

## VULNERABILIDAD Y ESTRATEGIAS DE EVACUACIÓN ANTE EL RIESGO DE TSUNAMI EN COYUCA DE BENÍTEZ, GUERRERO, MÉXICO

Rocio Reyes Suazo <sup>1\*</sup>, Samanta María Espinoza Rivera <sup>2</sup> y Francis Valeska Mercado Rosales <sup>2</sup>

1. Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo, México.

2. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.

\*Autor de correspondencia: rossytics@gmail.com

### DOI:

<https://doi.org/10.55467/reder.v10i2.243>

### RECIBIDO

28 de octubre de 2025

### ACEPTADO

19 de mayo de 2026

### PUBLICADO

1 de julio de 2026

### Formato cita

#### Recomendada (APA):

Reyes Suazo, R., Espinoza Rivera, S.M. & Mercado Rosales, F.V. (2026).

Vulnerabilidad y Estrategias de Evacuación ante el Riesgo de Tsunami en Coyuca de Benítez, Guerrero, México. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 10(2), 221-231. <https://doi.org/10.55467/reder.v10i2.243>

### RESUMEN

Coyuca de Benítez, Guerrero, se localiza en una región costera expuesta a tsunamis debido a su cercanía a la zona de subducción entre las placas de Cocos y Norteamérica. El objetivo de esta investigación fue analizar las condiciones de exposición territorial y las características sociodemográficas asociadas a la vulnerabilidad de las localidades Barra de Coyuca y San Nicolás de las Playas, con el fin de proponer rutas de evacuación y zonas de menor exposición ante un posible tsunami. La metodología se basó en el análisis de información demográfica del Censo de Población y Vivienda 2020, un Modelo Digital de Elevación y herramientas (SIG) para identificar áreas de menor exposición, evaluar accesibilidad y estimar tiempos de evacuación. Los resultados muestran que ambas localidades presentan una alta exposición debido a su baja altitud, proximidad al litoral y limitada conectividad hacia zonas elevadas. Asimismo, se identificó la presencia de grupos socialmente vulnerables, particularmente población infantil, personas adultas mayores y personas con discapacidad, lo que incrementa las necesidades de planificación inclusiva. Se concluye que el fortalecimiento de las rutas de evacuación, la señalización, los sistemas de alerta temprana y la capacitación comunitaria constituyen acciones prioritarias para reducir el riesgo y fortalecer la resiliencia local.

### PALABRAS CLAVES

Tsunami; Vulnerabilidad social; Rutas de evacuación; Gestión del riesgo; Exposición territorial; México

VULNERABILITY AND EVACUATION STRATEGIES TO TSUNAMI RISK IN COYUCA DE BENÍTEZ, GUERRERO, MÉXICO

### ABSTRACT

Coyuca de Benítez, Guerrero, is located in a coastal region exposed to tsunamis due to its proximity to the subduction zone between the Cocos and North American tectonic plates. The objective of this study was to analyze territorial exposure conditions and the sociodemographic characteristics associated with the vulnerability of the communities of Barra de Coyuca and San Nicolás de las Playas in order to propose evacuation routes and areas of lower exposure in the event of a potential tsunami. The methodology was based on the analysis of demographic information from the 2020 Population and Housing Census, a Digital Elevation Model (DEM), and Geographic Information Systems (GIS) tools to identify areas of lower exposure, assess accessibility, and estimate evacuation times. The results indicate that both communities exhibit high levels of exposure due to their low elevation, proximity to the coastline, and limited access to higher ground. In addition, socially vulnerable groups were identified, particularly children, older adults, and persons with disabilities, increasing the need for inclusive planning. The study concludes that strengthening evacuation routes, improving signage, enhancing early warning systems, and promoting community preparedness are priority actions for reducing risk and strengthening local resilience.

### KEYWORDS

Tsunami; Social vulnerability; Evacuation routes; Disaster risk management; Territorial exposure; Mexico



Todos los artículos publicados en REDER siguen una política de Acceso Abierto y se respaldan en una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

*Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres (REDER)*

## INTRODUCCIÓN

Un tsunami no consiste en una sola ola, sino una secuencia de olas que pueden alcanzar gran altura y generar inundaciones costeras severas de acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2020). El peligro no termina con la llegada de la primera ola, ya que el intervalo entre una y otra puede variar desde cinco minutos hasta una hora, prolongando el riesgo durante varias horas después de evento inicial, National Geographic (2024) y, al impactar estas olas se propagan en todas direcciones y pueden generar corrientes extremadamente fuertes, cuya duración puede extenderse por varias horas según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (2023).

Los tsunamis pueden originarse por diversas causas, entre ellas: erupciones volcánicas submarinas, impacto de meteoritos, deslizamientos en el fondo marino y, principalmente, por sismos ocurridos en zonas de subducción. De acuerdo al Centro de Alerta de Tsunamis (2025), estos fenómenos pueden clasificarse como locales, regionales o lejanos, dependiendo de la distancia entre el origen del evento y la costa afectada, así como el tiempo de arribo de las olas.

A nivel mundial, los eventos tsunamigénicos de mayor magnitud se generan principalmente en zonas de subducción tectónica. En este contexto, la costa del Pacífico mexicano se encuentra expuesta a esta amenaza debido a la interacción entre las placas de Cocos y Norteamérica. Aunque a lo largo de la zona de subducción mexicana no se han registrado recientemente eventos tsunamigénicos de gran magnitud, la evidencia geológica e histórica indica la posibilidad de la ocurrencia de sismos cercanos a magnitud 8.6, particularmente en la denominada Brecha Sísmica de Guerrero (Ramírez-Herrera et al. 2024).

La costa de Guerrero registra antecedentes históricos que evidencian la presencia de esta amenaza. Entre ellos destaca el terremoto de San Sixto ocurrido el 28 de marzo de 1787, considerado uno de los sismos más grandes registrados en México, con una magnitud estimada entre 8.4 y 8.6. Este evento generó un tsunami con olas que alcanzaron hasta 18 metros de altura y penetraciones tierra adentro de entre seis y ocho kilómetros, afectando amplias zonas costeras del estado (CENAPRED, 2022). El día 20 de marzo de 2012 se reportó un sismo con magnitud 7.4 localizado en las cercanías de Ometepec, Guerrero y Pinotepa Nacional, Oaxaca, de acuerdo con el Servicio Sismológico Nacional (SSN, 2012) el cual produjo variaciones anómalas del nivel del mar registradas por estaciones mareográficas operadas por el Servicio de Mareas del Instituto Geofísico de la Universidad Nacional Autónoma de México de acuerdo con U.S. Tsunami Warning Centers (NOAA/NWS, 2012).

Desde la perspectiva de la gestión del riesgo de desastres, resulta fundamental diferenciar los conceptos de amenaza, exposición y vulnerabilidad. La amenaza está representada por la posible ocurrencia de un tsunami; la exposición corresponde a la presencia de la población, infraestructura y actividades humanas localizadas en áreas susceptibles de ser afectadas; mientras que la vulnerabilidad se relaciona con las condiciones sociales y físicas que pueden incrementar los daños o dificultar la respuesta ante una emergencia. La interacción de estos elementos determina el nivel de riesgo al que se encuentran expuestas las comunidades costeras.

En el municipio de Coyuca de Benítez existen diversas localidades ubicadas a baja altitud y próximas al litoral, condiciones que incrementan su exposición ante un posible tsunami. Entre ellas destacan Barra de Coyuca y San Nicolás de las Playas, cuya localización geográfica, limitada accesibilidad hacia zonas de menor exposición y presencia de grupos poblacionales con mayores necesidades de apoyo durante una evacuación representan factores relevantes para la gestión del riesgo. En consecuencia, el análisis de las condiciones territoriales y sociodemográficas de estas localidades resulta fundamental para fortalecer la planificación preventiva y la toma de decisiones a nivel local.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue analizar las condiciones de exposición territorial y las características sociodemográficas asociadas a la vulnerabilidad de la población de las localidades Barra de Coyuca y San Nicolás de las Playas, con el propósito de identificar zonas de menor exposición y proponer rutas de evacuación que contribuyan al fortalecimiento de la gestión local del riesgo, la planificación territorial y la resiliencia comunitaria ante un posible tsunami.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología desarrollada en este estudio se sustentó en un enfoque cuantitativo, descriptivo y espacial, con una orientación interdisciplinaria que integra principios de la gestión del riesgo de desastres, la planificación territorial y la protección civil. El propósito fue analizar las condiciones de exposición territorial y las características sociodemográficas asociadas a la vulnerabilidad de la población de las localidades Barra de Coyuca y San Nicolás de las Playas, situadas en el municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero, con el fin de identificar zonas de menor exposición y proponer rutas de evacuación ante un posible tsunami. Este enfoque permitió integrar información sociodemográfica, geográfica y ambiental para apoyar la toma de decisiones en materia de reducción del riesgo y fortalecimiento de la resiliencia comunitaria.

El diseño metodológico fue transeccional y descriptivo, sustentado en el análisis de datos secundarios y en la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La elección de este diseño respondió a la necesidad de representar y analizar la interacción entre factores sociales y territoriales sin alterar las variables observadas. A través del procesamiento de información demográfica y espacial se identificaron patrones de exposición territorial y vulnerabilidad social que inciden en la capacidad de respuesta ante emergencias costeras.

Las fuentes de información utilizadas incluyeron datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), que permitieron caracterizar la distribución espacial de la población infantil, personas adultas mayores y personas con discapacidad. En cuanto a la información geográfica, se emplearon insumos cartográficos del INEGI, particularmente el Modelo Digital de Elevación (MDE) con proyección Mercator, zona 14N, y Datum WGS84, procesados mediante el software QGIS versión 3.28. Asimismo, se aplicaron los lineamientos metodológicos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009) para la clasificación de pendientes y la estandarización de la simbología cartográfica.

Para la delimitación preliminar de las áreas potencialmente expuestas se consideró la cota de 20 metros sobre el nivel del mar, debido a que las localidades ubicadas por debajo de esta elevación presentan mayores niveles de exposición ante un posible tsunami y requieren especial atención en los procesos de planificación preventiva y evacuación. Este criterio se empleó como referencia para identificar áreas con menor exposición territorial y apoyar la planificación de evacuaciones, siguiendo criterios utilizados en estudios y manuales técnicos de evacuación ante tsunami (SNGRE, 2021).

El procesamiento de los datos se realizó en varias fases. En primer lugar, se organizaron y analizaron los datos sociodemográficos para identificar las zonas con mayor concentración de población vulnerable. Posteriormente, se elaboraron mapas de pendientes a partir del MDE, siguiendo los ocho umbrales de clasificación establecidos por la FAO, que van desde terrenos planos (0–2%) hasta áreas muy escarpadas (>60%). Esta clasificación permitió determinar la aptitud del terreno para la evacuación y localizar las áreas que, por su altitud y pendiente, ofrecen mayores condiciones de seguridad ante una posible inundación asociada a un tsunami.

A partir de este análisis, se diseñaron rutas de evacuación considerando la morfología del terreno, la accesibilidad vial y la distribución poblacional. Cada ruta fue caracterizada mediante variables como distancia total, elevación máxima y tiempo estimado de desplazamiento. Para estimar los tiempos de evacuación se consideraron dos modalidades de movilidad: vehicular, con una velocidad promedio de 40 km/h, y peatonal, con una velocidad de 5 km/h. Este procedimiento permitió evaluar la viabilidad de las rutas propuestas y su accesibilidad para distintos grupos de población.

Los mapas del estudio se elaboraron a una escala de 1:400,000 (1 cm = 4 km), lo que favoreció una representación equilibrada entre nivel de detalle y cobertura territorial. La simbología utilizada se ajustó a las recomendaciones de la FAO (2009) para cartografía temática, empleando códigos de color que facilitan la interpretación de las áreas de exposición y de las rutas de evacuación. Asimismo, se integraron capas de información relacionadas con altitud, pendientes, uso de suelo, vegetación, cuerpos de agua y asentamientos humanos, con el propósito de generar una base espacial para el análisis territorial y la planificación de evacuaciones.

El presente estudio se centró en el análisis de la exposición territorial y de variables sociodemográficas asociadas a la vulnerabilidad social. No se incorporaron variables relacionadas con la vulnerabilidad estructural de las edificaciones, infraestructura crítica ni modelaciones hidrodinámicas de inundación por tsunami, por lo que los resultados deben interpretarse como una aproximación orientada a la planificación de evacuaciones y al fortalecimiento de la gestión local del riesgo.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para analizar las condiciones de exposición territorial y las características sociodemográficas asociadas a la vulnerabilidad social de las localidades costeras frente a eventos por tsunamis, se llevó a cabo un análisis integral que combinó información geográfica, altitudinal y sociodemográfica. Este enfoque permitió identificar las zonas con mayor exposición y determinar las localidades que requieren atención prioritaria en la planificación de estrategias de mitigación y evacuación. La selección de los sitios de estudio se fundamenta en criterios de riesgo, cercanía al litoral y características demográficas, con el objetivo de proporcionar evidencia científica que sustente la toma de decisiones en protección civil.

En este contexto, y según el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (EPN,2025) un tsunami se caracteriza por una serie de elevaciones y descensos del nivel del mar que se producen en intervalos de cinco a noventa minutos. Por lo tanto, las áreas situadas hasta 20 metros sobre el nivel del mar y a menos de 2 km de la costa presentan una exposición particularmente elevada. Dadas estas condiciones, las localidades seleccionadas se identificaron como prioritarias para el estudio, ya que su cercanía al litoral y la alta probabilidad de impacto las convierten en casos representativos para el análisis de estrategias de mitigación y planificación de evacuación.

Siguiendo esta línea, el análisis sociodemográfico basado en datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020) permitió identificar 60 localidades de la franja costera del municipio de Coyuca de Benítez que presentan condiciones de exposición territorial asociadas a su baja altitud y cercanía al litoral, Estas localidades se muestran en la figura 1 y constituyen áreas de interés para la planificación de acciones preventivas y de evacuación ante un posible tsunami.

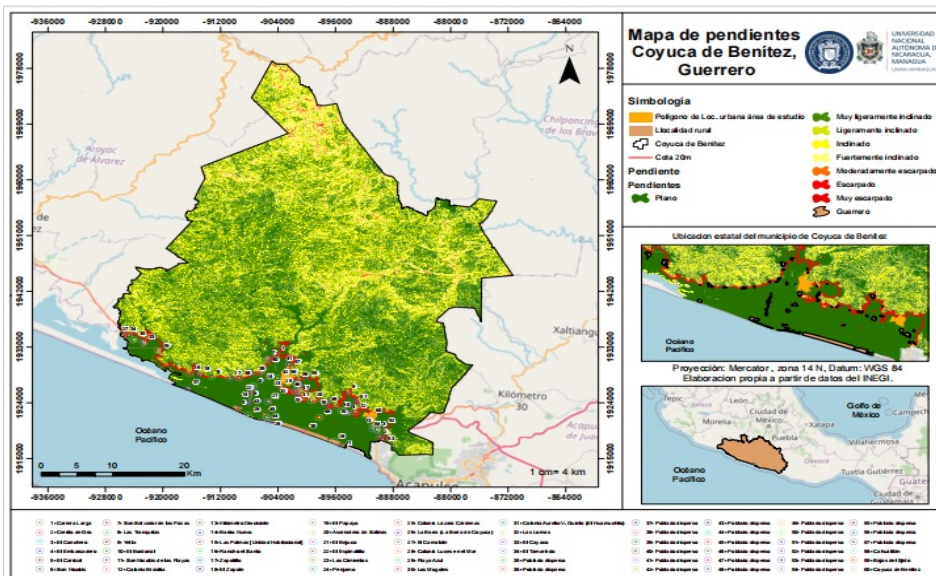


Figura 1. Localidades costeras analizadas en el municipio de Coyuca de Benítez  
Fuente: Autores, 2026.

La Tabla 1 presenta las localidades costeras consideradas en el análisis y su altitud sobre el nivel del mar, identificadas como las más expuestas frente a la ocurrencia de un tsunami.

## VULNERABILIDAD Y ESTRATEGIAS DE EVACUACIÓN ANTE EL RIESGO DE TSUNAMI EN COYUCA DE BENÍTEZ, GUERRERO, MÉXICO

NOM_LOC	ALTITUD	POBTOT	POBFEM	POBMA	NOM_LOC	ALTITUD	POBTOT	POBFEM	POBMA
Coyuca de Benítez	13	13866	7187	6679	La Isla Montosa	6	12	7	5
Bajos del Ejido	2	5831	3059	2772	La Hinojosa (San Nicolás de Bari)	16	60	29	31
La Barra (La Barra de Coyuca)	4	941	493	448	Colonia Luces en el Mar	3	1276	656	620
El Bejuco	2	803	399	404	San Nicolás de las Playas	1	298	141	157
Boca de Mitla (Rincón de Mitla)	11	31	12	19	Colonia Lázaro Cárdenas	43	933	495	438
Cahuatlán	5	382	200	182	Rancho el Santo	28	149	74	75
Carrera Larga	21	511	255	256	Colonia Brasilia	46	330	163	167
El Cayaco	9	1293	643	650	La Estación (El Varadero)	3	55	28	27
Cerrito de Oro	20	760	383	377	Colonia Aurelio V. Guinto (El Huamuchito)	19	420	223	197
Los Cimientos	3	365	185	180	Vista Hermosa	3	4	0	0
El Conchero	7	1484	764	720	El Zarzal	13	10	0	0
El Embarcadero	4	1456	717	739	Colonia San Martín	6	65	33	32
El Espinalillo	3	1080	561	519	Los Callejones	11	207	113	94
La Estación	3	119	58	61	Profesor Encarnación Garay	20	41	17	24
Las Lomas	16	1351	688	663	Kilómetro Diecisiete	9	506	241	265
Los Mogotes	4	1506	721	785	Aserradero de Salinas	21	213	108	105
El Papayo	13	1860	952	908	Barrio Nuevo	4	331	165	166
Pénjamo	27	504	258	246	La Gloria (Piedras Azules)	22	96	48	48
Playa Azul	4	271	141	130	Macahulte	11	23	13	10
El Carrizal	1	687	349	338	Rancho el Trueno (Palmas Blancas)	18	3	0	0
Puente del Tejar (Puente el Tejar)	16	47	22	25	Huerta de Oscar Santos	9	11	0	0
El Tamarindo	11	32	19	13	La Pochota	19	24	16	8
San Nicolás	4	706	371	335	Las Palmas [Unidad Habitacional]	13	125	69	56
San Salvador de las Pozas	28	1127	569	558	Rancho los Galeanas	27	6	0	0
Las Tranquilas	21	149	77	72	Rancho San Nicolás de Bari [Granjas]	12	6	1	5
Yetta	20	1318	654	664	Colonia San Rafael	34	34	16	18
El Zapote	9	791	386	405	Colonia San Felipe de Jesús	13	8	0	0
Zapotillo	18	375	183	192	Las Joyas	5	9	4	5
El Bordonal	19	605	311	294	Las Parotas [Granja]	6	4	0	0
El Camalote	7	310	157	153	La Ensenada	20	4	0	0

Tabla 1. Localidades costeras analizadas y su altitud en Coyuca de Benítez

Fuente: Autores, 2026.

Para el presente estudio se seleccionaron las localidades de San Nicolás de las Playas y La Barra de Coyuca, considerando su proximidad al litoral y su baja altitud, de entre 1 y 4 metros sobre el nivel del mar, condiciones que incrementan significativamente su exposición territorial frente a eventos tsunamigénicos. Esta selección se complementa con un análisis demográfico detallado, que permite caracterizar la población de cada localidad y evaluar cómo la distribución de habitantes influye en la exposición y la necesidad de medidas de mitigación.

El análisis de la población de estas localidades indica que La Barra de Coyuca, situada a 4 msnm, cuenta con 941 habitantes (493 mujeres y 448 hombres), mientras que San Nicolás de las Playas, a 1 msnm, alberga 298 habitantes (141 mujeres y 157 hombres), según datos del Censo de Población y Vivienda 2020, (INEGI, 2020). La combinación de estas características demográficas con la baja altitud y la proximidad al litoral incrementa significativamente la exposición de la población ante un evento tsunamigénico, proporciona información relevante para el diseño de rutas de evacuación y estrategias de mitigación.

En este sentido, la distribución por edades en ambas localidades evidencia que una proporción considerable de población se encuentra en situación de alta vulnerabilidad, especialmente niños menores de 12 años y adultos mayores, ya que estos grupos requieren una atención prioritaria en la planificación de evacuaciones ante un posible tsunami, dado que su movilidad suele ser limitada y, en muchos casos, dependen de cuidadores para desplazarse con seguridad.

En la Tabla 2 se observa que, de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020), en la Barra de Coyuca el 19.2 % de la población corresponde a niños y niñas y el 7.4 % a personas adultas mayores, mientras que en San Nicolás de las Playas estos grupos representan el 18.8 % y el 6.7 % de la población total respectivamente.

Localidad	Rangos de edad						
	0 a 2	3 a 5	6 a 9	65 a 69	70 a 74	75 a 79	80 a 84
La Barra (La Barra de Coyuca)	42	54	85	28	24	8	10
San Nicolás de las Playas	11	16	29	8	6	6	0

Tabla 2. Rangos de edad de las localidades de estudio

Fuente: Autores, 2026.

Además de la edad, otro factor determinante de vulnerabilidad es la presencia de personas con uno o más tipos de discapacidad, ya que estas condiciones generan barreras físicas, sensoriales y cognitivas que pueden retrasar el desplazamiento hacia zonas de menor exposición durante una evacuación. En ambas localidades se identificaron casos de discapacidad motriz, visual, de

lenguaje, auditiva y mental, como se presenta en la Tabla 3, lo que evidencia la necesidad de incorporar medidas inclusivas en la planificación de emergencias.

Localidad	Tipos de discapacidad				
	Motriz	Visual	Lenguaje	Auditiva	Mental
La Barra (La Barra de Coyuca)	24	15	12	13	14
San Nicolás de las Playas	10	7	8	2	5

Tabla 3. Personas con discapacidad en las localidades de estudio  
Fuente: Autores, 2026.

La alta presencia de estos grupos etarios representa un factor crítico para la gestión del riesgo, ya que su capacidad de respuesta en situaciones de emergencia puede verse reducida por la edad, las condiciones de salud o la necesidad de asistencia para el desplazamiento.

La presencia de estos grupos poblacionales evidencia la importancia de contar con rutas de evacuación accesibles, sistemas de alerta multicanal que incorporen señales visuales y auditivas, así como mecanismos de apoyo comunitario que faciliten su traslado hacia zonas de menor exposición durante la emergencia.

En este sentido, resulta fundamental integrar la evaluación de la exposición geográfica y la identificación de zonas de menor exposición dentro del planeamiento de emergencia, asegurando que las rutas de evacuación conecten de manera eficiente los puntos de origen con áreas elevadas y libres de riesgo. Este análisis previo permite priorizar la ubicación de refugios, definir puntos de encuentro y determinar los tiempos de traslado necesarios para garantizar la seguridad de los grupos más vulnerables, incluyendo niños, adultos mayores y personas con discapacidad.

Para hacer frente a esta situación, se identificaron y analizaron las zonas con altitud superior a 20 metros, priorizando aquellas cuya distancia fuera lo más cercana posible a las localidades estudiadas, con el fin de considerarlas como zonas de menor exposición y potencialmente seguras en caso de presentarse un tsunami. La selección de la cota de 20 metros sobre el nivel del mar se utilizó como un criterio preliminar para identificar zonas con menores condiciones de exposición territorial ante un posible tsunami. Este criterio se fundamenta en antecedentes históricos de eventos tsunamigénicos registrados en la costa del Pacífico mexicano, particularmente en Guerrero, donde se han documentado procesos de inundación costera asociados a sismos de gran magnitud (CENAPRED, 2022; Ramírez-Herrera et al., 2024).

La identificación de áreas localizadas por encima de esta elevación permite disponer de espacios potencialmente más seguros para la evacuación de la población y facilita la planificación de rutas de desplazamiento hacia zonas elevadas durante una emergencia.

La delimitación de estas áreas se realizó mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), empleando QGIS 3.28 y Google Earth para medir la distancia lineal entre los puntos más alejados de las localidades y las zonas elevadas más cercanas.

Este análisis permitió establecer rutas de evacuación óptimas, evaluando factores como accesibilidad, conectividad y la presencia de obstáculos naturales o antrópicos, con el objetivo de garantizar un desplazamiento rápido y seguro de la población hacia zonas de menor exposición en el menor tiempo posible.

Para la estimación del tiempo de evacuación, se consideró una velocidad de desplazamiento moderada de 5 km/h, aplicando la siguiente relación:

#### Ecuación 1

$$\text{Tiempo (horas)} = \frac{\text{Distancia (km)}}{\text{Velocidad } \left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)}$$

En el caso específico de La Barra de Coyuca, la zona identificada como de menor exposición se encuentra a una altitud de 51 msnm, localizada a 17.61 km de los puntos de origen. De acuerdo con los cálculos realizados, el tiempo de traslado aproximado es de 26.42 minutos en vehículo y de 3 horas y 30 minutos (211.32 minutos) a pie, lo que permite planificar estrategias de evacuación basadas en distintos escenarios de movilidad.

En la Figura 2 se muestra la ruta de evacuación propuesta, junto con la información necesaria para planificar estrategias en distintos escenarios de movilidad y optimizar la seguridad de la población durante situaciones de emergencia.

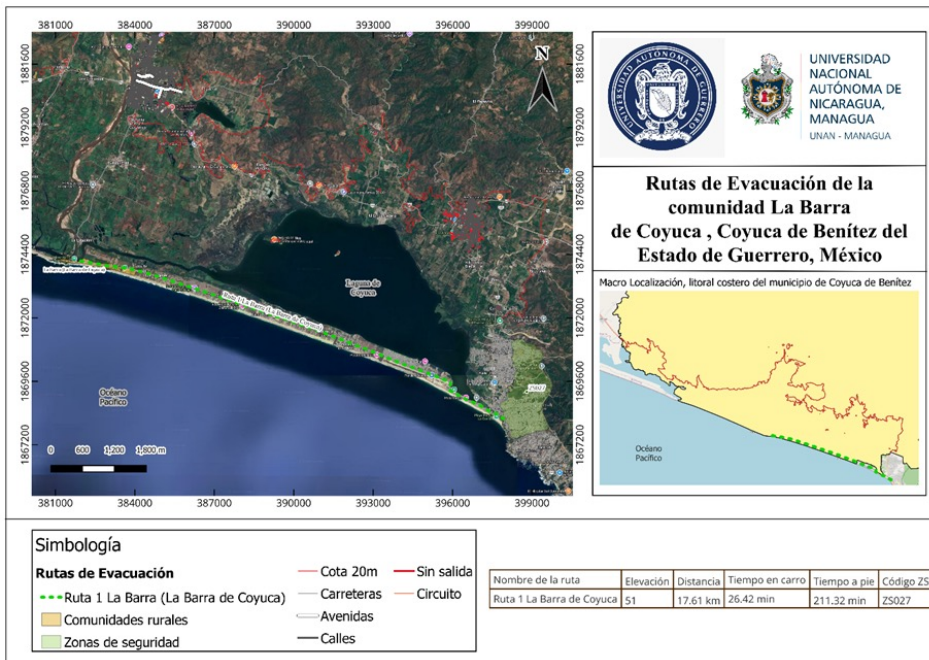


Figura 2. Rutas de evacuación de La Barra de Coyuca  
Fuente: Autores, 2026.

El análisis del mapa de rutas de evacuación evidencia la presencia de zonas sin salida, que constituyen obstáculos críticos para una evacuación fluida y podrían convertirse en puntos de alta peligrosidad si no se implementan medidas de señalización o rutas alternas; asimismo, la dispersión de comunidades rurales requiere que el sistema de evacuación sea amplio, bien comunicado y cuente con múltiples puntos de acceso a las zonas de menor exposición, garantizando así un desplazamiento efectivo y seguro de la población ante un posible tsunami.

Para identificar las oportunidades de evacuación disponibles para la población, se analizaron las condiciones de transporte en las localidades estudiadas, observándose que en la Barra de Coyuca 61 viviendas cuentan con vehículos o camionetas, 33 con motocicleta o motoneta, mientras que 78 disponen de bicicleta. Esta información permite evaluar los medios de transporte individuales que podrían contribuir al desplazamiento rápido en caso de emergencia y orientar la planificación de rutas de evacuación considerando la disponibilidad de recursos en la comunidad.

La estimación de los tiempos de traslado, considerando distintos medios de transporte y la capacidad de movilidad de los grupos vulnerables, permite diseñar estrategias diferenciadas de evacuación, adaptadas a escenarios de riesgo realistas y contribuye a optimizar la seguridad de los habitantes ante la eventual ocurrencia de un tsunami.

Además de la planificación de rutas y la señalización, la disponibilidad y efectividad de los medios de comunicación locales constituye un factor crítico para la gestión del riesgo ante tsunamis. Contar con sistemas de alerta temprana, radios comunitarias, teléfonos móviles, altavoces y redes sociales permite informar oportunamente a la población sobre la inminencia de un evento, asegurando que todos los habitantes, incluidos los grupos más vulnerables, puedan iniciar la evacuación dentro de los tiempos recomendados.

La integración de múltiples canales de comunicación también reduce la dependencia de un único medio y aumenta la resiliencia de la comunidad, ya que garantiza que la información llegue incluso en caso de fallas en algunos sistemas. Así, los medios de comunicación se convierten en un componente estratégico para coordinar las acciones de emergencia y optimizar la seguridad de la población.

Respecto a la capacidad de comunicación ante emergencias, se identifican fortalezas y limitaciones, ya que si bien la mayoría de las viviendas tiene televisores (94.4 %) y teléfonos celulares (93.7 %), solo 30.6 % dispone de acceso a Internet, y únicamente el 11.6 % cuenta con computadoras. Además, es importante resaltar que 203 viviendas no cuentan con computadora ni acceso a Internet, 9 carecen totalmente de tecnologías, lo que reduce el acceso a información preventiva y alertamiento temprano.

Esta brecha tecnológica pone en evidencia la vulnerabilidad de ciertos sectores de la población ante emergencias, lo cual coincide con lo planteado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2025) quien subraya que “la comunicación eficaz, oportuna y precisa de las alertas a las poblaciones en situación de riesgo a través de los canales adecuados (televisión, radio, Internet, satélite, servicios móviles)”, ayuda a las personas y a las comunidades a tomar medidas para reducir los riesgos y prepararse para posibles impactos.

En este sentido, los resultados sugieren que complementar los medios digitales con estrategias de difusión tradicionales, como radios comunitarias, altavoces públicos y redes de brigadistas locales, a fin de garantizar la redundancia en la transmisión de información crítica ya que la combinación de diversos canales contribuye a reducir las desigualdades en el acceso a la información preventiva y fortalece la resiliencia comunitaria frente a un posible tsunami.

En el caso de San Nicolás de las Playas, las condiciones geográficas y territoriales adquieren una relevancia crítica para la gestión del riesgo. La comunidad, ubicada a apenas 1 msnm, presenta un elevado nivel de exposición ante un eventual tsunami generado por un sismo con características tsunamigénicas. Su localización, a 6.69 km de la línea de costa, determina tiempos de evacuación estimados de 12.45 minutos en vehículo y hasta 99.36 minutos a pie, lo que evidencia la vulnerabilidad de la población y la urgencia de contar con rutas de evacuación seguras, bien señalizadas y adaptadas a distintos escenarios de movilidad.

A esta condición se suma la particularidad demográfica de la localidad, cuya población total asciende a 298 habitantes (141 mujeres y 157 hombres) según datos del (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020). Este tamaño poblacional reducido puede considerarse una ventaja organizativa, ya que facilita el diseño de estrategias de evacuación y respuesta que incluyan a toda la comunidad, como simulacros, capacitaciones masivas y planes de emergencia con enfoque inclusivo, sin embargo, esta misma característica representa una limitación estructural, al implicar escasez de recursos materiales, humanos e institucionales, lo que dificulta la implementación sostenida y efectiva de medidas de reducción del riesgo.

Frente a este escenario, los resultados evidencian la importancia de fortalecer estrategias integrales de mitigación de la vulnerabilidad, que incluyan la instalación de sistemas de alerta temprana con cobertura comunitaria, la delimitación y señalización de rutas de evacuación accesibles y la identificación de zonas de menor exposición ubicadas a mayor altitud.

La implementación de estas medidas debe contemplar un enfoque de gestión inclusiva del riesgo, en el que se priorice la protección de grupos en condiciones de mayor fragilidad, como niñas, niños, personas adultas mayores y aquellas con discapacidad, de esta forma, se fortalece la resiliencia comunitaria y se incrementa la capacidad de respuesta ante un eventual evento tsunamigénico.

La Figura 3 presenta la ruta de evacuación propuesta, junto con la información necesaria para planificar estrategias en distintos escenarios de movilidad y optimizar la seguridad de la población durante situaciones de emergencia.

El análisis del mapa de ruta de evacuación permite reconocer tanto los beneficios como las restricciones para garantizar una evacuación eficaz. Si bien el trayecto propuesto conduce a la comunidad hacia zonas de menor exposición, implica una limitación significativa al requerir un desplazamiento de 8.5 km entre la laguna y el mar.

Lo anterior evidencia que la zona de seguridad por tsunamis de acuerdo con el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE, 2021) se define como un espacio previamente identificado y señalado, ubicado en terrenos elevados con baja exposición y susceptibilidad a la amenaza, donde la población puede refugiarse de manera urgente y temporal; sin embargo,

alcanzar dichos lugares constituye un desafío considerable, ya que estudios previos señalan que las distancias prolongadas reducen de manera significativa la probabilidad de que la población más vulnerable logre llegar a tiempo dentro del periodo de respuesta disponible.

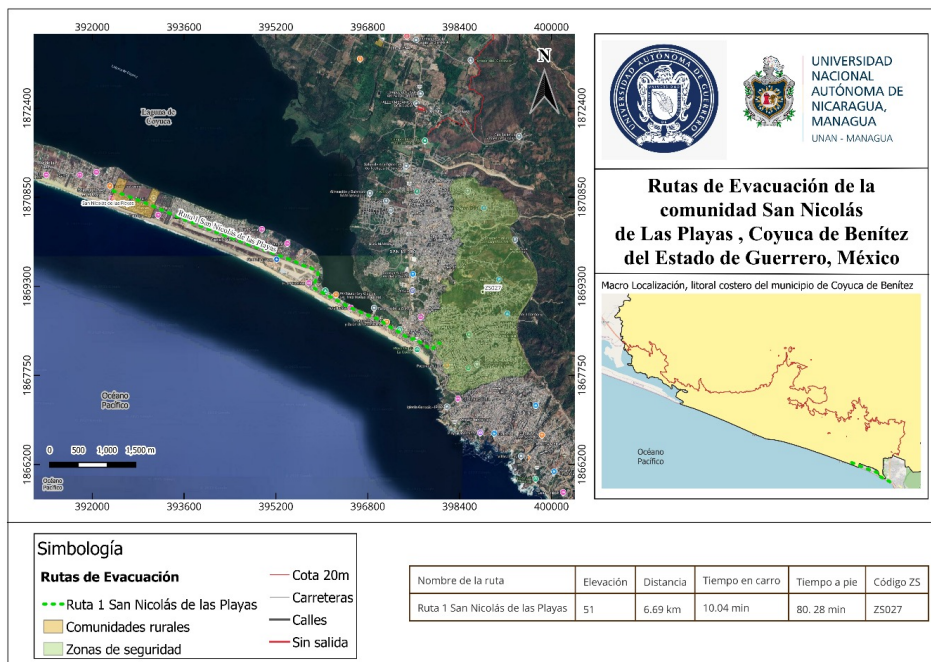


Figura 3. Rutas de evacuación de San Nicolás de las Playas  
Fuente: Autores, 2026.

Ante esta limitación, resultó pertinente evaluar las condiciones de movilidad de la población, con el fin de identificar las oportunidades de evacuación disponibles en la localidad. En el caso de San Nicolás de las Playas, el análisis de los medios de transporte registró que 27 viviendas disponen de automóviles o camionetas, 14 cuentan con motocicleta o motoneta y 26 poseen bicicletas. Estos datos permiten valorar la capacidad de desplazamiento individual que podría favorecer una evacuación más rápida en situaciones de emergencia, además de orientar la planificación de rutas de evacuación en función de los recursos locales disponibles.

Complementariamente, resulta pertinente considerar las características habitacionales de la comunidad, ya que estas inciden directamente en la organización de la evacuación y en la definición de posibles espacios de resguardo. En la localidad existen 142 viviendas en total, de las cuales 93 están habitadas y, dentro de estas, 81 corresponden a viviendas particulares habitadas que albergan a los 298 habitantes de la comunidad, asimismo, se reportan 14 viviendas deshabitadas y 35 de uso temporal.

El acceso a medios de comunicación y tecnologías en las viviendas particulares habitadas constituye un factor determinante para la gestión del riesgo, en tanto condiciona la efectividad de los sistemas de alerta temprana y la capacidad de organización comunitaria frente a emergencias, en San Nicolás de las Playas de las 93 viviendas habitadas el 47.1% cuentan con radio, 59.8% con televisor, el 15.4% con computadora, laptop o tablet, el 19% con línea telefónica fija, el 59.1% con celular y el 23.9% con internet, de acuerdo al INEGI.

Estos porcentajes reflejan una infraestructura comunicacional limitada y desigual, que puede comprometer la eficacia de los mecanismos de alerta temprana en caso de tsunami ya que, aunque la mayoría de los hogares dispone de televisor o celular, lo que garantiza un canal básico de recepción de información, la baja disponibilidad de Internet, computadoras y líneas telefónicas fijas evidencia brechas significativas en el acceso a tecnologías más modernas y diversificadas.

Esta situación implica que, en contextos de emergencia, la difusión de alertas y la coordinación comunitaria deben apoyarse en medios tradicionales como la radio y la televisión, complementados con el uso de dispositivos móviles, a fin de alcanzar al mayor número posible de habitantes, asimismo, estas limitaciones subrayan la necesidad de implementar estrategias de

comunicación inclusivas y adaptadas al contexto local incluyendo la capacitación de la población en protocolos de respuesta inmediata.

Los resultados obtenidos son consistentes con lo reportado en diversos estudios sobre gestión del riesgo por tsunami, donde la altitud del terreno, la distancia hacia zonas elevadas y la accesibilidad de las rutas de evacuación constituyen factores determinantes para la reducción del riesgo sobre la población. El manual técnico para la elaboración del plan de evacuación ante tsunami del (SNGRE, 2021) destaca que la identificación anticipada de rutas de evacuación y áreas de menor exposición representa un elemento fundamental para incrementar la capacidad de respuesta comunitaria ante eventos de rápida evolución, en este sentido, las localidades analizadas presentan condiciones territoriales que requieren especial atención debido a la combinación de baja altitud y tiempos de desplazamiento prolongados hacia zonas elevadas.

Los hallazgos también adquieren relevancia al considerar los antecedentes históricos registrados en la costa del Pacífico mexicano. Estudios realizados documentan que eventos tsunamigénicos como el terremoto de San Sixto de 1787 generaron inundaciones costeras de gran magnitud en Guerrero, evidenciando la exposición permanente de las comunidades asentadas en zonas litorales (CENAPRED, 2022). Aunque el presente estudio no realizó modelaciones hidrodinámicas ni estimaciones de alturas por inundación, los resultados permiten identificar áreas con condiciones territoriales que podrían dificultar los procesos de evacuación, proporcionando información útil para fortalecer las estrategias locales de preparación y respuesta.

A diferencia de estudios orientados principalmente a la caracterización de la amenaza, esta investigación incorpora información sociodemográfica y territorial para identificar grupos poblacionales que podrían enfrentar mayores dificultades durante la evacuación. La presencia de población infantil, personas adultas mayores y personas con discapacidad evidencia la necesidad de incorporar criterios de accesibilidad e inclusión en la planificación de emergencias. Desde la perspectiva de la gestión integral del riesgo de desastres, estos resultados pueden servir como insumo para la actualización de programas municipales de protección civil, el diseño de simulacros comunitarios y el fortalecimiento de estrategias de alerta temprana orientadas a la reducción del riesgo.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio evidencian que las localidades Barra de Coyuca y San Nicolás de las Playas del municipio de Coyuca de Benítez presentan elevadas condiciones de exposición territorial ante la ocurrencia de un posible tsunami, debido a su baja altitud (entre 1 y 4 metros sobre el nivel del mar) y su proximidad al litoral.

El análisis altimétrico y de exposición permitió identificar zonas con alturas mayores a 20 msnm, que podrían ser utilizadas como zonas de menor exposición en caso de evacuación, además se identificaron rutas potenciales de evacuación hacia zonas de menor exposición, considerando distancias, tiempos estimados de traslado y disponibilidad de medios de transporte, proporcionando información esencial para la planificación preventiva y la gestión local del riesgo.

Los resultados muestran que la capacidad de respuesta de la población se encuentra asociada a factores como la disponibilidad de medios de transporte, las condiciones de accesibilidad vial, la señalización de las rutas de evacuación y los mecanismos de comunicación disponibles en las comunidades. Estos elementos constituyen aspectos relevantes para fortalecer las acciones de preparación y respuesta ante emergencias.

En términos de movilidad y capacidad de evacuación se observó que ambas localidades disponen de un número limitado de medios de transporte, lo cual incrementa los tiempos de evacuación hasta en 3.5 horas en la Barra de Coyuca y 1.5 horas en San Nicolás de las Playas, lo que incrementa la exposición de la población ante un posible evento tsunamigénico.

La información obtenida resalta la importancia de implementar acciones orientadas al fortalecimiento de la gestión local del riesgo, incluyendo la señalización de rutas de evacuación, capacitación comunitaria y la realización periódica de ejercicios de simulación, además se subraya la necesidad de incorporar estos elementos en los instrumentos de planificación municipal y en las estrategias de preparación ante emergencias.

Finalmente, el estudio demuestra que la identificación de zonas de menor exposición y la planificación anticipada de rutas de evacuación constituyen elementos relevantes para fortalecer la capacidad de respuesta de la población ante un posible tsunami. El análisis geoespacial y sociodemográfico desarrollado proporciona información técnica que puede apoyar en la toma de decisiones en materia de gestión del riesgo, planificación territorial y protección civil en las comunidades costeras del municipio de Coyuca de Benítez.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos un sincero agradecimiento a los estudiantes José Guillermo Guzmán Aguirre y Rosa Lizeth Julián Nieto, de la Licenciatura en Ingeniería en Prevención de Desastres y Protección Civil de la Universidad Autónoma de Guerrero, por su valiosa colaboración y apoyo durante el desarrollo del proyecto realizado en el Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico 2025 (Programa Delfín).

## REFERENCIAS

- Centro de Alerta de Tsunamis. (2025). *Tsunamis*. Secretaría de Marina: <https://digaohm.semar.gob.mx/cat/Tsunami.html>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2020, 4 de noviembre). *Tsunamis: un riesgo poco frecuente pero siempre presente*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/tsunamis-un-riesgo-poco-frecuente-pero-siempre-presente>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2022, 28 de marzo). *1787: El sismo de San Sixto*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cenapred/articulos/1787-el-sismo-de-san-sixto>
- Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2025). *¿Qué hacer ante un Tsunami?* Instituto Geofísico: <https://www.igepn.edu.ec/que-hacer-ante/un-tsunami>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. INEGI: <https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/>
- National Geographic. (2024, 11 de marzo). *Tsunamis: qué son y cómo se forman*. National Geographic España: [https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/tsunamis-que-son-como-se-forman\\_19050](https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/tsunamis-que-son-como-se-forman_19050)
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023, 4 de abril). *Conozca su riesgo: agua y viento*. NOAA: <https://www.noaa.gov/conozca-su-riesgo-agua-y-viento>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2025, 28 de febrero). *¿Qué son los sistemas de alerta temprana y por qué son importantes para la acción climática?* UNDP Climate Promise: <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-son-los-sistemas-de-alerta-temprana-y-por-que-son-importantes-para-la-accion>
- Ramírez-Herrera, M. T., Cerný, J., Gaidzik, K., Sugawara, D., Forman, S. L., Machain-Castillo, M. L., & Gogichaishvili, A. (2024). Evidence of a great 1787 megathrust earthquake and tsunami along the Mexican Pacific coast. *Communications Earth & Environment*, 5, 180. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01364-0>
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2021). *Manual técnico para la elaboración del plan de evacuación ante tsunami*. SNGRE: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/planpublicsumani.pdf>
- Servicio Sismológico Nacional. (2012, de marzo20). *Reporte especial: Oaxaca–Guerrero (M 7.4)*. Universidad Nacional Autónoma de México: [http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2012/SSNMX\\_rep\\_esp\\_20120320\\_oaxaca-guerrero\\_M74.pdf](http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2012/SSNMX_rep_esp_20120320_oaxaca-guerrero_M74.pdf)
- U.S. Tsunami Warning Centers. (2012, 20 de marzo). *Tsunami of 20 March 2012 (Oaxaca, Mexico Region)*. NOAA: <https://www.tsunami.gov/previous.events/?p=03-20-12>