https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2015/04/PAC_RIM_Amicus_2Mar11_Spa.pdf. Acceso el: 17 ago 2025.
18. Organisation for Economic Co-operation and Development. Multi-dimensional review of El Salvador. Paris: OECD; 2023. Disponible en: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/es/publications/reports/2023/04/multi-dimensional-review-of-el-salvador_b6acb561/926438d3-es.pdf. Acceso el: 17 ago 2025.
19. Flores Guardado FC. Comunicación personal. Entrevista realizada en San Nicolás Lempa, Puente de Oro (C8F2+Q3C, CA-2); 15 jun 2025.
20. Anónima. Comunicación personal. Entrevista realizada en San Nicolás Lempa, Puente de Oro (C8F2+Q3C, CA-2); 15 jun 2025.