

ANÁLISIS MULTIDISCIPLINAR DE RIESGOS SISTÉMICOS RELACIONADO A TRES DESASTRES EN GUERRERO, MÉXICO

José Francisco Sotelo Leyva^{1*} y Osvaldo Ascencio López¹

RESUMEN

Guerrero, México, ha enfrentado graves desastres en las últimas décadas, evidenciando la necesidad de un nuevo enfoque en la gestión de riesgos sistémicos. Este estudio analiza tres eventos clave: los Ciclones tropicales Pauline (1997), Ingrid y Manuel (2013), y Otis (2023), examinando sus impactos y las fallas en mitigación, preparación, respuesta y recuperación. Mediante un enfoque multidisciplinar, se empleó el Modelado Estructural Interpretativo (ISM) y la Matriz de Impacto Cruzado Multiplicativo Aplicado a Una clasificación (MICMAC) para evaluar interacciones multifactoriales y riesgos sistémicos. Los resultados muestran que, pese a las recomendaciones internacionales y el tiempo transcurrido, los avances en gobernanza del riesgo han sido insuficientes. Persisten debilidades en coordinación, prevención y resiliencia, agravando los efectos de los desastres. La investigación destaca la urgencia de estrategias integrales y proactivas, proponiendo una base metodológica para mejorar la gestión de riesgos en Guerrero. Se concluye que es esencial priorizar la reducción de vulnerabilidades y fortalecer la colaboración entre actores clave para minimizar futuros impactos. Este trabajo aporta herramientas analíticas para una gestión más eficiente y adaptativa ante fenómenos climáticos extremos.

PALABRAS CLAVES

Riesgo sistémico; Modelado estructural interpretativo; Matriz de impacto cruzado; Ciclones tropicales; Estado de Guerrero; México

MULTIDISCIPLINARY ANALYSIS OF SYSTEMIC RISKS RELATED TO THREE DISASTERS IN GUERRERO, MEXICO

ABSTRACT

Guerrero, Mexico, has experienced severe disasters over the past decades, underscoring the need for a renewed approach to systemic risk management. This study examines three critical events—Tropical Cyclone Pauline (1997), Hurricanes Ingrid and Manuel (2013), and Hurricane Otis (2023)—analyzing their impacts and identifying shortcomings in mitigation, preparedness, response, and recovery. Adopting a multidisciplinary perspective, the research applies the Interpretive Structural Modeling (ISM) and the Cross-Impact Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC) method to evaluate multifactorial interactions and systemic risks. Findings indicate that, despite international recommendations and the passage of time, advancements in risk governance remain insufficient. Persistent weaknesses in coordination, prevention, and resilience continue to exacerbate disaster impacts. The study highlights the urgency of comprehensive and proactive strategies, proposing a methodological framework to enhance risk management in Guerrero. It concludes that reducing vulnerabilities and strengthening collaboration among key stakeholders are essential to minimizing future impacts. This work offers analytical tools to support more efficient and adaptive management of extreme climate events.

KEYWORDS

Systemic risk; Interpretive structural model; Cross-impact matrix; Tropical cyclone; of Guerrero; Mexico

1. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de los Bravo, México.

*Autor de correspondencia: jfsotelo@uagro.mx

DOI:

<https://doi.org/10.55467/reder.v10i2.220>

RECIBIDO

19 de mayo de 2025

ACEPTADO

21 de julio de 2025

PUBLICADO

1 de julio de 2026

Formato cita

Recomendada (APA):

Sotelo Leyva, J.F. & Ascencio López, O. (2026). Análisis Multidisciplinar de Riesgos Sistémicos Relacionado a Tres Desastres en Guerrero, México. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 10(2), 3-15. <https://doi.org/10.55467/reder.v10i2.220>



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

En la actualidad, las agendas internacionales enfatizan la importancia de desarrollar ciudades resilientes, proteger infraestructuras críticas y salvaguardar la vida de sus habitantes. Sin embargo, diversos estudios documentan un aumento en la frecuencia y magnitud de los desastres (UNDRR, 2023; Alimonti & Mariani, 2023; Benekos et al., 2022). Este incremento, exacerbado por factores como el cambio climático, la urbanización no planificada y la degradación ambiental, ha puesto en evidencia las limitaciones de los enfoques tradicionales de gestión de riesgos, los cuales suelen abordar los desastres de manera fragmentada y reactiva.

Los esfuerzos iniciales en la reducción del riesgo de desastres (RRD) surgieron en la década de 1960, centrándose en el análisis del entorno físico, la respuesta a emergencias y la recuperación post-desastre. En las décadas de 1970 y 1980, la incorporación del componente social permitió reorientar estos estudios hacia la vulnerabilidad de la población y la gestión de amenazas naturales y sociales. Actualmente, la RRD se organiza en dos enfoques fundamentales: (1) el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria mediante los componentes de mitigación, preparación, respuesta y recuperación (Rumpa et al., 2023), y (2) la comprensión de las consecuencias de los riesgos sistémicos, los cuales pueden actuar como mecanismos de generación de peligros y desestabilizar sistemas complejos (Renn et al., 2019).

Los riesgos sistémicos son particularmente difíciles de abordar debido a su naturaleza interconectada y multifactorial. Fenómenos como el cambio climático, las fluctuaciones financieras, los riesgos nucleares y las pandemias presentan desafíos significativos para los sistemas socioeconómicos, tal como lo demostró la crisis financiera de 2008, los atentados del 11 de septiembre del 2001 en Nueva York y en fechas recientes la pandemia del Covid 19. A pesar de los avances teóricos, muchos enfoques actuales, aún adoptan perspectivas lineales y cuantitativas que fragmentan los campos de análisis y limitan la interacción entre ellos (Wisner & Alcantara-Ayala, 2023).

En este contexto, el estado de Guerrero, México, representa un caso emblemático de vulnerabilidad ante desastres socio-naturales. Ubicado en una zona de alta actividad sísmica y ciclónica, Guerrero ha enfrentado numerosos eventos devastadores, como los ciclones tropicales Pauline (1997), Ingrid y Manuel (2013), y Otis (2023). A pesar de los esfuerzos gubernamentales, los impactos de estos eventos han sido recurrentes y severos, lo que subraya la necesidad de un enfoque sistémico y multidisciplinar para comprender las interacciones complejas que subyacen a los riesgos de desastres.

Por lo tanto, el objetivo principal consiste en desarrollar un sistema de construcción de escenarios multidisciplinarios para analizar los riesgos sistémicos asociados a tres eventos de desastres por ciclones tropicales en Guerrero, México. Para ello, se empleó el Modelado Estructural Interpretativo (ISM) para identificar las interacciones multifactoriales en cuatro componentes de resiliencia: mitigación, preparación, respuesta y recuperación según lo establecido en el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030 (UNISDR, 2015). Posteriormente, se utilizó una Matriz de Impacto Cruzado Multiplicativo Aplicado a una Clasificación (MICMAC) para evaluar la interrelación de estos factores. Las fuentes de información incluyen informes, entrevistas a personas clave, artículos de revistas y publicaciones en periódicos estatales y nacionales. Así, la investigación surge de la necesidad de comprender mejor las fallas en la gobernanza del riesgo sistémico en Guerrero, a pesar de las experiencias acumuladas con desastres anteriores.

La hipótesis principal sugiere que los tres desastres contienen diferencias significativas en sus distintas dimensiones y que al utilizar el Modelo Estructural Interpretativo y el MICMAC permitirá identificar cuáles son las variables claves y sus interdependencias para comprenderlas mejor. Los resultados muestran que, pese a las recomendaciones internacionales y el tiempo transcurrido, los avances en gobernanza del riesgo han sido insuficientes. Persisten debilidades en coordinación, prevención y resiliencia, agravando los efectos de los desastres.

Este artículo contribuye al vacío de la literatura sobre gestión de riesgos al proporcionar un marco metodológico innovador para el análisis de riesgos sistémicos, con aplicaciones prácticas para la toma de decisiones y la planificación en contextos vulnerables.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló en tres etapas secuenciales:

- » Análisis de la evolución de los riesgos de desastres: En esta fase inicial, se examinó la transición desde un enfoque tradicional centrado en la gestión de peligros hacia un marco de comprensión sistémica. Adicionalmente, se evaluó el panorama general de la gestión del riesgo en el estado de Guerrero, México, considerando su contexto socioeconómico, geográfico y político, así como su situación actual.
- » Modelado Estructural Interpretativo (ISM): En la segunda etapa, se implementó un enfoque sistemático para identificar y analizar las interrelaciones entre los factores clave asociados al riesgo de desastres. El ISM permitió estructurar una red jerárquica que distingue entre elementos directos e indirectos, facilitando una comprensión integral de las dinámicas subyacentes.
- » Análisis MICMAC (Matriz de Impacto Cruzado Multiplicativo Aplicado a una Clasificación): En la fase final, se aplicó esta metodología para evaluar el poder de impulso y dependencia de los factores identificados. Este análisis permitió clasificar las variables en función de su influencia dentro del sistema, identificando aquellos elementos críticos que requieren intervenciones prioritarias.

Evolución de la reducción de riesgos de desastres, de la gestión de peligros a la comprensión sistémica

El riesgo de desastres es un tema de gran preocupación a nivel mundial debido a la gravedad de sus impactos. Según el último informe de The Emergency Events Database (EM-DAT), en 2023 se registraron 399 desastres, con un saldo de 86,473 muertes, cifra que supera la media de los dos años anteriores (64,148 muertes). Este incremento se atribuye principalmente al terremoto ocurrido en Turquía y Siria en febrero de 2023 (EM_DAT, 2024). Ante este panorama, diversos esfuerzos internacionales buscan reducir el riesgo de desastres (RRD), destacando el Marco de Sendai 2015-2030, que establece cuatro prioridades y siete metas. Las primeras cuatro metas se enfocan en la reducción de los impactos de los desastres, mientras que las tres restantes promueven el desarrollo de estrategias nacionales y locales para la gestión del riesgo.

Sin embargo, persisten externalidades en los enfoques tradicionales que dificultan el funcionamiento adecuado de los sistemas, impidiendo ajustes técnicos, socioeconómicos y financieros que permitan mitigar fallos sistémicos. Estos fallos se caracterizan por su alta complejidad, interdependencia, efectos en cascada, ambigüedad, transfronterizos y no lineales, lo que ha limitado la capacidad de equilibrar eficiencia y resiliencia mediante una gobernanza del riesgo efectiva. Además, establecer una gobernanza participativa implica superar múltiples desafíos en términos de participación y negociación (Schweizer, 2021). Dada esta complejidad e incertidumbre inherente al riesgo sistémico los déficits en la gobernanza del riesgo suelen ser particularmente agudos en contextos de alta vulnerabilidad como países de bajo ingreso o regiones con debilidades institucionales preexistentes, altos niveles de desigualdad, escasez de recursos y baja confianza en las instituciones (UNDRR, 2023). En el contexto específico de Guerrero, México, las deficiencias observadas en la gestión del riesgo apuntan a problemas estructurales profundamente arraigados. La recurrencia de patrones de actuación ineficaces y las deficiencias institucionales sugieren la presencia de dinámicas sistémicas dentro de su gobernanza. Estas dinámicas se manifiestan como limitaciones y barreras estructurales intrínsecamente ligadas a la dinámica de poder local y a las capacidades técnicas disponibles. A continuación, se ofrecerá un panorama general sobre el estado de la gestión del riesgo en México, con un enfoque particular en la situación del estado de Guerrero.

Panorama sobre la gestión del riesgo en México y el estado de Guerrero

En México las políticas de reducción de riesgos de desastres iniciaron a partir del sismo de 1985 con el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) como un elemento totalmente centralizado en el estado (Escamilla, 2017). Tales políticas sirvieron como soporte para los desastres que vendrían después en los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Guerrero (Alcántara-Ayala, 2019). El estado de Guerrero por ubicación geográfica está expuesto a múltiples riesgos en el siglo pasado ocurrieron 71 grandes sismos que produjeron grandes daños y víctimas debido a su cercanía a la falla de cocos, además presenta problemas de inestabilidad de laderas debido a

la deforestación, intemperismo y erosión, estas condicionantes se agravan de manera crítica por la presencia de asentamientos humanos irregulares en zonas de alto riesgo en la mayoría de las comunidades y localidades del estado de Guerrero. Los estudios que se han realizado en torno al desastre son muy escasos y se han centrado a evaluar los impactos en las inundaciones (Pedrozo-Acuña et al., 2014), (Matías Ramírez, 1998), en la política después del desastre (Aparicio, 2003), en el impacto al turismo (Magdalena, 2023), los impactos en las regiones montañosas (Aparicio & Franco, 2018), entre otros similares.

Las amenazas y los desastres de origen natural y antrópico son de gran preocupación para organismos y la comunidad científica mundial, el Informe de Evaluación Global sobre la Reducción de Riesgo de Desastres 2022 de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del riesgo de Desastres (UNDRR) ha estimado un panorama no muy alentador ya que las últimas tendencias marcan un aumento en el número de desastres en el mundo de 400 en el 2015 a 560 para el 2030, (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, 2022).

El estado de Guerrero históricamente se presenta como uno de los más vulnerables de toda la república mexicana, sismos, huracanes, laderas inestables, inundaciones entre otros han producido pérdidas económicas y humanas desde hace algunas décadas, La Tabla 1 ilustra los principales eventos de origen natural que han afectado al estado entre 1993 y 2023, destacando tres grandes desastres: el ciclón Pauline en 1997, los ciclones Ingrid y Manuel en 2013, y el ciclón Otis en 2023.

Año	Evento	Pérdidas Económicas	Pérdidas Humanas
1993	Ciclón tropical (2 eventos) Sismo	\$ 3,383,215.00 (3 eventos)	37 (3 eventos)
1995	Sismo (2 eventos)	\$ 40,523.00 (2 eventos)	64 (2 eventos)
1996	Ciclón tropical	S/D ¹	7
1997	Ciclón tropical "Pauline"	\$ 816,431.00	230
1999	Sismo	S/D ¹	S/D ¹
2000	Tormenta tropical	S/D ¹	8
2001	Ciclón tropical	S/D ¹	S/D ¹
2002	Ciclón tropical	S/D ¹	S/D ¹
2007	Ciclón tropical	S/D ¹	6
2010	Inundación	S/D ¹	25
2011	Ciclón tropical (2 eventos) Sismo	S/D ¹	8 (3 eventos)
2012	Sismo Ciclón tropical	\$ 790,291.00 (2 eventos)	14 (2 eventos)
2013	Ciclón tropical "Ingrid y Manuel"	\$ 7,160,686.00 (2 eventos)	192 (2 eventos)
2014	Sismo	\$ 17,307.00	3 (2 eventos)
2016	Ciclón tropical (2 eventos) Inundación (2 eventos)	S/D ^a	16 (2 eventos)
2021	Ciclón tropical (2 eventos) Sismo	\$ 280,807.00 (3 eventos)	5 (3 eventos)
2022	Ciclón tropical Sismo	\$ 51,000.00	34 (2 eventos)
2023	Ciclón tropical "Otis"	\$ 12,000,000.00 ^b	104

Tabla 1. Principales eventos que ocasionaron desastres en el periodo 1993-2023 en el estado de Guerrero

Fuente: EM-DAT, CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium, 2024.

Nota: a) La fuente no presenta datos, b) datos económicos preliminares.

Los 3 desastres generaron impactos severos, con costos económicos crecientes y una trágica pérdida de vidas humanas, cada uno de ellos se caracterizó por situaciones complejas y reveló deficiencias persistentes en la gestión del riesgo aplicada.

En la Tabla 2, se analizó las principales características de estos eventos con base en cuatro dimensiones fundamentales de la gestión de desastres: mitigación, preparación, respuesta y recuperación.

Al obtener las principales características de los 3 ciclones tropicales se procede a la construcción del Modelado Estructural Interpretativo (ISM). El objetivo será entender los factores críticos que afectan la gestión de desastres, utilizando como base los apartados de Mitigación, Preparación, Respuesta y Recuperación, según lo establecido en el Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030 (UNISDR, 2015).

Evento	Mitigación (Acciones / Deficiencias previas)	Preparación (Alertas / Acciones inmediatas)	Respuesta (Gobierno / Sociedad Civil)	Recuperación (Reconstrucción / Financiamiento)
Ciclón tropical "Pauline" (1997)	<ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento urbano descontrolado en zonas de riesgo (laderas, cauces). - Deforestación del anfiteatro de Acapulco. - Infraestructura de drenaje obsoleta y sin mantenimiento. - Falta de aplicación de normativas de construcción y uso de suelo. - Percepción de baja vulnerabilidad a huracanes en Acapulco. - Falta admitida de infraestructura adecuada para prevención. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alertas meteorológicas emitidas, pero no comunicadas eficazmente a la población (riesgo de lluvia subestimado). - Capacidad de Protección Civil local prácticamente inexistente (sin oficina ni teléfono). - Falta de cultura de prevención y preparación ciudadana. - Tiempo de aviso corto para vientos huracanados en algunas zonas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Respuesta inicial local/estatal lenta y desorganizada. - Gobierno Federal y Fuerzas Armadas (Plan DN-III) asumen control. - Críticas por politización de ayuda (PRI). - Autoorganización comunitaria y solidaridad ciudadana. - OSC (Cruz Roja, CWS/ACT) activas. - Distribución de ayuda criticada por inequidad (foco en turismo). - Ayuda internacional recibida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Foco inicial en restaurar imagen turística. - Fideicomiso específico para Acapulco (1,030M pesos 1997). - Programa de vivienda (812 casas) y rehabilitación urbana. - Proceso lento, familias aun esperando años después.
Ciclón tropical "Ingrid y Manuel" (2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Persistencia de asentamientos en zonas de alto riesgo, especialmente en La Montaña. - Vulnerabilidad aumentada por crecimiento sin considerar riesgos climáticos. - Falta de mantenimiento preventivo en infraestructura crítica (presa Cerrito Rico). - Deterioro ambiental (deforestación) como factor de vulnerabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Críticas sobre oportunidad de alertas locales (posible retraso por festividades). - Dudas sobre efectividad de preparación y comunicación del riesgo en zonas remotas (La Montaña). - Implementación deficiente de responsabilidades municipales (planes, atlas, difusión de alertas). - Necesidad de mejora en preparación y comunicación de riesgos por parte del gobierno. 	<ul style="list-style-type: none"> - Declaratoria federal de desastre (81 municipios). - Plan DN-III protagónico. - FONDEN como instrumento financiero clave. - Críticas por lentitud, descoordinación, corrupción. - Comunidades (La Montaña) aisladas, autoayuda. - Formación de OSC de damnificados (CCDM). - Solidaridad nacional masiva. - ONU ofrece apoyo. - Caos inicial, saqueos en Acapulco. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan Nuevo Guerrero (PNG) anunciado (+37 mil millones pesos). - FONDEN financió gran parte de la reconstrucción. - PNG criticado: lento, insuficiente e. La Montaña), corrupción, mala calidad (viviendas), falta de transparencia. - Promesas gubernamentales incumplidas años después.
Ciclón tropical "Otis" (2023)	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de mejoras significativas en planificación urbana post-eventos anteriores. - Continuación de asentamientos en zonas de riesgo (laderas). - Vulnerabilidad aumentada por crecimiento sin considerar riesgos climáticos. - Posible impacto de la destrucción de barreras naturales (manglares, arrecifes) para desarrollos turísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta crítica en pronosticar la Intensificación Rápida (RI). - Alertas estándar emitidas con antelación, pero inadecuadas para la intensidad real (Cat 5). - Tiempo insuficiente para preparación adecuada ante Cat 5 por falla en pronóstico. - Comunicación de riesgos insuficiente. - Falta de preparación impactó la resiliencia. - Aviso presidencial sobre Cat 5 llegó muy tarde. - Consejo Estatal de Protección Civil convocado horas antes, pero insuficiente para la magnitud. 	<ul style="list-style-type: none"> - Planes DN-III-E y Plan Marina activados. - Despliegue masivo de Fuerzas Armadas/Guardia Nacional. - CFE movilizada para restaurar electricidad. - Respuesta inicial criticada por lentitud/desorganización (agravada por colapso logístico). - Autoorganización comunitaria crucial al inicio. - Fuerte movilización de OSC (locales, nacionales, internacionales). - ONU/agencias apoyan/evalúan. - Distribución de ayuda obstaculizada; críticas por retrasos/desorganización. - OSC reportan falta de apoyo gubernamental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan General de Reconstrucción anunciado (61+ mil millones pesos 2023). - Enfoque en reactivación económica, servicios, vivienda, turismo. - Preocupaciones por suficiencia de fondos (vs. daños estimados). - Incertidumbre y críticas por ausencia del FONDEN (transparencia, predictibilidad). - Dudas sobre velocidad y equidad de implementación. - Lenta recuperación reportada a 100 días.

Tabla 2. Análisis comparativo de los ciclones tropicales Pauline (1997), Ingrid y Manuel (2013), y Otis (2023)

Fuente: Autores, 2026.

Nota: Síntesis elaborada por los autores mediante triangulación de fuentes documentales oficiales, entrevistas semiestructuradas a expertos y análisis hemerográfico del período 1997-2024.

Modelado Estructural Interpretativo (ISM)

El ISM es un proceso de aprendizaje interactivo. En esta técnica, un conjunto de diferentes elementos relacionados directa e indirectamente se estructura en un modelo sistemático global (Warfield & Member, 1974). El modelo retrata la estructura de una cuestión o problema complejo (Singh et al., 2003).

El ISM comienza con una identificación de variables, que son relevantes para el problema o la cuestión y luego se amplía con una técnica de resolución de problemas en grupo. A continuación, se elige una relación subordinada contextualmente relevante. Una vez decidido el conjunto de elementos y la relación contextual se elabora una matriz de auto interacción estructural (SSIM) basada en la comparación por pares de las variables. El siguiente paso la SSIM se convierte en una matriz de alcanzabilidad (MR) y se comprueba su transitividad. Una vez alcanzada la incrustación de transitividad, se obtiene un modelo matricial. A continuación, se deriva la partición de los elementos y una extracción del modelo estructural denominado ISM (Agarwal et al., 2007). Bajo este enfoque se utiliza una aplicación sistemática de algunas nociones de la teoría de grafos, de forma que se aprovechan las ventajas teóricas, conceptuales y computacionales para explicar el complejo patrón de relación contextual entre un conjunto de variables (Ravi et al., 2005).

Los pasos para realizar el modelado son los siguientes:

1. Identificar los elementos relevantes para el problema.
2. Establecer una relación contextual entre los elementos con respecto a los pares de elementos que se examinarán.
3. Elaborar una matriz de auto interacción estructural (SSIM) de los elementos.
4. Desarrollar una matriz de alcanzabilidad a partir de la SSIM.
5. Dividir la matriz de alcanzabilidad en diferentes niveles.
6. Convertir la matriz de alcanzabilidad en forma cónica.

7. Dibujar un dígrafo basado en la relación en la matriz de alcanzabilidad y eliminar los enlaces transitivos.
8. Convertir el dígrafo resultante en un modelo basado en ISM sustituyendo los nodos de los elementos por las declaraciones.
9. Revisar el modelo para comprobar si hay incoherencias conceptuales y realizar las modificaciones necesarias.

Para construir el ISM se identificaron 10 factores críticos clave, agrupados según las fases de gestión de desastres de la Tabla 2. Estos factores, basados en los eventos de Pauline (1997), Ingrid y Manuel (2013) y Otis (2023). Además de revisar la literatura se entrevistó a 3 expertos de alto nivel en la gestión del riesgo, planificación urbana y salud. Los factores claves identificados son;

1. Ordenamiento territorial y asentamientos en zonas de riesgo: Crecimiento urbano descontrolado en laderas y cauces expone a la población a inundaciones y derrumbes.
2. Conservación de ecosistemas protectores (manglares, bosques): Barreras naturales sanas (manglares, vegetación) mitigan la fuerza de olas y deslaves. Estudios muestran que “las intrincadas raíces de este ecosistema... disipan la energía de las olas” y reducen inundaciones. Sin embargo, Guerrero ha perdido gran parte de sus manglares por desarrollos turísticos aumentando la vulnerabilidad.
3. Infraestructura crítica y obras hidráulicas: Sistemas de drenaje, diques, presas y redes de energía deben estar adecuados y mantenidos. La falta de mantenimiento de la presa Cerro Rico en La Montaña ilustró su fragilidad ante Ingrid-Manuel (2013). Inversiones en infraestructura resistente pueden evitar daños mayores.
4. Sistemas de alerta temprana y pronóstico fiable: Avisos meteorológicos claros y oportunos son fundamentales. En Otis (2023) falló el pronóstico de intensificación rápida y las alertas emitidas no eran adecuadas para un huracán categoría 5. Por ello la población tuvo “insuficiente tiempo” para prepararse, destacando la necesidad de mejorar pronósticos y difusión.
5. Cultura de prevención y comunicación de riesgos: Educar a la población y difundir información sobre amenazas aumenta la resiliencia social. La “cultura meteorológica” actual en México fomenta miedo e inacción una sociedad informada responde mejor a las alertas. La falta de cultura de prevención fue un factor observado en Pauline (1997) y Otis, donde la comunicación gubernamental fue “insuficiente” y generó baja preparación.
6. Capacidades institucionales (Protección Civil y gobierno local): Planes de emergencia, equipos de Protección Civil y ejercicios regulares fortalecen la respuesta. En Ingrid-Manuel se criticó la deficiente implementación de responsabilidades municipales y la debilidad de la PC local. Según expertos, “el error en la gestión de riesgos fue por parte de los municipios” afectados, evidenciando la urgencia de mejorar la preparación institucional.
7. Coordinación interinstitucional (federal-estatal-local): La articulación eficaz entre Ejército, PC, ayuntamientos y organismos internacionales reduce caos en la emergencia. Tras Pauline y Otis se activó el Plan DN-III y Armada, pero se criticó la “lentitud, descoordinación y corrupción” en la entrega de auxilios. Una coordinación sólida permite optimizar recursos y evitar duplicidades.
8. Movilización comunitaria y de OSC: La autoorganización local (vinculados a ONGs, iglesias, vecinos) complementa la respuesta oficial. En todos los desastres hubo una masiva solidaridad ciudadana: desde rescates voluntarios hasta distribución de víveres. Aunque no siempre estaba documentado formalmente, organizaciones civiles nacionales/internacionales brindaron apoyo crucial. Este factor es catalizador de resiliencia comunitaria.

9. Gestión financiera y transparencia (FONDEN, fondos, fideicomisos): Recursos claros y rápidos para reconstrucción e indemnizaciones son críticos. Tras Ingrid-Manuel y Otis surgieron planes multimillonarios (PNG, Plan General Reconstrucción), pero la falta de fondos inmediatos (o el retraso del FONDEN) generó dudas sobre la equidad y velocidad de la recuperación. Una gestión transparente evita desconfianza y asegura que los recursos lleguen eficazmente.
10. Planificación de recuperación y reconstrucción: Estrategias integrales de mediano y largo plazo (vivienda, servicios, economía) determinan la resiliencia futura. El plan de recuperación debe ir más allá del turismo y las grandes obras: como advierten expertos, debe “resarcir el tejido social” y no sólo beneficiar a empresarios. Otis anunció un fideicomiso de ~60 mil millones de pesos para Acapulco, pero su éxito dependerá de la equidad, calidad y seguimiento de los proyectos.

El ISM interrelaciona cada factor con los demás. Por ejemplo, un adecuado ordenamiento territorial y la conservación ambiental reducen la demanda sobre infraestructuras y alertas (mitigación); una cultura de prevención fortalece la efectividad de los sistemas de alerta y la movilización comunitaria; la transparencia financiera mejora la coordinación institucional; etc. A continuación, se construyó la Matriz de Auto-Impacto Estructural (SSIM) indicando estas influencias mutuas (Tabla 3):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+
2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
3	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
4	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
5	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
6	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
9	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3. Matriz de Auto impacto Estructural (SSIM)

Fuente: Autores, 2026, en base en la Tabla 2.

Notas: (-) No influye, (+) Influyen, donde: 1) Ordenamiento territorial y asentamiento en zonas de riesgo; 2) Conservación de ecosistemas; 3) Infraestructura crítica y obras hidráulicas; 4) Sistemas de alerta temprana y pronóstico fiable; 5) Cultura de prevención y comunicación de riesgos; 6) Capacidades institucionales; 7) Coordinación interinstitucional; 8) Movilización Comunitaria y de OSC; 9) Gestión financiera y transparencia; 10) Planificación de recuperación y reconstrucción.

A partir de la SSIM se determina la matriz de alcanzabilidad y los niveles jerárquicos: los factores sin influencias entrantes relevantes se sitúan en los niveles más bajos (fundamentales), y los que no influyen en otros se ubican arriba. El esquema resultante (ver Figura 1) presenta 7 niveles:

- » Nivel 1 (base): Ordenamiento territorial (1), Ecosistemas protectores (2), Sistemas de alerta (4). Son cimientos de la mitigación, sin dependencias clave internas.
- » Nivel 2: Cultura de prevención (5) y Gestión financiera transparente (9). Se apoyan en los anteriores (p. ej. sin ordenamiento es difícil crear cultura, y sin financiamiento no hay prevención), pero influyen en niveles superiores.
- » Nivel 3: Infraestructura crítica (3). Depende de las bases previas (ordenamiento y financiamiento) y a su vez sustenta los siguientes niveles.
- » Nivel 4: Capacidades institucionales (6). Conecta la mitigación con la respuesta (preparación y respuesta), influyendo en coordinación y movilización.
- » Nivel 5: Coordinación interinstitucional (7). Se apoya en la institucionalidad para optimizar la Respuesta.

- » Nivel 6: Movilización comunitaria y de OSC (8). Refuerza la respuesta social, en colaboración con la coordinación oficial.
- » Nivel 7 (tope): Recuperación y reconstrucción (10). Es el objetivo final, dependiente de todos los anteriores para una recuperación efectiva y sostenible.

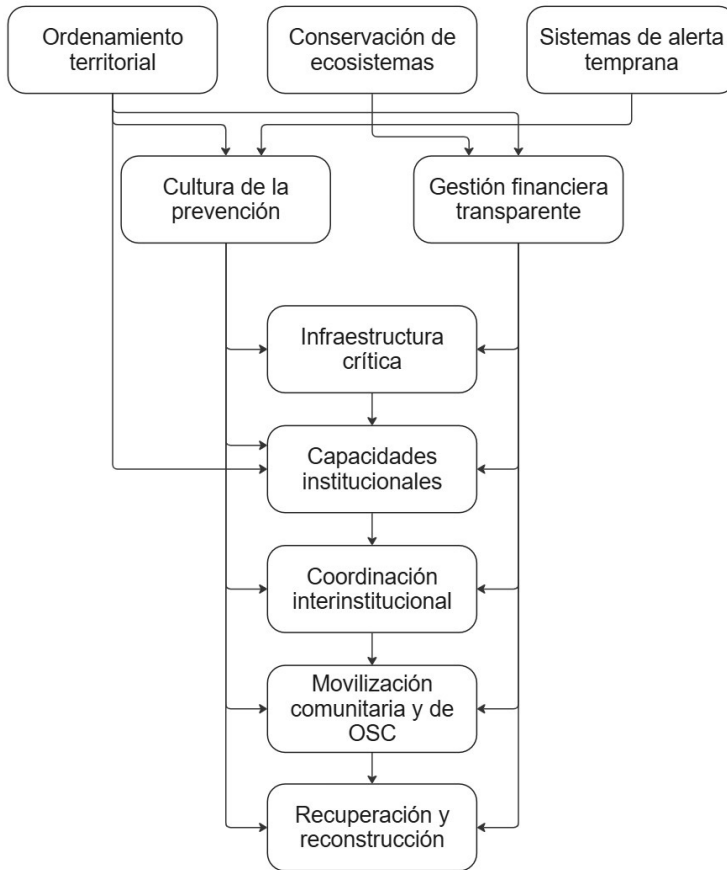


Figura 1. Matriz de alcanzabilidad
Fuente: Autores, 2026, en base en la SSIM.

A continuación, se elabora un dígrafo basado en la relación en la matriz de alcanzabilidad y eliminar los enlaces transitivos (Figura 2).

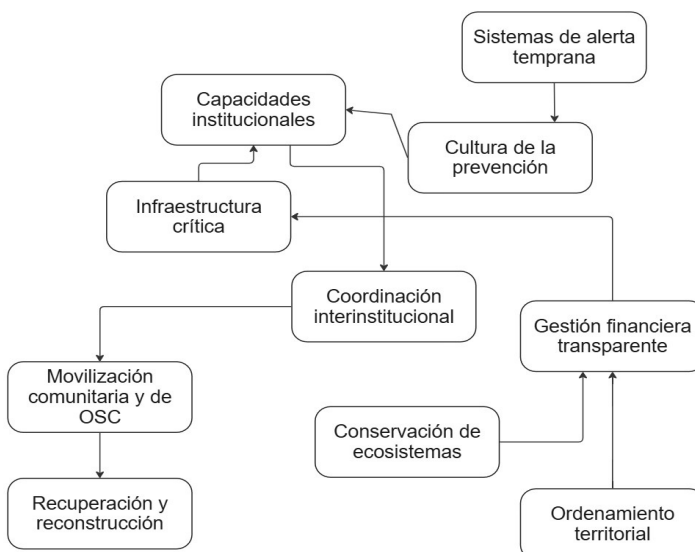


Figura 2. Dígrafo basado en la relación en la matriz de alcanzabilidad eliminando los enlaces transitivos
Fuente: Autores, 2026, en base en la matriz de alcanzabilidad.

Por último, se convierte el dígrafo resultante en un modelo basado en ISM sustituyendo los nodos de los elementos por las declaraciones (Tabla 4) y se realiza el Modelo ISM con declaraciones completas en cada nodo (Figura 3).

Nodo corto	Declaración (frase descriptiva)
Ordenamiento territorial	Controlar el crecimiento urbano en zonas de riesgo mediante políticas de ordenamiento territorial.
Conservación de ecosistemas	Proteger y restaurar ecosistemas naturales (manglares, bosques) como barreras naturales ante desastres.
Infraestructura crítica	Mantener y reforzar obras hidráulicas, drenajes y redes energéticas para reducir daños ante fenómenos extremos.
Sistemas de alerta temprana	Mejorar la predicción meteorológica y emitir alertas oportunas y confiables a la población.
Cultura de prevención	Promover educación y comunicación de riesgos para fortalecer la preparación social ante desastres.
Capacidades institucionales	Fortalecer las capacidades de Protección Civil y gobiernos locales para la preparación y respuesta eficaz.
Coordinación interinstitucional	Asegurar la coordinación efectiva entre autoridades locales, estatales, federales y organismos de ayuda.
Movilización comunitaria y de OSC	Impulsar la organización comunitaria y la participación de organizaciones civiles en la gestión del desastre.
Gestión financiera transparente	Establecer mecanismos claros y eficientes de financiamiento para la emergencia y la reconstrucción.
Recuperación y reconstrucción	Planificar e implementar procesos de recuperación equitativos, sostenibles y centrados en las comunidades.

Tabla 4. Declaraciones cortas de nodos

Fuente: Autores, 2026.

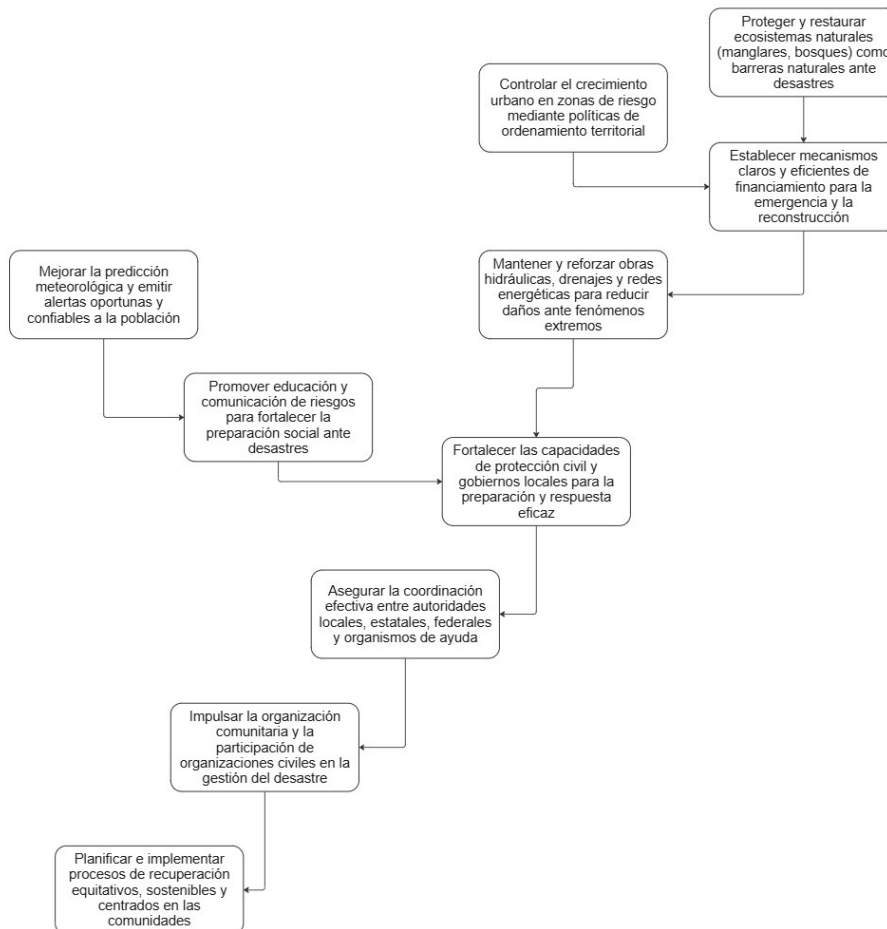


Figura 3. Dígrafo basado en la relación en la matriz de alcanzabilidad eliminando los nodos por declaraciones

Fuente: Autores, 2026.

Análisis MICMAC (Matriz de Impacto Cruzado Multiplicativo Aplicado a una Clasificación)

El método MICMAC es una herramienta de análisis estructural desarrollada por Michel Godet para evaluar la influencia cruzada de un conjunto de variables dentro de un sistema complejo. El objetivo es clasificar estas variables según dos dimensiones fundamentales, (Godet, 2007).

Poder de impulso: número de elementos que una variable influye directamente o a través de cadenas indirectas.

Dependencia: número de elementos que influyen en esa variable, directa o indirectamente. Sus fases metodológicas son:

1. Selección de variables clave (las 10 variables elegidas en el ISM)
2. Construcción de Matriz de Auto-Impacto Estructural (SSIM).
3. Cálculo de la Matriz de Alcanzabilidad.
4. Determinación del poder de impulso y dependencia, el poder de impulso se refiere a cuantos elementos alcanza en forma horizontal y la dependencia se refiere a cuantos elementos la alcanzan en forma vertical, utilizando el algoritmo de Warshall.
5. Clasificación y representación gráfica, los valores de impulso y dependencia se grafican en un plano cartesiano para identificar 4 tipos de variables.
 - » Impulsoras
 - » Dependientes
 - » De enlace
 - » Autónomas

A partir de estas fases metodológicas el método MICMAC se aplicó a 10 factores clave identificados a partir del modelado ISM, todos vinculados con la gestión del riesgo por ciclones en Guerrero. En la Tabla 5, se muestran los principales resultados:

	Factor	Poder de Impulso	Dependencia	
	Controlar el crecimiento urbano en zonas de riesgo mediante políticas de ordenamiento territorial.	Controlar el crecimiento urbano en zonas de riesgo mediante políticas de ordenamiento territorial.	4	0
	Proteger y restaurar ecosistemas naturales (manglares, bosques) como barreras naturales ante desastres.	Proteger y restaurar ecosistemas naturales (manglares, bosques) como barreras naturales ante desastres.	2	0
	Mantener y reforzar obras hidráulicas, drenajes y redes energéticas para reducir daños ante fenómenos extremos.	Mantener y reforzar obras hidráulicas, drenajes y redes energéticas para reducir daños ante fenómenos extremos.	2	1
	Mejorar la predicción meteorológica y emitir alertas oportunas y confiables a la población.	Mejorar la predicción meteorológica y emitir alertas oportunas y confiables a la población.	5	0
	Promover educación y comunicación de riesgos para fortalecer la preparación social ante desastres.	Promover educación y comunicación de riesgos para fortalecer la preparación social ante desastres.	4	1
	Fortalecer las capacidades de Protección Civil y gobiernos locales para la preparación y respuesta eficaz.	Fortalecer las capacidades de Protección Civil y gobiernos locales para la preparación y respuesta eficaz.	3	4
	Asegurar la coordinación efectiva entre autoridades locales, estatales, federales y organismos de ayuda.	Asegurar la coordinación efectiva entre autoridades locales, estatales, federales y organismos de ayuda.	2	4
	Impulsar la organización comunitaria y la participación de organizaciones civiles en la gestión del desastre.	Impulsar la organización comunitaria y la participación de organizaciones civiles en la gestión del desastre.	1	4
	Establecer mecanismos claros y eficientes de financiamiento para la emergencia y la reconstrucción.	Establecer mecanismos claros y eficientes de financiamiento para la emergencia y la reconstrucción.	2	2
	Planificar e implementar procesos de recuperación equitativos, sostenibles y centrados en las comunidades.	Planificar e implementar procesos de recuperación equitativos, sostenibles y centrados en las comunidades.	0	9

Tabla 5. Resultados del análisis MICMAC

Fuente: Autores, 2026.

Después se realiza un diagrama para poder obtener el poder de impulso vs dependencia.

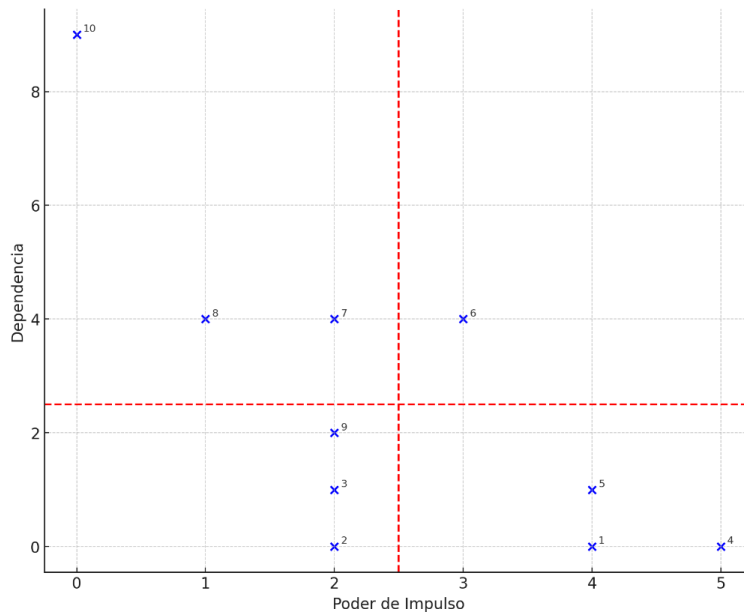


Figura 4. Diagrama MICMAC, Poder de impulso vs Dependencia
Fuente: Autores, 2026.

RESULTADOS

Una vez identificados los principales factores que intervienen en la gestión del riesgo ante desastres hidrometeorológicos en el estado de Guerrero y a partir de los casos de los ciclones Pauline (1997), Ingrid y Manuel (2013), y Otis (2023) se procedió a estructurar su relación mediante el Modelado Estructural Interpretativo (ISM) y posteriormente analizar su influencia sistémica mediante el Análisis MICMAC (Matriz de Impacto Cruzado Multiplicativo Aplicado a una Clasificación).

Resultados del ISM

El ISM permitió organizar jerárquicamente los factores según sus relaciones de influencia directa e indirecta. Se construyó una matriz estructural basada en 10 factores clave agrupados en cuatro campos: mitigación, preparación, respuesta y recuperación. Entre ellos, se incluyeron elementos como el ordenamiento territorial, la conservación de ecosistemas, la infraestructura crítica, los sistemas de alerta temprana, la cultura de prevención, las capacidades institucionales, la coordinación interinstitucional, la movilización comunitaria, la gestión financiera transparente y la planificación de la recuperación.

A través del cierre transitivo, se obtuvo la Matriz de Alcanzabilidad, que permitió determinar los niveles jerárquicos del sistema. En la base del modelo se ubicaron factores estructurales: Controlar el crecimiento urbano en zonas de riesgo mediante políticas de ordenamiento territorial; Proteger y restaurar ecosistemas naturales y Mejorar la predicción meteorológica y emitir alertas oportunas.

Estos factores actúan como impulsores fundamentales del sistema. En niveles intermedios se posicionaron variables relacionadas con la preparación y la respuesta, como la cultura de prevención, las capacidades institucionales y la coordinación interinstitucional. Finalmente, el nivel más alto del modelo correspondió a: "Planificar e implementar procesos de recuperación equitativos y sostenibles", la cual depende significativamente de los demás elementos del sistema.

Este modelo estructurado refleja que la recuperación efectiva solo es posible si se abordan adecuadamente las causas estructurales de la vulnerabilidad, especialmente aquellas relacionadas con la planificación territorial, la conservación ambiental y el fortalecimiento institucional.

Resultados del MICMAC

Posteriormente, se aplicó el Análisis MICMAC para cuantificar el poder de impulso (influencia sobre otros factores) y la dependencia (influencia recibida de otros) de cada variable. A partir de la matriz binaria derivada de la SSIM, se construyó la Matriz de Alcanzabilidad y se determinaron los valores de impulso y dependencia para cada factor.

Los resultados se representaron gráficamente en un diagrama de dispersión, que permitió clasificar las variables en cuatro categorías: 1) Factores impulsores (alta influencia, baja dependencia): destacan el ordenamiento territorial, la conservación de ecosistemas y los sistemas de alerta temprana, confirmando su rol estructural en el modelo ISM; 2) Factores de enlace (alta influencia y dependencia): como la cultura de prevención y las capacidades institucionales, que actúan como nodos críticos del sistema y requieren atención simultánea para evitar retroalimentaciones negativas; 3) Factores dependientes (baja influencia, alta dependencia): como la movilización comunitaria y la recuperación y reconstrucción, las cuales dependen de acciones previas y condiciones estructurales para su efectividad, y; 4) Factores autónomos (baja influencia, baja dependencia): no se identificaron en este caso, lo cual indica que todos los factores están interrelacionados y el sistema presenta una alta interdependencia funcional.

Finalmente, la combinación del ISM y MICMAC permitió identificar los elementos estructuralmente estratégicos que condicionan la resiliencia ante desastres en Guerrero. Tanto el modelo jerárquico como el análisis de influencia evidencian que los factores de mitigación y preparación deben abordarse con prioridad, ya que constituyen los pilares sobre los cuales se estructura la capacidad de respuesta y recuperación. En consecuencia, las políticas públicas, los instrumentos de planificación y los recursos financieros deben orientarse de forma proactiva a intervenir en los factores impulsores y de enlace, especialmente aquellos vinculados con la planificación territorial, la educación preventiva y el fortalecimiento institucional, para así modificar las condiciones estructurales que perpetúan la vulnerabilidad en el territorio.

CONCLUSIONES

El Modelado Estructural Interpretativo (ISM) y el Análisis MICMAC demostraron ser herramientas efectivas para desentrañar la complejidad de la gestión del riesgo de desastres en Guerrero, México. Estas metodologías complementarias identificaron los factores estructurales de vulnerabilidad y revelaron sus patrones de influencia y dependencia dentro del sistema, proporcionando una comprensión integral de las dinámicas que perpetúan el riesgo en el territorio.

De esta forma, los resultados reafirman que los factores asociados a la mitigación estructural, como el ordenamiento territorial, la conservación de ecosistemas protectores y la implementación de sistemas de alerta temprana confiables, constituyen los elementos impulsores clave para una gestión integral del riesgo. Su intervención temprana resulta fundamental para desencadenar efectos positivos en cadena sobre otros componentes del sistema. Asimismo, variables como la cultura de prevención y las capacidades institucionales fueron identificadas como factores de enlace, cuya doble condición de alta influencia y dependencia las convierte en nodos estratégicos que requieren intervenciones coordinadas y sostenidas.

El análisis también reveló que las acciones vinculadas a la movilización comunitaria, la coordinación interinstitucional y la recuperación post-desastre son altamente dependientes de condiciones estructurales previas. Esto refuerza la necesidad de una gestión prospectiva del riesgo, orientada a modificar las causas profundas de la vulnerabilidad, en lugar de centrarse únicamente en respuestas reactivas.

En conjunto, los hallazgos sugieren que una gobernanza efectiva del riesgo en contextos altamente vulnerables como Guerrero debe adoptar una lógica sistémica e intersectorial, donde se prioricen las acciones estructurales con alto poder de impulso, y se asegure la integración de múltiples actores para fortalecer la resiliencia territorial de forma sostenible.

REFERENCIAS

- Agarwal, A., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2007). Modeling agility of supply chain. *Industrial Marketing Management*, 36(4), 443-457.
- Alcántara-Ayala, I. (2019). Disasters in Mexico: Maps and notes around an unfinished story. *Investigaciones Geográficas*, (100), 1-17. <http://doi.org/10.14350/rig.60025>
- Aparicio, A. T. (2003). *El impacto del huracán Paulina en la política local de Acapulco*. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Aparicio, A. T., & Franco, A. V. (2018). Las tormentas Ingrid y Manuel en La Montaña de Guerrero, 2013: La atención de la emergencia. *Sociedad y Ambiente*, (16), 59-89.

- EM-DAT. (2024). *Disaster Year in Review 2023 (Report No. 74)*. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters.
- Escamilla, M. D. J. (2017). Panorama del Sistema Nacional de Protección Civil en México. *Revista de El Colegio de San Luis*, 7(14), 156-183.
- Godet, M. (2007). *Manuel de prospective stratégique*, Vol. 3. L'art et la méthode. Dunod.
- Magdalena, S.-M. (2023). *Riesgo percibido por desastres naturales y la fidelidad del turista hacia un destino*. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Matías Ramírez, L. G. (1998). Algunos efectos de la precipitación del huracán Paulina en Acapulco, Guerrero. *Investigaciones Geográficas*, (37), 7-19.
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNDRR. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. UNDRR.
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNDRR. (2022). *Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres 2022: Nuestro mundo en peligro: Transformar la gobernanza para un futuro resiliente*. UNDRR.
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNDRR. (2023). *La gobernanza débil como factor de riesgo de desastre*. UNDRR.
- Pedrozo-Acuña, A., Breña-Naranjo, J. A., & Domínguez-Mora, R. (2014). The hydrological setting of the 2013 floods in Mexico. *Weather*, 69(11), 295-302.
- Ravi, V., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2005). Productivity improvement of a computer hardware supply chain. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54(4), 239-255.
- Renn, O., Laubichler, M., Lucas, K., Kröger, W., Schanze, J., Scholz, R. W., & Schweizer, P. J. (2019). Systemic risks from different perspectives. *Risk Analysis*, 42(9), 1902-1920.
- Rumpa, N. P., Samad, M. A., & Islam, M. S. (2023). Disaster risk reduction in Bangladesh: A comparison of three major floods for assessing progress towards resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 97, 104047. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.104047>
- Schweizer, P. J. (2021). Systemic risks—concepts and challenges for risk governance. *Journal of Risk Research*, 24(1), 78-93.
- Singh, M. D., Shankar, R., Narain, R., & Agarwal, A. (2003). An interpretive structural modeling of knowledge management in engineering industries. *Journal of Advances in Management Research*, 1(1), 28-40.
- Warfield, J. N. (1974). Toward interpretation of complex structural models. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 4(5), 405-417.
- Wisner, B., & Alcántara-Ayala, I. (2023). Disaster risk reduction and climate change adaptation: A critical appraisal of their integration in Mexico. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 90, 103654.