



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

TENDENCIAS GLOBALES EN SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA Y GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA LITERATURA EN SCOPUS

**GLOBAL TRENDS IN EARLY WARNING SYSTEMS AND
DISASTER RISK MANAGEMENT: A BIBLIOMETRIC
ANALYSIS OF THE LITERATURE IN SCOPUS**

Jorge Luis Patiño Morales

Instituto Tecnológico de Acapulco, México

Juan José Bedolla Solano

Instituto Tecnológico de Acapulco, México

Manuel Orlando Lozano Ortiz

Instituto Tecnológico de Acapulco, México

Antonio Alfonso Rodríguez Rosales

Centro de Investigación Científica y Tecnológica de Guerrero, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5.26343

Tendencias Globales en Sistemas de Alerta Temprana y Gestión del Riesgo de Desastre: Un Análisis Bibliométrico de la Literatura en Scopus

Jorge Luis Patiño Morales¹jlpatino.2024@gmail.com<https://orcid.org/0009-0000-3179-8324>Instituto Tecnológico de Acapulco
México**Juan José Bedolla Solano**juan.bs@acapulco.tecnm.mx<http://orcid.org/0000-0001-6999-8823>Instituto Tecnológico de Acapulco
México**Manuel Orlando Lozano Ortiz**20255704@uagro.mx<https://orcid.org/0000-0002-9398-9107>Universidad Autónoma de Guerrero
México**Antonio Alfonso Rodríguez Rosales**antonio.rodriguez@icat.unam.mx<https://orcid.org/0000-0002-2889-075X>Centro de Investigación Científica y Tecnológica
de Guerrero A.C, Acapulco, Guerrero
México

RESUMEN

Este estudio presenta un análisis bibliométrico enfocado en la producción científica sobre los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y la Gestión del Riesgo de Desastre (GRD). El objetivo es mapear la evolución de la investigación, la colaboración institucional y las tendencias temáticas que definen el campo, dada la creciente necesidad global de fortalecer la resiliencia ante eventos extremos. Se utilizó la base de datos Scopus y la siguiente ecuación de búsqueda: ("early warning system" OR GIS) AND "risk management". Se recuperaron un total 174 publicaciones entre los años 1999-2025. Los datos fueron procesados y visualizados mediante el software VOSviewer para identificar patrones clave. La estructura conceptual de este análisis se basa en el marco aceptado de los cuatro componentes de los SAT: conocimiento del riesgo, monitoreo, comunicación de alerta y capacidad de respuesta. Los resultados revelan un crecimiento de la producción académica en la última década, con un notable enfoque en el componente de Monitoreo y Pronóstico. El análisis de co-palabras clave muestra una fuerte interconexión entre la vulnerabilidad, la resiliencia y el uso creciente de los GIS como herramienta metodológica predominante para la evaluación de amenazas y la planificación de la mitigación. En conclusión, este análisis proporciona un mapa estructurado del conocimiento global en la intersección de SAT y GRD, identificando las brechas geográficas y temáticas que requieren mayor atención para mejorar la eficacia de los sistemas de alerta y facilitar el avance hacia los objetivos de desarrollo sostenible.

Palabras clave: alerta temprana; bibliometría; gestión del riesgo; sistemas de información geográfica

¹ Autor principal.

Correspondencia: jlpatino.2024@gmail.com

Global Trends in Early Warning Systems and Disaster Risk Management: A Bibliometric Analysis of the Literature in Scopus

ABSTRACT

This study presents a bibliometric analysis focused on scientific production concerning Early Warning Systems (EWS) and Disaster Risk Management (DRM). The objective is to map the evolution of research, institutional collaboration, and the thematic trends that define the field, given the increasing global need to strengthen resilience against extreme events. The Scopus database was used with the following search equation: ("early warning system" OR GIS) AND "risk management". A total of 174 publications were retrieved spanning the years 1999–2025. The data were processed and visualized using VOSviewer software to identify key patterns. The conceptual structure of this analysis is based on the accepted four components framework of EWS: risk knowledge, monitoring, warning communication, and response capacity. The results reveal a growth in academic output over the last decade, with a notable focus on the Monitoring and Forecasting component. The co-keyword analysis shows a strong interconnection between vulnerability, resilience, and the increasing use of GIS as a predominant methodological tool for threat assessment and mitigation planning. In conclusion, this analysis provides a structured map of global knowledge at the intersection of EWS and DRM, identifying the geographical and thematic gaps that require greater attention to improve the effectiveness of warning systems and facilitate progress toward sustainable development goals.

Keywords: early warning; bibliometrics; risk management; geographic information systems.

*Artículo recibido 20 agosto 2026
Aceptado para publicación: 20 setiembre 2026*



INTRODUCCIÓN

La investigación científica sobre los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) ha adquirido una relevancia creciente ante el incremento de eventos hidrometeorológicos extremos y los efectos asociados al cambio climático. En las últimas décadas, se observó un fortalecimiento conceptual y metodológico en torno a la necesidad de anticipar, monitorear y comunicar oportunamente las amenazas, en consonancia con marcos internacionales como el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030, que destaca la importancia de desarrollar SAT multiamenaza y fortalecer capacidades institucionales y comunitarias (UNDRR, 2015). Desde esta perspectiva, la literatura científica ha evolucionado hacia un enfoque integral que combina tecnologías geoespaciales, análisis predictivos y procesos sociales de construcción del riesgo.

El marco teórico contemporáneo reconoce que el riesgo es una construcción social derivada de la interacción entre amenaza, vulnerabilidad y exposición (Lavell, 2000). Esto implica que los SAT no pueden entenderse únicamente como infraestructuras tecnológicas, sino como sistemas sociotécnicos que articulan conocimiento del territorio, monitoreo ambiental, comunicación eficaz y respuesta organizada. En consecuencia, la producción científica sobre SAT y GRD se ha diversificado, incorporando enfoques interdisciplinarios que integran ingeniería, ciencias de la tierra, ciencia de datos y estudios sociales del riesgo.

El estado del arte muestra una progresión metodológica clara. Entre 1999 y 2010, predominó la investigación centrada en inundaciones, control hidráulico y cartografía básica, sustentada en herramientas GIS tradicionales y modelos hidrológicos convencionales. Posteriormente, entre 2011 y 2018, la literatura comenzó a enfocarse en evaluación de la vulnerabilidad, resiliencia comunitaria y gestión de emergencias, ampliando la comprensión del riesgo desde una perspectiva territorial y socioambiental. A partir de 2019, emergieron con mayor fuerza conceptos vinculados con machine learning, inteligencia artificial, Internet de las Cosas (IoT) y plataformas digitales de monitoreo en tiempo real, lo cual refleja una transición hacia sistemas de alerta inteligentes, capaces de integrar grandes volúmenes de datos ambientales, climáticos y sociales.

Este cambio paradigmático también ha sido impulsado por la expansión del análisis bibliométrico como herramienta para mapear la evolución de campos científicos. Estudios previos han utilizado técnicas de

co-ocurrencia, co-citación y mapeo de redes para comprender cómo se estructuran y transforman dominios de conocimiento relacionados con la gestión del riesgo, la teledetección, la hidrometeorología y la planificación territorial (Donthu et al., 2021). Sin embargo, existe una limitada cantidad de investigaciones que integren de manera sistemática la literatura global sobre SAT y GRD para identificar tendencias temáticas, núcleos conceptuales y transiciones tecnológicas.

La pertinencia de este estudio radica en la necesidad de contar con un análisis actualizado que permita comprender cómo la comunidad científica ha abordado los sistemas de alerta temprana durante más de dos décadas, así como los enfoques que han guiado el desarrollo de herramientas y metodologías para la reducción del riesgo de desastres (Basher, 2006). Un análisis bibliométrico aporta elementos para identificar vacíos de investigación, áreas emergentes, líneas dominantes y relaciones interdisciplinarias, lo cual es fundamental para orientar futuras investigaciones y el diseño de políticas públicas basadas en evidencia (Aria & Cuccurullo, 2017). Además, este tipo de análisis permite mapear la evolución conceptual de campos altamente dinámicos como la gestión del riesgo, donde convergen tecnologías digitales, ciencias de la Tierra y estudios socioambientales (Ramón-Valencia et al., 2019).

En este contexto, se plantea la siguiente hipótesis: la literatura científica sobre SAT y GRD ha evolucionado hacia un modelo interdisciplinario caracterizado por la integración de tecnologías digitales, análisis espacial avanzado y enfoques socioambientales, convergiendo en sistemas de alerta multiamenaza y orientados a la resiliencia (Moral-Munoz et al., 2020). De manera coherente, el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis bibliométrico de la producción científica indexada en Scopus entre 1999 y 2025, utilizando técnicas de co-ocurrencia mediante el software VOSviewer, con el fin de identificar tendencias globales, clusters temáticos, patrones de evolución conceptual y líneas emergentes de investigación (McAllister et al., 2022).

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló mediante un enfoque bibliométrico orientado a analizar la producción científica global relacionada con los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD). Se emplearon métodos de mapeo científico y análisis de co-ocurrencia con la finalidad de identificar la estructura conceptual, las tendencias temáticas y la evolución del campo durante el periodo comprendido entre 1999 y 2025, integrando los principios metodológicos expuestos

por Zupic & Čater (2015) e investigaciones bibliométricas globales en preparación ante desastres como la de Aktas Potur et al. (2025). Los análisis bibliométricos se sustentaron en modelos teóricos y metodológicos ampliamente aceptados en estudios de vigilancia científica y evaluación del conocimiento, apoyándose en herramientas de mapeo cuantitativo desarrolladas por Abeysinghe & Leppold (2023).

La construcción de la ecuación de búsqueda se realizó mediante un proceso progresivo de depuración conceptual, partiendo de un conjunto amplio de términos relacionados con los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) y las amenazas hidrometeorológicas. En una primera fase, considerando la caracterización de tendencias bibliométricas en riesgos de inundación trazada por Calvo-Solano & Quesada-Román (2024), se diseñó una ecuación extensa que integró sinónimos, variaciones terminológicas y conceptos emergentes asociados a tecnologías de monitoreo, análisis espacial y ciencia de datos. Esta versión amplia incluyó términos como early warning system, multi-hazard early warning system, hydrometeorological, flood, storm, GIS, remote sensing, IoT y machine learning, con el fin de capturar la mayor diversidad temática presente en la literatura, tal como sustentan Mahenge & Mkwela (2026) en la delimitación de palabras clave para la gestión del riesgo comunitario. La estructura inicial combinó operadores booleanos OR para agrupar sinónimos y variantes conceptuales, y operadores AND para relacionar los tres componentes centrales del estudio: sistemas de alerta, amenazas hidrometeorológicas y gestión del riesgo.

No obstante, durante las pruebas preliminares se observó que la ecuación extensa recuperaba un volumen elevado de documentos que, si bien eran pertinentes desde una perspectiva tecnológica o ambiental, no se relacionaban directamente con la gestión operativa del riesgo o con el funcionamiento específico de los sistemas de alerta temprana. Por ello, en una segunda fase se procedió a una refinación de los términos con el fin de obtener una versión más focalizada de la ecuación. Esta versión acotada conservó únicamente los conceptos con mayor relevancia directa en el campo, tales como "flood early warning system" OR "hydrometeorological early warning" OR "flood" OR "rainfall" OR "storm" OR "flash flood" OR "watershed" OR "hydrological modeling" AND ("risk assessment" OR "hazard assessment" OR "vulnerability" OR "exposure" OR "resilience") AND NOT (covid OR pandemic OR "financial risk").

Asimismo, se incorporó un módulo de exclusión mediante el operador AND NOT para evitar la recuperación de artículos ajenos al ámbito del riesgo hidrometeorológico, como aquellos enfocados en riesgos financieros o epidemiológicos.

El resultado final fue una ecuación más precisa y eficiente, capaz de recuperar literatura específicamente vinculada con los riesgos hidrometeorológicos y los sistemas de alerta temprana, asegurando pertinencia temática y reduciendo la presencia de ruido en la base de datos. Este proceso incremental permitió garantizar que la búsqueda estuviera alineada con los objetivos del estudio, optimizando la calidad de los registros extraídos para el análisis bibliométrico posterior.

La búsqueda arrojó un total de 179 publicaciones, cuyos metadatos se exportaron en formato CSV. El archivo contenía información sobre autores, afiliaciones, título, resumen, palabras clave, revista, año de publicación y DOI. Posteriormente, se realizó un proceso de depuración y normalización de los datos, que incluyó: corrección de inconsistencias en nombres de autores, homogenización de términos equivalentes en palabras clave (por ejemplo, “GIS” y “geographic information system”), eliminación de registros duplicados y estandarización tipográfica.

Para el análisis de co-ocurrencia de palabras clave se utilizó el software VOSviewer versión 1.6.20 . Se seleccionó la opción Create a map based on bibliographic data, y se definieron las “author keywords” como unidad de análisis. Se empleó el método de conteo completo (full counting) y se estableció un umbral mínimo de cinco ocurrencias por término, lo que permitió reducir el ruido y concentrarse en los conceptos más representativos del campo. El algoritmo de VOSviewer generó una red compuesta por nodos (palabras clave) y enlaces (co-ocurrencias), organizados mediante el método de agrupamiento VOS clustering, que identifica relaciones temáticas basadas en similitud.

Asimismo, se generaron tres visualizaciones principales: mapa de red (network visualization) para observar la estructura de clusters temáticos; visualización de densidad para identificar los términos más influyentes; y mapa superpuesto (overlay visualization) para analizar la evolución temporal de los conceptos. Cada visualización fue exportada en formato PNG para su incorporación en el manuscrito como figuras.

Para el análisis cualitativo, se siguieron los lineamientos para estudios bibliométricos descritos por y , lo que permitió interpretar los clusters, tendencias emergentes y la evolución conceptual del campo.

El procesamiento y análisis de los datos se realizaron en un entorno controlado y replicable, documentando cada paso metodológico para asegurar transparencia. No se requirió aprobación ética debido a que el estudio se basó en datos secundarios de acceso público y no involucró investigación con seres humanos ni animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis bibliométrico permitió identificar patrones significativos en la estructura conceptual, evolución temporal y organización temática de la literatura relacionada con los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) en el periodo 1999–2025. A partir de los 179 artículos procesados mediante VOSviewer, se generó un mapa de co-ocurrencia de palabras clave que reveló la existencia de cuatro clusters principales, los cuales estructuran el campo científico analizado. Esta organización temática no sólo muestra la consolidación de un cuerpo de conocimiento interdisciplinario, sino también la manera en que los enfoques teóricos y metodológicos han evolucionado durante más de dos décadas.

El primer hallazgo relevante es la clara transición conceptual a lo largo del tiempo. La investigación temprana (1999–2010) se caracterizó por un enfoque predominantemente técnico-hidrológico, centrado en inundaciones, modelación de cuencas, mapeo básico y análisis hidráulicos. Sin embargo, entre 2011 y 2018 se evidenció una apertura hacia perspectivas más amplias, incorporando evaluaciones de vulnerabilidad, preparación ante emergencias y elementos de gestión institucional. Esta evolución coincide con cambios globales en los marcos de política internacional, como la adopción del Marco de Acción de Sendai en 2015, que enfatizó la reducción del riesgo basada en sistemas multiamenaza y enfoques centrados en las personas. A partir de 2019, las tendencias emergentes identificadas en el análisis bibliométrico reflejan un giro hacia la integración tecnológica avanzada, destacando términos como machine learning, IoT, remote sensing, big data, multi-hazard early warning system y resilience planning. Esta convergencia entre tecnologías digitales y gestión del riesgo indica un avance hacia sistemas de alerta temprana más inteligentes, interconectados y predictivos, capaces de procesar grandes volúmenes de información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones. En este sentido, tal como destacan Schmidt et al. (2020), la evolución de los sensores inteligentes e infraestructuras big data resulta clave para superar las limitaciones de los monitoreos hidrometeorológicos tradicionales.

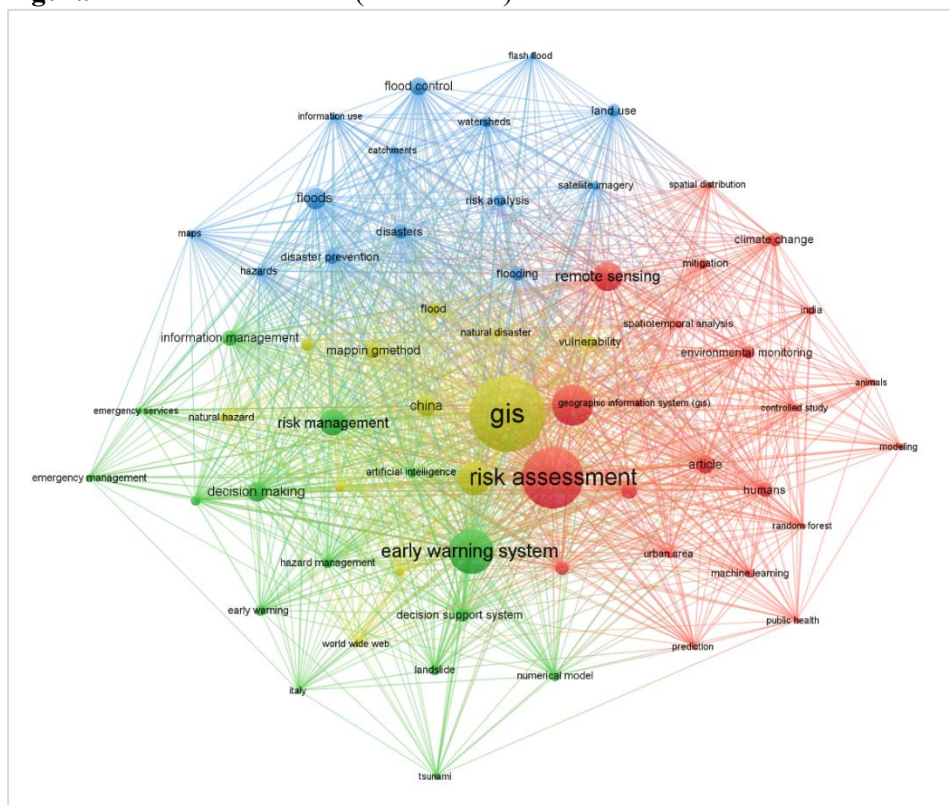
Asimismo, aumenta la relación entre risk assessment y climate change, lo que responde a la creciente preocupación científica por los efectos del cambio climático en la frecuencia e intensidad de los eventos hidrometeorológicos extremos. Otro aporte importante del análisis es la visibilización del papel de las dimensiones sociales en los sistemas de alerta temprana. Aunque la literatura técnica sigue siendo predominante, los clusters también muestran una creciente incorporación de conceptos como community resilience, participation y local knowledge, lo cual subraya que los SAT más efectivos son aquellos que integran capacidades sociales y fortalecen la memoria del riesgo en las comunidades. Tal como lo argumentan Sufri et al. (2020), la efectividad del monitoreo de amenazas depende sustancialmente de la inclusión del conocimiento local y de la participación comunitaria activa. Esta dimensión, tradicionalmente relegada frente a los componentes tecnológicos, emerge como un elemento indispensable para garantizar la efectividad y sostenibilidad de los sistemas de alerta.

En conjunto, los resultados sugieren que la producción científica sobre SAT y GRD se encuentra en un proceso de maduración hacia la interdisciplinariedad, articulando conocimiento hidrometeorológico, análisis espacial, ciencias sociales y tecnologías de la información. Los cuatro clusters identificados muestran una estructura temática coherente, donde convergen enfoques técnicos, ambientales y sociales. Asimismo, las tendencias emergentes evidencian que el campo avanza hacia modelos de gestión del riesgo centrados en la resiliencia, la predicción temprana y la participación comunitaria, lo cual coincide con las prioridades internacionales en materia de reducción del riesgo de desastres.

Estructura general de la red

La red generada estuvo conformada por nodos (palabras clave) y enlaces que representan relaciones de co-ocurrencia. Los términos con mayor frecuencia y fortaleza de enlace (total link strength) fueron GIS, risk assessment, early warning system, remote sensing, climate change y floods, los cuales actuaron como ejes articuladores del dominio científico. La proximidad entre nodos permitió evidenciar un campo interdisciplinario donde convergen enfoques tecnológicos, hidrometeorológicos y de gestión institucional del riesgo.

Figura Red de Co-ocurrencia(VOSviewer)



La visualización de red mostró alta densidad en la zona central del mapa, indicando una fuerte interconexión entre conceptos clave. Este comportamiento sugiere la existencia de una comunidad científica consolidada, con líneas de investigación estrechamente vinculadas y colaboraciones frecuentes entre disciplinas.

Clusters temáticos

El software VOSviewer agrupó las palabras clave en cuatro clusters, cada uno con enfoques conceptuales bien definidos:

- Cluster 1 – Evaluación del riesgo y monitoreo ambiental (rojo): Este cluster (el más numeroso) abarcó estudios dedicados a la cuantificación del riesgo, el análisis de vulnerabilidad y el uso de teledetección para monitorear variables ambientales. La presencia de términos como *remote sensing*, *climate change*, *landslide susceptibility* y *vulnerability assessment* reflejó un énfasis en la modelación espacial y la predicción de amenazas.
- Cluster 2 – Sistemas de alerta temprana y gestión de emergencias (verde): Incluyó términos como *early warning system*, *decision making*, *emergency management*, *disaster preparedness* y *hazard management*. Su estructura indicó una creciente preocupación por los procesos operativos y la

efectividad institucional de los SAT. Los trabajos de este cluster se enfocaron en la detección temprana, la emisión de alertas y la optimización de protocolos de respuesta, resaltando la necesidad de articular ciencia, tecnología y gobernanza.

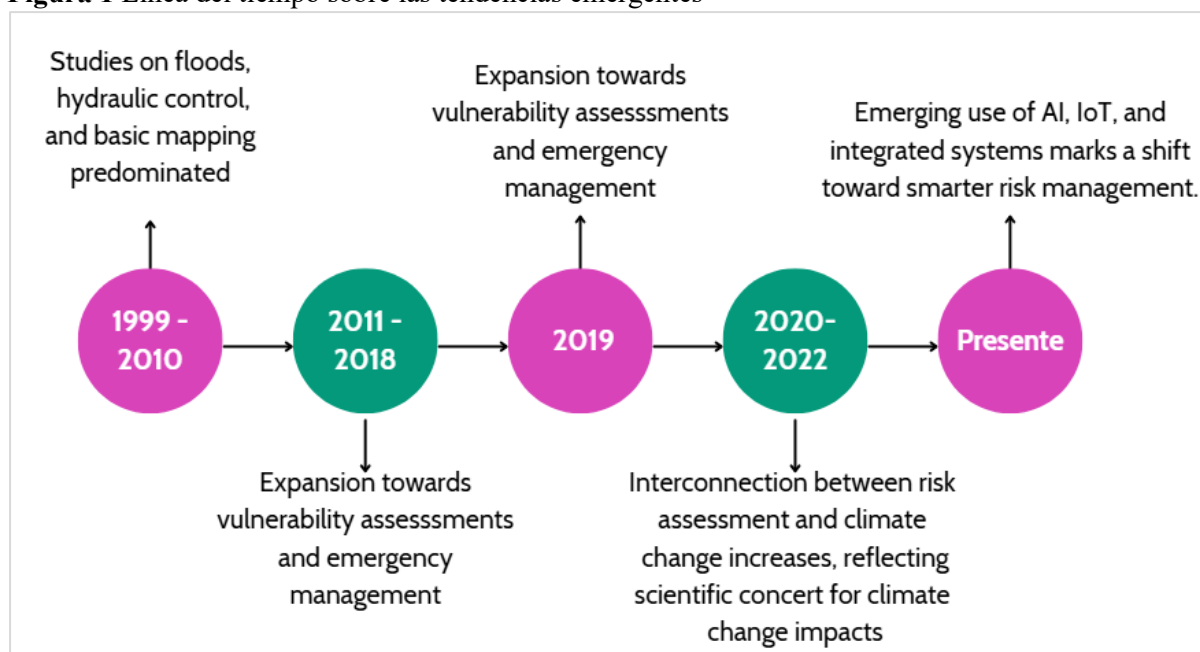
- Cluster 3 – Integración de GIS y gestión del riesgo (amarillo): Este cluster mostró la relevancia transversal de los Sistemas de Información Geográfica, con nodos como GIS, mapping method, risk management, spatial analysis y decision support system. Las investigaciones reflejaron la consolidación del GIS como plataforma base para el mapeo del riesgo, el análisis multicriterio y la creación de sistemas interactivos de monitoreo. Este cluster funcionó como “bisagra” entre los enfoques tecnológicos y los territoriales.
- Cluster 4 – Hidrometeorología y control de inundaciones (azul): Se orientó hacia estudios de hidrología, cuencas y eventos extremos, con palabras como *floods*, *watershed management*, *land use* y *rainfall*. La presencia destacada de este cluster evidenció que las **inundaciones** continúan siendo la amenaza más investigada globalmente en relación con los SAT.

Evolución temporal de las tendencias

El análisis superpuesto (overlay visualization) permitió identificar transiciones claras en la evolución conceptual del campo:

- 1999–2010: Predominio hidrológico y modelado tradicional: Los estudios se centraron en inundaciones, diseño de obras hidráulicas y cartografía básica.
- 2011–2018: Avance conceptual hacia vulnerabilidad y resiliencia :Se introdujeron conceptos clave como vulnerability, preparedness, resilience y community-based management, reflejando una integración entre ciencias sociales y ciencias de la Tierra.
- 2019–2025: Consolidación de sistemas inteligentes e integración tecnológica: El campo experimentó un desplazamiento hacia enfoques basados en IA, IoT, Big Data, plataformas multiamenaza, modelos de predicción climática y toma de decisiones automatizada.

Figura 1 Línea del tiempo sobre las tendencias emergentes



Asimismo, se observó un aumento progresivo de la relación entre risk assessment y climate change, lo cual indica un creciente interés científico por los efectos del cambio climático en la intensificación de riesgos hidrometeorológicos.

CONCLUSIONES

El análisis bibliométrico realizado permitió comprender de manera integral la evolución, estructura temática y dinámicas conceptuales de la investigación internacional sobre Sistemas de Alerta Temprana (SAT) y Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) entre 1999 y 2025. A partir del procesamiento de 179 publicaciones indexadas en Scopus y de la generación de mapas de co-ocurrencia mediante VOSviewer, se identificó un campo científico altamente interdisciplinario, en el cual convergieron enfoques provenientes de la ingeniería, las ciencias ambientales, las ciencias sociales y la ciencia de datos. Esta interdisciplinariedad evidenció que la gestión del riesgo contemporánea depende de la integración de conocimientos tecnológicos, territoriales y sociales, superando visiones sectoriales o fragmentadas.

Los resultados confirmaron la presencia de cuatro clusters temáticos consolidados: evaluación del riesgo y monitoreo ambiental; sistemas de alerta y gestión de emergencias; integración de GIS y análisis espacial; e hidrometeorología y control de inundaciones. Estos núcleos representaron las líneas de investigación más robustas del campo, articulando desde herramientas de teledetección y modelación

hidrológica hasta procesos de toma de decisiones y estrategias de respuesta institucional. La identificación clara de dichos clusters permitió demostrar la existencia de una estructura cognitiva estable en la literatura, con relaciones conceptuales recurrentes y patrones de colaboración consistentes. Asimismo, el análisis temporal reveló una transición significativa en la producción científica. Durante los primeros años del periodo analizado se observó un predominio de estudios centrados en inundaciones, obras hidráulicas y cartografía básica. Posteriormente, entre 2011 y 2018, la literatura se orientó hacia la vulnerabilidad, la resiliencia y la gestión de emergencias, integrando cada vez más enfoques sociales en la comprensión del riesgo. Finalmente, a partir de 2019 se produjo un cambio notable hacia tecnologías emergentes, destacando la incorporación de inteligencia artificial, aprendizaje automático, Internet de las Cosas (IoT), Big Data y plataformas digitales para sistemas de alerta temprana multiamenaza. Esta evolución reflejó tanto avances tecnológicos como la necesidad de mejorar la capacidad predictiva y adaptativa ante fenómenos intensificados por el cambio climático. Los hallazgos mostraron también que el cambio climático se consolidó como un eje transversal en la investigación sobre SAT y GRD, debido a su impacto directo en la frecuencia e intensidad de eventos extremos. La creciente vinculación entre climate change y risk assessment evidenció un interés científico por incorporar enfoques prospectivos y análisis basados en escenarios cambiantes, adecuados a la complejidad de los riesgos actuales. En este sentido, la literatura reciente ha resaltado la importancia de fortalecer los sistemas multiamenaza y de adoptar metodologías anticipatorias capaces de integrar datos heterogéneos en tiempo real.

De manera complementaria, los resultados subrayaron la relevancia creciente de la participación comunitaria, la memoria local del riesgo y la gobernanza territorial como componentes fundamentales para la efectividad de los sistemas de alerta temprana. La combinación de tecnologías avanzadas con procesos sociales de gestión del riesgo representa un cambio paradigmático hacia sistemas más inclusivos, contextualmente adaptados y orientados a fortalecer la resiliencia comunitaria.

En conjunto, el estudio permitió concluir que la investigación sobre SAT y GRD ha evolucionado hacia un modelo integral, inteligente y multidimensional, donde convergen tecnologías geoespaciales, algoritmos predictivos, análisis hidrometeorológico y participación social. Este análisis bibliométrico proporciona una base sólida para comprender la organización conceptual del campo, identificar

tendencias emergentes y sentar las bases para el desarrollo de futuras investigaciones orientadas al fortalecimiento de sistemas de alerta temprana más eficientes, interoperables y sensibles a las particularidades territoriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abeysinghe, S., & Leppold, C. (2023). Ethical research practice in health and disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 92, 103728. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103728>
- Aktas Potur, E., Aktas, A., & Kabak, M. (2025). A Bibliometric Analysis of Multi-Criteria Decision-Making Techniques in Disaster Management and Transportation in Emergencies: Towards Sustainable Solutions. *Sustainability*, 17(6), 2644. <https://doi.org/10.3390/su17062644>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Basher, R. (2006). Global early warning systems for natural hazards: Systematic and people-centred. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 364, 2167–2182. <https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1819>
- Calvo-Solano, O., & Quesada-Román, A. (2024). Worldwide Research Trends and Networks on Flood Early Warning Systems. *GeoHazards*, 5(3), 582–595. <https://doi.org/10.3390/geohazards5030030>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Lavell, A. (2000). *Desastres y desarrollo: Hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre: el caso del huracán Mitch en Centroamérica*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Desastres-y-desarrollo%3A-hacia-un-entendimiento-de-Lavell/d54c8e963b5f28d5aa5a9b2471f4325d42ee692b>
- Mahenge, F. Y., & Mkwela, H. S. (2026). Bibliometric analysis of community based disaster risk management research: Trends, intellectual structure, and global collaboration patterns (2005 to 2025). *African Journal of Social Issues*, 9(1), 382–405. <https://doi.org/10.4314/ajosi.v9i1.22>



- McAllister, J. T., Lennertz, L., & Atencio Mojica, Z. (2022). Mapping A Discipline: A Guide to Using VOSviewer for Bibliometric and Visual Analysis. *Science & Technology Libraries*, 41(3), 319–348. <https://doi.org/10.1080/0194262X.2021.1991547>
- Moral-Munoz, J., Herrera-Viedma, E., Espejo, A., & Cobo, M. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *El Profesional de la Información*, 29. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03>
- Ramón-Valencia, J. A., Palacios-González, J. R., Santos-Granados, G. R., & Ramón-Valencia, J. D. (2019). Early warning system on extreme weather events for disaster risk reduction. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (92), 96–104. <https://www.redalyc.org/journal/430/43060759009/>
- Schmidt, A., Dabas, M., & Sarris, A. (2020). Dreaming of Perfect Data: Characterizing Noise in Archaeo-Geophysical Measurements. *Geosciences*, 10(10), 382. <https://doi.org/10.3390/geosciences10100382>
- Sufri, S., Dwirahmadi, F., Phung, D., & Rutherford, S. (2020). A systematic review of Community Engagement (CE) in Disaster Early Warning Systems (EWSs). *Progress in Disaster Science*, 5, 100058. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100058>
- UNDRR. (2015, junio 29). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 | UNDRR. <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

