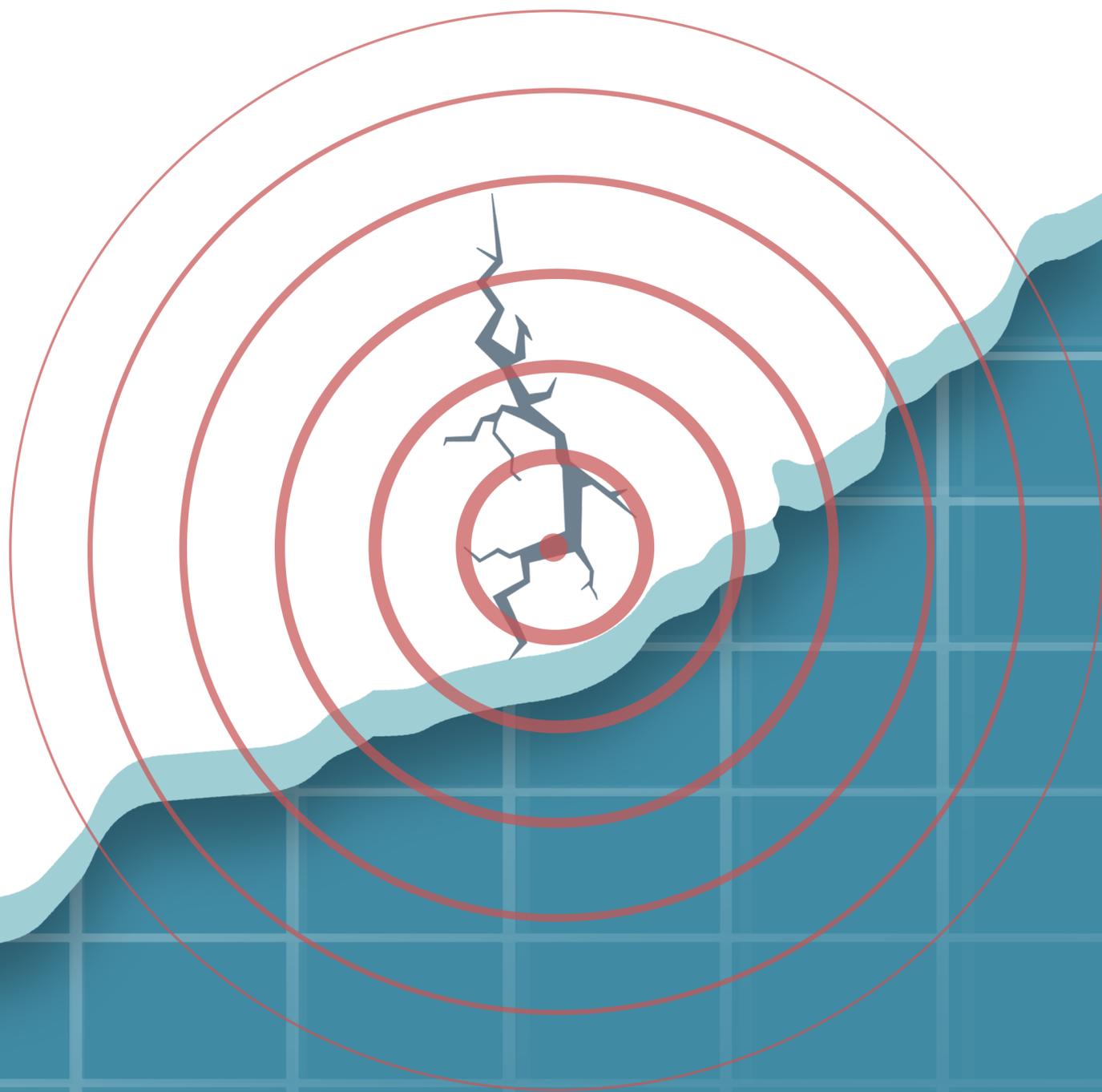


LA PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES:

Una mirada desde la vulnerabilidad sísmica en
Lima Metropolitana



*Leonardo Saravia Parra
Fabrizio Del Carpio Delgado
Alberto Cristobal Flores Quispe
Juan Daniel Tejeira Berrios
Orlando Tito Llanos Gonzales*


GS4
EDITORA

LA PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES: UNA MIRADA DESDE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LIMA METROPOLITANA

LEONARDO SARAVIA PARRA

Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba

<https://orcid.org/0009-0001-3367-1121>

FABRIZIO DEL CARPIO DELGADO

Universidad Nacional de Moquegua

<https://orcid.org/0000-0002-6334-7867>

ALBERTO CRISTOBAL FLORES QUISPE

Universidad Nacional de Moquegua

<https://orcid.org/0000-0003-3859-5233>

JUAN DANIEL TEJEIRA BERRIOS

Universidad San Ignacio de Loyola

<https://orcid.org/0000-0002-9937-1164>

ORLANDO TITO LLANOS GONZALES

Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez

<https://orcid.org/0000-0003-4221-8692>

GS4
EDITORA

EXPERTISE EM PUBLICAÇÃO

©**Dos Organizadores, 2025**

Editoração: GS4 Editora

Capa: Leonardo Gauer (leonardorgauer@gmail.com)

Open access publication by GS4 Editora.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais

Esta obra é uma produção independente. A exatidão das informações, opiniões e conceitos emitidos, bem como da procedência das tabelas, quadros, mapas e fotografias é de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Nota: Muito zelo e técnica foram empregados neste livro. No entanto, podem ocorrer erros de digitação ou dúvida conceitual. Em qualquer das hipóteses, solicitamos a comunicação ao nosso Serviço de Atendimento ao Cliente, para podermos esclarecer ou encaminhar a questão.

Serviço de Atendimento ao Cliente

(49) 98847-8760

editorial@gs4editora.com

ISBN: 978-65-998418-8-0

DOI: 10.56041/9786599841880

Todos os direitos reservados.

DATOS INTERNACIONALES DE CATALOGACIÓN EN LA PUBLICACIÓN
(CIP)

P712 La planeación y desarrollo de la gestión del riesgo de desastres: una mirada desde la vulnerabilidad sísmica en Lima Metropolitana / Leonardo Saraiva Parra, Fabrizio Del Carpio Delgado, Alberto Cristobal Flores Quispe, Juan Daniel Tejeira Berrios, Orlando Tito Llanes Gonzales -- Concórdia, SC : GS4 Editora, 2025. 1 libro digital (3625kb) : il. color. ; PDF.

Requisitos del sistema: Adobe Acrobat Reader
Acceso: World Wide Web
ISBN 978-65-998418-8-0

1. Desastres - Peru - Prevención. 2. Gestión de riesgo. I. Saraiva Parra, Leonardo. II. Del Carpio Delgado, Fabrizio. III. Flores Quispe, Alberto Cristobal. IV. Tejera Berrios, Daniel. V. Llanes Gonzales, Orlando Tito. CDD 363.34980985
CDU 363.34(85)

Elaborada por: Amanda Moura de Sousa CRB-7/5992

Índices para el Catálogo Sistemático:

1. Desastres - Peru - Prevención 363.34980985
2. Desastres - Peru - Prevención 363.34(85)

**Este livro é o resultado de uma pesquisa científica em
atividades de ciência e tecnologia.**

**O trabalho foi revisado por pares acadêmicos externo antes
de ser publicado.**

Contenido

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| CAPÍTULO I | 11 |
| FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES | 11 |
| 1.1. <i>Definición de la gestión del riesgo de desastres</i> | 11 |
| 1.2. <i>Gestión del riesgo de desastres: marco normativo y políticas internacionales</i> | 13 |
| 1.3. <i>Principios de la gestión del riesgo de desastres</i> | 16 |
| 1.4. <i>Importancia de la prevención y reducción de riesgos en contextos sísmicos</i> | 17 |
| 1.5. <i>Relación entre desastres naturales y vulnerabilidad estructural y social</i> | 18 |
| CAPÍTULO II | 21 |
| VULNERABILIDAD SÍSMICA Y SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD | 22 |
| 2.1. <i>Vulnerabilidad sísmica: conceptualización</i> | 22 |
| 2.2. <i>Clasificación de la vulnerabilidad sísmica</i> | 23 |
| 2.2.1. <i>Vulnerabilidad estructural</i> | 23 |
| 2.2.2. <i>Vulnerabilidad social</i> | 25 |
| 2.2.3. <i>Vulnerabilidad funcional</i> | 26 |
| 2.2.4. <i>Vulnerabilidad ambiental</i> | 27 |
| 2.2.5. <i>Vulnerabilidad institucional</i> | 28 |
| 2.3. <i>Factores que incrementan la vulnerabilidad ante sismos</i> | 30 |
| 2.4. <i>Consecuencias económicas, sociales y ambientales de la vulnerabilidad sísmica</i> | 31 |
| 2.5. <i>Estrategias de reducción de vulnerabilidad en zonas de alta sismicidad</i> | 32 |
| CAPÍTULO III | 34 |
| ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LA GESTIÓN DEL RIESGO SÍSMICO | 34 |
| 3.1. <i>Políticas públicas y planificación urbana resiliente</i> | 34 |
| 3.2. <i>Educación y cultura de prevención en la sociedad</i> | 37 |
| 3.3. <i>Tecnologías y metodologías para la construcción segura</i> | 38 |
| 3.4. <i>El rol de la sociedad y la coordinación interinstitucional en la reducción del riesgo sísmico</i> | 40 |
| CAPÍTULO IV | 42 |
| PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESAS- TRES: LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LIMA METROPOLITANA | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1. Metodología..... | 48 |
| 4.2. Resultados y discusión | 48 |
| 4.3. Conclusiones..... | 58 |
| CAPÍTULO V..... | 60 |
| RELEVANCIA DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ANTE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA | 60 |
| 5.1. <i>Importancia de la gestión del riesgo de desastres en zonas sísmicas</i> | 60 |
| 5.2. <i>Estrategias clave en la gestión del riesgo de desastres</i> | 62 |
| 5.3. <i>Desafíos y oportunidades en la gestión del riesgo sísmico</i> | 63 |
| REFERENCIAS | 66 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabla 1. Discriminación de las anomalías extremas que propician desastres de origen natural.....</i> | <i>43</i> |
| <i>Tabla 2. Zonas señaladas técnicamente como de alta vulnerabilidad, peligrosidad y de riesgo</i> | <i>52</i> |

Tablas

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 1. Etapas de la gestión del riesgo de desastres.....</i> | <i>46</i> |
| <i>Figura 2. Secuencia general de las acciones y elementos relacionados con la GRD según SINAGERD</i> | <i>46</i> |
| <i>Figura 3. Fenómenos de peligrosidad significativa que se han generado en Perú en el siglo XXI.....</i> | <i>47</i> |
| <i>Figura 4. Impacto sísmico según el riesgo potencial para un terremoto de gran magnitud en Lima.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Figura 5. Esquema del escenario de riesgo sísmico de gran magnitud para la costa central.....</i> | <i>50</i> |
| <i>Figura 6. Asentamientos humanos ubicados en Lima.....</i> | <i>53</i> |

Figuras

RESUMEN

Ante las consecuencias fatales de eventos naturales peligrosos a lo largo de la historia de la humanidad, que han sobrepasado la capacidad de respuesta en países como Japón, se ha dado paso a la evaluación, diseño y seguimiento de modelos de gestión del riesgo de desastres. La presente investigación tuvo como objetivo general analizar la planificación y el desarrollo de la gestión del riesgo de desastres en el Perú, con un enfoque en la vulnerabilidad sísmica de Lima Metropolitana. Para ello, se realizó un estudio de caso sustentado en una revisión de literatura técnica y científica, así como en la verificación de los criterios sugeridos por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Como base de análisis, se tomaron el PLANAGERD 2014-2021, el PLANAGERD 2022-2030 y el informe de evaluación realizado por la Presidencia del Consejo de Ministros. Los resultados obtenidos mostraron que existen dos criterios que no han sido considerados en su totalidad. Sin embargo, la gestión del riesgo de desastres en la Municipalidad de Lima se está llevando a cabo con un nivel aceptable. En conclusión, es urgente una coordinación efectiva entre todos los actores involucrados para abordar las debilidades detectadas y, de esa manera, mitigar el riesgo ante un sismo de gran magnitud. Además, es fundamental reducir la preocupante vulnerabilidad de las diversas estructuras que albergan a casi 12 millones de personas en Lima Metropolitana.

Palabras clave: Planeación y desarrollo, gestión, riesgo del desastre, terremoto, vulnerabilidad

ABSTRACT

The fatal consequences of dangerous natural events throughout the history of mankind, which have exceeded the response capacity of countries such as Japan, have led to the evaluation, design and monitoring of disaster risk management models. The general objective of this research was to analyze the planning and development of disaster risk management in Peru, with a focus on the seismic vulnerability of Metropolitan Lima. For this purpose, a case study was carried out based on a review of technical and scientific literature, as well as on the verification of the criteria suggested by the United Nations Office for Disaster Risk Reduction. The PLANAGERD 2014-2021, the PLANAGERD 2022-2030 and the evaluation report carried out by the Presidency of the Council of Ministers were taken as the basis for analysis. The results obtained showed that there are two criteria that have not been fully considered. However, disaster risk management in the Municipality of Lima is being carried out at an acceptable level. In conclusion, there is an urgent need for effective coordination among all the actors involved to address the weaknesses detected and thus mitigate the risk in the event of a major earthquake. In addition, it is essential to reduce the worrying vulnerability of the various structures that house almost 12 million people in Metropolitan Lima.

Keywords: Planning and development, management, disaster risk, earthquake, vulnerability, vulnerability

INTRODUCCIÓN

Perú se sitúa en una zona de alta sismicidad, por eso la gestión del riesgo de desastres (GRD) contempla acciones preventivas y mitigantes ante la ocurrencia de catástrofes. La GRD cumple un rol esencial frente a la vulnerabilidad sísmica al abordar principios de prevención, mitigación, protección, participación y sostenibilidad. En este contexto, se acentúa también la planificación de estrategias relacionadas con el marco normativo de la nación, como se contempla en la Ley 29664. No obstante, en la región latinoamericana el diseño de políticas bajo el enfoque de prevención de riesgos es muy escasa, a pesar de la susceptibilidad existente debido a su ubicación geográfica.

En ese sentido, este libro contempla una descripción teórico-conceptual sobre la gestión del riesgo de desastres y la vulnerabilidad sísmica. Así, el primer capítulo presenta los fundamentos de la GRD, atendiendo a su definición, marco normativo, políticas internacionales y sus principios. El segundo capítulo expone sobre la vulnerabilidad sísmica y su impacto en la sociedad. Para ello, se aborda su conceptualización, su clasificación (estructural, social, funcional, ambiental e institucional). También se detallan los factores que incrementan la vulnerabilidad ante los sismos y las consecuencias de esta. Este capítulo culmina con las estrategias de reducción de vulnerabilidad en zonas de alta sismicidad.

El tercer capítulo detalla las estrategias de prevención y mitigación en la gestión del riesgo sísmico, además de describir la relevancia de las políticas públicas y la planificación resiliente. También se resalta la educación y cultura de prevención en la sociedad, y la aplicación de tecnologías y metodologías para la construcción segura de las edificaciones. El capítulo finaliza con la presentación del rol de la sociedad y la coordinación interinstitucional en la reducción del riesgo sísmico.

El cuarto capítulo expone la revisión realizada con respecto a la GRD y la vulnerabilidad sísmica en Lima Metropolitana. Para finalizar, el quinto capítulo detalla la importancia de la gestión del riesgo de desastres ante la vulnerabilidad sísmica, con énfasis en su importancia, estrategias, desafíos y oportunidades. Su propósito ha sido analizar la planeación y desarrollo de la gestión del riesgo de desastres en el Perú, con una mirada a la vulnerabilidad sísmica en Lima Metropolitana.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

La gestión del riesgo de desastres (GRD) es una estrategia global destinada a reducir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de respuesta ante sucesos desfavorables de origen natural o humano. Mediante el uso de técnicas de prevención, preparación, respuesta y recuperación pretende reducir los efectos negativos de las catástrofes en las infraestructuras, la vida humana y el medio ambiente. Para ello, la GRD se basa en políticas internacionales y en un marco normativo que establecen normas para la gestión integrada de riesgos a escala local, nacional e internacional. Estas recomendaciones pretenden garantizar la sostenibilidad de los esfuerzos, fomentar la cooperación internacional y aumentar la resiliencia de las comunidades (Vasquez y Delgado, 2021).

Para Coto-Cedeño et al. (2023), una gestión de riesgos eficaz, equitativa y adaptada al contexto está garantizada por los principios de prevención, protección, sostenibilidad y participación de la GRD, que sirven de marco para las decisiones y acciones a todos los niveles. Dada la naturaleza potencialmente devastadora de los terremotos, la mitigación y reducción del riesgo en las zonas sísmicas es, por tanto, de suma importancia. Entre las principales medidas para atenuar los efectos de estos sucesos y salvar vidas figuran la instalación de infraestructuras sismorresistentes, la educación pública y un diseño urbano adecuado.

Del mismo modo, Villaquirán y Polanco (2023) indican que la correlación entre la vulnerabilidad social y estructural y las catástrofes naturales influye en la magnitud de los daños. No todos los grupos demográficos experimentan las catástrofes de la misma manera, ya que la debilidad institucional, la pobreza, la desigualdad y la falta de acceso a infraestructuras seguras pueden aumentar la vulnerabilidad y dificultar la recuperación. Por esa razón, enfocar la GRD de forma holística implica tener en cuenta aspectos sociales y físicos, abogar por soluciones que cierren las brechas de vulnerabilidad y construir comunidades más resilientes. En esta situación, un componente clave del éxito de la gestión del riesgo de catástrofes es la aplicación de técnicas basadas en el conocimiento científico, la colaboración internacional y la participación de la comunidad.

1.1. Definición de la gestión del riesgo de desastres

De acuerdo con Vasquez y Delgado (2021), el proceso de identificar, evaluar y reducir los riesgos relacionados con las catástrofes naturales o de origen humano se conoce como gestión del riesgo de desastres (GRD). Su principal objetivo es que las comunidades sean menos vulnerables y estén mejor equipadas para hacer frente a futuras calamidades. Este método sugiere poner en marcha políticas, planes y medidas para controlar el riesgo antes, durante y después de un acontecimiento negativo. De este modo, la GRD fomenta la reducción del riesgo a través de la planificación territorial, la creación de infraestructuras resistentes y la educación pública en materia de preparación y prevención, además de hacer hincapié en la pronta reacción ante las emergencias.

Para Coto-Cedeño et al. (2023), la identificación y análisis del riesgo de catástrofes, que se basa en la interacción entre un peligro y la susceptibilidad de una comunidad o un entorno, es uno

de los principios básicos de la gestión del riesgo de catástrofes. Los peligros pueden ser de origen humano (como incendios provocados, contaminación ambiental o fallas en las infraestructuras) o natural (como terremotos, inundaciones o tormentas). Por el contrario, la vulnerabilidad describe los factores sociales, económicos y medioambientales que hacen que las personas y los bienes sean más susceptibles a las consecuencias de una catástrofe. En ese sentido, ciertos grupos de población son especialmente vulnerables a sufrir daños graves debido a factores como la pobreza, la expansión urbana y la falta de planificación del uso del suelo.

La gestión de riesgos incluye una serie de medidas estratégicas, desde la prevención hasta la recuperación. Con medidas como la creación de estructuras seguras, la reforestación de zonas propensas a los corrimientos de tierras y la implantación de sistemas de alerta temprana, la prevención y la reducción de riesgos pretenden disminuir la exposición y la vulnerabilidad. Otro elemento importante es la preparación, que incluye la educación de la población, la creación de planes de emergencia y la realización de simulacros para mejorar la capacidad de respuesta. Mientras que medidas de emergencia como las evacuaciones, la ayuda humanitaria y el restablecimiento de los servicios esenciales se llevan a cabo durante la fase de respuesta, las labores de rehabilitación y reconstrucción de las zonas afectadas se realizan durante la fase de recuperación, lo que garantiza una estrategia de desarrollo sostenible (Fontana y Conrero, 2023).

Asu vez, Macías (2022) sostiene que en la GRD deben participar activamente diversas entidades, como los Gobiernos, las organizaciones no gubernamentales, el sector comercial y la sociedad civil. Para garantizar comunidades más resilientes, son cruciales la cooperación interinstitucional y la incorporación de la gestión de riesgos a las políticas públicas. Al fomentar una cultura de prevención y respuesta eficaz ante los desastres, la educación y la concientización pública son cruciales para la reducción de riesgos. En vista de ello, es imperativo que los Estados inviertan en el desarrollo de la capacidad institucional y las estructuras financieras que permitan la aplicación exitosa y duradera de las iniciativas de reducción de riesgos.

La GRD tiene como objetivo disminuir la susceptibilidad y mejorar la capacidad de respuesta ante situaciones desfavorables. La evaluación del riesgo, que incluye la identificación de los peligros naturales o provocados por el hombre y la valoración de la susceptibilidad de las comunidades expuestas, es uno de los pasos iniciales de este proceso. Este análisis permite definir métodos de mitigación adecuados y establecer niveles de riesgo. En ese sentido, la toma de decisiones informada se ve facilitada por la estimación del riesgo, que se basa en la investigación científica, la modelización matemática y la recopilación de datos históricos sobre catástrofes pasadas. En este proceso también deben participar expertos en diversos campos, como la geología, la climatología y la planificación urbana, ya que ofrecen conocimientos cruciales para determinar las variables de riesgo en cada entorno único (Vasquez y Delgado, 2021).

Una vez identificado el riesgo, los dos pilares principales de la GRD son la reducción del riesgo y la prevención. Por medio de la planificación territorial, el cumplimiento de los códigos de construcción y el desarrollo de infraestructuras resistentes, estas medidas pretenden evitar que surjan nuevos riesgos y reducir los ya existentes. Entre las medidas importantes para prevenir catástrofes figuran la instalación de sistemas de drenaje adecuados, el traslado de la población fuera de los lugares de alto riesgo y la mejora de la gestión medioambiental. Para promover una cultura de la

prevención, también es crucial educar y concientizar a la población sobre los peligros y sus posibles repercusiones. Invertir en tecnología y sistemas de alerta temprana que permitan la detección precoz de peligros y la activación de protocolos de emergencia para aminorar el efecto de las catástrofes es otro requisito para la reducción de riesgos (Arauz et al., 2022).

De acuerdo con Trejo-Rangel et al. (2022), otro componente de la GRD es la preparación, que mejora la capacidad de las instituciones y comunidades para responder a circunstancias desfavorables. Esto implica la creación de planes de emergencia, la formación de los primeros intervinientes y el suministro de equipos suficientes para que puedan responder a las crisis. Entre las medidas que maximizan la respuesta a las emergencias figuran el establecimiento de refugios temporales, la designación de rutas de evacuación y la realización de simulacros rutinarios. Para garantizar una respuesta eficaz y bien organizada, la preparación también supone la coordinación interinstitucional entre los organismos gubernamentales, las fuerzas de seguridad, los organismos sanitarios y los organismos humanitarios. El éxito de la gestión de catástrofes requiere tanto la provisión de recursos financieros para la gestión de emergencias como una infraestructura de comunicaciones eficiente.

Para atenuar los efectos de las catástrofes y mejorar las condiciones de vida de las poblaciones afectadas, la respuesta, la rehabilitación y la reconstrucción son etapas cruciales de la gestión del riesgo de catástrofes. La ayuda humanitaria, la atención a las víctimas, el rescate de las personas atrapadas y el restablecimiento de los servicios esenciales, como la electricidad, el agua y la sanidad, son las principales prioridades de la reacción inicial. La rehabilitación, que incluye la reparación de infraestructuras vitales, la reactivación de la economía y el apoyo psicosocial a la población afectada, comienza tan pronto como la emergencia está bajo control. Por el contrario, la reconstrucción utiliza estrategias de desarrollo que incorporan normas de resiliencia y sostenibilidad en un esfuerzo por restablecer el tejido social y económico de forma sostenible. Por tanto, la reconstrucción debe dar prioridad no solo a reparar lo destruido, sino también a mejorar las circunstancias previas a la catástrofe, reducir las vulnerabilidades y evitar futuras catástrofes (Coto-Cedeño et al., 2023).

En resumen, la GRD es un proceso exhaustivo y continuo que ayuda a las comunidades a ser menos vulnerables y a estar mejor equipadas para afrontar situaciones desfavorables. Cada etapa, desde la evaluación del riesgo hasta la reconstrucción, es esencial para evitar víctimas mortales y minimizar los daños. La respuesta rápida y la reconstrucción sostenible permiten a las zonas afectadas recuperarse y fortalecerse, mientras que la prevención y la reducción de riesgos, cuando se combinan con una buena preparación, garantizan que las comunidades estén mejor preparadas para hacer frente a las catástrofes. Los Gobiernos, las organizaciones, el sector empresarial y la sociedad en general deben participar activamente en la gestión de riesgos apoyando leyes, inversiones e iniciativas que aumenten la resiliencia. Solo adoptando un enfoque cooperativo y sostenible se garantiza un futuro más seguro y equipado para hacer frente a las dificultades que plantean tanto las calamidades naturales como las provocadas por el hombre.

1.2. Gestión del riesgo de desastres: marco normativo y políticas internacionales

La gestión del riesgo de desastres, respaldada por una serie de leyes y políticas nacionales e internacionales, es un procedimiento esencial para la protección de las comunidades y el desarrollo sostenible. Estas normas pretenden crear un marco de actuación para disminuir la susceptibilidad a

las catástrofes y mejorar la capacidad de respuesta global de los Estados y la sociedad (Olivares et al., 2023). La base para incorporar la GRD a los planes de desarrollo y adaptación al cambio climático ha sido establecida por instrumentos como el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Muchas naciones, en consonancia con estas obligaciones internacionales, han creado leyes y planes de acción nacionales que apoyan la prevención, la preparación y la resiliencia ante emergencias. Para atenuar los efectos de las catástrofes y garantizar la seguridad y el bienestar de la población en esta situación, es fundamental mejorar la gobernanza del riesgo, realizar inversiones en infraestructuras seguras y aumentar la concientización pública (Ruiz-Estramil, 2024).

Numerosos documentos legislativos y acuerdos internacionales que establecen obligaciones, estrategias y principios globales de reducción del riesgo sirven de base al Marco Normativo Internacional sobre Gestión del Riesgo de Desastres. La principal referencia mundial en el sector es el Marco de Sendai. Este documento, adoptado por la ONU en 2015, tiene cuatro prioridades principales: i) mejorar el conocimiento del riesgo de desastres, ii) reforzar la gobernanza de la gestión del riesgo, iii) impulsar la inversión en resiliencia, y iv) optimizar la preparación y la respuesta ante los desastres. Su estrategia pretende implicar a todos los niveles y sectores gubernamentales, con el fin de fomentar la colaboración mundial y la creación de planes basados en pruebas (Haro et al., 2023).

Según Rojas (2023), el Acuerdo de París de 2015 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es otra herramienta importante para la reducción del riesgo de desastres. Este acuerdo fomenta las medidas de mitigación y adaptación como parte de la GRD, reconociendo la conexión entre el cambio climático y el aumento de los desastres naturales. De este modo, fomenta la inclusión de soluciones de resiliencia climática en las políticas nacionales e internacionales, el refuerzo de la capacidad de respuesta y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Al incorporar la GRD a los planes de adaptación, las naciones pueden prever los fenómenos meteorológicos extremos y aminorar sus efectos sobre los ecosistemas y las personas.

La importancia de la GRD en la agenda mundial se ve respaldada por otras actividades además de estos marcos multilaterales. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 11, de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, establece que deben lograrse ciudades y comunidades resilientes con el objetivo de fomentar el desarrollo urbano sostenible y reducir la susceptibilidad a los desastres. Además, el Marco de Acción de Hyogo (2005-2015), predecesor del Marco de Sendai, sentó las bases para la colaboración mundial en la gestión de riesgos al promover la creación de políticas nacionales que apoyen la reducción del riesgo de desastres y el refuerzo de las capacidades institucionales (Blas et al., 2022).

Cuando se combinan, estos marcos normativos muestran cómo la GRD se ha convertido en una cuestión mundial que exige la colaboración entre Gobiernos, empresas y sociedad civil. El compromiso de cada país con la creación de políticas públicas integrales, la construcción de infraestructuras resilientes y el fomento de una cultura de prevención y adaptación es esencial para el éxito de la aplicación de estos acuerdos. Consolidar una gestión eficaz de los riesgos, en consonancia con los marcos internacionales, es crucial para garantizar la seguridad y la sostenibilidad de las comunidades de todo el mundo ante el creciente impacto de las catástrofes naturales y los fenómenos

meteorológicos extremos (Ruiz-Estramil, 2024).

De acuerdo con Gonzales-Montenegro (2023), la GRD cuenta en el Perú con un sólido marco normativo que busca disminuir la susceptibilidad de la nación ante eventos desfavorables estableciendo reglas precisas para la respuesta, prevención y recuperación ante desastres. La principal norma en este campo es la Ley 29664, que establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), un marco descentralizado e interinstitucional que unifica a las organizaciones públicas y privadas y a los distintos niveles de gobierno para garantizar una respuesta coordinada. Con el objetivo de asegurar un enfoque holístico de la gestión de desastres, esta ley describe los elementos fundamentales de la GRD, incluyendo la estimación del riesgo, la prevención y reducción, la preparación, la respuesta y la rehabilitación.

Para Alvarez (2021), la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Catástrofes proporciona orientaciones estratégicas para la identificación de peligros, la mitigación de riesgos y la respuesta eficaz en caso de catástrofe, además de esta Ley. Mediante la planificación y la aplicación de medidas preventivas, pretende aumentar la capacidad de la nación para resistir a las catástrofes, fomentando al mismo tiempo la resiliencia de las comunidades en situación de riesgo. A través de esta política, el Estado espera aumentar la capacidad institucional para la gestión de crisis y fomentar la inversión en infraestructuras seguras mediante la inclusión de la GRD en los planes de desarrollo regionales y municipales.

Conforme a Lescano et al. (2023), la estructura y funciones del SINAGERD se encuentran delineadas en el Reglamento de la Ley 29664, aprobado por Decreto Supremo 048-2011-PCM. Esta norma establece mecanismos de articulación entre las múltiples partes que participan en la GRD y define los roles y obligaciones de cada entidad dentro del sistema. También precisa las herramientas de planificación, financiamiento y monitoreo que permiten evaluar el éxito de las medidas de respuesta y prevención implementadas. En este punto, al reconocer el valor de un enfoque multisectorial, anima al sector comercial y a la sociedad civil a participar activamente en la reducción del riesgo de catástrofes.

Para Cervera (2024), en línea con estándares mundiales como el Marco de Sendai, la normativa peruana de GRD demuestra un fuerte compromiso para disminuir el impacto de los desastres en la nación. Su implementación, sin embargo, está llena de dificultades, incluyendo la necesidad de mejorar la asignación de recursos, fomentar una mayor cultura de prevención entre los residentes y fortalecer la colaboración entre las instituciones. Para lograrlo, es crucial seguir abogando por políticas que incluyan la GRD en el desarrollo sostenible y mejoren la capacidad de respuesta de las instituciones y las comunidades ante las crisis.

Una base importante para reducir la susceptibilidad y mejorar la resiliencia mundial ante acontecimientos desfavorables es el marco normativo y las políticas mundiales sobre la GRD. Para reducir los efectos de los desastres y mejorar la adaptación al cambio climático, las naciones deben aplicar los principios y políticas establecidos por instrumentos como el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático y el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Estas normas fomentan la inversión en estrategias de prevención y mitigación, el refuerzo de la gobernanza del riesgo y la incorporación de la GRD en las políticas nacionales. No obstante, para que sean eficaces se necesita voluntad política, una asignación presupuestaria adecuada y cooperación

internacional. Para garantizar la seguridad y el bienestar de las comunidades frente a las catástrofes, es imperativo que las naciones mantengan sus estrategias en línea con estas normas internacionales, fomentando una cultura de respuesta preventiva y eficaz.

1.3. Principios de la gestión del riesgo de desastres

Según Vergara y Ejsmentewicz (2024), la base de la gestión del riesgo de desastres es un conjunto de conceptos rectores que dirigen las tácticas e iniciativas destinadas a disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de las comunidades. Estas directrices garantizan que la gestión de riesgos sea exhaustiva, inclusiva y duradera, a la vez que fomentan una estrategia que antepone la seguridad y el bienestar de la población. La aplicación estricta de estos principios es necesaria para reducir los efectos adversos sobre la sociedad y el medio ambiente en un contexto global en el que tanto las catástrofes naturales como las provocadas por el hombre se han agravado como consecuencia del cambio climático y la urbanización descontrolada.

La idea de protección, que da prioridad a la vida humana y al bienestar de la población en todas las decisiones, es uno de los principios básicos de la GRD. Cualquier enfoque de reducción de riesgos debe dar prioridad a la seguridad de las personas, sus bienes y el medio ambiente. En ese sentido, la prevención promueve la aplicación de medidas proactivas para minimizar los peligros actuales y prevenir el desarrollo de otros nuevos. Entre los pasos más importantes de esta estrategia preventiva se encuentran el establecimiento de sistemas de alerta temprana, la restricción de la construcción en lugares de alto riesgo y una planificación territorial adecuada (Ramos-García et al., 2024).

La idea de participación, que reconoce la importancia de implicar a todas las partes interesadas en la toma de decisiones y la ejecución de las acciones, también es esencial para el éxito de la GRD. Dado que las comunidades locales son las más afectadas por las catástrofes, deben participar activamente en la determinación de los riesgos y el desarrollo de planes de respuesta. De forma similar, el concepto de subsidiariedad establece que los niveles más cercanos a la población deben estar a cargo de la GRD. Esto permite una gestión descentralizada y adaptada a las necesidades locales, que deben recibir la ayuda de los niveles superiores en los casos en que las capacidades locales sean insuficientes (Arias, 2024).

El principio de sostenibilidad, que pretende incorporar los aspectos medioambientales, sociales y económicos a los sistemas de gestión de riesgos, es otro componente primordial. La GRD debe priorizar la planificación a largo plazo, además de la respuesta inmediata a los desastres, para velar por que las medidas adoptadas sean sostenibles y apoyen el desarrollo justo de las comunidades. En ese contexto, el concepto de transversalidad se vuelve pertinente, pues requiere que la GRD se incluya en todos los programas gubernamentales y en todas las esferas de la sociedad, desde las infraestructuras y la educación hasta la economía y la salud (Rojas, 2023).

Por último, Coto-Cedeño et al. (2023) indican que los conceptos de convergencia y autoayuda subrayan la necesidad de permitir a las comunidades crear sus propias capacidades de respuesta ante emergencias, y que la colaboración interinstitucional garantiza la coherencia y eficacia de las iniciativas de GRD. Para aumentar la resiliencia y disminuir los efectos de las catástrofes, es vital la cooperación entre Gobiernos, empresas, sociedad civil y organizaciones internacionales. La correcta

aplicación de estos conceptos es decisiva para avanzar hacia una estrategia de gestión de riesgos más sostenible, eficaz e integradora en un mundo en el que los sucesos catastróficos son cada vez más frecuentes.

Los fundamentos de la GRD ofrecen un marco sólido para crear planes prácticos que disminuyan la vulnerabilidad y aumenten la resiliencia de las comunidades. Al abordar no solo la reacción ante las catástrofes, sino también la prevención y la preparación, su aplicación asegura que la gestión del riesgo sea integral, igualitaria y sostenible. En suma, una gestión eficaz requiere la preservación de la vida, la participación activa de todos los sectores, la descentralización de funciones y la sostenibilidad medioambiental. El uso de estos conceptos disminuye los efectos de los desastres, a la vez que promueve el desarrollo seguro y sostenible de las comunidades en una era de crecientes amenazas naturales y antropogénicas.

1.4. Importancia de la prevención y reducción de riesgos en contextos sísmicos

Conforme a Valladares (2022), considerando que los terremotos pueden provocar el derrumbe de edificios con resultados desastrosos, la prevención y la reducción de riesgos en entornos sísmicos son componentes esenciales de la protección de la vida humana. Por consiguiente, el uso de códigos de construcción sismorresistentes, el refuerzo de las estructuras existentes y la planificación urbana adecuada pueden significar la diferencia entre la vida y la muerte. Asimismo, en caso de que se produzca un sismo importante, enseñar a la población los procedimientos de seguridad y evacuación ayuda a reducir el número de víctimas mortales.

Para Gallegos (2021), un terremoto puede causar daños materiales a las infraestructuras públicas y privadas por sumas que ascienden a millones de dólares. Las carreteras, puentes e infraestructuras de comunicación destruidas dificultan la respuesta rápida y la recuperación posterior. Por ello, las ciudades deben invertir en la creación de infraestructuras robustas, integrando la planificación urbana —basada en estudios geotécnicos— con tecnologías de amortiguación sísmica. A la par que se salvaguardan así las inversiones públicas y privadas, la reducción del riesgo sísmico favorece la continuidad de las operaciones económicas vitales.

La respuesta y la recuperación tras un terremoto dependen en gran medida del funcionamiento de los servicios críticos. Deben incorporarse estrictos requisitos de seguridad sísmica en la construcción de hospitales, parques de bomberos, centros de mando de emergencias y redes de distribución de agua y electricidad para garantizar su funcionalidad durante las emergencias. Sin estas medidas, la capacidad de respuesta a las catástrofes se debilita, lo que agrava la crisis humanitaria y dificulta la atención a los afectados (Cuevas y Arellano, 2021).

La preparación de la población es un componente clave de la mitigación de riesgos que va más allá de las acciones estructurales. En caso de terremoto, la población puede responder con mayor rapidez y eficacia gracias a los ejercicios periódicos de evacuación, la capacitación sobre protocolos de seguridad y la preparación de kits de emergencia. Desde la enseñanza en las aulas hasta la formación en empresas y comunidades, concientizar a la población y educarla en la gestión del riesgo sísmico debe ser una de las principales preocupaciones (Benavides, 2023).

Por su parte, Gallegos (2021) señala que otro componente importante de la gestión del riesgo

sísmico es la capacidad de recuperación de las comunidades. Al respecto, aquellas que han recibido formación y se han organizado para responder a las catástrofes se recuperan con mayor rapidez y eficacia. Un terremoto puede tener menos efectos catastróficos cuando se refuerza el tejido social, se establecen redes de apoyo y la gestión del riesgo incide en una planificación participativa. Se crea así una cultura de prevención duradera que involucra a los residentes en la toma de decisiones y pone en marcha medidas preventivas.

Al respecto, Haro et al. (2022) puntualizan que las políticas gubernamentales y el marco normativo son necesarios para garantizar la puesta en marcha de estrategias de reducción y prevención de riesgos. La vulnerabilidad de la población a las consecuencias de los terremotos disminuye en gran medida con la creación y aplicación rigurosa de normas de construcción sismorresistente, así como con una planificación territorial que contemple el riesgo. Del mismo modo, la financiación de estudios científicos y avances técnicos para la detección precoz de terremotos permite mejorar la capacidad de respuesta y reducir los daños. La clave para superar las dificultades que plantean las catástrofes sísmicas es contar con una sociedad concientizada y preparada a la que respalde un firme compromiso de las autoridades.

En suma, ante las inevitables catástrofes naturales, la prevención y mitigación de riesgos en entornos sísmicos son tácticas esenciales para reducir las pérdidas humanas, materiales y financieras. Las comunidades pueden hacerse más resistentes construyendo edificaciones sismorresistentes, utilizando una planificación urbana basada en el riesgo y educando a los ciudadanos en técnicas de autodefensa. Además, el funcionamiento de los servicios críticos y la dedicación del Gobierno a desarrollar y aplicar normativas de gestión de riesgos son requisitos previos para la preparación y una respuesta eficiente. La única manera de reducir eficazmente los efectos de los terremotos y garantizar la seguridad y el bienestar de la población es adoptar una estrategia global que incorpore infraestructuras seguras, formación continua y un compromiso activo de la sociedad.

1.5. Relación entre desastres naturales y vulnerabilidad estructural y social

Las circunstancias estructurales y socioeconómicas de las comunidades afectadas, así como la intensidad del fenómeno, determinan el grado de repercusión de las catástrofes naturales, el que está determinado por la vulnerabilidad. Esta se define como la propensión de una sociedad a sufrir daños como consecuencia de la desigualdad social, el diseño urbano, la calidad de las infraestructuras y la accesibilidad a los recursos. En muchos lugares, la pobreza, la falta de estructuras seguras y de capacidad de respuesta empeoran las catástrofes y ponen en mayor peligro a las personas más vulnerables. Por lo tanto, la creación de planes eficaces de prevención, mitigación y respuesta a las catástrofes debe tener presente siempre la conexión entre las catástrofes naturales y la vulnerabilidad estructural y social (Rosales-Veítia, 2021).

Debido a que los fallos en las infraestructuras pueden transformar desastres naturales como terremotos, huracanes o inundaciones en catástrofes masivas, la vulnerabilidad estructural define el alcance del impacto de los desastres naturales. Las estructuras precarias, construidas con materiales deficientes o sin normas de seguridad, son especialmente vulnerables a derrumbarse durante la ocurrencia de terremotos o fuertes vientos, poniendo en peligro la vida de quienes residen en ellas.

Del mismo modo, la falta de mantenimiento de infraestructuras esenciales —como carreteras, puentes y redes de servicios básicos— puede agravar la crisis tras una catástrofe al dificultar la evacuación y la obtención de ayuda humanitaria. La ubicación de estas construcciones cerca de fallas geológicas, inundaciones o corrimientos de tierra aumenta la exposición al riesgo y dificulta la rehabilitación (Aguilar, 2023).

No obstante, debido a que el crecimiento no planificado de las ciudades suele generar la ocupación de terrenos inestables o lugares de alto riesgo, como riberas de ríos o laderas, la falta de planificación urbana aumenta enormemente la vulnerabilidad estructural. En muchas zonas, la rápida urbanización no va seguida de suficientes restricciones, lo que provoca la aparición de asentamientos informales con viviendas frágiles que no pueden resistir las duras circunstancias y que no tienen acceso a los servicios básicos. De la misma manera, la falta de parques y refugios adecuados limita las alternativas de seguridad de la población en caso de calamidad. Reforzar la normativa de construcción, invertir en infraestructuras sólidas y fomentar un desarrollo urbano sostenible que dé prioridad a la seguridad de la comunidad son medidas cruciales para reducir estos riesgos (Iñiquez, 2024).

Por su lado, Mora-Albán y Baque-Solís (2025), teniendo en cuenta que los factores socioeconómicos y culturales influyen en la capacidad de las personas y las comunidades para planificar, responder y recuperarse de las catástrofes naturales, la vulnerabilidad social desempeña un papel importante a la hora de determinar el alcance de sus efectos. Uno de los factores más importantes en esta situación es la pobreza, ya que las personas con menos dinero suelen residir en viviendas inestables en barrios de alto riesgo sin acceso a servicios básicos como agua potable e instalaciones sanitarias. Además, por carecer de medios económicos para huir o porque les resulta imposible dejar atrás sus medios de subsistencia, estas comunidades están menos preparadas para responder a una emergencia. Como a menudo carecen de seguro, activos o crédito para reconstruir su vida, la recuperación tras una catástrofe también es más lenta y difícil.

Según Rosales-Veítia (2021), los prejuicios y la injusticia social hacen más vulnerables a algunos grupos, como las mujeres, los niños, los ancianos y las personas con discapacidad, que tienen más dificultades para obtener información, ayuda y recursos antes, durante y después de una catástrofe. A causa de que muchas comunidades desconocen los procedimientos adecuados de prevención y respuesta, la ausencia de iniciativas de educación y concientización sobre la gestión del riesgo de catástrofes aumenta aún más la vulnerabilidad ante los peligros. Esto se ve agravado por las deficiencias institucionales de algunas naciones, cuando la capacidad del Estado para salvaguardar a la población se ve obstaculizada por una planificación deficiente, la corrupción o una financiación inadecuada para la respuesta y la prevención de catástrofes. La promoción de políticas integradoras, el refuerzo de la formación en gestión de riesgos y la mejora de la capacidad institucional son cruciales para reducir la vulnerabilidad social y garantizar una respuesta justa y eficaz ante las catástrofes.

Uno de los factores que influyen en el impacto de las catástrofes naturales es la interacción entre la vulnerabilidad estructural y social. Las comunidades pobres se ven obligadas a trasladarse a lugares de alto riesgo, como laderas de montañas, riberas de ríos o lugares propensos a sismos e inundaciones, porque no pueden permitirse contar con viviendas seguras ni infraestructuras adecuadas. La falta de acceso a servicios esenciales como electricidad, agua potable e instalaciones sanitarias agrava esta precariedad estructural, haciendo a las personas más vulnerables al peligro y dificultando

la recuperación tras una catástrofe. En consecuencia, las catástrofes naturales no afectan a todo el mundo por igual, sino especialmente a quienes ya son socialmente vulnerables (Estrada-Flores et al., 2021).

Cuando ambos tipos de vulnerabilidad interactúan, los resultados pueden ser desastrosos. En primer lugar, como los edificios defectuosos se derrumban más fácilmente durante terremotos, tormentas o inundaciones, suele haber más víctimas en las comunidades con este tipo de estructuras. La adquisición de suministros esenciales para la supervivencia y la rápida evacuación también se ven obstaculizadas por la falta de dinero. Desde el punto de vista económico, la devastación de servicios públicos, carreteras y viviendas puede paralizar los negocios y la actividad productiva, lo que repercute no solo en las personas afectadas, sino también en la economía regional y nacional. Debido a que muchas personas se ven obligadas a abandonar sus hogares en busca de seguridad y mejores perspectivas, esta circunstancia aumenta la migración y el desplazamiento forzados, lo que a su vez provoca conflictos sociales y económicos en las comunidades receptoras (Gran Castro y Ramos, 2024).

Para Ortiz (2025), las desigualdades que ya existen en una sociedad también pueden verse agravadas por las catástrofes naturales. Mientras los grupos más pobres luchan por restaurar sus casas, obtener ayuda humanitaria y recuperar sus medios de vida, otros con más poder adquisitivo pueden recuperarse más rápidamente. Como resultado, las comunidades vulnerables se ven atrapadas en una condición interminable de precariedad y tienen pocas posibilidades de mejorar su capacidad para resistir futuras crisis. Al aumentar la brecha entre los diversos segmentos de la sociedad e impedir el desarrollo sostenible, dejar de abordar estas discrepancias podría prolongar la pobreza y la marginación.

Para reducir la vulnerabilidad a las catástrofes naturales son necesarios varios niveles de coordinación. Las políticas públicas centradas en el desarrollo de infraestructuras resilientes, la planificación urbana sostenible y el control de los asentamientos en zonas de alto riesgo deben ponerse en marcha a nivel gubernamental. En este aspecto, el conocimiento y la educación son esenciales porque una población bien informada puede responder a las emergencias y tomar medidas preventivas. Para garantizar que las soluciones se adapten a las necesidades locales y promover un sentido de responsabilidad compartida, la participación de la comunidad es clave. Por último, pero no por ello menos importante, la colaboración internacional puede contribuir en la transferencia de tecnología, recursos financieros y conocimientos para ayudar a los países en desarrollo a ser más capaces de gestionar el riesgo de catástrofes (Mora-Albán y Baque-Solís, 2025).

El vínculo entre la vulnerabilidad estructural y social y las catástrofes naturales demuestra que el impacto de estos sucesos depende tanto de la gravedad del fenómeno como de la situación de las personas y de la capacidad de respuesta de los Gobiernos y las comunidades. Los efectos de las catástrofes se ven agravados por la pobreza, la desigualdad, la falta de infraestructuras seguras y la debilidad institucional, lo que alimenta los ciclos de vulnerabilidad y exclusión. Por ello, es imperativo poner en marcha iniciativas integrales que incorporen la colaboración internacional, desarrollar la resiliencia comunitaria y crear normativas de desarrollo urbano sostenible. La única manera de atenuar los efectos de las catástrofes y mejorar la protección de los grupos más vulnerables es adoptar un enfoque preventivo e igualitario.

CAPÍTULO II

VULNERABILIDAD SÍSMICA Y SU IMPACTO EN LA SOCIEDAD

Según Cunalata y Caiza (2022), los terremotos, que son una de las catástrofes naturales más destructivas, pueden ocasionar importantes pérdidas a las personas, los bienes y el medio ambiente. Sin embargo, la susceptibilidad de una comunidad a estas catástrofes es tan importante como su intensidad a la hora de determinar su impacto. El grado en que una población, una estructura o un entorno son susceptibles de sufrir daños en caso de terremoto se conoce como vulnerabilidad sísmica. La capacidad de una sociedad para resistir, reaccionar y recuperarse de un acontecimiento sísmico viene determinada por una serie de factores, de ahí que sea crucial investigar y resolver esta cuestión de forma holística (Menéndez-Navarro et al., 2023).

Existen varios niveles de vulnerabilidad sísmica, y cada uno de ellos incide en la medida en que un terremoto dañará a una comunidad. La vulnerabilidad estructural se refiere a la fragilidad y resistencia de los edificios a los movimientos telúricos, y en ellas influyen el diseño, la selección de materiales y el cumplimiento de los códigos de construcción antisísmica. La vulnerabilidad social, por su parte, está correlacionada con la situación socioeconómica de la población, ya que las zonas empobrecidas, que tienen un acceso inadecuado a los servicios básicos y a la educación, son las que presentan más probabilidades de verse perjudicadas por las catástrofes. La vulnerabilidad funcional alude a la capacidad que tienen determinadas infraestructuras vitales, como las redes de transporte y los hospitales, para seguir funcionando en caso de terremoto. Si estas infraestructuras fallan, la situación podría empeorar. En el caso de la vulnerabilidad medioambiental, esta tiene que ver con los impactos de los terremotos en los ecosistemas, entre los que también se contemplan los corrimientos de tierras o la contaminación de las fuentes de agua. Por último, la vulnerabilidad institucional describe la capacidad del Estado y de las instituciones para controlar la reacción, la prevención y la recuperación tras un terremoto, incluida la eficacia de las medidas de reducción del riesgo (Hernández y Guardado, 2023).

Para Loor-Loor et al. (2021), la vulnerabilidad sísmica se ve incrementada por una serie de elementos que aumentan la posibilidad de que se produzcan daños catastróficos. Entre ellos, el tipo de suelo desempeña un papel crucial, ya que los suelos saturados o inestables intensifican las vibraciones sísmicas, haciendo que un terremoto sea más potente. La magnitud del terremoto y la distancia al epicentro también inciden de manera importante porque las vibraciones telúricas más fuertes y cercanas producen consecuencias más destructivas. Si a ello se suma la densa población de las ciudades, el riesgo se eleva al aumentar el número de individuos en peligro. Los colapsos masivos son más probables cuando proliferan las estructuras en lugares de alto riesgo debido a la falta de planificación urbana y a la urbanización desordenada.

Para Malavé y Pinoargote (2023), la vulnerabilidad a los terremotos tiene repercusiones sociales, económicas y medioambientales. En términos económicos, los terremotos causan pérdidas millonarias porque interrumpen la actividad comercial e industrial y destruyen infraestructuras, viviendas e instalaciones de producción. A nivel social, los terremotos pueden causar víctimas

mortales, el desarraigo de la comunidad y graves efectos psicológicos en los supervivientes. Los corrimientos de tierras, la contaminación de las fuentes de agua y la producción de escombros que dañan el ecosistema son algunas de las consecuencias a nivel medioambiental. Las zonas afectadas pueden tener dificultades para recuperarse de estos efectos, que pueden persistir durante años.

Ante esta situación, para minimizar los daños y aumentar la resiliencia de las personas vulnerables, es imperativo aplicar estrategias de reducción de la vulnerabilidad en las zonas de alta sismicidad. Estas tácticas incluyen el uso de normas de construcción resistentes a los terremotos, el refuerzo de los edificios en riesgo y el diseño de las ciudades según las zonas de riesgo. Una mejor preparación y respuesta ante una catástrofe sísmica también son posibles gracias a la instalación de sistemas de alerta temprana y a la educación pública sobre la actividad sísmica. La gestión del riesgo también depende en gran medida de la colaboración entre los organismos gubernamentales y comunitarios y de la creación de instituciones. La única manera de reducir los efectos destructivos de los terremotos y crear una sociedad más segura y resistente es adoptar un enfoque global y a largo plazo.

2.1. Vulnerabilidad sísmica: conceptualización

La magnitud del impacto de un terremoto viene condicionada por la vulnerabilidad sísmica, que incluye tanto factores estructurales como sociales. La calidad de los materiales de construcción, el diseño arquitectónico y el cumplimiento de las leyes antisísmicas son esenciales desde el punto de vista estructural para reducir la probabilidad de colapso. Las estructuras más antiguas o las construidas sin tener en cuenta las normas de seguridad sísmica son especialmente vulnerables y pueden causar grandes pérdidas humanas y materiales. Por ello, las infraestructuras vitales —como escuelas, hospitales, puentes y redes de comunicación— deben diseñarse con criterios de gran resistencia para garantizar su funcionamiento en un evento sísmico y evitar el colapso durante la respuesta de emergencia (Cunalata y Caiza, 2022).

No obstante, Acuña (2023) señala que los factores sociales y económicos también influyen en el riesgo sísmico. Los habitantes de comunidades muy pobres son quienes suelen habitar en viviendas inseguras construidas con materiales deficientes o en lugares de mucho riesgo como laderas inestables o suelos poco portantes. La vulnerabilidad social aumenta aún más por la falta de programas de formación en gestión de riesgos, la imposibilidad de obtener información sobre medidas preventivas y la inadecuada preparación de la población ante los terremotos. Es por ello que la desigualdad social hace que los terremotos sean más devastadores, ya que dificulta la recuperación de los grupos más vulnerables.

Por su lado, Menéndez-Navarro et al. (2023) sostienen que la adopción de medidas globales que integren la ingeniería, la planificación urbana y la educación de la comunidad es crucial para reducir la susceptibilidad sísmica. Una reducción significativa del riesgo estructural es posible con la aplicación de códigos de construcción sismorresistentes y la estricta observancia de su cumplimiento. Por ello, se debe fomentar la renovación de las estructuras más antiguas mediante iniciativas de refuerzo estructural y, a la vez, promover una planificación urbana que dé prioridad a la creación de asentamientos en lugares seguros. Por otra parte, para reducir el peligro y mejorar la capacidad de

respuesta ante los terremotos, también es determinante educar y concientizar a la población sobre los procedimientos de seguridad, las rutas de evacuación y las técnicas de autodefensa.

A este respecto, los Gobiernos y las organizaciones internacionales desempeñan un papel fundamental en la reducción de la vulnerabilidad sísmica en todo el mundo. Invertir en tecnología e investigación para la vigilancia y la detección temprana de terremotos mejora los sistemas de alerta y acelera los tiempos de reacción. La colaboración internacional también facilita el intercambio de recursos y conocimientos para aumentar la resiliencia de las comunidades en peligro. Además de salvar vidas y propiedades, la reducción de la vulnerabilidad sísmica promueve ciudades más seguras, equipadas para hacer frente a futuros problemas sísmicos, y apoya el desarrollo sostenible (Sánchez et al., 2021).

La comprensión de los defectos estructurales y sociales que pueden aumentar los efectos de un terremoto hace de la vulnerabilidad sísmica un tema crucial en la gestión del riesgo de catástrofes. Para reducirla se necesita una estrategia global que incorpore la aplicación de leyes de construcción sismorresistente, una planificación urbana eficiente y educación en materia de prevención y respuesta a los terremotos. En ese contexto, los Gobiernos, las instituciones y la sociedad deben colaborar para aumentar la resiliencia de las comunidades expuestas a este tipo de peligros. El desarrollo de las actividades cotidianas en zonas sísmicamente activas solo puede ser seguro y sostenible si las pérdidas humanas y materiales se reducen al mínimo mediante métodos coordinados y permanentes.

2.2. Clasificación de la vulnerabilidad sísmica

De acuerdo con Hernández y Guardado (2023), la categorización de la vulnerabilidad sísmica permite analizar los distintos elementos que influyen en los efectos de un terremoto y elaborar planes prácticos para reducir los riesgos. La primera de varias características que abarca esta categorización es la vulnerabilidad estructural, que es el potencial de las infraestructuras y estructuras para sufrir daños como consecuencia de defectos de diseño, materiales o mantenimiento. Por su parte, la vulnerabilidad social tiene en cuenta los factores culturales, educativos y financieros que dificultan la preparación y recuperación de una comunidad tras un terremoto. La vulnerabilidad funcional se refiere a la capacidad de los servicios vitales —como hospitales, sistemas de tránsito y sistemas de emergencia— para seguir funcionando en caso de catástrofe sísmica. La vulnerabilidad medioambiental abarca los efectos perjudiciales de los terremotos sobre los ecosistemas y su interacción con fenómenos como la licuefacción del suelo o los corrimientos de tierras. Por último, la vulnerabilidad institucional evalúa la capacidad de las organizaciones y los Gobiernos para establecer leyes, normas y estrategias de respuesta a los terremotos. Comprender estos aspectos es esencial para crear planes integrales de mitigación y mejorar la adaptabilidad de las comunidades expuestas a la actividad sísmica.

2.2.1. Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural afecta directamente la estabilidad y resistencia de las infraestructuras y los edificios, por lo que es primordial tenerla en cuenta para saber la magnitud de los daños causados por un terremoto. Su análisis permite identificar las vulnerabilidades que pueden poner en peligro la seguridad pública y provocar importantes pérdidas materiales. En caso de sismo,

un edificio con defectos estructurales tiene más probabilidades de derrumbarse. Esto subraya la importancia de utilizar criterios de ingeniería sísmica en el diseño y mantenimiento de edificios, así como en la planificación urbanística de ciudades situadas en regiones con gran actividad tectónica (Iñiguez, 2024).

Para Durán y Durán (2024), el calibre de los materiales de construcción es uno de los principales determinantes de la vulnerabilidad estructural. Un edificio puede volverse más débil y vulnerable a daños estructurales graves si se construye con materiales insuficientes o poco resistentes, como ladrillos defectuosos, hormigón de mala calidad o componentes de acero que no pueden soportar suficiente peso. En cambio, los materiales de alta resistencia, como el acero estructural y el hormigón armado, pueden aumentar considerablemente la resistencia de un edificio a los movimientos sísmicos sin sacrificar su estabilidad. Por consiguiente, deben aplicarse requisitos estrictos a la calidad del material para garantizar su longevidad y su capacidad para absorber la energía sísmica.

Menéndez-Navarro et al. (2023) puntualizan, por su parte, que la capacidad de un edificio para resistir terremotos también depende en gran medida de su disposición y diseño estructural. Para resistir mejor las sacudidas sísmicas, los edificios deben tener diseños simétricos, estructuras bien conectadas y elementos de absorción de impactos, como amortiguadores sísmicos y muros cortantes. Por otro lado, la concentración desigual de tensiones puede causar daños importantes en edificios con diseños asimétricos, suelos endebles o componentes excesivamente rígidos. Además, la reacción sísmica de un edificio se ve influida por su peso y su altura, pues las estructuras más altas necesitan sistemas de control de vibraciones más sofisticados para evitar un derrumbe gradual.

La antigüedad del edificio es otro factor importante, ya que muchas estructuras antiguas se construyeron de acuerdo con códigos de construcción que no tenían en cuenta la actividad sísmica. Los materiales deteriorados, los sistemas estructurales anticuados y la falta de refuerzos sísmicos hacen que las casas y estructuras antiguas construidas hace décadas sean más vulnerables en muchos países. Estos edificios deben inspeccionarse y, si es necesario, reforzarse con métodos de adaptación sísmica, como añadir más armazones de acero o inyectar polímeros en las estructuras de hormigón que sean débiles (Leyva et al., 2025).

Por último, Hernández y Guardado (2023) destacan que el comportamiento de un edificio durante un terremoto está muy influido por el tipo de suelo sobre el que se asienta. La integridad de los cimientos puede verse comprometida por el asentamiento diferencial o la licuefacción del suelo causado por suelos blandos, arcillosos o con alto contenido de agua, que pueden intensificar las ondas sísmicas. Para determinar las condiciones del suelo y establecer las técnicas de cimentación adecuadas, como pilotes profundos o losas de cimentación que distribuyan las cargas con mayor eficacia, son determinantes las investigaciones geotécnicas previas a la construcción. Cuando se combinan, estos elementos ponen de relieve lo crucial que es reducir la vulnerabilidad estructural aplicando leyes sísmicas estrictas, utilizando tecnologías de vanguardia y evaluando periódicamente el estado de los edificios.

Por su impacto directo en la seguridad de los edificios y la protección antisísmica, la vulnerabilidad estructural es un componente fundamental de la mitigación del riesgo sísmico. Para atenuar los efectos de los terremotos, deben evaluarse y reforzarse factores como la estabilidad del suelo, la antigüedad de los edificios, el diseño estructural, la calidad de los materiales y el

cumplimiento de la normativa. Entre las medidas importantes para garantizar la resistencia de las infraestructuras figuran la aplicación de normas de construcción antisísmica, la modernización de las estructuras más antiguas y el empleo de tecnologías de ingeniería estructural de vanguardia. La única forma de reducir drásticamente el riesgo de colapso y de víctimas mortales en futuros sismos es invertir en infraestructuras seguras, planificar con antelación y concientizar sobre la importancia de la construcción antisísmica.

2.2.2. Vulnerabilidad social

En el contexto de los terremotos, la vulnerabilidad social se refiere a los factores organizativos, culturales y económicos que pueden hacer que una comunidad sea más susceptible a los terremotos. Este concepto no solo alude a los efectos físicos del sismo, sino también a la capacidad de las personas para anticiparse, reaccionar y recuperarse de él. Al tener menos acceso a viviendas seguras, asistencia sanitaria y servicios vitales de rehabilitación, los más desfavorecidos —como quienes viven en la pobreza— afrontan más problemas en este ámbito. La vulnerabilidad social aumenta aún más cuando las comunidades son incapaces de tomar las precauciones adecuadas debido a la falta de información y de programas de prevención (Sánchez, 2022).

La desigualdad económica y social influye en la determinación del riesgo sísmico, ya que afecta la calidad de vida de las personas y sus posibilidades de crecimiento. Asimismo, debido a la falta de acceso a una vivienda adecuada, los asentamientos informales prevalecen en las zonas de alto riesgo de muchos países propensos a los terremotos. El desarrollo precario, sin planificación urbanística ni cumplimiento de las normas de construcción antisísmica, es una característica común de estos lugares, lo que aumenta el riesgo de derrumbe y de víctimas mortales. Además, las familias no pueden mejorar sus viviendas o aplicar estrategias de mitigación que podrían atenuar los efectos de un terremoto porque carecen de acceso a recursos financieros (Grijalva, 2024).

A su vez, Troncoso (2024) señala que el acceso a la educación y la información es otro componente crítico porque tiene un impacto directo en la capacidad de una comunidad para responder a una crisis. Las personas con un bajo nivel educativo pueden desconocer los procedimientos de evacuación, las medidas preventivas o el valor de establecer un plan de emergencia familiar. Por otro lado, las comunidades bien informadas están mejor equipadas para responder, lo que reduce el número de víctimas mortales y los daños materiales. Para garantizar que todos los grupos demográficos, especialmente los más vulnerables, tengan acceso a la información esencial sobre seguridad, la educación sobre gestión de riesgos debe ser incorporada a las campañas comunitarias y a los programas escolares.

Sánchez (2022) plantea que otro factor importante para reducir la vulnerabilidad social ante los terremotos es la capacidad organizativa de la comunidad. Una comunidad bien organizada, con sistemas de apoyo sólidos y planes de reacción documentados, tiene más posibilidades de sobrellevar una catástrofe. La creación de brigadas de emergencia, la realización de simulacros y la cooperación con las autoridades locales pueden contribuir a salvaguardar vidas. Sin embargo, la capacidad organizativa es limitada en muchas zonas de bajos ingresos debido a la falta de instituciones y liderazgo sólidos, lo que hace que los desastres sean más devastadores.

Por último, Grijalva (2024) puntualiza que para reducir la vulnerabilidad social en situaciones sísmicas es primordial disponer de servicios esenciales como vivienda segura, agua potable y atención sanitaria. La interrupción de los servicios esenciales tras un terremoto puede provocar crisis humanitarias, sobre todo en los grupos marginados que ya sufren penurias en su vida cotidiana. Es imprescindible, por consiguiente, invertir en infraestructuras robustas y sistemas de respuesta rápida a fin de garantizar que las zonas más vulnerables puedan contar con recursos vitales para su recuperación en caso de terremoto,. En este sentido, los Gobiernos y las organizaciones internacionales deben dar la máxima prioridad a las medidas que aseguren un acceso equitativo a estos servicios para aumentar la resiliencia social ante las catástrofes naturales.

En suma, en entornos sísmicos, la vulnerabilidad social influye en cómo resiste una comunidad ante el impacto de una catástrofe. La desigualdad, la pobreza, el analfabetismo, las deficiencias organizativas y el acceso restringido a los servicios esenciales aumentan el peligro y complican la respuesta a los terremotos. Reducir esta vulnerabilidad implica, además de mejorar las infraestructuras, fomentar la cohesión social, promover la educación en gestión de riesgos y garantizar un acceso equitativo a los recursos necesarios. La capacidad de una sociedad para resistir y recuperarse de una catástrofe con mayor rapidez y eficacia puede determinarse poniendo en marcha políticas integradoras, mejorando las capacidades de la comunidad y financiando iniciativas de prevención.

2.2.3. Vulnerabilidad funcional

Según Menéndez-Navarro et al. (2023), un componente clave de la gestión del riesgo sísmico es la vulnerabilidad funcional, que establece hasta qué punto pueden funcionar los servicios vitales tras un terremoto. En este punto, es fundamental velar por que los hospitales, parques de bomberos, centros de mando, redes de comunicación y servicios de emergencia sigan funcionando para asistir a las personas afectadas y planificar medidas de reacción,. Sin embargo, los daños estructurales, los cortes de electricidad, la interrupción de las comunicaciones y la escasez de personal cualificado pueden perjudicar gravemente su funcionamiento, agravando el impacto de la catástrofe y posponiendo la recuperación.

Para Hernández y Guardado (2023), la resistencia de las infraestructuras críticas es uno de los elementos más importantes para garantizar la operatividad de estos servicios. Esto sugiere que los hospitales, parques de bomberos y centros de mando se construyan o refuercen de acuerdo con estrictas normas de seguridad antisísmica. Para minimizar las interrupciones en caso de terremoto, también es crucial que las redes de distribución de agua, electricidad y telecomunicaciones cuenten con sistemas de reserva y precauciones de seguridad. Una reacción eficaz o una interrupción total de los servicios podría estar determinada por las inversiones en infraestructuras resistentes.

Otro componente esencial es la existencia de planes de reserva para una rápida reorganización del servicio en caso de fallo parcial o total de las instalaciones. Los protocolos de evacuación y reubicación de los pacientes hospitalizados, las vías de escape seguras para el personal de rescate, las medidas para restablecer las comunicaciones y los sistemas de distribución de suministros de emergencia tienen que formar parte de estos preparativos. Antes de que se produzca un suceso real, se puede evaluar la eficacia de estas tácticas y solucionar cualquier deficiencia mediante la preparación

y la realización de simulacros periódicos (De Mora-Gaibor et al., 2023).

Hernández y Guardado (2023) plantean, por su lado, que la capacidad de reacción de los equipos de emergencia es otro factor determinante de la vulnerabilidad funcional. Las fuerzas de seguridad, el personal médico, los bomberos y las brigadas de rescate deben tener la formación necesaria para responder a las emergencias. También son necesarias herramientas especializadas, como generadores eléctricos, vehículos todoterreno, suministros médicos de emergencia y herramientas de extricación. La capacidad de estos equipos para actuar con rapidez tras un terremoto es fundamental para minimizar las víctimas y evitar más daños.

Para finalizar, la presencia de canales de comunicación de reserva es necesaria para coordinar la respuesta en situaciones en las que pueden funcionar mal las redes tradicionales. En este aspecto, los sistemas de radio de onda corta, las redes por satélite y las aplicaciones de comunicación descentralizadas pueden ser esenciales para mantener el flujo de información entre las autoridades, los equipos de rescate y el público en general. En este sentido, la resiliencia funcional y la capacidad de recuperación tras una catástrofe sísmica pueden mejorar enormemente con el despliegue de tecnología de punta y la descentralización de los centros de mando (Menéndez-Navarro et al., 2023).

En conclusión, debido a que la capacidad de los servicios vitales para seguir funcionando tras un terremoto puede suponer la diferencia entre una respuesta satisfactoria y un colapso generalizado, la vulnerabilidad funcional plantea un problema importante en la gestión del riesgo sísmico. La reducción de este riesgo pasa principalmente por el uso de tecnologías de comunicación alternativas, la formación de equipos de emergencia, la aplicación de planes de contingencia y la resiliencia de las infraestructuras vitales. Y así como es vital perfeccionar la capacidad de reacción inmediata, invertir en la conservación y mejora de estos servicios favorece una recuperación más rápida y eficaz, garantizando la continuación de las actividades vitales de la sociedad.

2.2.4. Vulnerabilidad ambiental

Para Muñoz (2022), los efectos que un terremoto puede tener en el entorno natural y cómo pueden empeorar las circunstancias de riesgo para las comunidades, en el contexto sísmico se denomina vulnerabilidad medioambiental. Además de destruir infraestructuras, los terremotos pueden provocar una serie de fenómenos secundarios, como corrimientos de tierras, avalanchas y licuefacción del suelo, que pueden alterar considerablemente la estabilidad de los ecosistemas. Asimismo, la zona puede ser más vulnerable a estos fenómenos debido a la degradación medioambiental preexistente, como la deforestación o la urbanización descontrolada, lo que agravaría los daños y complicaría la recuperación.

Conforme a Sandoval-Díaz et al. (2023), el envenenamiento de las fuentes de agua es una de las repercusiones medioambientales más preocupantes de los terremotos, pues estos pueden provocar daños en los sistemas de alcantarillado, las redes de distribución de agua potable y los depósitos de materiales tóxicos, poniendo en peligro la disponibilidad de agua potable para las comunidades afectadas. Los cambios topográficos que afectan los cauces fluviales y originan que los contaminantes se filtren en los acuíferos también pueden provocar problemas de salud a largo plazo. Todo ello puede agravar la catástrofe humanitaria posterior al terremoto, ya que es posible que se produzcan epidemias

de enfermedades transmitidas por el agua en zonas con infraestructuras inadecuadas.

El efecto sobre ecosistemas delicados es otra consecuencia importante. En zonas protegidas o lugares de alto valor ecológico, los terremotos pueden provocar la pérdida de biodiversidad, la erosión del suelo y la destrucción de hábitats naturales. El derrumbamiento de presas naturales, la fractura de montañas y el desarraigo de grandes masas de tierra pueden alterar el equilibrio de los ecosistemas y repercutir en la fauna y flora regionales. En ocasiones, los cambios en estos hábitats pueden tener un efecto dominó que puede afectar la seguridad alimentaria y la vida de las personas que dependen de los recursos naturales (Hernández y Guardado, 2023).

Según Masdeu-Valdivia et al. (2024), cuando los terremotos dañan infraestructuras eléctricas, depósitos de materiales inflamables o lugares con vegetación seca, es más alto el riesgo de incendios forestales. Las operaciones de rescate y recuperación pueden resultar aún más difíciles cuando los incendios provocados por explosiones de gas o fallas del sistema eléctrico se propagan rápidamente. Estos incendios tienen el potencial de destruir vastas extensiones de bosque y alterar el clima local en las zonas rurales, mientras que en los entornos urbanos pueden provocar un colapso estructural adicional y poner en peligro la seguridad pública.

Para reducir la vulnerabilidad ambiental ante los terremotos, se necesitan enfoques integrales que incorporen un diseño urbano basado en el riesgo y la conservación de los ecosistemas, así como en acciones preventivas destinadas, por ejemplo, a la preservación de las cuencas hidrográficas y la reforestación. Las políticas públicas, la educación ambiental y las tecnologías sostenibles pueden contribuir a reducir los daños ambientales causados por los terremotos y, en consecuencia, aumentar la resiliencia de las comunidades que los sufren (Muñoz, 2022).

En resumen, la vulnerabilidad medioambiental en el entorno sísmico no solo agrava los efectos dañinos de los terremotos, sino que también dificulta y retrasa la recuperación de las poblaciones afectadas. Las catástrofes humanitarias y medioambientales a largo plazo pueden ser consecuencia de corrimientos de tierras, deterioro de los ecosistemas, contaminación de las fuentes de agua y aumento del peligro de incendios. Por lo tanto, es importante contar con una estrategia preventiva que incorpore la construcción de infraestructuras más sólidas, una gestión sostenible del territorio y la preservación de los recursos naturales. La única forma de atenuar los efectos medioambientales causados por los terremotos y aumentar la capacidad de adaptación a los desastres naturales es mediante leyes integrales, educación medioambiental y colaboración entre Gobiernos, organizaciones y comunidades.

2.2.5. Vulnerabilidad institucional

Según Iñiguez (2022), considerando que la seguridad y recuperación de las poblaciones afectadas dependen directamente de la capacidad de las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para evitar y responder a las catástrofes, la vulnerabilidad institucional es un factor determinante en la gestión del riesgo sísmico. Para que la gestión sea eficaz, se necesitan marcos normativos claros, tácticas de aplicación sólidas y la cooperación de múltiples entidades. Sin embargo, la ejecución de las medidas de reducción del riesgo se ve obstaculizada en muchas naciones por la falta de voluntad política, el exceso de burocracia y la pobreza de las instituciones, lo que aumenta la susceptibilidad de la población a las

consecuencias de los terremotos.

Por su lado, Lucero (2023) señala que la existencia y aplicación de normativas y políticas preventivas es uno de los principales problemas de la gestión del riesgo sísmico. Muchas naciones han creado sofisticadas leyes relacionadas con la construcción segura y la planificación territorial, pero su aplicación es desigual debido a la corrupción del proceso normativo y a la falta de supervisión. En regiones urbanas muy pobladas, donde el afán de crecimiento de la vivienda pesa más que las precauciones de seguridad estructural, la proliferación de edificaciones peligrosas es posible por la falta de sanciones significativas para las personas que hacen caso omiso a estas normas.

Torres (2020) también concuerda en que la coordinación entre instituciones es otro componente esencial para reducir el riesgo institucional. En la gestión del riesgo sísmico intervienen numerosos entes, como organizaciones no gubernamentales, Gobiernos locales, cuerpos de rescate, organismos de defensa civil e instituciones científicas. Sin embargo, en caso de emergencia, la falta de coordinación y comunicación entre estas organizaciones puede dar lugar a reacciones fortuitas e ineficaces. El establecimiento de planes de acción precisos, la mejora de la interoperabilidad de los sistemas de emergencia y la promoción de la participación de la sociedad civil en la toma de decisiones son indispensables para reforzar las medidas de respuesta.

La capacidad institucional para hacer frente a las catástrofes sísmicas también depende en gran medida de la disponibilidad de recursos humanos y financieros. Los Gobiernos deben destinar un presupuesto adecuado a la gestión de riesgos, centrándose en la inversión en infraestructuras sólidas, la contratación de personal experto y la adquisición de herramientas de respuesta y recuperación. Sin embargo, las comunidades quedan extremadamente expuestas en muchos países debido a la utilización inadecuada o ineficaz de los fondos de protección frente a catástrofes. El acceso a financiación externa y la colaboración internacional pueden ser instrumentos útiles para mejorar las capacidades institucionales en este campo (Iñiguez, 2022).

Finalmente, Hernández y Guardado (2023) sostienen que el grado de corrupción y apertura institucional tiene un gran impacto en la gestión del riesgo sísmico. La capacidad de los Gobiernos para salvaguardar a sus ciudadanos se ve debilitada por la corrupción en la distribución de recursos, la autorización de proyectos de construcción y la contratación de servicios de emergencia. Es primordial, en consecuencia, establecer medidas de control y auditoría, así como impulsar la participación activa de los medios de comunicación y la sociedad civil al respecto, para garantizar que las estrategias de reducción del riesgo sísmico se lleven a cabo con éxito y en beneficio de todo el pueblo.

Teniendo en cuenta que la competencia y dedicación de las instituciones responsables de aplicar las estrategias de prevención, respuesta y recuperación influyen enormemente en su eficacia, la vulnerabilidad institucional plantea un problema fundamental en la gestión del riesgo sísmico. Reducir la vulnerabilidad de la población frente a los efectos de los terremotos requiere una asignación eficaz de recursos, coordinación interinstitucional, la presencia de normas adecuadas y transparencia en la administración pública. No obstante, los déficits en estas áreas pueden agravar los efectos de un terremoto y provocar más pérdidas materiales y humanas. Por lo tanto, es necesario reforzar las instituciones mediante cambios estructurales, inversiones en capacidades técnicas y mecanismos de control eficaces para dar una respuesta eficaz a las catástrofes naturales y dotar de mayor resiliencia a las poblaciones en riesgo.

2.3. Factores que incrementan la vulnerabilidad ante sismos

Para Cunalata y Caiza (2022), el tipo de suelo sobre el que se construyen los edificios es uno de los criterios más importantes al momento de determinar su vulnerabilidad sísmica. Los suelos blandos, arcillosos o saturados de agua pueden intensificar las ondas sísmicas, provocando vibraciones más duraderas y potentes que ponen en peligro la integridad de una estructura. En cambio, los suelos rocosos o compactos tienden a dispersar mejor la energía sísmica, reduciendo su efecto sobre las estructuras. El riesgo aumenta en las zonas urbanas con rellenos artificiales porque estos suelos son susceptibles de licuefacción, condición en la que pierden su resistencia y se comportan como un fluido, lo que puede provocar el colapso de las estructuras.

Acuña (2023) resalta, por su parte, que otra consideración importante es la intensidad del sismo, que determina el impacto que tendrá sobre la población y las infraestructuras. Los edificios y las redes de servicios vitales pueden sufrir destrucciones catastróficas como consecuencia de la energía sustancialmente mayor liberada por los grandes terremotos. Sin embargo, otros elementos, como la composición del suelo y la profundidad del hipocentro, también influyen en la intensidad sobre un determinado lugar. Incluso un terremoto de menor magnitud, pero con un epicentro poco profundo, puede causar tantos daños como uno mayor con una depresión focal más profunda.

El riesgo sísmico también está muy influido por la distancia al epicentro. En las zonas cercanas a él, se produce una liberación de energía más concentrada y destructiva, lo que aumenta la posibilidad de colapso estructural y víctimas mortales. No obstante, como algunos terremotos pueden producir ondas sísmicas que recorren distancias considerables y afectan a lugares lejanos, el impacto no se limita a la zona inmediatamente circundante al epicentro. Cuando se producen terremotos de subducción, las ondas pueden viajar cientos de kilómetros y dañar poblaciones situadas lejos del epicentro (Iñiguez, 2024).

Según Loor-Loor et al. (2021), un componente crucial de la vulnerabilidad sísmica es la densidad de la población, pues influye en el número de personas expuestas a las consecuencias dañinas de un terremoto. La probabilidad de que se produzcan víctimas mortales aumenta considerablemente en los entornos metropolitanos abarrotados, sobre todo cuando hay estructuras inestables, escasez de lugares abiertos para la evacuación y mecanismos de respuesta inadecuados. La congestión urbana también dificulta la evacuación y el acceso a las víctimas, lo que puede agravar los efectos de una catástrofe. Pero aunque el riesgo de mortalidad puede ser menor en las zonas rurales con menor densidad de población, las labores de rescate y ayuda a los afectados podrían verse obstaculizadas por la falta de infraestructura de respuesta.

Estos elementos actúan conjuntamente e influyen respecto al grado de peligro de producirse un evento sísmico. Para diseñar con éxito medidas de prevención y mitigación, es importante comprender y evaluar cada uno de ellos. Reducir la susceptibilidad sísmica y salvar vidas requiere acciones como la aplicación de normas de construcción antisísmica, el aumento de la capacidad de respuesta en zonas densamente pobladas y el desarrollo de ciudades basado en investigaciones geotécnicas (Malavé y Pinoargote, 2023).

En síntesis, la vulnerabilidad de una comunidad a los terremotos responde a una serie de aspectos geológicos, estructurales, sociales e institucionales que repercuten en el modo en que un

sismo la afecta. En cuanto a los principales factores que pueden agravar o atenuar las consecuencias de un terremoto, se encuentran el tipo de suelo, la intensidad y proximidad del sismo, la densidad de población y la preparación para emergencias. En este sentido, los enfoques integrales que abordan la mejora de las infraestructuras, la planificación urbana y la educación pública sobre la actividad sísmica son componentes cruciales de las técnicas de gestión del riesgo sísmico. Por ello, la única manera de reducir drásticamente la vulnerabilidad sísmica y limitar las pérdidas materiales y humanas en caso de terremotos es mediante un esfuerzo concertado entre Gobiernos, organizaciones y ciudadanos.

2.4. Consecuencias económicas, sociales y ambientales de la vulnerabilidad sísmica

Iñiguez (2024) indica que la vulnerabilidad sísmica tiene efectos desastrosos en la economía, ya que influye en la productividad de la comunidad, así como en las infraestructuras. Una de las principales causas de pérdidas económicas es la destrucción de residencias, edificios empresariales e infraestructuras vitales como redes eléctricas, autopistas y puentes. Se necesitan grandes sumas de dinero para reconstruir estas infraestructuras, lo que a menudo detrae fondos de otros sectores importantes como la sanidad y la educación, y tiene un efecto a largo plazo sobre el crecimiento económico. Además, los daños en los sectores comercial e industrial pueden paralizar el comercio y la producción, lo que tiene un gran impacto en la estabilidad de la economía local y nacional. Con frecuencia, los Gobiernos se ven obligados a aumentar la deuda pública para financiar la recuperación, lo que pone aún más en peligro la viabilidad financiera de la nación.

Para Iñiguez (2024), el efecto sobre el turismo es otro factor importante, sobre todo en zonas donde esta industria es vital para la economía local. La sensación de inquietud que provocan las catástrofes sísmicas puede disuadir a los turistas, lo que disminuye los ingresos de los establecimientos de alojamiento, restaurantes y otras actividades relacionadas con el turismo. Asimismo, el potencial turístico de la zona puede verse afectado a largo plazo por la degradación de los monumentos naturales y del patrimonio. Incluso en las industrias que no se ven directamente afectadas, la interrupción de la actividad económica y productiva puede acarrear pérdidas millonarias, socavar el mercado laboral y obstaculizar la capacidad de recuperación de las economías locales. Esta circunstancia coloca a los sectores más vulnerables en una situación aún más precaria, lo que agrava la pobreza y la desigualdad.

Los terremotos pueden tener impactos sociales catastróficos, sobre todo en lo que se refiere al número de víctimas mortales. Es especialmente probable que se produzcan altas tasas de mortalidad en zonas con poblaciones densas y edificios poco resistentes. Las catástrofes sísmicas también provocan desplazamientos a gran escala que obligan a muchas personas a abandonar sus hogares y trasladarse a otras zonas o buscar refugio en albergues provisionales. De esta situación se derivan problemas de hacinamiento, acceso limitado a los servicios esenciales y una mayor presión sobre las infraestructuras de los países receptores. Con el tiempo, estas migraciones pueden cambiar la composición demográfica de las ciudades y provocar disputas por el acceso a los recursos (Hernández y Guardado, 2023).

En atención a ello, Sánchez et al. (2021) señalan que los terremotos también tienen un gran impacto psicológico. Las personas que han sufrido un sismo pueden padecer trastornos mentales como ansiedad, tristeza y estrés postraumático, que pueden afectar su capacidad de recuperación

y su salud emocional. La falta de acceso a apoyo psicológico suele agravar estos problemas y repercutir negativamente en la salud mental de la población afectada. Asimismo, como los grupos más vulnerables —ancianos, personas con discapacidad y quienes viven en la pobreza— tienen más dificultades para obtener ayuda y volver a empezar, las catástrofes sísmicas pueden profundizar la desigualdad social. En ese sentido, el proceso de recuperación social resulta mucho más difícil si la delincuencia y la violencia aumentan como consecuencia del empeoramiento de las condiciones de vida.

En cuanto al medio ambiente, los terremotos pueden provocar avalanchas y corrimientos de tierra que dañan ecosistemas delicados y destruyen infraestructuras. Otro problema importante es la contaminación de las fuentes de agua potable, que aumenta el riesgo de enfermedades debido a que los daños en las tuberías y plantas de tratamiento pueden privar a poblaciones enteras del acceso a agua limpia. Los daños a los ecosistemas naturales, como humedales, bosques y arrecifes de coral, pueden ser permanentes y alterar el equilibrio biológico de la región. Además, los incendios forestales provocados por las explosiones de las redes de gas o los cortes de electricidad pueden destruir enormes extensiones de vegetación, comprometiendo la biodiversidad y agravando el problema climático (Guanuchi-Orellana et al., 2023).

La gestión de la basura producida por la destrucción de edificios es otra de las principales preocupaciones medioambientales. Si los escombros y los materiales de construcción no se gestionan adecuadamente, crece la amenaza de una contaminación que afecte a las masas de agua, el aire y el suelo circundantes. Como la ausencia de planes de gestión de residuos tras un terremoto suele agravar los efectos de la catástrofe sobre el medio ambiente, las medidas para la gestión sostenible de los residuos y la restauración del medio ambiente son componentes cruciales de las iniciativas de reducción del riesgo sísmico. Al respecto, minimizar las pérdidas y disminuir los efectos de futuros terremotos en todas las regiones depende de una planificación cuidadosa y de inversiones en infraestructuras resilientes (Durán y Durán, 2024).

La vulnerabilidad sísmica tiene considerables efectos negativos sobre la economía, la sociedad y el medio ambiente que pueden durar años o incluso décadas. La destrucción de infraestructuras y la interrupción de la actividad productiva ponen en peligro el desarrollo y aumentan las desigualdades. Las víctimas humanas, la reubicación forzosa y los problemas de salud mental agravan la vulnerabilidad de las comunidades en el ámbito social, impidiendo su capacidad de recuperación y comprometiendo la cohesión social. Adicionalmente, impactos medioambientales como incendios forestales, corrimientos de tierras, contaminación del agua y producción excesiva de basura pueden alterar ecosistemas enteros y agravar los problemas medioambientales ya existentes. Por ello, es primordial reforzar las tácticas preventivas, aumentar la resiliencia de las infraestructuras y garantizar una respuesta eficaz ante las catástrofes. Reducir los efectos de los terremotos y salvaguardar el bienestar de los grupos más vulnerables solo puede lograrse mediante una planificación exhaustiva y bien coordinada.

2.5. Estrategias de reducción de vulnerabilidad en zonas de alta sismicidad

Según Ordaz (2022), para disminuir su vulnerabilidad y el impacto destructivo de los

terremotos, las zonas de alta sismicidad necesitan una estrategia global. El refuerzo estructural de los edificios mediante la aplicación de normas de construcción sismorresistentes que garanticen unos niveles de seguridad suficientes es fundamental. También lo es reforzar la resistencia de las estructuras y tener en cuenta los avances tecnológicos en construcciones como escuelas y hospitales, en donde el encamisado de columnas y la instalación de disipadores de energía son muy buenos procedimientos.

Para Xicará et al. (2022), la reducción de la susceptibilidad sísmica depende principalmente de la planificación urbana y del uso del suelo. Es factible restringir la construcción en zonas peligrosas y establecer áreas abiertas que sirvan de zonas seguras de evacuación, a la vez que se identifican y delimitan las zonas de alto riesgo. Por consiguiente, se debe controlar el crecimiento urbano para evitar un aumento catalítico de las zonas inestables y garantizar la resistencia de las infraestructuras esenciales. Al promover unas condiciones de vida seguras y el acceso a los servicios necesarios, se reduce en gran medida el impacto de un sismo en las comunidades que ya estn en riesgo.

Otra táctica esencial para aumentar la capacidad de respuesta ante los terremotos es la implantación de sistemas de alerta temprana y vigilancia. La instalación de sofisticadas redes sísmicas permite detectar movimientos telúricos y enviar alertas a tiempo, dando a la población segundos cruciales para tomar medidas preventivas. Del mismo modo, la creación de sistemas de comunicación de emergencia a través de mensajes de texto, televisión, radio e Internet garantiza que se comparta la información correcta en los momentos críticos, ayudando a la evacuación y coordinación entre los equipos de rescate (Valenzuela, 2021).

León y Cáceres (2023) indican también que, para promover una cultura de prevención y respuesta a los terremotos, la educación y la preparación de la comunidad son determinantes. La población está mejor preparada cuando se realizan simulacros periódicos, se le instruye en materia de seguridad y se incide en la preparación de botiquines de emergencia. La creación de brigadas de emergencia estudiantiles y la incorporación de la educación sobre el riesgo sísmico en los planes de estudio escolares contribuyen, igualmente, a fomentar la resiliencia desde una edad temprana. En las comunidades, el establecimiento de comités de emergencia y el impulso de la participación de los habitantes en todas estas medidas mejoran la capacidad de respuesta local.

Un componente esencial del éxito de la gestión del riesgo sísmico es el fortalecimiento institucional. Las capacidades de respuesta y recuperación se incrementan cuando los líderes públicos y los trabajadores de emergencias reciben formación en gestión de catástrofes. La coordinación entre instituciones permite el desarrollo de planes de emergencia colaborativos y maximiza la utilización de los recursos. Por último, el desarrollo de sociedades más seguras y resistentes a los terremotos se ve facilitado por el establecimiento de un marco jurídico sólido que fomente la construcción sismorresistente y una gestión adecuada del riesgo.

CAPÍTULO III

ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LA GESTIÓN DEL RIESGO SÍSMICO

De acuerdo con Martínez y Narváez (2022), los terremotos son considerados catástrofes naturales que ocasionan grandes pérdidas humanas, materiales y económicas. Las poblaciones son ahora más vulnerables debido a la creciente urbanización y al crecimiento de las ciudades en zonas sísmicamente activas, por lo que es fundamental crear planes eficaces para evitar y reducir el riesgo sísmico. Estos enfoques deben ser integrales y abarcar desde la puesta en marcha de políticas oficiales hasta la promoción de una cultura preventiva en la sociedad, pasando por la utilización de tecnologías de vanguardia en la construcción y la coordinación de actividades comunitarias e institucionales.

Para Alvarado y Galardy (2024), la planificación urbana resistente es uno de los principios básicos de la gestión del riesgo sísmico, ya que permite crear entornos urbanos más seguros y sostenibles. En tal sentido, los daños causados por los terremotos pueden reducirse considerablemente aplicando políticas gubernamentales que controlen el uso del suelo, determinando una zonificación adecuada y construyendo infraestructuras sismorresistentes. Por consiguiente, la seguridad de la población en caso de catástrofe sísmica se incrementa si se adoptan y aplican estrictamente normas de construcción rigurosas.

No obstante, para preparar a la sociedad y concientizarla debidamente, son indispensables la educación y una cultura centrada en la prevención. Respecto a esta última, se anima a la población a participar activamente en ella mediante el desarrollo de campañas de sensibilización, la realización de simulacros periódicos y la inclusión de contenidos de gestión del riesgo sísmico en los programas educativos. Una sociedad preparada y bien informada sabe cómo responder en caso de terremoto, a la vez que contribuye a crear entornos más seguros (De Dios y Rodríguez, 2021).

Por su lado, Baca et al. (2023) indican que los edificios son ahora más resistentes a los terremotos gracias a las nuevas técnicas y tecnologías de construcción segura. El diseño y la construcción de infraestructuras en zonas sísmicas se ha transformado por completo debido a la aplicación de tecnologías como el modelado de información para la construcción (BIM), los materiales inteligentes, los sistemas de control estructural en tiempo real y la automatización de las operaciones de construcción. Estos avances maximizan la seguridad y la eficiencia en la construcción, a la par que disminuyen los efectos de los terremotos.

Por último, Martínez y Narváez (2022) sostienen que la colaboración interinstitucional y la participación de la comunidad son fundamentales para reducir el riesgo sísmico. Las comunidades locales pueden poner de relieve necesidades particulares que deben tenerse en cuenta a la hora de planificar soluciones de mitigación, ya que poseen importantes conocimientos sobre su entorno. La recuperación y reconstrucción de las zonas afectadas también se ven facilitadas gracias a la cooperación entre Gobiernos, instituciones académicas, servicios de emergencia y sociedad civil.

3.1. Políticas públicas y planificación urbana resiliente

De acuerdo con De Dios y Rodríguez (2021), la construcción de ciudades que puedan resistir las consecuencias de las crisis medioambientales y las catástrofes naturales requiere una planificación urbana y unas políticas públicas resilientes. Las ciudades deben aplicar políticas integrales que les permitan no solo sobrevivir, sino también recuperarse rápidamente de catástrofes como huracanes, terremotos e inundaciones, cada vez más frecuentes e intensas debido al cambio climático. La resiliencia urbana implica, además de mejorar las infraestructuras, poner en marcha políticas e iniciativas que aumenten la capacidad de respuesta y adaptación de las comunidades. Una planificación urbana que contemple una estrategia multisectorial que incorpore la seguridad estructural, la igualdad social y la sostenibilidad medioambiental contribuye a que las ciudades crezcan de manera más segura.

Para Baquedano-Juliá et al. (2023), el desarrollo y la modernización de un marco jurídico y normativo que garantice la seguridad en el uso del suelo y la edificación deben tener la máxima prioridad en las políticas públicas centradas en la resiliencia urbana. Las leyes de zonificación deben restringir el crecimiento urbano en lugares de alto riesgo, como zonas vulnerables a inundaciones o laderas inestables, y las normas de construcción deben incorporar requisitos sismorresistentes. De la misma forma, deben establecerse incentivos financieros para fomentar el desarrollo de infraestructuras y viviendas con altos niveles de seguridad, fomentando el uso de materiales resistentes y métodos de construcción creativos. Al respecto, es indispensable una normativa estricta y eficiente sobre el uso del suelo para evitar el establecimiento de asentamientos informales en lugares peligrosos, que hacen a la población más susceptible de sufrir catástrofes naturales.

Rodríguez et al. (2021) puntualizan, asimismo, que otro principio esencial para garantizar que las ciudades sigan funcionando ante acontecimientos desfavorables es la inversión en infraestructuras resistentes. Para proporcionar atención médica y refugio a la población durante y después de una catástrofe, se tienen que modernizar hospitales, escuelas y centros de emergencia. También es esencial implantar sistemas eficaces de drenaje de aguas pluviales y de gestión del agua para atenuar los efectos de las lluvias torrenciales y la posibilidad de inundaciones. Igualmente, el establecimiento de redes de comunicación de emergencia y sistemas de alerta temprana mejora la capacidad de respuesta de las autoridades y facilita la evacuación oportuna de las comunidades afectadas. Estas medidas pueden reducir drásticamente el número de víctimas mortales y las pérdidas materiales si se combinan con simulacros y planes de emergencia cuidadosamente planificados.

Para lograr la resiliencia urbana, deben abordarse asimismo los factores sociales y económicos que afectan directamente la vulnerabilidad de las personas, pues son las comunidades desfavorecidas las que suelen residir en lugares de alto riesgo y carecen de acceso a servicios básicos suficientes. En ese contexto, la pobreza y la desigualdad social intensifican los efectos de las catástrofes. Por lo tanto, las medidas de inclusión social, el acceso a viviendas dignas y los programas de desarrollo económico sostenible que creen puestos de trabajo y aumenten la autonomía familiar deben incorporarse a las políticas públicas. Para promover la resiliencia a través de un enfoque participativo y cultivar una cultura de prevención y preparación entre los ciudadanos, la educación y la concientización sobre la gestión del riesgo de catástrofes son primordiales. Combinadas, estas estrategias ayudan a las ciudades a resistir las catástrofes y a convertirse en modelos más seguros, justos y sostenibles (Urlainis y Shoheit, 2023).

Según Vona et al. (2025), para ayudar a las ciudades a adaptarse a acontecimientos desfavorables

y recuperarse más rápidamente, la planificación urbana resiliente es un enfoque estratégico que pretende incorporar la gestión del riesgo de catástrofes a la planificación y el desarrollo de las ciudades. Aplicar medidas preventivas basadas en datos científicos y herramientas de modelización geoespacial es indispensable en un entorno en el que el desarrollo urbano y el cambio climático hacen más vulnerables a las poblaciones. En ese sentido, la zonificación y el uso adecuado del suelo son componentes primordiales de esta planificación, ya que permiten identificar y cartografiar las regiones de alto riesgo, como las vulnerables a terremotos, corrimientos de tierras o inundaciones. Las tragedias humanas y las pérdidas económicas pueden evitarse controlando y restringiendo estrictamente la construcción en determinados lugares. Aún más, el desarrollo de espacios verdes y corredores ecológicos mejora la calidad de vida urbana y la sostenibilidad medioambiental, además de atenuar las consecuencias de las catástrofes naturales.

Otro principio importante para reducir la vulnerabilidad urbana es la construcción de infraestructuras resistentes. Esto incluye el uso de sistemas de drenaje sostenibles para reducir el riesgo de inundaciones, así como de estructuras con materiales y métodos de construcción que permitan sobrevivir a terremotos, inundaciones y otros fenómenos extremos. Al aumentar la capacidad de absorción de agua y controlar la temperatura en las urbes, la restauración de humedales y la instalación de tejados verdes pueden apoyar estas tácticas. Por otra parte, para garantizar la movilidad de la población y la continuidad de la actividad económica en situaciones de emergencia, deben desarrollarse infraestructuras alternativas de comunicación y transporte. Las infraestructuras críticas, como las redes eléctricas, los hospitales y los parques de bomberos, necesitan planes de reserva para garantizar que sigan funcionando en caso de catástrofe (Rodríguez et al., 2021).

A su vez, Urlainis y Shohet (2023) indican que la participación de la comunidad es esencial para el éxito de un desarrollo urbano resiliente, dado que la población local es la primera en responder a una crisis. Al incluir a los residentes en los procedimientos de toma de decisiones, los planes de prevención y respuesta pueden adaptarse con mayor precisión a las necesidades y características únicas de cada comunidad. A través de la cooperación entre vecinos y organizaciones locales, el establecimiento de programas de autogestión de emergencias y redes de apoyo comunitario mejora la capacidad de respuesta ante catástrofes. Los simulacros periódicos y las iniciativas de educación sobre riesgos también aumentan la preparación y promueven una cultura preventiva. Capacitar a los ciudadanos mediante un acceso oportuno y claro a la información disminuye los efectos de las catástrofes y acelera la recuperación tras una crisis.

Por otro lado, Rodríguez et al. (2021) determinan que el cambio climático presenta dificultades adicionales para un desarrollo urbano resiliente debido a la mayor frecuencia e imprevisibilidad de fenómenos extremos, como las olas de calor, las fuertes tormentas y la subida del nivel del mar. Para atenuar los efectos de un clima cambiante, las ciudades deben incorporar medidas de adaptación al clima en sus planes de desarrollo. Algunos ejemplos son la construcción de infraestructuras que puedan soportar temperaturas severas y la utilización de alternativas naturales. En este punto, la innovación y la tecnología son esenciales porque permiten recopilar y analizar datos en tiempo real mediante sistemas de alerta temprana, inteligencia artificial y sensores urbanos. Además, para intercambiar buenas prácticas, crear sinergias y garantizar la viabilidad de estos proyectos a largo plazo, es esencial la colaboración entre los Gobiernos, el sector comercial, las organizaciones no

gubernamentales y la comunidad.

En resumen, la planificación urbana resiliente y las políticas públicas eficientes trabajan conjuntamente para crear ciudades que puedan resistir y recuperarse de catástrofes naturales y de otros sucesos desfavorables. Pilares importantes de esta estrategia son la gestión integrada de riesgos, la regulación del uso del suelo, el refuerzo de las infraestructuras vitales y la participación ciudadana. La capacidad de responder y evitar nuevos riesgos también se ve reforzada por la adaptación al cambio climático y la aplicación de tecnologías de vanguardia. La puesta en práctica de métodos sostenibles que disminuyan la vulnerabilidad urbana y fomenten un crecimiento seguro y equitativo requiere la cooperación entre los Gobiernos, el sector comercial y la sociedad civil. El bienestar de las comunidades y la capacidad de las ciudades para resistir problemas futuros solo pueden garantizarse por medio de un planteamiento exhaustivo y bien coordinado.

3.2. Educación y cultura de prevención en la sociedad

Según Giuliani et al. (2021), para atenuar los efectos de las catástrofes y aumentar la resiliencia de las comunidades, son esenciales la educación y una cultura centrada en la prevención. Al incorporar la educación para la prevención en las instituciones educativas, las personas pueden desarrollar su capacidad de pensamiento crítico a una edad temprana, lo que les ayuda a reconocer los riesgos y a responder adecuadamente ante posibles peligros. No obstante, para garantizar que la enseñanza sea actual y eficaz, es necesario que los profesionales y los profesores reciban formación en gestión de riesgos. Asimismo, para que todos los sectores de la sociedad tengan acceso a los conocimientos y recursos indispensables para defenderse y actuar en caso de emergencia, la educación también debe ser integradora y abarcar a las personas con discapacidad, ancianos y grupos vulnerables.

Con respecto a Musacchio et al. (2023), una cultura de prevención fomenta una mentalidad proactiva y responsable al implicar un cambio significativo en la forma en que las personas y las comunidades ven los peligros. Para lograrlo, es esencial crear amplias campañas de concientización que utilicen diversas plataformas, como redes sociales, medios de comunicación y espacios públicos. También es fundamental promover la participación activa de los ciudadanos mediante la organización de simulacros frecuentes en comunidades, empresas y escuelas, así como la puesta en marcha de programas de voluntariado en gestión de riesgos. Las autoridades también deben fomentar una comunicación clara y accesible con el fin de que la información preventiva llegue a toda la comunidad de manera oportuna e inteligible.

La educación y una cultura preventiva son importantes, ya que pueden reducir drásticamente el número de víctimas mortales y la cantidad de bienes destruidos en las catástrofes. Una población bien informada y preparada puede reaccionar ante las crisis con rapidez y eficacia, reduciendo sus efectos y acelerando el proceso de curación. Al respecto, una sólida cultura de prevención fomenta el desarrollo sostenible al reducir la necesidad de gastos de reconstrucción y liberar fondos para proyectos a largo plazo. Además, da a los residentes el poder de participar activamente en la planificación y la toma de decisiones de la gestión de riesgos de la comunidad (Giuliani et al., 2022).

Sin embargo, la consolidación de una cultura de prevención está plagada de dificultades, como la necesidad de modificar creencias profundamente arraigadas y la oposición al cambio en algunos

segmentos de la sociedad. Considerando que la prevención requiere de una cooperación eficaz entre los Gobiernos, las instituciones educativas, el sector comercial y la sociedad civil, la coordinación interinstitucional es otro aspecto importante. En este punto debe destacarse que la viabilidad a largo plazo de estos programas depende de una financiación sostenida y de la voluntad política de dar prioridad a la prevención en los planes de desarrollo. Mejorar el conocimiento y fomentar una cultura preventiva es una inversión inteligente, ya que ayudará a la sociedad a gestionar mejor las amenazas actuales y futuras (Haji et al., 2025).

En conclusión, la base para crear sociedades resilientes que puedan prever, responder y recuperarse de emergencias y desastres es la educación y una cultura centrada en la prevención. Es posible reducir las pérdidas monetarias y humanas, aumentar la resiliencia de las comunidades y asegurar un crecimiento sostenible si se incorpora la concientización sobre los riesgos en las instituciones educativas, a la vez que se fomenta la participación ciudadana y se cultiva una actitud preventiva. Los Gobiernos, las organizaciones, las empresas y la sociedad en general deben mantener su compromiso para que estos programas tengan éxito. Esto incluye la financiación de actividades educativas, la coordinación entre sectores y la promulgación de políticas a largo plazo. Hacer de la prevención un valor social y garantizar un futuro más seguro para las generaciones venideras solo será posible con un esfuerzo concertado y persistente.

3.3. Tecnologías y metodologías para la construcción segura

Cantagallo y Sangiorgio (2025) indicaron que, ante acontecimientos desfavorables y catástrofes naturales, la construcción segura es esencial para la resiliencia urbana y la reducción de riesgos. En este sentido, la tecnología y los enfoques de vanguardia han sido cruciales para crear infraestructuras más resistentes, sostenibles y adaptadas a los cambiantes requisitos medioambientales. La combinación de métodos de construcción contemporáneos, como el diseño antisísmico y los sistemas modulares con materiales de vanguardia, como el hormigón de alto rendimiento y el acero de alta resistencia, permite mejorar la seguridad estructural y optimizar los recursos. Igualmente, la digitalización de la construcción facilita la planificación, la supervisión y el mantenimiento de edificios seguros con el uso de herramientas como la inteligencia artificial y el modelado de información para la construcción (BIM, por sus siglas en inglés). Además de mejorar la seguridad de los edificios, la integración de estas tecnologías y procesos fomenta el desarrollo sostenible y la creación de ciudades más preparadas para afrontar dificultades futuras.

Para Lauria y Azzalin (2024), al reducir los riesgos y aumentar la eficiencia, las tecnologías de construcción segura han cambiado por completo la forma de planificar, construir y ejecutar los proyectos de infraestructuras. Una de las herramientas más sofisticadas en este campo es el BIM, que permite producir modelos digitales en 3D que incorporan detalles exhaustivos sobre la estructura, los materiales y los procedimientos de construcción. Esta tecnología mejora la colaboración entre arquitectos, ingenieros y constructores, agiliza la planificación y facilita la detección temprana de cualquier fallo de diseño. Además, el BIM ayuda a reducir los costos y el tiempo de construcción al limitar los cambios imprevistos y reducir la incertidumbre. Todos ellos son aspectos fundamentales para levantar edificios más seguros y sostenibles.

La aplicación de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) a la construcción segura ha hecho posibles avances significativos en la formación de trabajadores y la supervisión de estructuras. Mediante simulaciones en entornos virtuales, se puede formar a los operarios para que reconozcan los riesgos y sigan los procedimientos de seguridad sin exponerse a peligros reales. La visualización de planos en tiempo real, la inspección de edificios y la detección de problemas estructurales se ven facilitadas por la realidad aumentada, que permite superponer datos digitales al mundo físico. Al ofrecer información precisa y actualizada sobre el estado de las estructuras, estos instrumentos no solo aumentan la seguridad en las obras, sino que también facilitan una mejor toma de decisiones (Falsaperla et al., 2022).

De acuerdo con Mavroulis et al. (2022), las herramientas de medición digital y los drones se han convertido en instrumentos esenciales para inspeccionar y supervisar infraestructuras, sobre todo en lugares remotos. Al permitir inspecciones minuciosas de tejados, fachadas y estructuras elevadas, los drones reducen los riesgos innecesarios para los empleados. Del mismo modo, los escáneres láser y otras herramientas de medición digital proporcionan información precisa sobre la geometría de los edificios, lo que facilita la identificación temprana de deformaciones o fallos estructurales. La incorporación de estas tecnologías a la construcción aumenta la seguridad y agiliza el mantenimiento preventivo y las inspecciones, garantizando con ello la edificación de estructuras más duraderas y resistentes a las influencias sísmicas y medioambientales.

Por su lado, Zidarich et al. (2025) señalan que la seguridad de los edificios ha mejorado considerablemente gracias a los avances en automatización y materiales inteligentes. Ahora es posible constatar el estado de los edificios en tiempo real e identificar posibles grietas o indicadores de desgaste antes de que se vuelvan peligrosos gracias a nuevos materiales como el hormigón autorreparable y los sensores incorporados a las estructuras. La automatización y la robótica también han contribuido a que los trabajadores estén ahora menos expuestos a trabajos peligrosos como la soldadura en altura o el transporte de grandes objetos. Los robots para la construcción pueden realizar tareas con mayor precisión y eficacia, reduciendo la posibilidad de contratiempos y aumentando el rendimiento. En conjunto, estos avances técnicos suponen un cambio sustancial en el diseño y mantenimiento de las infraestructuras, lo que se traduce en espacios más seguros y robustos.

Para reducir los peligros y mejorar la protección de los trabajadores, las infraestructuras y la comunidad, se han desarrollado técnicas de construcción segura que tienen a la gestión de riesgos como un componente clave de este proceso, pues permite identificar, evaluar y mitigar cualquier incidente antes de que se convierta en un problema importante. Para prever situaciones peligrosas, se emplean tecnologías sofisticadas como matrices de riesgo, análisis de modos y efectos de falla (AMEF) y simulación de escenarios críticos. Asimismo, el uso de programas informáticos de gestión de riesgos permite supervisar las circunstancias *in situ* en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones basadas en información fiable. Estas tácticas, aparte de garantizar la seguridad durante la construcción, contribuyen a que las estructuras sean más resistentes y duraderas (Ciucci et al., 2023).

Otro aspecto importante para reducir los accidentes y mejorar las condiciones de trabajo es la planificación de la seguridad, un aspecto esencial en los proyectos de construcción. En ese sentido, un examen minucioso de los peligros únicos asociados a la obra, los procedimientos de respuesta ante emergencias, las medidas de seguridad tanto individuales como colectivas y los programas de

supervisión continua son sus componentes principales. Las tecnologías digitales han facilitado este método a través del uso de plataformas colaborativas que incorporan información en tiempo real sobre normas, procesos e informes. Además, la aplicación de técnicas como Lean Management en el sector de la construcción hace posible optimizar el flujo de trabajo, reducir los residuos y mejorar la seguridad de las obras. Cuando se combinan estas tácticas, se garantiza que la seguridad sea un elemento primordial y no secundario en el diseño del proyecto (Lauria y Azzalin, 2024).

El control de calidad desempeña, en este punto, un papel fundamental en la seguridad de los edificios al certificar que los materiales y los métodos de construcción cumplen los requisitos necesarios. Para lograr este objetivo, se realizan pruebas de laboratorio, pruebas de carga, inspecciones técnicas y auditorías periódicas. La detección de anomalías en tiempo real es posible gracias a tecnologías como los escáneres láser 3D, los sensores de control estructural y los sistemas de inteligencia artificial, que ayudan a evitar averías que podrían poner en peligro la estabilidad de un edificio. Igualmente, la trazabilidad de la cadena de suministro y la certificación de los materiales aseguran que solo se utilicen artículos de primera calidad, lo que reduce los riesgos estructurales y prolonga la vida útil de los edificios (Akbulut et al., 2024).

Por último, Falsaperla et al. (2022) puntualizan que mantener un lugar de trabajo seguro requiere conocimientos y formación por parte de los empleados, quienes pueden fomentar una cultura de seguridad y prevención poniendo en marcha programas de capacitación continua, simulacros de emergencia y campañas de concientización. Hoy en día, muchas empresas utilizan tecnologías como la gamificación y la realidad virtual para formar a su personal en situaciones de alto riesgo, mejorando con ello la retención de conocimientos y la preparación para emergencias. Del mismo modo, es imperativo que todos los proyectos de construcción cumplan estrictamente las leyes y normativas de seguridad. Las certificaciones internacionales y las inspecciones gubernamentales velan por que las obras se construyan de acuerdo con las normas de seguridad más estrictas, con lo que se fomenta condiciones de trabajo más seguras y estructuras más fiables para la sociedad.

En suma, el diseño, la planificación y la ejecución de proyectos se han transformado por completo gracias a tecnologías y procesos de construcción seguros que garantizan mejores condiciones de trabajo y estructuras más resistentes. La optimización de procesos, la reducción de riesgos y la eficiencia de las obras son posibles debido a la incorporación de tecnologías de vanguardia como el modelado de información de construcción (BIM), la realidad aumentada, los drones y los materiales inteligentes. La cultura de la prevención y el cumplimiento de la normativa también se ven reforzados por el uso de técnicas como la gestión de riesgos, la planificación de la seguridad, el control de calidad y la formación continua. Cuando se combinan, estos avances no solo reducen el número de accidentes y fallos estructurales, sino que también aumentan la sostenibilidad y la resiliencia de los edificios, lo que beneficia al sector y a la sociedad a largo plazo.

3.4. El rol de la sociedad y la coordinación interinstitucional en la reducción del riesgo sísmico

De acuerdo con Musacchio et al. (2023), la reducción del riesgo sísmico es una cuestión compleja que exige la cooperación de todas las esferas de la sociedad. Teniendo en cuenta este

concepto, para reconocer, organizar y responder a las urgencias, la comunidad y las instituciones tienen que trabajar conjuntamente. La elaboración de mapas de riesgo y planes de mitigación depende en gran medida de los conocimientos locales sobre la geología y la historia sísmica de la zona. La participación activa de la población en el diseño de medidas preventivas, como ejercicios y formación en primeros auxilios, también mejora la capacidad de reacción y disminuye la susceptibilidad a los eventos sísmicos.

Para Hung et al. (2024), una de las tácticas clave que empodera a las comunidades y les permite responder a un terremoto de forma coordinada y eficaz es la autogestión de la situación. Entre las medidas importantes de ayuda inmediata se encuentran la creación de brigadas de rescate, la identificación de refugios seguros y el desarrollo de redes de apoyo entre los vecinos. El fomento de una cultura preventiva mediante iniciativas educativas y tácticas en los medios de comunicación sirve del mismo modo para reafirmar la importancia de la preparación y el cumplimiento de las normas de seguridad.

No obstante, Ji et al. (2021) exponen que, para maximizar los recursos y la eficacia de los esfuerzos de prevención y respuesta, es necesaria la colaboración interinstitucional. Una gestión más exhaustiva del riesgo sísmico es posible por medio de la cooperación entre Gobiernos, servicios de emergencia, instituciones educativas y organizaciones de la sociedad civil. Esta colaboración facilita la puesta en práctica de códigos de construcción sismorresistentes, la creación de sistemas de vigilancia y alerta temprana, y la ejecución de planes de refuerzo adaptados a las circunstancias únicas de cada zona.

En ese contexto, es esencial coordinar las actuaciones de varios organismos para dar una respuesta rápida y eficaz en casos de emergencia. La estrecha cooperación entre los sectores público y privado es primordial para la administración eficaz de la ayuda humanitaria, la coordinación de la asistencia médica y la planificación de la reconstrucción. La financiación de la investigación y la tecnología sismológica permite, por otro lado, mejorar los sistemas de predicción y mitigación de catástrofes, lo que disminuye los efectos de los terremotos sobre las infraestructuras y las personas (Musacchio et al., 2023).

Por consiguiente, la reducción del riesgo sísmico es un reto que solo puede lograrse mediante el trabajo conjunto de las instituciones y la comunidad. En este punto, mientras la comunidad aporta su capacidad de organización, su conocimiento de la zona y su dedicación a una cultura preventiva, la coordinación interinstitucional permite establecer normas, optimizar los recursos y garantizar una respuesta eficaz a las emergencias. La resiliencia social aumenta y los efectos de los terremotos disminuyen cuando se coordinan las actividades de planificación, educación, vigilancia y respuesta a las catástrofes. Al respecto, reducir la vulnerabilidad, fomentar el compromiso de la población y crear una red institucional eficaz también crea un ambiente más seguro y preparado para afrontar futuras dificultades sísmicas.

CAPÍTULO IV

PLANEACIÓN Y DESARROLLO DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES: LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LIMA METROPOLITANA

Desde sus inicios, la humanidad ha estado expuesta en mayor o menor medida a una serie de eventos peligrosos, ya sean naturales o producto de la propia actividad humana, que dan lugar a una expectativa constante sobre cualquier alteración normal de la vida cotidiana. Estos eventos se caracterizan por ser impredecibles e incontrolables, y, por la gran destrucción que pueden causar, conllevan grandes pérdidas materiales y humanas que afectan el bienestar de los sobrevivientes (Suárez et al., 2022). En este sentido, los desastres se clasifican, por su origen, en naturales, antropogénicos (los generados por acción del ser humano) y mixtos, que en su manifestación crean una situación problemática global de reacción inmediata. Se destaca que la atención y alerta en la comunidad científica se ha llevado a cabo con imprecisiones y con estrategias globalizadas para mejorar en ello (Palacios, 2023).

Pese a los avances de la ciencia y las iniciativas internacionales por abordar la naturaleza de los riesgos asociados, el aumento de los eventos peligrosos que han generado fatalidades dan paso a los denominados desastres naturales, donde los costos en pérdidas son significativamente considerables (Vanelli y Kobiyama, 2021). Estos sucesos destructivos han sido la causa de muchos efectos adversos en las últimas dos décadas, afectando el crecimiento económico y la salud de las personas. Se puede mencionar como ejemplo la amenaza latente del cambio climático, que ha generado un incremento en la frecuencia y severidad de fenómenos naturales (González, 2021).

En perspectiva, es pertinente señalar la relación entre la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo de desastre. En primer lugar, una amenaza se comprende como un factor externo que puede ser expresado cuantitativamente, como la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso con una intensidad específica (Chmutina & Von Meding, 2019). La vulnerabilidad, por su parte, se entiende como la condición de susceptibilidad o predisposición que expone a un sistema o grupo social a las consecuencias nocivas de una determinada amenaza con daños potenciales considerables (Fakhruddin et al., 2019).

En este contexto, un riesgo es la convergencia de la probabilidad de generarse un evento adverso y sus efectos nocivos. Esto quiere decir que existe una relación intrínseca donde, a mayor vulnerabilidad y mayor exposición, mayor será el riesgo de afección por una amenaza, y si esta puede causar pérdidas humanas y económicas se está en presencia de un riesgo de desastre (Shi et al., 2020). Un desastre es, por consiguiente, la consecuencia inmediata de un evento imprevisto que conduce a una paralización con pérdidas de gran magnitud que incide en el desarrollo normal de las actividades sociales, económicas, políticas o estructurales de una determinada sociedad (Bello et al., 2020).

En este aspecto, se puntualiza que la gestión del riesgo de desastres es un conjunto de elementos, medidas y herramientas que tienen la finalidad de intervenir ante una amenaza o vulnerabilidad, de modo que se puedan disminuir o mitigar los peligros asociados a dicho evento nocivo (Calvo et al., 2022). No obstante, en América Latina la ausencia de políticas permanentes en la GRD es un factor

frecuente de gran preocupación (Dávila et al., 2022).

Debido a esta problemática, el desarrollo de la sociedad ha generado la necesidad de contar con procedimientos técnicamente conformes para mitigar los eventos no deseados que afecten la seguridad y bienestar de la población, aplicando para ello los principios de la gestión del riesgo de desastres (Barra et al., 2021). Estudiar la amenaza y la peligrosidad de estos eventos, así como la vulnerabilidad de la población ante los desastres, se ha convertido por esa razón en un asunto de gran importancia. Tanto es así que se han incrementado las políticas y medidas enfocadas en estos temas conforme se avanza hacia una sociedad más globalizada (Silva et al., 2022).

Aunque los eventos que ocurren en la naturaleza son inevitables porque son producto de su propia dinámica cambiante, sus efectos sobre los seres humanos pueden llegar a tener consecuencias de carácter social según el nivel de exposición a su poder devastador (Rosselló et al., 2020). En tiempos recientes, estos acontecimientos han pasado de ser vistos como resultado exclusivo de la furia de la naturaleza a ser conceptualizados como situaciones promovidas por actividades propias de los conglomerados sociales (Hernández y Guardado, 2023). En la Tabla 1, se visualiza la clasificación de los eventos de origen natural según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020).

Tabla 1. Discriminación de las anomalías extremas que propician desastres de origen natural

| Subgrupo | Concepto | Clase de desastre |
|-------------------------|--|--|
| Biológico | Peligro causado por la exposición a organismos vivos y sustancias tóxicas o enfermedades que portan a través de vectores. Por ejemplo, fauna silvestre e insectos venenosos, plantas venenosas y mosquitos portadores de agentes causantes de enfermedades, como parásitos, bacterias o virus. | Epidemia. Infestación por contacto con insectos. Accidente de origen animal. |
| Climático | Desastre causado por procesos atmosféricos a largo plazo que van desde la micro- hasta la mesoescala. El cambio climático puede variar de una temporada a décadas. | Sequía. Inundación repentina por vaciamiento de lagos glaciares. Fuego. |
| Extraterrestre | Evento adverso originado por meteoritos (y asteroides y cometas al pasar cerca de la Tierra), atravesar la atmósfera y hacer contacto con la superficie. O por cambios en las condiciones interplanetarias que afectan las diferentes capas entre la corteza de la Tierra y el espacio exterior. | Impacto. Clima espacial. |
| Geofísico/ Geológico | Peligrosidad que procede de la dinámica terrestre. | Movimientos sísmicos. Desplazamiento de terreno seco. Actividad volcánica. |

| | | |
|---------------|---|---|
| Hidrológico | Peligro propiciado por la ocurrencia, el movimiento y distribución de agua dulce y salada a nivel superficial y subsuperficial. | Inundación. Deslizamiento de tierra con flujo. Marea. |
| Meteorológico | Peligro causado por condiciones atmosféricas y climáticas de temporalidad limitada, de microescala a mesoescala, que puede durar minutos, horas o días. | Temperatura extrema. Niebla. Tormenta. |

Nota. Información adaptada de la publicación presentada por Bello et al. (2020) sobre lo planteado por la CEPAL (2020).

Es pertinente exponer que los desastres naturales son gestionados con mayor efectividad en países desarrollados, donde es común la implementación de medidas preventivas, de seguimiento y correctivas por parte de las unidades de respuesta de catástrofe considerando los aspectos señalados por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2021).

Teniendo en cuenta el rol de los organismos estatales y su responsabilidad para garantizar la seguridad, salud y bienestar de los ciudadanos ante la probabilidad de generarse un evento adverso con efectos significativos, surge el concepto de gestión del riesgo de desastres. En este sentido, Tello et al. (2021) señalan que representa una serie de procedimientos que buscan revertir de manera positiva las condiciones vulnerables de una comunidad y su entorno a través de un modelo sostenible y de prevención, en el cual se van a incorporar factores efectivos de prevención y mitigación de desastres dentro de un plan territorial, sectorial y socioeconómico (p. 907).

Por otro lado, dentro de la compleja situación mundial a raíz de la pandemia del COVID-19, se resaltó la importancia de contar con una sólida gestión del riesgo de desastres. Esta emergencia global supuso un reto para la sociedad, la cual fue testigo de cómo sus políticas y mecanismos orientados a gestionar el riesgo de este evento de gran magnitud se vio limitada ante la falta de mecanismos efectivos (Allen et al., 2020).

En este contexto, tomando como referencia una experiencia reciente y globalmente significativa, como la pandemia de la COVID-19, se reafirma que un desastre no solo depende de la magnitud del evento, sino de la capacidad de respuesta y preparación previa de los organismos responsables. Un desastre, por tanto, se materializa cuando la gestión del riesgo resulta insuficiente o ineficaz. En América Latina, esta gestión ha tendido a ser reactiva, generando atención únicamente en los días posteriores al evento, sin lograr una continuidad en las políticas de prevención, preparación y recuperación (Rinaldi y Bergamini, 2020).

En consecuencia, no causa sorpresa conocer que muchos países en América Latina tardan en revertir los efectos generados por un determinado desastre, pese a que la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres suele brindar una amplia lista de recomendaciones (Ogra et al., 2021). Estos eventos representan importantes retos para la sustentación del desarrollo en el continente, ya que cinco de los diez países más afectados por desastres de origen natural se encuentran en el centro y sur de América, así como en el eje caribeño (Trejo et al., 2022).

Desde una perspectiva local, el Perú, debido a factores como su ubicación geográfica, las

características del relieve, el contexto geofísico, entre otros, se encuentra entre los países del eje latinoamericano y del Caribe que han diseñado y adoptado estrategias de GRD para prevenir y abordar los riesgos asociados a desastres naturales (González-Ávila, et al., 2021).

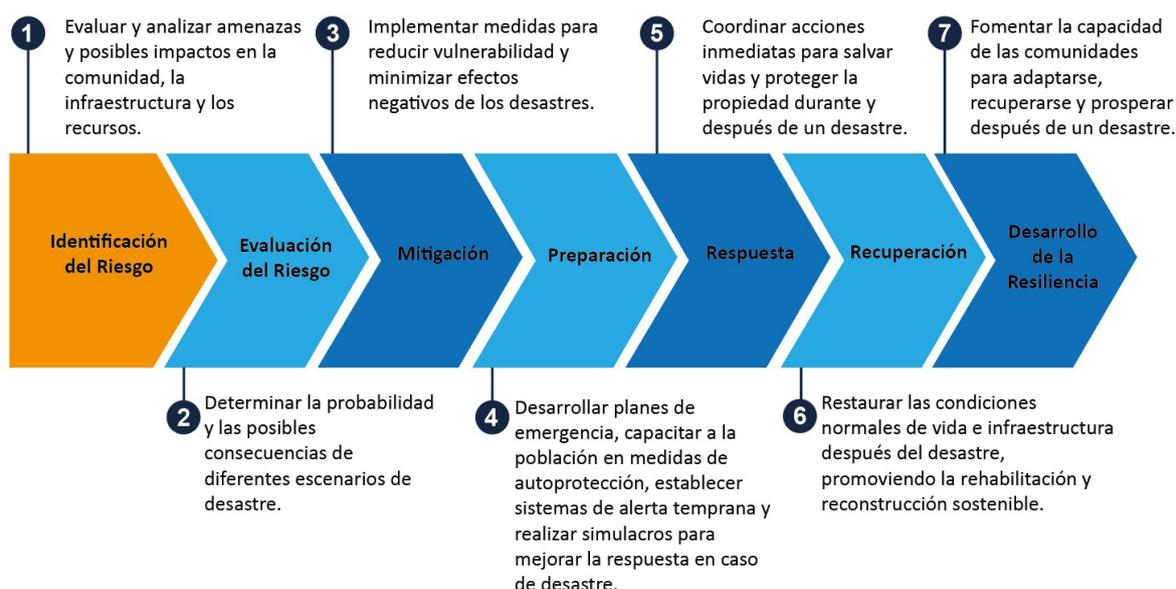
De igual forma, se debe señalar que el Perú cuenta desde el año 2021 con la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050 (PNGRD al 2050), que se sustenta en el Decreto Supremo 038-2021-PCM promulgado por la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM). Esta política nacional tiene un enfoque multisectorial y es implementada bajo la dirección de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), que actúa como ente rector del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) a través del Viceministerio de Gobernanza Territorial (León y Cáceres, 2023).

Con relación a la situación abordada, la Ley 29664 establece los lineamientos para la creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), que tiene como finalidad identificar y mitigar los riesgos asociados a peligros o reducir al máximo sus efectos. Asimismo, se encarga de evitar la incubación de nuevos riesgos mediante la planeación y el desarrollo de acciones frente a situaciones de desastre al establecer principios, lineamientos, componentes, procesos e instrumentos para una efectiva gestión del riesgo de desastres (Ley 29664, 2011).

Es importante indicar que desastres naturales como huaicos, inundaciones, terremotos y bajas temperaturas han incrementado su impacto en varias regiones del Perú. Solo en lo que va de este siglo, el país ha soportado eventos de esta naturaleza de considerable magnitud, como el terremoto que sufrió la ciudad de Ica en 2007, el fenómeno del Niño costero en 2017, el terremoto de 7.5 grados en Loreto, las explosiones del volcán Ubinas en 2019, entre otros (Loyola, 2021). Estos eventos peligrosos son acontecimientos que vulneran los derechos humanos de la población afectada, una problemática que afecta particularmente al país debido a su ubicación geográfica y a la falta de medidas de protección eficientes para garantizar el bienestar de los pobladores (Sánchez et al., 2020).

Respecto al desempeño de la gestión del riesgo de desastres en el Perú, el Instituto Superior de la Seguridad (ISSEGUR) (2023) señala que se trata de un enfoque integral cuya meta es minimizar el riesgo y la vulnerabilidad en las comunidades facilitándoles recursos para que actúen eficientemente frente a las amenazas y peligros asociados. Esto involucra una consecución de aspectos estratégicos y actuaciones para prevenir, mitigar, preparar, responder y recuperarse de las consecuencias generadas por la acción de los desastres, como se aprecia en la Figura 1.

Figura 1. *Etapas de la gestión del riesgo de desastres*



Nota. Tomado de Instituto para la Seguridad (ISSEGUR) (2023).

En consideración a lo señalado por Panduro (2022), la GRD se resume en tres fases fundamentales: i) la estimación del riesgo que depende de los niveles tanto de peligro como de vulnerabilidad, ii) la evaluación del riesgo o amenaza que se asocia al tipo de evento, y iii) la evaluación de la vulnerabilidad, que depende del grado de exposición, fragilidad y resiliencia de los elementos presentes en el lugar donde se desarrolló la catástrofe. La Figura 2 permite apreciar la secuencia operativa de la GRD.

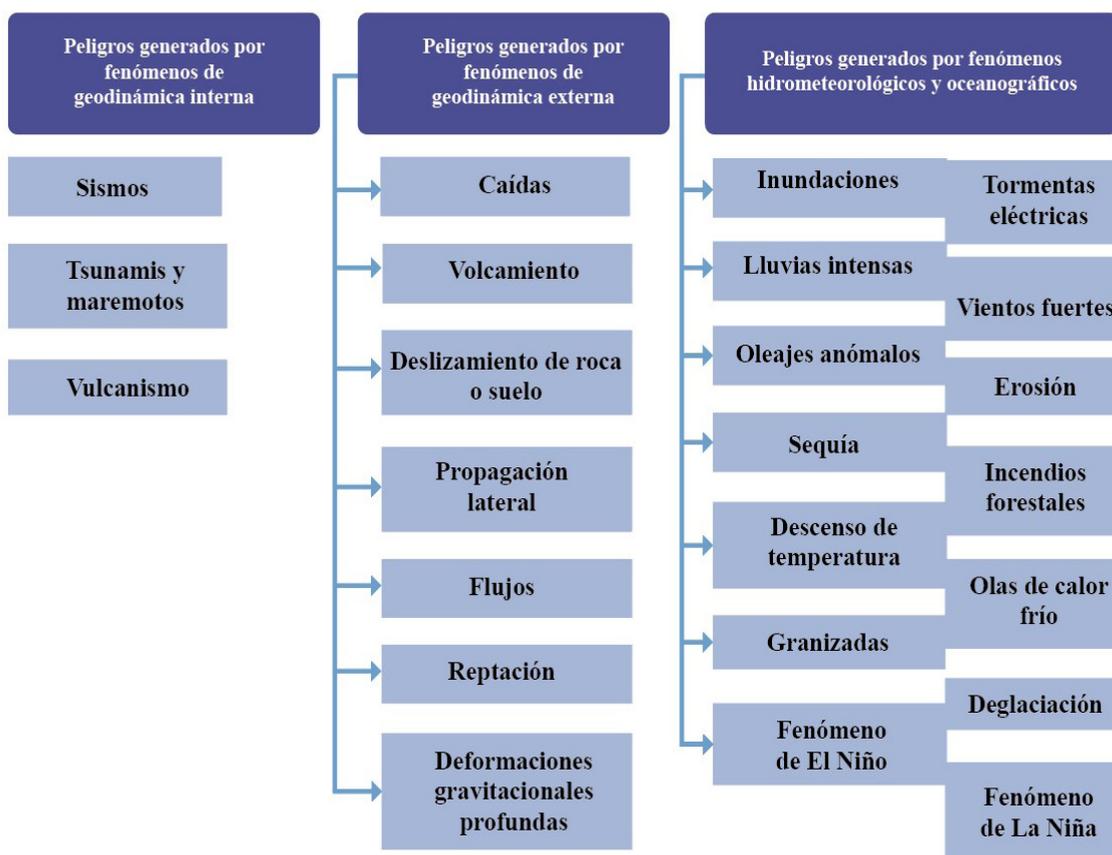
Figura 2. *Secuencia general de las acciones y elementos relacionados con la GRD según SINAGERD*



Nota. Tomado de Suárez (2023)

En la Figura 2, se observa la secuencia sistemática que permite la sostenibilidad de la GRD, que depende directamente del rol institucional según los niveles jerárquicos para lograr la resiliencia y las estrategias para mitigar el impacto del riesgo. El Perú, debido a su ubicación geográfica y a sus características geológicas, es un país propenso a enfrentar los efectos de diversos fenómenos naturales, como los producidos por la geodinámica interna y externa, así como por eventos hidrometeorológicos y oceanográficos.

Figura 3. Fenómenos de peligrosidad significativa que se han generado en Perú en el siglo XXI



Nota. Tomado de Isla (2018).

En la Figura 3, se aprecian los fenómenos y los peligros asociados que se han presentado en el Perú con gran intensidad en lo que va del siglo XXI. Esta evidencia revela una alta actividad sísmica debido a la ubicación del Perú en el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se concentra gran parte de este tipo de movimiento de placas tectónicas del planeta (Ingemmet, 2021). Enfocando la mirada en la capital, Lima, esta se encuentra localizada en la costa central, un área geográfica caracterizada por un gran registro de sismos y tsunamis. Estos fenómenos naturales se asocian a la convergencia de la placa de Nazca (oceánica) y la sudamericana (continental), que describen velocidades promedio de desplazamiento que oscila entre 7- 8 centímetros por año (Contreras-Reyes et al., 2021).

Las condiciones descritas convierten a Lima en un escenario de riesgo que amerita una gran atención por parte de las autoridades competentes en materia de administración del riesgo de desastres, a fin de contribuir a la seguridad y la salud de los ciudadanos, así como a la mitigación de

las pérdidas económicas. En este sentido, el propósito del presente estudio es analizar la planificación y el desarrollo de la GRD tomando en cuenta la vulnerabilidad sísmica y un potencial terremoto devastador en la ciudad de Lima. Ello partiendo de una revisión de literatura tanto técnica como académica con el propósito de presentar las bondades y requerimientos sobre este particular para su reforzamiento a corto plazo. El objetivo es dar una respuesta clara y sustentada a la siguiente interrogante: ¿Cuál es el alcance de la planificación y desarrollo de la gestión del riesgo de desastres frente a la vulnerabilidad sísmica en Lima Metropolitana?

4.1. Metodología

La presente investigación tuvo como propósito general analizar la planeación y el desarrollo de la GRD desde una mirada a la vulnerabilidad sísmica de Lima Metropolitana. Para ello, se realizó un estudio de caso con la finalidad de verificar el alcance de las medidas planeadas para abordar un sismo de gran magnitud y las que se ponen en práctica como preparación a la ocurrencia del mismo. Este estudio se sustentó en una revisión de literatura científica e informes técnicos dentro del paradigma interpretativo mediante el método inductivo. El objetivo fue estructurar un análisis sintético comparativo entre lo planeado y lo desarrollado en función de los criterios sugeridos por la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, 2019).

La revisión se desarrolló con el uso de palabras clave y operadores booleanos en las bases de datos de Scopus, Science Direct y Google Scholar. En particular, se emplearon los descriptores Planning and Development, Disaster Risk Management, Seismic Vulnerability y sus equivalentes en español: planeación y desarrollo, gestión del riesgo de desastres, vulnerabilidad sísmica. La búsqueda tuvo como punto de partida el año 2014 y finalizó en 2023. El acopio de la información se llevó a cabo con el uso de un registro documental sobre la planeación y desarrollo relacionados con la GRD actual en la ciudad de Lima, incidiendo en su vulnerabilidad sísmica ante un potencial terremoto de gran magnitud.

El instrumento utilizado fue elaborado con los siete (7) criterios sugeridos por la UNDRR (2019) para alinear las estrategias de reducción del riesgo de desastres con el Marco de Sendai en pro de la reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. De igual forma, para la presentación de los hallazgos se procesaron los datos mediante una metasíntesis de la literatura y el análisis de contenido sobre los aspectos contenidos en el PLANAGERD 2014-2021 y PLANAGERD 2022-2030 I y II, además del Informe de Evaluación de Resultados de 2021 publicado por la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) (2022a).

4.2. Resultados y discusión

A. Aspectos relevantes sobre el riesgo sísmico en Lima

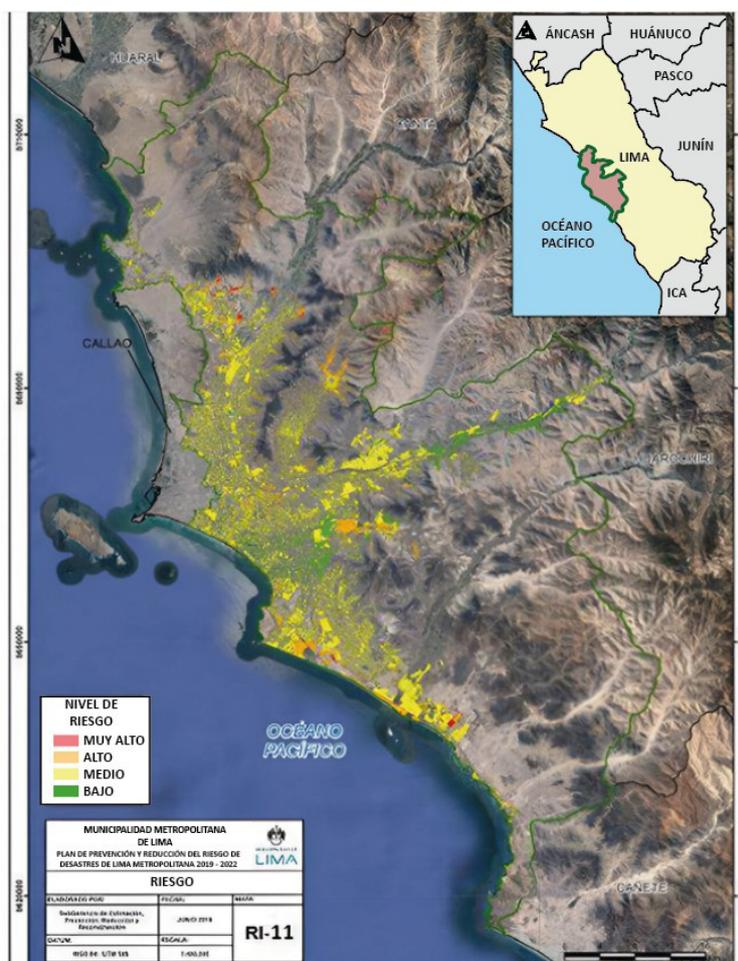
El borde occidental de América del Sur, que va desde la costa oeste colombiana hasta la zona austral de Chile se caracteriza por ser una de las regiones con mayor actividad sísmica del mundo. El Perú forma parte de esta área y su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa sudamericana continental (Vergaray et al., 2019). Esta interacción ha generado grandes terremotos, de magnitudes superiores a 7.0 Mw. La

distribución y origen de estos eventos en el Perú ha sido objeto de varios estudios utilizando datos telesísmicos y regionales para determinar la geometría de subducción de la placa de Nazca sobre la continental o para delimitar las zonas de mayor deformación superficial en el interior del continente (Jiménez et al., 2020).

En un contexto específico, la ciudad de Lima se encuentra ubicada a 231 km al norte de la ciudad de Pisco, que ha sido fuertemente afectada por diversos movimientos sísmicos a lo largo de los años. El más reciente de gran impacto ocurrió el 15 de agosto de 2007 con una magnitud de 7.0 ML y 7.9 Mw, el cual destruyó alrededor del 80 % de la ciudad y cuyo epicentro se ubicó a 60 km al oeste de la misma. Este terremoto también fue percibido con gran intensidad en Lima, en especial en la margen izquierda del río Rímac, donde se ubicaban barrios populares caracterizados por la presencia de viviendas en condiciones precarias que resultaron seriamente afectadas (Wang y Ng., 2023).

La ciudad de Pisco exhibe niveles de amenaza sísmica medios (en las áreas bajas de la ciudad) y altos (en el resto la ciudad). La zona costera se considera, asimismo, de muy alto riesgo. En cuanto a la vulnerabilidad, el área central presenta un nivel medio, mientras que la periferia denota niveles alto y muy alto. La interrelación de estos componentes da como resultado un posicionamiento general de alto riesgo y muy alto en el centro (Izquierdo-Horna et al., 2023). En la Figura 4, se puede visualizar los niveles de riesgo puntuales en la ciudad de Lima.

Figura 4. Impacto sísmico según el riesgo potencial para un terremoto de gran magnitud en Lima

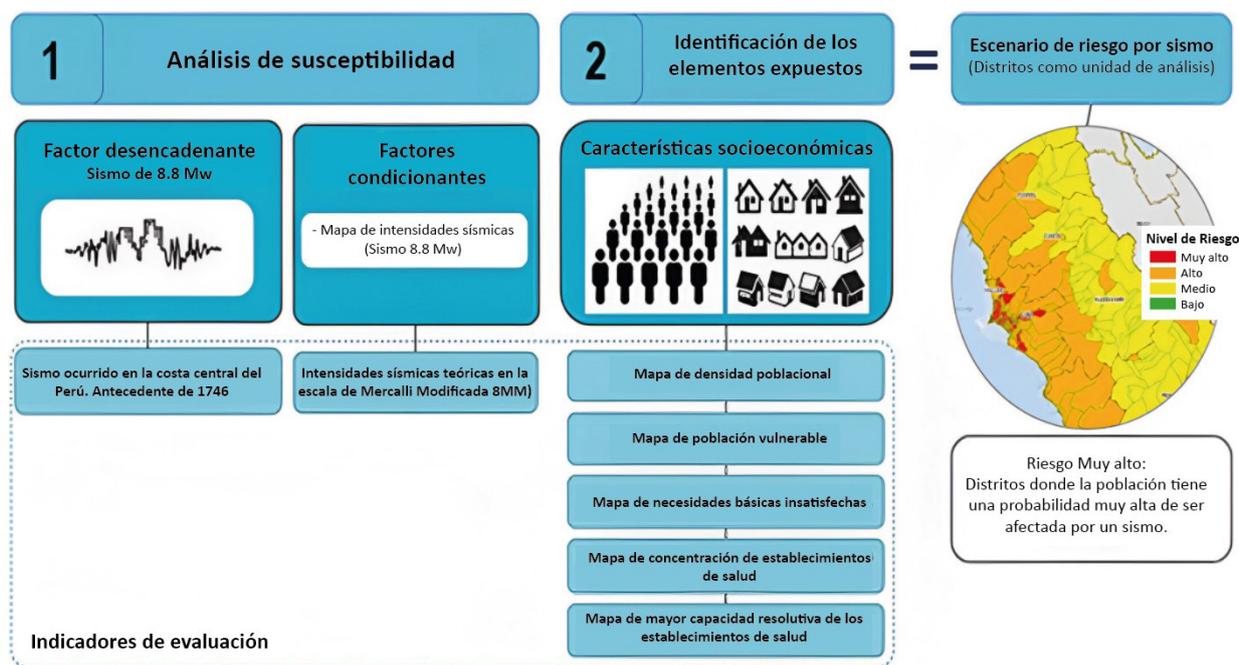


Nota. Tomado de Municipalidad de Lima (2021).

En la Figura 4, se puede apreciar que las zonas de riesgo muy alto se ubican en los puntos norte de Carabayllo, Ate, Puente Piedra, San Juan de Lurigancho, Villa María del Triunfo, la zona oeste y sur de Villa El Salvador, Punta Hermosa y Lurín. En cuanto al riesgo tipificado como alto, alrededor del 40 % de la zona metropolitana denota esta condición, resaltando principalmente los distritos del Rímac (en la ladera del río), Ate, La Molina, la Costa Verde en San Miguel, Miraflores, San Isidro, Barranco, Chorrillos y las zonas centro y este de San Juan de Lurigancho. Todo esto resalta la necesidad de contar con mecanismos preventivos, de alerta temprana, de seguimiento y de acciones efectivas para la atención de un potencial desastre de esta naturaleza.

Considerando esta situación, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) ha elaborado un escenario de riesgo por sismo de gran magnitud seguido de tsunami frente a la costa central del Perú. Para ello, se tomó en cuenta el evento sísmico de 1746 como referencia, el cual ha sido considerado como el peor escenario que se espera para esta zona geográfica, que alberga alrededor del 30 % de la población nacional, así como el poder político y el mayor emporio económico del país (CENEPRED, 2020). En la Figura 5, se aprecia el escenario de riesgo presentado por CENEPRED.

Figura 5. Esquema del escenario de riesgo sísmico de gran magnitud para la costa central



Nota. Tomado de CENEPRED (2020).

En la Figura 5, el esquema de este escenario de riesgo se ha dividido en tres etapas: la primera se refiere al análisis de la susceptibilidad; en la segunda se identifican los elementos expuestos y la unidad mínima de análisis geoespacial, mientras que la última está asociada a los componentes de las etapas previas con las que se obtuvo el mapa de riesgo por sismo de gran magnitud en la costa central del Perú.

B. Vulnerabilidad sísmica en Lima

La ciudad de Lima se encuentra ubicada en una estrecha extensión de terreno de clima

desértico, entre la costa y la sierra central del Perú. El conglomerado urbano también abarca los contrafuertes de la cordillera occidental de los Andes Centrales, que rodean las tierras bajas con laderas de pendientes moderadas a fuertes. La ciudad también tiene un sistema fluvial formado por los ríos Chillón, Rímac y Lurín y sus redes afluentes (Municipalidad de Lima, 2023).

Según datos suministrados por el Ingemmet (2023), la ciudad de Lima, que alberga más de 10 millones de habitantes, cuenta con una infraestructura donde destacan modernas vías de comunicación, zonas residenciales, comerciales, edificaciones elevadas, así como grandes extensiones de asentamientos humanos no permitidos por el Estado, localizados en 178 zonas críticas. Por las características del terreno, Lima se encuentra expuesta a diversos tipos de peligros geológicos y geohidrológicos que, en un evento de gran magnitud, pudiera generar afecciones a los ciudadanos. El peligro que causaría mayor impacto se relaciona con la sismicidad derivada de la interacción de las placas tectónicas de Nazca y sudamericana, a la que se asocian los tsunamis y los eventos detonados por todo esto, como derrumbes, desprendimientos de rocas, licuefacción de suelos, flujos secos, entre otros.

En este punto, cabe recordar que, entre los siglos XVI y XVII, Lima enfrentó devastadores terremotos, como el ocurrido el 9 de julio de 1586, categorizado en 8.1 en potencia de magnitud de momento (MW) y 8.5 en la escala de Richter (ML), así como el registrado el 13 de noviembre de 1655, que alcanzó una magnitud aproximada de 7.8 en la escala de Richter (ML). Asimismo, el 20 de octubre de 1687, un potente sismo azotó toda la costa central del país, entre Chancay y Pisco, cuya intensidad se estimó en 8.5 Mw en potencia de magnitud de momento (MW), y el impactante terremoto del 28 de octubre de 1746, con una intensidad de 8.4 ML. Este último originó un fuerte tsunami que dejó alrededor de 5000 personas fallecidas, de un total de 65.000 habitantes que poblaban Lima y Callao (Carcelén et al., 2020).

En el mismo contexto, durante las dos primeras décadas del siglo XXI, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) ha dado un gran énfasis a la necesidad de considerar cómo enfrentar un sismo de gran magnitud que supere los 8.5 Mw en potencia y magnitud de momento (MW) (Guzmán y Quijano, 2021). Esto está asociado al denominado silencio sísmico de 50 años que ha envuelto a la ciudad capital desde el 3 de octubre de 1974, cuando un sismo de 7.4 en la escala de Richter, con epicentro a unos 70 km al suroeste de la ciudad, afectó de forma descomunal Lima y Callao, y se extendió hasta la ciudad de Pisco. Si a esto se aúna la ocupación de espacios y construcciones no autorizadas en las laderas, que supera el 30 % de las viviendas de la ciudad, Lima se convierte en una zona de alta vulnerabilidad sísmica (Lambert, 2021).

Con relación al nivel de vulnerabilidad ante eventos sísmicos, existen metodologías precisas que funcionan bajo ciertos criterios, como el proyecto South América Risk Assessment (SARA) (Palacios y Celi, 2023); el procedimiento de detección visual rápida (RVS) (Siddharth y Sinha, 2022); las metodologías FEMA 154 y FEMA 310 (Bektaş y Kegyes-Brassai, 2022); la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) (Giménez et al., 2020), y el método italiano Benedetti-Petrini (Cunalata y Caiza, 2022). En su mayoría, estas se aplican considerando la configuración estructural que poseen construcciones como viviendas, carreteras, puentes, túneles, centros comerciales, edificios gubernamentales y demás estructuras urbanas. De igual forma, es importante considerar la cantidad de personas que habitan en la zona objetivo, las pérdidas económicas y el tipo

de terreno donde se encuentra ubicada.

En función de los datos presentados por el Ingemmet (2023), en la Tabla 2 se puede apreciar las 178 zonas señaladas técnicamente como de alta vulnerabilidad, peligrosidad y de riesgo ubicadas en 26 distritos de Lima. Estas se encuentran encabezadas por Lurigancho (43), San Juan de Lurigancho (40), Carabaylo (17) y Cieneguilla (11).

Tabla 2. Zonas señaladas técnicamente como de alta vulnerabilidad, peligrosidad y de riesgo

| Distrito | Número de zonas críticas | Total |
|-------------------------|---------------------------------|--------------|
| Ancón | 3 | 178 |
| Ate | 9 | |
| Carabaylo | 17 | |
| Cercado de Lima | 1 | |
| Chaclacayo | 3 | |
| Chorrillos | 2 | |
| Cieneguilla | 11 | |
| Comas | 6 | |
| El Agustino | 5 | |
| Independencia | 2 | |
| La Molina | 1 | |
| Lurigancho | 43 | |
| Lurín | 3 | |
| Magdalena del Mar | 2 | |
| Pachacámac | 6 | |
| Puente Piedra | 1 | |
| Punta Hermosa | 3 | |
| Rímac | 2 | |
| San Juan de Lurigancho | 40 | |
| San Juan de Miraflores | 2 | |
| San Martín de Porres | 4 | |
| Santa Anita | 2 | |
| Santa Rosa | 1 | |
| Santiago de Surco | 1 | |
| Villa El Salvador | 1 | |
| Villa María del Triunfo | 7 | |

Nota. Información adaptada de la publicación del Ingemmet (2023).

En concordancia con la observación realizada por Lambert (2021) e Ingemmet (2023), en la Figura 6 se presenta una imagen de las viviendas construidas en las laderas de la ciudad sin supervisión del Estado, un área que se encuentra calificada como de alta vulnerabilidad sísmica en una de las 40 zonas críticas de San Juan de Lurigancho.

Figura 6. *Asentamientos humanos ubicados en Lima*



Nota. Fotografía tomada en el distrito limeño de San Juan de Lurigancho en 2024.

C. Planeación y desarrollo de la GRD, una revisión según los criterios sugeridos por la UNDRR (2019)

De acuerdo a lo señalado previamente, el riesgo de los desastres está directamente asociado con las condiciones de vulnerabilidad de áreas que se han constituido por distintos procesos sociales y que están propensas a verse afectadas por el desencadenamiento del evento adverso no deseado. Esto comúnmente se combina con indicadores como la fragilidad, la susceptibilidad o la falta de resiliencia de las comunidades frente a amenazas de diferente índole. En resumen, los desastres son eventos socioambientales que resultan de las actividades sociales que dimensionan el riesgo. Por ende, su contracción debe ser objeto del abordaje práctico y científico de los procesos de toma de decisiones no solo en la atención posdesastre, sino también en la formulación de políticas públicas y en la planificación del desarrollo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

En cuanto a la revisión realizada sobre el cumplimiento de los criterios sugeridos por UNDRR (2019) para alinear las estrategias de reducción del riesgo de desastres con el Marco de Sendai, se pudo constatar que el último informe sobre la GRD fue publicado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci) el 13 de octubre de 2022. Sobre esa base, se lleva a cabo la revisión y explicación de su estado para dar cumplimiento al objetivo del estudio.

Incorporación de diferentes escalas de tiempo con metas e indicadores asociados a los distintos marcos temporales.

Esto se encuentra asociado a la etapa de organización de la GRD, donde se establecen las acciones y actuaciones preventivas que se proyecta serán aplicadas a futuro con los indicadores de riesgos de desastre y gestión del riesgo para valorar el cumplimiento de las metas previamente establecidas. El objetivo de este criterio es asegurar el seguimiento sobre los avances logrados y lo que aún se debe concretar con el fin de tomar acciones correctivas durante el desarrollo de la gestión (Lan Huong et al., 2022).

En la revisión del PLANAGERD 2014-2021, se pudo constatar que en dicho documento estaban proyectados seis (6) objetivos estratégicos y específicos. Estos se plasmaron en un cronograma de ejecución de las actividades que no presenta una escala temporal específica, sino que solo señala un potencial cumplimiento a corto, mediano o largo plazo. De la misma manera, se revisó el PLANAGERD 2022-2030 parte I y II (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022b-2022c), donde no se evidencia un cambio significativo en cuanto al establecimiento de escalas de tiempo, aunque sí en el diseño y uso de los indicadores con las metas y recursos.

En este último caso, se aprecia que, al no contar con la escala esperada, continúan las falencias detectadas en el PLANAGERD 2014-2021, lo que no permite visualizar si una determinada actividad fue desarrollada en un tiempo prudencial y si las metas se extienden. Esto puede originar el retraso del desarrollo de la GDR e impedir tanto el abordaje efectivo de los riesgos como la disminución de la vulnerabilidad que se evidencia en el área metropolitana de Lima.

Incorporación de objetivos de prevención de la creación del riesgo

La prevención de la creación del riesgo implica el abordaje de las fuentes que propician la ocurrencia de eventos no deseados para evitar que se conviertan a corto plazo en desastres de gran impacto. Esto comprende la identificación del riesgo, su reducción y el establecimiento de una base estratégica y adecuada para tomar decisiones al respecto. Para ello, es importante el uso de herramientas tecnológicas modernas que exploten los principios de la tecnología de punta y faciliten el manejo y uso de la información para prevenir los peligros inherentes al riesgo (León y Cáceres, 2023).

Al llevar a cabo la exploración en el PLANAGERD 2014-2021 y PLANAGERD 2022-2030 I y II, se verificó que, dentro de los seis objetivos estratégicos, el segundo de ellos contiene algunos específicos que hacen mención a la reducción de las condiciones de riesgo existente. Sin embargo, no se contemplan acciones planeadas que señalen la aplicación de procedimientos técnicos ni el uso de recursos innovadores para detectar la causa raíz de, por ejemplo, aquellos de carácter sísmico. Esto se percibe una vez más como una debilidad de la GRD, que no aporta en materia de acciones concretas para disminuir el riesgo sísmico en la ciudad de Lima, que evidencia una alta vulnerabilidad al respecto.

Inclusión de objetivos de reducción del riesgo existente

Para lograr efectividad en la GRD, se deben tener a la mano mecanismos que permitan cumplir con objetivos claros para la reducción de los riesgos existentes. Es por eso que el manejo de un subregistro de los impactos de la emergencia, la importancia de diferenciar claramente entre medidas de protección análogas y equivalentes, las estrategias preventivas, la adopción de un enfoque de derechos humanos al hábitat en el diseño e implementación de respuestas, y la urgencia de actuar haciendo frente a los desafíos postergados del desarrollo deben ser los resultados esperados ante los riesgos ya identificados y valorados. Sin duda, tiene que ser un proceso direccionado a formular planes y desarrollar acciones de forma sensata, coordinada y planificada entre los órganos no gubernamentales, estatales y particulares para prevenir o evitar, mitigar o reducir el riesgo en una comunidad urbana, atendiendo a sus realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales y económicas (Barrenachea et al., 2023).

Sobre el particular, se pudo constatar que el PLANAGERD 2014-2021 y PLANAGERD 2022-2030 tienen una serie de objetivos definidos que exponen la necesidad de mitigar los riesgos detectados de dos maneras: la primera mediante la capacitación e información continua sobre la existencia de estos riesgos; y la segunda, a través de la aplicación de acciones correctivas y de seguimiento dirigidas a reducir la causa raíz del riesgo según su naturaleza. No obstante, para el riesgo sísmico, que tiene un comportamiento aleatorio impredecible, se construyen los escenarios potencialmente peligrosos y se lleva a cabo el monitoreo sobre las posibles pérdidas en caso de la ocurrencia de desastre. Lima, por haber sido afectada ya por 12 grandes terremotos desde el siglo XVI, posee un escenario crítico de alta vulnerabilidad debido a que alrededor del 80 % de las viviendas han sido construidas sin la supervisión y autorización de los entes gubernamentales.

Visto de esta manera, dichos entes deberían contar con un control específico sobre las 178 zonas críticas identificadas en Lima Metropolitana y mantener un monitoreo permanente sobre estas, a fin de lograr un tiempo de respuesta temprana con acciones de salvamento y rescate. Actualmente, el Perú dispone de un plan conjunto entre las Fuerzas Armadas, la Policía Nacional del Perú (PNP), el Cuerpo General de Bomberos, las instituciones de salud y la Cruz Roja Peruana de acciones inmediatas destinadas a salvaguardar la vida de las personas afectadas en las zonas de emergencia o de desastre, lo cual está contemplado en el PLANAGERD 2022-2030. De igual manera, la Municipalidad de Lima (2021) elaboró el “Plan de contingencia ante sismos de gran magnitud seguidos de tsunamis de la provincia de Lima 2021-2023”, así como el Plan de Desarrollo Concertado de Lima Metropolitana 2023-2035. Todo esto permite concluir que sí se ha llevado a cabo la inclusión de objetivos de reducción del riesgo existente en el Perú.

Incorporación de objetivos de fortalecimiento de la resiliencia económica, social, sanitaria y ambiental

Se han dado diversos debates sobre la implementación de un concepto de resiliencia que permita a los grupos sociales prepararse para enfrentar los efectos de un impredecible desastre natural. Si bien existen marcos técnicos, teóricos y legales destinados a construir estrategias de resiliencia inclusivas que fomenten la participación y el compromiso de los ciudadanos, existe poca literatura relacionada con la resiliencia y la manera efectiva de conceptualizar la participación consciente de

los ciudadanos. En este sentido, sería importante que cada país destine un presupuesto especial para invertir en plataformas digitales que, como catalizadores informáticos, promuevan interacciones que sirvan como mecanismos de innovación, información, producción y servicios que se adapten a las necesidades locales, impulsando así una mayor resiliencia integral de manera participativa (Mahajan, et al., 2022).

En una nueva revisión al PLANAGERD 2014-2021, se identificó la incorporación de un objetivo estratégico orientado a fortalecer la capacidad de recuperación física, económica y social, lo que implica desplegar acciones para la gestión de la restitución de servicios básicos y de las condiciones esenciales de vida, así como promover la transferencia del riesgo. De manera similar, el PLANAGERD 2022-2030 mostró que, hacia fines de 2021, solo el 21.83 % de las 21 unidades evaluadas de los tres niveles de gobierno contaba con instrumentos técnico-normativos aprobados para procesos de rehabilitación, entre las cuales un 16.67 % correspondía a ministerios.

En ese contexto, de un total de 162676 funcionarios públicos, solo el 7.68 % ha recibido especialización para gestionar la recuperación de los servicios básicos. Además, el 100 % de las entidades carece de metodologías para evaluar el impacto económico y de mecanismos para restablecer progresivamente los medios de vida y la recuperación social. Esta situación evidencia que, en materia de resiliencia, la gestión del riesgo de desastres (GRD) no se encuentra acorde con el nivel de riesgo y vulnerabilidad identificado en el escenario de la ciudad de Lima.

De acuerdo con la Presidencia del Consejo de Ministros (2022a), el 22.95 % de las entidades públicas elaboró informes técnicos y/o estudios destinados a determinar condiciones de riesgo, lo que corresponde a 440 entidades de un total de 1917, según los resultados de la Encuesta Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (ENAGERD) 2021. Aunque este porcentaje absoluto resulta inferior al 50 %, en relación con la meta establecida en la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050 (14 %), el avance alcanzó un 163.93 %. Este valor refleja que el número de entidades que cumplieron con la actividad fue considerablemente superior al objetivo propuesto para el periodo evaluado.

Sobre la aplicación de las recomendaciones de la Prioridad 1: entender el riesgo de desastres

Es definitivo que los eventos adversos están implícitos en los fenómenos naturales, por lo que, antes que identificar el riesgo de desastre, debe ser una prioridad conocer el origen, la manifestación, el impacto del mismo y la forma de mitigarlo para reducir sus efectos. Dentro de este contexto, los terremotos representan un peligro importante debido al crecimiento de poblaciones vulnerables y expuestas, razón por la que los niveles globales de riesgo sísmico están aumentando. En las últimas tres décadas, se ha producido una espectacular mejora en el volumen, la calidad y la coherencia de las observaciones satelitales de los procesos internos y externos del planeta. Todo ello gracias a los sistemas actuales de Observación de la Tierra (EO) —comúnmente utilizados para medir terremotos y deformaciones de la corteza terrestre— que pueden ayudar a limitar las fuentes potenciales de peligro sísmico. Es así como las diversas contribuciones actuales y el potencial futuro de los datos de EO son de gran utilidad para alimentar el ciclo de gestión de desastres con respecto al riesgo sísmico (Elliot,

2020).

Haciendo referencia a la revisión realizada al PLANAGERD 2014-2021 y PLANAGERD 2022-2030, se observa que en dichos documentos no se señala esta prioridad dentro de los objetivos estratégicos. Esto se percibe como una omisión en aspectos específicos para entender y comprender la naturaleza del riesgo sísmico, siendo el Perú uno de los 10 países de mayor actividad sísmica del mundo. En el caso de la ciudad de Lima, que ha manifestado un silencio sísmico prolongado desde el siglo XVI, se entiende que ha acumulado una gran cantidad de energía que podría liberarse en un movimiento telúrico que supere los 8.0 grados en la escala de Richter (ML).

Desde la perspectiva de la Presidencia del Consejo de Ministros (2022a), con el objetivo de fortalecer la comprensión del riesgo de desastres para una mejor toma de decisiones tanto de la población como de las entidades del Estado, se implementa el monitoreo de la gestión mediante el Índice Global de Vigilancia de distritos expuestos a sismos, a cargo del Instituto Geofísico del Perú (IGP). En el ejercicio 2021, este índice alcanzó un porcentaje de cumplimiento del 23.8%, lo que evidencia un bajo desempeño respecto a las actividades planificadas.

En cuanto al Índice Global de Vigilancia de distritos expuestos a tsunamis, el mismo se ubicó en un nivel de logro del 68 %, lo que permite inferir que el Ministerio de Defensa ha tenido un mejor desempeño en la ejecución de las actividades planeadas en la prevención y monitoreo de las condiciones peligrosas y vulnerables ante un eventual tsunami como consecuencia de un sismo de considerable magnitud.

En torno a la ejecución de las recomendaciones de la Prioridad 2: fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para una gestión eficaz

Desde la gobernanza del riesgo, es imperativo que los sectores sociales, políticos y económicos, en primer término, intervengan de manera dinámica mediante propuestas que logren consensos para la acción y ejecución de estrategias efectivas. Por tanto, las políticas de gestión del riesgo de desastres deben considerar las demandas y necesidades de todos los involucrados, independientemente que sean de orden público o privado, para que de esta forma se asignen responsabilidades compartidas. Al mismo tiempo, es importante impulsar el dominio de competencias ciudadanas para el desarrollo de operaciones sustentables y el diseño de proyectos locales para la gestión del riesgo de desastres en zonas vulnerables (Coto-Cedeño et al., 2023).

Este aspecto está señalado claramente en la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como una de las cuatro prioridades incluidas en el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Sin embargo, persiste la alta vulnerabilidad de la población y sus medios de vida ante este tipo de riesgo en el territorio, ya que persiste una débil gobernanza del riesgo. Esto deriva de una planificación articulada deficiente y la falta de ejecución de estrategias integrales de gestión, a nivel intersectorial e intergubernamental, que tenga un enfoque territorial a largo plazo.

Desde una perspectiva local, la Municipalidad de Lima cuenta con un Plan de Desarrollo Concertado de Lima Metropolitana 2023-2035. En este se encuentra la matriz de prioridades para la ciudad, donde los objetivos estratégicos 06 y 09 se alinean con los criterios sugeridos por la UNDRR (2019). El objetivo 06 abarca estrategias para reducir la vulnerabilidad ante riesgos de desastres, pues

las cifras que se manejan indican que solo un 30 % de las personas aplica medidas preventivas y un 15% de las viviendas están edificadas sobre zonas de alta vulnerabilidad. En el caso del objetivo 09, que considera fortalecer la gobernanza del territorio, según la percepción de la ciudadanía se encuentra en un 80 % de aceptación, mientras que la municipalidad, como institución, cuenta con un 60 % de confiabilidad (Municipalidad de Lima, 2023).

De igual forma, incluye como variable priorizada a futuro (V13) la efectividad de la GRD, donde se proyecta que al 2025, bajo planes de capacitación continuos, al menos un 22.5 % de la población maneje efectivamente medidas de gestión del riesgo de desastres. Para el 2035 se espera que se incremente a un 25 %, y al 2035 como mínimo el 30 % de la población llegue a conseguir este objetivo. Asimismo, se proyecta que como máximo un 51 % de las viviendas estén expuestas a peligros, que para el 2035 no sobrepase el 35 %, y que para el 2035 sea menor o igual al 15 % (Municipalidad de Lima, 2023).

4.3. Conclusiones

Ante un potencial sismo de alto impacto que altere el orden normal de la ciudad de Lima, la municipalidad estableció el “Plan de contingencia ante sismos de gran magnitud seguido de tsunami” para la provincia de Lima, con vigencia en el periodo 2021-2023. Este plan fue formulado por personal de especialistas del Área de Análisis Operacional de la Subgerencia de Defensa Civil, que fue evaluado y validado a través de tres reuniones entre el Área de Coordinación de Análisis Operacional y Subgerencia de Defensa Civil y la Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres. La finalidad del plan ha sido concebir un control eficiente y eficaz sobre los recursos de los que se disponen para lograr los efectos positivos planeados.

En cuanto a la revisión realizada a la GRD, tomando como referencia los criterios sugeridos por la UNDRR (2019) y lo establecido en PLANAGERD 2014-2021 y PLANAGERD 2022-2030, los organismos encargados de cumplir con esta gestión han ido aplicando progresivamente cuatro de los seis criterios que dicha instancia ha recomendado, aunque con una celeridad limitada, mientras que dos de ellos tienen un nivel de avance muy bajo. En tal sentido, es importante que el Estado peruano revise la planeación y el desarrollo de la gestión del riesgo de desastres que está en marcha para que se coordine la implementación de las acciones que no se han iniciado, especialmente sobre la Prioridad 1, que implica el riesgo de desastres de tipo sísmico.

Respecto al fortalecimiento de la resiliencia económica, social, sanitaria y ambiental, la GRD no ha demostrado abordar los criterios sugeridos por la UNDRR (2019) sobre el nivel de riesgo y de vulnerabilidad que se evidencia en el escenario de riesgo de la ciudad de Lima. En consecuencia, es imperativo que el Estado, a través de organismos competentes como el Indeci y el SINAGERD, diseñen, promuevan y apliquen una campaña de capacitación más directa y efectiva dirigida a las comunidades, especialmente en los distritos de Lurigancho, San Juan de Lurigancho, Carabayllo y Cieneguilla, debido a su gran vulnerabilidad y las condiciones geofísicas de la costa central del país, donde se encuentra ubicada la ciudad de Lima.

En suma, se pudo apreciar que la GRD desarrollada por la Municipalidad de Lima se encuentra, de manera implícita, direccionada hacia los seis criterios sugeridos por la UNDRR (2019).

En particular, resalta las acciones para que los objetivos estratégicos 09 y 06 se enfoquen en priorizar y desarrollar infraestructura competente y fácil de rescatar ante un evento no deseado por el riesgo de desastres. Desde esa perspectiva, la nueva infraestructura debe ser proyectada y diseñada dentro de un enfoque preventivo de desastres naturales. No obstante, considerando el potencial sismo de 8.5 en la escala de Richter que pudiera generarse en la ciudad de Lima o en la geografía circundante, se aprecia que la GRD actual requiere de una mayor celeridad y atención por parte del Estado y también de la sociedad civil y entidades no gubernamentales.

CAPÍTULO V

RELEVANCIA DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ANTE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

Los terremotos figuran entre los peligros naturales más dañinos por su capacidad para causar importantes pérdidas materiales y humanas en cuestión de segundos. Muchas partes del mundo, sobre todo las situadas en zonas de gran actividad tectónica, son sísmicamente vulnerables, lo que subraya la necesidad de mejorar la gestión del riesgo de desastres (GRD) para reducir los efectos y garantizar la seguridad de la comunidad. La GRD trata de aumentar la preparación y el modo de respuesta ante sucesos sísmicos, así como reducir la exposición a estos. Una intervención eficaz puede significar la diferencia entre una rápida recuperación y el quiebre de servicios e infraestructuras vitales (Gallegos, 2021).

Según Valladares (2022), la aplicación de técnicas cruciales para atenuar las repercusiones de los terremotos es esencial para la GRD. Entre ellas figuran el desarrollo de infraestructuras sólidas, la implantación de sistemas de alerta temprana, la identificación y evaluación de riesgos mediante cartografía sísmica, y la planificación de los usos del suelo teniendo en cuenta la seguridad. Igualmente, promover una cultura de prevención y respuesta, que requiere de educación y concientización pública. Para que las estrategias e iniciativas de reducción de riesgos tengan éxito y sean duraderas, también es indispensable reforzar el entorno normativo y coordinar el accionar de las instituciones.

No obstante, la gestión del riesgo sísmico está plagada de dificultades. La aplicación de técnicas de mitigación se ve considerablemente obstaculizada por las desigualdades sociales, la vulnerabilidad estructural de muchos edificios y la naturaleza impredecible de los terremotos. Además, la eficacia de las intervenciones puede verse limitada por no comprender la importancia de la prevención y por los problemas de coordinación interinstitucional. La modernización de las normativas de construcción antisísmica, los avances tecnológicos en los sistemas de vigilancia y alerta temprana, la implicación de la comunidad en la gestión del riesgo y la colaboración internacional para compartir experiencias de éxito en la reducción del riesgo sísmico son solo algunas de las medidas que se pueden implementar en medio de estas dificultades (Cuevas y Arellano, 2021).

Por ello, la gestión del riesgo de desastres en zonas sísmicas debe enfocarse de forma holística, teniendo en cuenta tanto los obstáculos como las posibilidades de reforzar la resiliencia de las comunidades. En caso de terremoto, la combinación de medidas preventivas, inversión en infraestructuras seguras, educación y colaboración intersectorial puede minimizar enormemente la pérdida de vidas y bienes. La gestión eficaz de los riesgos y la mejora de la protección frente a los terremotos solo son posibles a través de la colaboración entre Gobiernos, instituciones, sociedad civil y organizaciones internacionales.

5.1. Importancia de la gestión del riesgo de desastres en zonas sísmicas

De acuerdo con Benavides (2023), dado que los terremotos pueden destruir comunidades enteras, la GRD en las zonas sísmicas es determinante para la seguridad pública y para el desarrollo

sostenible. La falta de preparación tiene un impacto negativo en la economía, las infraestructuras y el bienestar social, a la vez que tiende a aumentar el número de víctimas y retrasar la recuperación. Por lo tanto, reducir los efectos de los terremotos y garantizar una respuesta eficaz a las emergencias requiere el despliegue de técnicas de prevención y mitigación, así como el desarrollo de la resiliencia de las comunidades.

Proteger a las personas y los bienes mediante la aplicación de protección estructural y no estructural es uno de los principales objetivos de la GRD. Por ejemplo, la construcción de edificios resistentes a los terremotos ha mejorado mucho gracias a la ingeniería sísmica, que reduce la posibilidad de un derrumbe que podría causar víctimas mortales y cuantiosos daños económicos. Del mismo modo, la planificación urbana es esencial para definir códigos de construcción apropiados y delimitar los lugares de alto riesgo, lo que frena el crecimiento de los asentamientos en zonas susceptibles. Además, impulsar la concientización pública mediante iniciativas educativas y ejercicios recurrentes es crucial para mejorar la capacidad de respuesta individual y colectiva en caso de incidente sísmico (Haro et al., 2022).

Un componente clave de la gestión del riesgo sísmico es mantener los servicios vitales y proporcionar protección física. Las infraestructuras críticas, como hospitales, compañías de bomberos y centros de emergencia, deben contar con diseños robustos y procedimientos de respaldo para garantizar su funcionamiento continuado tras un terremoto. La crisis puede agravarse si se interrumpen estos servicios, lo que dificultaría la atención médica, la coordinación de las labores de rescate y la distribución de recursos. Por lo tanto, es imperativo invertir tanto en la renovación y el refuerzo estructural de los edificios clave como en la instalación de sistemas de energía de reserva y el almacenamiento de los suministros necesarios (Gallegos, 2021).

Para Iñiguez (2024), otra cuestión decisiva en la planificación de la GRD es el costo económico de los terremotos. La estabilidad financiera de un país puede verse gravemente dañada por las pérdidas ocasionadas por la interrupción del comercio, el colapso de la industria y la destrucción de infraestructuras. En este sentido, realizar inversiones en medidas preventivas, incluida la creación de seguros contra catástrofes y de infraestructuras robustas, puede disminuir la carga financiera y acelerar la recuperación. La susceptibilidad financiera de las comunidades a los sucesos sísmicos también se puede disminuir diversificando la economía y aplicando políticas de desarrollo sostenible.

Por último, Olivares et al. (2023) puntualizan que dos componentes esenciales de la gestión del riesgo sísmico son el marco normativo y la resiliencia de la comunidad. La planificación y ejecución de iniciativas de reducción de riesgos con participación ciudadana mejora la capacidad de respuesta ante desastres y fomenta la cohesión social. La creación y aplicación de leyes estrictas relativas a la gestión de emergencias, la ordenación del territorio y el desarrollo son esenciales a nivel gubernamental. Asimismo, el desarrollo de tecnologías de vanguardia para la vigilancia y detección de terremotos puede mejorar la capacidad de alerta temprana y maximizar la toma de decisiones en caso de crisis. Combinadas, estas tácticas pueden crear barrios más seguros y mejor equipados para hacer frente a las dificultades que originan los terremotos.

En pocas palabras, la gestión del riesgo de desastres en zonas sísmicas es una táctica fundamental para preservar los servicios vitales, evitar víctimas mortales y disminuir los daños financieros. Los efectos de los terremotos pueden mitigarse considerablemente mediante la aplicación de normas de

construcción sismorresistentes, una planificación adecuada del uso del suelo y la preparación de la población. De igual manera, la financiación de tecnologías de detección precoz y de infraestructuras sólidas mejora la capacidad de respuesta y recuperación de las comunidades afectadas. Para reforzar una cultura de prevención y resiliencia y velar por que las ciudades no solo resistan los efectos devastadores de los terremotos, sino que también se recuperen más rápida y eficazmente, la participación ciudadana y el compromiso de los Gobiernos son componentes primordiales. Para las personas vulnerables a este tipo de riesgos naturales, solo se puede garantizar un futuro más seguro y sostenible adoptando una estrategia global y coordinada.

5.2. Estrategias clave en la gestión del riesgo de desastres

La gestión del riesgo de desastres es una estrategia global que tiene como objetivo reducir los efectos de las catástrofes naturales y mejorar la capacidad de respuesta de las comunidades. Para ello, es necesario realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos, que conlleva identificar los lugares susceptibles, examinar las infraestructuras expuestas y poner en marcha sistemas de vigilancia y alerta temprana. Al anticipar situaciones desfavorables y tomar medidas preventivas rápidas, estas tecnologías reducen la exposición de la población y minimizan las pérdidas materiales y humanas (Ordaz, 2022).

Por su parte, Xicará et al. (2022) indican que el uso del suelo y la planificación urbana son componentes esenciales de la reducción de riesgos en términos de prevención y mitigación. Entre algunos enfoques importantes figuran el control del uso del suelo, la construcción de infraestructuras resistentes y la puesta en práctica de técnicas de mitigación como diques, reforestación y estabilización del suelo. Estas medidas, al mismo tiempo que reducen la probabilidad de que se produzcan catástrofes, mejoran la sostenibilidad del medio ambiente y el nivel de vida de las comunidades vulnerables.

En este contexto, Valenzuela (2021) determina que es indispensable una planificación eficaz para la preparación y respuesta ante una catástrofe, lo que implica realizar simulacros, formar de equipos de emergencia y contar con planes de reserva. También es fundamental contar con equipos suficientes y sistemas de comunicación eficaces para tener una reacción rápida y bien coordinada. En caso de catástrofe, una comunidad bien preparada puede minimizar en gran medida el número de víctimas y facilitar las labores de rescate y ayuda humanitaria.

Por su parte, León y Cáceres (2023) plantean que el desarrollo resiliente debe ser el eje de la recuperación y la reconstrucción tras las catástrofes, a fin de asegurar que las infraestructuras dañadas se restauren de acuerdo con las normas adecuadas de sostenibilidad y seguridad. Igualmente, es imprescindible crear iniciativas de reactivación económica y social y prestar ayuda humanitaria de forma eficaz para evitar que las poblaciones afectadas se vuelvan más vulnerables. Siguiendo este principio, la reconstrucción debe mejorar la calidad de vida y reducir los riesgos, además de reparar lo destruido.

Por último, las piedras angulares del éxito de la GRD incluyen un marco institucional sólido y la participación comprometida de la comunidad. Mientras que las leyes deben resguardar la aplicación efectiva de las normas de seguridad y la coordinación interinstitucional, las políticas públicas deben fomentar una cultura de prevención. Del mismo modo, la concientización y la educación de la

población son vitales para mejorar la resiliencia de la comunidad, ya que permiten a los individuos tomar medidas preventivas contra las amenazas y garantizan una respuesta satisfactoria en caso de crisis (Baquedano-Juliá et al., 2023).

En resumen, la gestión del riesgo de desastres es un proceso complejo que requiere combinar varias tácticas para disminuir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de las comunidades. Cada paso es crucial para prevenir muertes y minimizar daños, desde la evaluación y comprensión del riesgo hasta la recuperación y reconstrucción tras el desastre. El impacto de las catástrofes puede reducirse mediante la prevención, que abarca la preparación, la respuesta de emergencia eficaz, la construcción de infraestructuras resistentes y una planificación adecuada del uso del suelo. Además, para que la gestión a largo plazo tenga éxito y sea sostenible, es indispensable el involucramiento de la comunidad y la creación de un marco institucional. La única manera de superar las dificultades que plantean las catástrofes naturales y crear comunidades más seguras y mejor preparadas para el futuro es que los Gobiernos, las organizaciones y la sociedad civil adopten un enfoque global y coordinado.

5.3. Desafíos y oportunidades en la gestión del riesgo sísmico

Para Musacchio et al. (2023), la gestión del riesgo sísmico presenta desafíos y oportunidades que deben verificarse previo a la construcción de comunidades más resilientes y seguras. En este contexto, dado que sigue siendo imposible prever el momento, la magnitud y el epicentro exactos de un terremoto a pesar de los avances de la sismología, la imprevisibilidad de los sismos es uno de los principales problemas de la gestión del riesgo sísmico. Esto hace necesario el desarrollo de estrategias de gestión basadas en escenarios altamente inciertos, lo que exige inversiones continuas en tecnologías de alerta temprana y vigilancia, así como en la formación de la población y de los organismos de respuesta. También son fundamentales los planes de emergencia flexibles que puedan ajustarse a los distintos grados de impacto para una reacción rápida y eficaz.

En sintonía con lo expuesto, Uralinis y Shohet (2023) sostienen que la vulnerabilidad estructural de muchos edificios es otro problema importante, sobre todo en las zonas urbanas abarrotadas, donde la mayoría de los edificios son informales o antiguos y no cumplen los códigos antisísmicos. Reforzar estas estructuras requiere de inversiones importantes y el uso de tecnología especializada, lo que supone dificultades técnicas y financieras. En ese contexto, los códigos de construcción deben actualizarse y aplicarse rigurosamente, junto con políticas e incentivos que apoyen prácticas de construcción seguras y la restauración de infraestructuras vitales como hospitales, escuelas y centros de respuesta a emergencias.

Considerando que la pobreza, la desigualdad y la falta de información agravan los efectos de las catástrofes naturales, la vulnerabilidad social es otro factor determinante en la gestión del riesgo sísmico. Aparte de disponer de menos recursos para la planificación y la recuperación tras un terremoto, las comunidades más desfavorecidas suelen residir en barrios de alto riesgo cuyas estructuras son inestables. Por lo tanto, es primordial crear iniciativas de educación para la gestión de riesgos, mejorar la capacidad de respuesta de los grupos vulnerables y garantizar que la ayuda humanitaria se distribuya equitativamente tras una catástrofe. Invertir en la reducción de estas disparidades salva vidas y disminuye los costos sociales y económicos a largo plazo (Giuliani et al.,

2022).

Para finalizar, Rodríguez et al. (2021) indican que un componente clave de una gestión eficaz del riesgo sísmico es la colaboración interinstitucional. Debido a la dispersión de responsabilidades y a la falta de comunicación eficaz, las interacciones entre el sector privado, la sociedad civil, las organizaciones de protección civil y los distintos niveles de gobierno suelen ser complicadas. Para resolver este problema, es necesario establecer procedimientos de cooperación transparentes, planes de acción coordinados y plataformas de intercambio de información en tiempo real. La capacidad de respuesta ante futuros eventos sísmicos mejorará y la resiliencia de las comunidades se verá reforzada si se ejerce una preparación y colaboración minuciosas entre todas las partes interesadas.

Ahora bien, dentro de las oportunidades se puntualiza que los avances tecnológicos han transformado por completo la gestión del riesgo sísmico al ofrecer herramientas creativas que mejoran la capacidad de predecir, responder y recuperarse de las catástrofes. Con el uso de sensores de última generación y sofisticadas redes sísmicas, los sistemas de alerta temprana pueden minimizar los daños y salvar vidas al alertar a la población la ocurrencia del sismo con segundos o minutos de antelación. Asimismo, la disponibilidad y eficacia de los materiales de construcción sismorresistentes para mejorar la seguridad estructural, como el hormigón reforzado con fibras y los amortiguadores sísmicos, son cada vez mayores. De igual forma, la transmisión masiva de información en tiempo real ha mejorado la coordinación entre los ciudadanos, los equipos de rescate y las autoridades en momentos de emergencia (Ordaz, 2022).

Otra alternativa importante para reducir la vulnerabilidad sísmica es reforzar el entorno jurídico y normativo. Con ello se vela por que las nuevas construcciones sean seguras y capaces de resistir terremotos importantes cuando se actualizan y aplican estrictamente los códigos de construcción antisísmica. Igualmente, una planificación adecuada del uso del suelo, basada en mapas de peligrosidad sísmica y evaluaciones de riesgos, puede fomentar la creación de infraestructuras resistentes y limitar la construcción en regiones especialmente vulnerables. Para que estas normas sean eficaces, los Gobiernos deben realizar inspecciones frecuentes, aplicar sanciones en caso de incumplimiento y crear programas de incentivos para la adopción de buenas técnicas de construcción (Vona et al., 2025).

De acuerdo con Ji et al. (2021), la participación de la comunidad es un componente clave de la gestión del riesgo sísmico porque las comunidades bien organizadas pueden reaccionar ante una catástrofe con mayor rapidez y eficacia. Las estrategias que aumentan la resiliencia colectiva incluyen el establecimiento de redes de apoyo vecinales, la creación de brigadas locales de emergencia y la formación en primeros auxilios y evacuación. El impacto de los terremotos disminuye de manera considerable cuando la población planifica activamente acciones preventivas y vigila su entorno. Incorporar a los ciudadanos a los simulacros y ejercicios de reacción también mejora la preparación y refuerza una cultura preventiva en las comunidades locales.

Finalmente, Ruiz-Estramil (2024) señala que una de las herramientas más importantes para mejorar la gestión del riesgo sísmico es la cooperación internacional. Las naciones más vulnerables reciben dinero, asistencia técnica y programas de formación de organizaciones como el Banco Mundial, la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) y las agencias de cooperación técnica. Asimismo, la aplicación de las mejores prácticas en gestión de

emergencias, infraestructuras y educación sobre catástrofes ha sido posible gracias al intercambio de información y experiencias entre países con alto riesgo sísmico. La colaboración entre los Gobiernos, el sector empresarial y las organizaciones no gubernamentales también facilita el acceso a recursos y tecnologías de vanguardia, lo que fomenta el desarrollo de planes de reducción del riesgo de desastres más exitosos en todo el mundo.

En síntesis, la imprevisibilidad de los terremotos, la vulnerabilidad estructural y social, la ausencia de una cultura preventiva y la necesidad de mejorar la colaboración entre organismos son solo algunos de los principales obstáculos que debe superar la gestión del riesgo sísmico. Sin embargo, estas dificultades también presentan importantes oportunidades para mejorar la resiliencia de las comunidades. Se han identificado como instrumentos clave para reducir el riesgo y mejorar la capacidad de respuesta ante catástrofes los avances tecnológicos, el refuerzo de los marcos políticos, el involucramiento de la comunidad, la educación y la colaboración internacional. Los Gobiernos, la sociedad civil y el sector comercial deben trabajar juntos para integrar estas oportunidades en políticas públicas exitosas con el fin de crear un futuro más seguro. La única manera de atenuar los efectos de los terremotos y garantizar la seguridad y el bienestar de las personas que viven en zonas sísmicamente activas es adoptar un enfoque exhaustivo y persistente.

REFERENCIAS

Acuña, R. S. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de una provincia peruana con riesgo sísmico. *High Tech-Engineering Journal*, 3(1), 34-45. <https://doi.org/10.46363/high-tech.v3i1.3>

Aguilar, M. (2024). Evaluación de la vulnerabilidad estructural por derrumbes y hundimientos cársicos en el municipio Sierra de Cubitas, Camagüey. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 12(1), 286-294. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2308-01322024000100021&script=sci_abstract

Akbulut, N. K., Anani, A., Brown, L. D., Wellman, E. C., & Adewuyi, S. O. (2024). Building a 3D Digital Twin for Geotechnical Monitoring at San Xavier Mine. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s00603-024-04044-9>

Allen, A., Sarmiento, J., y Sandoval, V. (2020). Los estudios latinoamericanos de reducción del riesgo de desastres en el contexto de la pandemia del COVID-19. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 4(2), 1-6. <https://doi.org/10.55467/reder.v4i2.46>

Alvarado, T. H. S., & Galardy, D. Y. (2024). Evaluación del conocimiento para la mitigación del riesgo sísmico en la Unidad Educativa Básica Pedro Gual, Portoviejo- Manabí. *Revista Científica Higía De La Salud*, 10(1). <https://doi.org/10.37117/higia.v10i1.1028>

Alvarez, S. A. (2021). Third sector participation on the Comprehensive Disaster Risk Management. *Revista Iberoamericana de educación*. <https://doi.org/10.31876/ie.vi.101>

Arauz, J., Moreira, C., Charpentier, C., & Barrantes, G. (2022). Gestión del riesgo de desastres: Competencias para una nueva cultura hidroambiental. *Uniciencia*, 36(1), 115-139. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.36-1.8>

Arias, E. (2024). Gestión del riesgo de desastres: el paradigma global y los claroscuros de su adaptación en el Perú. *Universitäts-und Landesbibliothek Bonn* 2(7). <https://hdl.handle.net/20.500.11811/11338>

Baca, G., Erazo, J., López, J., Bastidas, M., Ramos, N., y Potosi, D. (2023). Gestión de los factores de riesgo sísmicos en la IE San Bartolomé-La Florida Nariño, utilizando la herramienta Arduino: Propuesta de investigación. *CON-CIENCIA Y TÉCNICA*, 7(2), 64-71. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/conciencia/article/download/5966/5997>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgos: Programa para América Latina y el Caribe: Ecuador. NOTA TÉCNICA N.º IDB-TN-01449. División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres. II. Título. III. Serie DB-TN-1449. <https://publications.iadb.org/es/indicadores-de-riesgo-de-desastre-y-de>

Baquedano-Juliá, P., Ferreira, T. M., Arriagada-Luco, C., Sandoval, C., Chiara, N. y Oliveira, D. (2024). Multi-vulnerability analysis for seismic risk management in historic city centres: an application to the historic city centre of La Serena, Chile. *Nat Hazards* 120, 9223-9266. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06008-8>

Barra, T., Salvatierra, A., Candia, I. y Vargas, G. (2021). Gestión de riesgo de desastres en el marco de la cultura preventiva. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 26(94), 903-914. <https://doi.org/10.52080/rvgv26n94.26>

Barrenachea Riveros, F., Naranjo Ramírez, G., Díaz Morales, M. (2023). Evolución y desarrollo de la Gestión del Riesgo de Desastres en Chile. *Historia Regional*, 36(50), 1-12. <http://historiaregional.org/ojs/index.php/historiaregional/index>

Bello, O., Bustamante, A. y Pizarro, P. (2020). Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/108), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/0d9d8aff-0049-49b2-bcd1-ed8c90c1e570>

Bektaş, N. y Kegyes-Brassai, O. (2022). Conventional RVS Methods for Seismic Risk Assessment for Estimating the Current Situation of Existing Buildings: A State-of-the-Art Review. *Sustainability*, 14(5), 2583. <https://doi.org/10.3390/su14052583>

Benavides, K. M. (2023). *Evaluación de riesgo utilizando sistemas de información geográfica en la Asociación las Terrazas del Valle-Sector 9, distrito de Lurigancho, provincia departamento de Lima*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/7651>

Blas, M., Reyes, C., & Obando, E. (2022). Urbanismo y turismo: una mirada legal al desarrollo sostenible en Perú. *Revista de Filosofía, Centro de Estudios Filosóficos, Universidad del Zulia*, 39, 714-727. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6466883>

Calvo, D., Aguirre, L. y Calvo, C. (2022). Gestión de riesgos y productividad laboral en las instituciones públicas de la provincia de Ica, Perú. *Revista Científica Searching de Ciencias Humanas y Sociales*, 3(2), 47-60. <https://doi.org/10.46363/searching.v3i2.3>

Cantagallo, C., & Sangiorgio, V. (2025). An IT Tool for Managing Seismic Risk and Energy Performance of the Building Stock in Southern Italy. In Corrao, R., Campisi, T., Colajanni, S., Saeli, M., Vinci, C. (eds.), *Proceedings of the 11th International Conference of Ar.Tec. (Scientific Society of Architectural Engineering)*. *Colloqui.AT.e 2024. Lecture Notes in Civil Engineering*, (vol. 611).

Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-71863-2_7

Carcelén, C., Morán, D. y Amador, L. (2020). El terremoto de 1746 y su impacto en la salud en la ciudad de Lima. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*, 37(1), 16468. <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/4547>

Cervera, R. J. (2024). *Análisis de vulnerabilidad en el Perú a partir del desarrollo de modelos de regresión logística mediante la utilización del software Stata*. [Tesis de titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/28793>

Chmutina, K., & von Meding, J. (2019). A Dilemma of Language: “Natural Disasters” in Academic Literature. *Int J Disaster Risk Sci*, 10, 283-292. <https://doi.org/10.1007/s13753-019-00232-2>

Ciucci, M., Vezzari, V., & Marino, A. (2023). Smart approach to integrated seismic risk management in major hazard industrial plants. *Procedia Structural Integrity*, 44, 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2023.01.046>

Contreras-Reyes, E., Cortés-Rivas, V., Manriquez, P. y Maksymowicz, A. (2021). The silent bending of the oceanic Nazca Plate at the Peruvian Trench. *Tectonophysics*, 807, 228810. Doi:10.1016/j.tecto.2021.228810

Coto-Cedeño, W., Centeno-Morales, J., & Zúñiga-Arias, Y. (2023). Participación Comunitaria y Estrategias Ciudadanas para la Gestión del Riesgo de Desastres. Experiencias locales para la sustentabilidad en Pandora Oeste de El Valle La Estrella, Limón, Costa Rica. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(1), 174-185. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.115>

Cuevas, A., & Arellano, A. C. (2021). Experiencias comunitarias de comunicación del riesgo en el marco de la gestión integral del riesgo de desastres en el Estado de Colima (Col., México). *Anuario Electrónico de Estudios en Comunicación Social “Disertaciones”*, 14(2), 1-20. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/disertaciones/a.9223>

Cunalata, F. y Caiza, P. (2022). Estado del Arte de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica en Ecuador. *Revista Politécnica*, 50(1), 55-64. <https://doi.org/10.33333/rp.vol50n1.06>

Dávila, R., Velarde, L. y López, H. (2022). Política para acentuar la resiliencia social: gestión del riesgo ante desastres. *Revista de filosofía*, 39(102), 674-687. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7067501>

De Dios, K. N., & Rodríguez, J. M. (2021). El sismo del 21 de enero de 2003 en Colima: estudio de la percepción social para la gestión del riesgo de desastres. *Sociedad y ambiente*, (24), 1-26. <https://doi.org/10.31840/sya.vi24.2268>

De Mora-Gaibor, M. de L., Vallejo-Ilijama, M. T., & Pazmiño-Zabala, C. (2022). Vulnerabilidad física estructural de Unidades Educativas ante la amenaza de sismos. *Sociedad & Tecnología*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.51247/st.v6i1.321>

Durán, F. A., & Durán, C. A. (2024). Evaluación de vulnerabilidad sísmica en edificio municipal de Shushufindi según normativa y parámetros oficiales: Seismic vulnerability assessment of Shushufindi municipal building according to regulations and official parameters. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(2), 1632-1644. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1976>

Elliot, J. (2020). Earth Observation for the Assessment of Earthquake Hazard, Risk and Disaster Management. *Surveys in Geophysics*, 41, 1323-1354. <https://doi.org/10.1007/s10712-020-09606-4>

Estrada, G., Peralta, M. I. C., Castillo, B. M. C., De la Cruz, M. Y. M., & Flores, S. I. O. (2021). Sentido de comunidad y bienestar psicológico en poblaciones en situación de vulnerabilidad social por desastres naturales. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 17(1), 10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9513570>

Fakhrudin, B., Reinen-Hamill, R., & Robertson, R. (2019). Extent and evaluation of vulnerability for disaster risk reduction of urban Nuku'alofa, Tonga. *Progress in Disaster Science*, 2, 100017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100017>

Falsaperla, S., Reitano, D., & Musacchio, G. (2022). Augmented Reality in Seismic Risk Management: A Contribution to the Reduction of Non-Structural Damage. *Geosciences*, 12(9), 332. <https://doi.org/10.3390/geosciences12090332>

Fontana, S. E., & Conrero, S. (2023). Políticas y prácticas para la gestión del riesgo de desastres en gobiernos locales argentinos: análisis colaborativo entre actores académicos y gubernamentales. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(1), 6-20. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.104>

Gallegos, G. (2021). La importancia de la comunicación previo y durante un siniestro, el caso de México: Communication importance before and during a sinister Mexico's case. *Gestión De La Seguridad Y La Salud En El Trabajo*, 3(1), 9-14. <https://doi.org/10.15765/gsst.v3i3.2797>

Giménez, A., Olavarrieta, M., Acero, A., Chong, J., Ramones, K. y Reinoza, L. (2020). Estudio de la vulnerabilidad sísmica cualitativa en instituciones escolares de concreto armado del Estado Falcón. *Gaceta Técnica*, 21(1), 64-75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7239771>

Giuliani, F., De Falco, A., & Cutini, V. (2021). Unpacking seismic risk in Italian historic centres: A critical overview for disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 59,

102260. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102260>

Giuliani, F., De Falco, A., & Cutini, V. (2022). Rethinking earthquake-related vulnerabilities of historic centres in Italy: Insights from the Tuscan area. *Journal of Cultural Heritage*, 54, 79-93. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.01.004>

González-Ávila, I., Paixão, M.A., Zambrano, F.C., & Kobiyama, M. (2021). Similitudes, diferencias y mejoras para la conceptualización de los desastres relacionados al agua en América del Sur. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 5(2), 138-151. <http://revistareder.com/handle-0719-8477-2021-111>

Gonzales-Montenegro, K. J. (2023). Análisis biojurídico de la normatividad sobre gestión del riesgo de desastres en el Perú, a la luz de Laudato Si'. *Apuntes De Bioética*, 6(1), 73-95. <https://doi.org/10.35383/apuntes.v6i1.911>

González, F. (2021). Algunas reflexiones sobre el concepto de desastre natural. *Espaço e Economia*, 10(22), 1-31. <https://doi.org/10.4000/espacoeconomia.21037>

Gran Castro, J. A. G., & Ramos, S. L. (2024). Migración climática: una visión desde la vulnerabilidad social y la transgresión a los derechos humanos. *Sociedad y Ambiente*, (27), 1-25. <https://doi.org/10.31840/sya.v2024i27.2932>

Grijalva, E. F. (2024). Las dos caras de una ciudad: planificación y segregación urbana en el barrio de Monserrate. *La Colmena*, (17), 11-28. <https://doi.org/10.18800/lacolmena.202401.001>

Guanuchi-Orellana, L., Carrasco-Taco, E., y Vasquez-Ramírez, A. (2023). Valoración del factor estructural y la vulnerabilidad sísmica de la construcción de viviendas ubicadas en talud a orilla del río Mariño en la ciudad de Abancay. *Micaela Revista De Investigación - UNAMBA*, 4(1), 13-18. <https://doi.org/10.57166/micaela.v4.n1.2023.91>

Guzmán, M. y Quijano, J. (2021). Vulnerabilidad ante sismos y tsunamis de las instituciones educativas ubicadas en la Provincia Constitucional del Callao. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 24(47), 83-93 <https://dx.doi.org/10.15381/iigeo.v24i47.20654>

Haji Sadeghi, N., Azizi-Bondarabadi, H., & Correia, M. (2025). Preventive Conservation of Vernacular Adobe Architecture at Seismic Risk: The Case Study of a World Heritage Historical City. *Buildings*, 15(1), 134. <https://doi.org/10.3390/buildings15010134>

Haro, A., Morales, K. E., Sotelo, B. S., Dulanto, C. L., & Pari, N. J. (2023). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), fin de la pobreza: Un análisis basado en el Marco de Sendai para la reducción

del riesgo de desastres: Sustainable Development Goals (SDGs), end poverty: an analysis based on the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. *Latam: Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 232. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9585660>

Haro, J. P., Osorio, M. A., Vivar, M. A., Jácome, S. P., & Narváez, J. M. (2022). Sustainability evaluation of family farming production systems, canton Penipe, Ecuador 2021. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3). <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4331>

Hernández, T., & Guardado, R. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad global en presas de colas. Moa, Cuba. *Revista Científica Esteli*, 12(45), 267-290. <https://doi.org/10.5377/farem.v12i45.16049>

Hung, H. C., Lin, Y. C., Hung, C. H., & Chen, B. H. (2024). Enhancing resilience in ageing: The role of age-friendly community and individual health in reducing seismic risk. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 111, 104733. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2024.104733>

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet). (2021). Fallas geológicas: fallas geológicas: el origen de los terremotos. Ministerio de Energía y Minas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3610>

Instituto Superior de Seguridad (ISSEGUR). (2023). Etapas clave de la gestión del riesgo de desastre. Ministerio de Educación del Perú. <https://www.institutodeseguridad.edu.pe/etapas-clave-de-la-gestion-del-riesgo-de-desastre/>

Iñiguez, G. P. (2022). Vulnerabilidad humana ante la amenaza sísmica en el cantón Chimbo, provincia Bolívar. *Killkana sociales: Revista de Investigación Científica*, 6, 195-214. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8964810>

Iñiguez, G. P. (2024). Incidencia de la vulnerabilidad sísmica en la funcionalidad y economía de instituciones públicas del cantón El Empalme, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 11(1), 42-52. <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/download/776/650?inline=1>

Isla, A. (2018). La gestión del riesgo de desastres en el Perú. *PAIDEIA XXI*, 6(5), 137-158. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/download/1605/1479/3512>

Izquierdo-Horna, L., Zevallos, J. y Yopez, Y. (2023). An integrated approach to seismic risk assessment using random forest and hierarchical analysis: Pisco, Peru. *Heliyon*, 8, e10926. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10926>

Ji, T., Wei, H. H., Shohet, I. M., & Xiong, F. (2021). Risk-based resilience concentration assessment of community to seismic hazards. *Natural Hazards*, 108(2), 1731-1751. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04753-2>

Jiménez, C., Calvo, M., Saavedra, M., Moggiano, M. y Molina, W. (2020). Source characteristics of Peruvian deep focus seismic doublet of November 24, 2015. *Journal of South American Earth Sciences*, 105, 102019. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102919>

Lan Huong, T., Van Anh, D., Dat, T., Truong, T. y Tam, D. (2022). Disaster risk management system in Vietnam: progress and challenges. *Heliyon*, 8, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10701>

Lambert, R. (2021). The violence of planning law and the production of risk in Lima. *Geoforum*, 122, 82-91. doi:10.1016/j.geoforum.2021.03.012.

Lauria, M., & Azzalin, M. (2024). Digital Transformation in the Construction Sector: A Digital Twin for Seismic Safety in the Lifecycle of Buildings. *Sustainability*, 16(18), 8245. <https://doi.org/10.3390/su16188245>

León, F. y Cáceres, J. (2023). Gestión del riesgo de desastres en los espacios urbanos de Jesús Nazareno, Ayacucho. *ALFA, Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*. 7(29), 354 - 375. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.221>

León, F. M., & Cáceres, J. T. (2023). Efectividad del Programa de Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 10(3). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v10i3.3673>

Lescano, J., Valdéz, L. E., & Naupay, M. F. (2023). Gestión Sostenible de Riesgos de Desastres de los Gobiernos Regionales, Locales (Provincias – Distritos), Poder Ejecutivo: Sustainable Disaster Risk Management of Regional and Local Governments (Provinces – Districts), Executive Power. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 6(2), 1159-1167. <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n2-016>

Ley N.º 29664. (2011). Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). Congreso de la República del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/indeci/informes-publicaciones/2370524-ley-n-29664-ley-del-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-sinagerd>

Leyva, K. M., Diez, E. R., & Villalon, M. (2025). Vulnerabilidad sísmica estructural y estimación de daños en dos iglesias de la ciudad Santiago de Cuba. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 9(1), 232-242. <https://doi.org/10.55467/reder.v9i1.188>

Loor-Loor, E., Palma-Zambrano, W., & García-Vinces, L. (2021). Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: el caso Santa Marianita – Manta – Ecuador: Artículo de investigación. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(7), 2-16. <https://www.journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/22>

- Loyola, N. (2021). Desafíos constitucionales frente a los desastres naturales y el cambio climático. *Revista de Derecho YACHAQ*, 1(12): 55-74. <https://doi.org/10.51343/yq.vi12.771>
- Lucero, M. P. (2023). Construcción social del riesgo y controversias socio-técnicas. El caso del *fracking* en “la capital del *shale*” (Añelo, 2012-2022). *Posición. Revista del Instituto de Investigaciones Geográficas*, (10), 1-20. <https://posicion-inigeo.unlu.edu.ar/posicion/article/download/193/180>
- Macías, J. M. (2022). “Neo Colonialidad” y gestión del riesgo de desastres en América Latina. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 6(1), 9-24. <https://doi.org/10.55467/reder.v6i1.81>
- Mahajan, S., Hauslanden, C., Sánchez-Vaquerizo, J., Korecki, M. y Helbing, D. (2022). Participatory resilience: Surviving, recovering and improving together. *Sustainable Cities and Society*, 89, 103942, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103942>
- Malavé, J., & Pinoargote, V. (2023). Análisis de vulnerabilidad sísmica en estructuras de la Parroquia Manglaralto del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(1), 122-143. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8823213>
- Martínez Sierra, L. A., & Narvárez Pianda, J. L. (2022). El riesgo sísmico y volcánico en el Departamento de Nariño y la necesidad de apropiación social del conocimiento. *Revista Historia De La Educación Colombiana*, 28(28-29), 163-187. <https://doi.org/10.22267/rhec.222828.102>
- Masdeu-Valdivia, M., García-Parra, R. G., & Relinque, F. (2024). La medición de la vulnerabilidad en las dimensiones de la sostenibilidad. Apuntes desde la infrarrepresentación de las ciencias sociales. *Methaodos. revista de ciencias sociales*, 12(1), 6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9563055>
- Mavroulis, S., Vassilakis, E., Diakakis, M., Konsolaki, A., Kaviris, G., Kotsi, E., Kapetanidis, V., Sakkas, V., Alexopoulos, J. D., Lekkas, E., & Voulgaris, N. (2022). The Use of Innovative Techniques for Management of High-Risk Coastal Areas, Mitigation of Earthquake-Triggered Landslide Risk and Responsible Coastal Development. *Applied Sciences*, 12(4), 2193. <https://doi.org/10.3390/app12042193>
- Menéndez-Navarro, G. M., García-García, J. G., & Reyna-García, A. E. (2023). Vulnerabilidad sísmica en edificaciones de la ciudad de Portoviejo: Reflexiones del 16-A. *Revista InGenio*, 6(1), 73-86. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i1.565>
- Mora-Albán, V. E., & Baque-Solís, B. S. (2025). Aplicación de FEMA P-154 para el análisis de vulnerabilidad sísmica en construcciones del sector El Matal-Jama. *Revista Científica FINIBUS -*

Municipalidad de Lima. (2021). Plan de Contingencia ante Sismo de gran magnitud seguido de tsunami de la Provincia de Lima 2021-2023. Gerencia de Gestión del Riesgo y Desastres. https://www.munlima.gob.pe/images/PC_Ante_Sismo_y_Tsunami_MML-_V_11-5-2021_-Vfinal_VB-SDC.pdf

Municipalidad de Lima. (2023). Plan de Desarrollo Concertado de Lima Metropolitana 2023-2035. Oficina General de Planificación Estratégica, Modernización y Cooperación Técnica, Oficina de Planificación Estratégica y Modernización. https://www.munlima.gob.pe/wp-content/uploads/2023/05/PDC-MML-2023-2035_V05FF.pdf

Muñoz, R. (2022). Factores de vulnerabilidad ambiental, desarrollo social y económico, Cerro Susanga, Cantón Chimbo. *Revista de Investigación TALENTOS*, 9(1), 116-127. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8551303>

Musacchio, G., Saraò, A., Falsaperla, S., & Scolobig, A. (2023). A scoping review of seismic risk communication in Europe. *Frontiers in Earth Science*, 11, 1155576. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1155576>

Ogra, A., Donovan, A., Adamson, G., Viswanathan, K. y Budimir, M. (2021). Exploring the gap between policy and action in Disaster Risk Reduction: A case study from India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 63, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102428>

Olivares, V., Valdivia, C., & Moreno, J. (2023). Oportunidades y desafíos para la educación del riesgo de desastre en Chile. *Revista Educación*, 47(2), 840-864. <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v47i2.53929>

Ordaz, A. (2022). Aproximación Cartográfica a la Respuesta Sísmica Local en la Ciudad de Toluca, México: Una Contribución a la Reducción de Riesgos de Desastres. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 6(2), 60-71. <https://doi.org/10.55467/reder.v6i2.97>

Ortiz, G., Aledo, A., Aznar-Crespo, P., & Olcina-Cantos, J. (2025). La incorporación de la vulnerabilidad social en la gestión integral del riesgo de inundación. *RES, Revista Española de Sociología*, 34(1), 6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9978476>

Palacios, L. (2023). Factors that Influence Natural Disasters due to Seismic Activity: A Literature Review. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 8(2), 2120-2140. [https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT23FEB1410_\(1\).pdf](https://ijisrt.com/assets/upload/files/IJISRT23FEB1410_(1).pdf)

Palacios, P. y Celi, C. (2023). Análisis de Fragilidad de una de las Tipologías Estructurales más Relevantes de la Ciudad de Quito. Proyecto TREQ-GEM. *Revista Politécnica*, 51(2), 7-18. <https://doi.org/10.33333/rp.vol51n2.01>

Panduro, E. (2022). Gestión de riesgos para la seguridad sostenible en edificaciones públicas: revisión sistemática. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 11(1), 50–73. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros/article/view/2533>

Presidencia del Consejo de Ministros. (2014). Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres: Estrategias de Implementación del PLANAGERD 2014-2021. https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/PLANAGERD%202014-2021.pdf

Presidencia del Consejo de Ministros. (2022a). Informe de evaluación de resultados 2021. Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/3029765-informe-de-evaluacion-de-resultados-2021-politica-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-al-2050>

Presidencia del Consejo de Ministros. (2022b). Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres: Estrategias de Implementación del PLANAGERD 2022-2030. Parte I. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/planagerd_2022-2030_parte_1.pdf

Presidencia del Consejo de Ministros. (2022c). Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres: Estrategias de Implementación del PLANAGERD 2022-2030. Parte II. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/planagerd_parte_2.pdf

Ramos-García, C., Roa, A. A. R., Gutiérrez, M. R., Morales, S. F., & Tamayo, A. M. R. (2024). Apropiación social de conocimiento para la gestión del riesgo de desastres: Aprendizajes de una experiencia con comunidades de Cundinamarca, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 8(1), 234-253. <https://doi.org/10.55467/reder.v8i1.153>

Rinaldi, A. y Bergamini, K. (2020). Inclusión de aprendizajes en torno a la gestión de riesgo de desastres naturales en instrumentos de planificación territorial (2005-2015). *Revista de Geografía Norte Grande*, 1(75), 103-130. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000100103>

Rodríguez, A. I., Ocaña, R. E., Flores, D., Martínez, P., & Casas, A. (2021). Environment diagnosis for land-use planning based on a tectonic and multidimensional methodology. *Science of The Total Environment*, 800, 149514. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149514>

Rojas, R. E. (2023). El Cambio Climático en la metodología del Análisis y Gestión del Riesgo de Desastres en proyectos de infraestructura en Colombia. *Revista de investigación multidisciplinaria*,

Iberoamericana, 270-279.

Rosales-Veítia, J. (2021). Evolución histórica de la concepción de la gestión de riesgos de desastres: algunas consideraciones. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (7), 67-81. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202101.004>

Rosselló J., Becken, S., & Santana-Gallegos, M. (2020). The effects of natural disasters on international tourism: A global analysis. *Tourism Management*, 79, 104080. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104080>

Ruiz-Estramil, I. B. (2024). Crisis climática, asilo y refugio: consideraciones iniciales para una justicia medioambiental desde la protección internacional. *Revista Controversia*, (222), 245-275. <https://doi.org/10.54118/controver.vi222.1319>

Sánchez, A. (2022). *La vulnerabilidad sísmica de la vivienda vernácula de adobe en México: análisis constructivo y caracterización material para su conservación*. [Tesis de doctorado, Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo]. https://www.researchgate.net/profile/Adria-Sanchez-Calvillo/publication/365727077_La_vulnerabilidad_sismica_de_la_vivienda_vernacula_de_adobe_en_Mexico_analisis_constructivo_y_caracterizacion_material_para_su_conservacion/links/63803d7448124c2bc669643d/La-vulnerabilidad-sismica-de-la-vivienda-vernacula-de-adobe-en-Mexico-analisis-constructivo-y-caracterizacion-material-para-su-conservacion.pdf

Sánchez, A., Alonso, E. M., & López, M. D. (2021). Vulnerabilidad sísmica y la pérdida de la vivienda de adobe en Jojutla, Morelos, México, tras los sismos de 2017. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (10), 9-29. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v2i10.162>

Sánchez, S., Carrera, L. y Aguinaga, S. (2020). Vulneración de los derechos humanos ante los desastres naturales en el Perú. *Educare Et Comunicare: Revista de investigación de la Facultad de Humanidades*, 8(2), 88-95. <https://doi.org/10.35383/educare.v8i2.474>

Sánchez, S., Morales, A., Cuevas, A., Arroyo, R., & Altamirano, G. (2021). Vulnerabilidad y riesgo sísmico en construcciones de Chilpancingo, Guerrero. En A. Villaseñor, B. Campos, E. Guinto (coords.), *Estudios de riesgos y desastres* (pp. 120-147). Ediciones Navarra.

Sandoval-Díaz, J., Muñoz, M. N., & Martínez, D. C. (2023). Revisión sistemática sobre la capacidad de adaptación y resiliencia comunitaria ante desastres socionaturales en América Latina y el Caribe. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(2), 187-203. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.132>

Shi, P., Ye, T., Wang, Y., Zhou, T., Xu, W., Du, J., Wang, J., Li, N., Huang, C., Liu, L., Che, B., Su, Y., Fang, W., Wang, M., Hu, X., Wu, J., He, C., Zhang, Q., Ye, Q., Jaeger, C., & Okada, N. (2020).

Disaster Risk Science: A Geographical Perspective and a Research Framework. *Int J Disaster Risk Sci* 11, 426-440. <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00296-5>

Siddharth y Sinha, A. (2022). Rapid visual screening vulnerability assessment method of buildings: a review. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 9(88), 326, 336. <http://dx.doi.org/10.19101/IJATEE.2021.874605>

Silva, J., Portuguez, M., Chávez, Y. y Condori, S. (2022). De la gestión de riesgo de desastres a la gestión para el desarrollo sostenible: enfoques conceptuales. *Revista de filosofía*, 39(102): 486-496. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7049007>

Suárez, M. (23 de octubre de 2023). *El Perú en camino a una nueva gestión del riesgo de desastres. Conexión ESAN*. <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-peru-en-camino-a-una-nueva-gestion-del-riesgo-de-desastres>

Suárez, V., Poblete, E. y López, E. (2022). Resiliencia comunitaria y cultura de prevención: Una intervención psicosocial en una población expuesta a sismos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 1548-1567. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.1979

Tello, T., Salvatierra, A., Candia, I. y Vargas-Vargas, G. (2021). Gestión de riesgo de desastres en el marco de la cultura preventiva. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 26(94), 903-914. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890463>.

Torres, D. (2021). La vulnerabilidad institucional en el patrimonio cultural mexicano. *CR, Conservación y Restauración, Especial*, 11-18. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/cr/article/view/16992>

Trejo-Rangel, M. A., Ribeiro, R. R. R., Lopera, C. C. F., Ferreira, A. M., Esquivel-Gomez, N. N., & Liera-Martínez, C. C. (2022). Enfoques Hegemónicos en la Gestión del Riesgo de Desastres Asociados a Eventos Hidrometeorológicos: Análisis del Contexto de Latinoamérica y el Caribe. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 6(1), 25-34. <https://doi.org/10.55467/reder.v6i1.82>

Troncoso, H. (2024). *Gobernanza y Resiliencia en Desastres Socionaturales: Estudio Comparativo en América Latina y el Caribe (1906-2022)*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chile]. <https://hdl.handle.net/10651/75659>

UNDRR. (2019). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). https://gar.undrr.org/sites/default/files/reports/2019-06/full_report.pdf

UNDRR. (2021). Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, Ginebra, Suiza, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). <https://www.undrr.org/media/76541/download?startDownload=true>

Urlainis, A., & Shohet, I. M. (2023). A Comprehensive Approach to Earthquake-Resilient Infrastructure: Integrating Maintenance with Seismic Fragility Curves. *Buildings*, 13(9), 2265. <https://doi.org/10.3390/buildings13092265>

Valenzuela, H. J. (2021). Determinación de las curvas de fragilidad analítica mediante el análisis incremental dinámico en el centro de salud de Conchopata en Ayacucho, 2019. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 14026-14050. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1372

Valladares, L. (2022). Educación para la reducción de riesgos de desastres como una práctica de pedagogía pública: retos y posibilidades para el contexto mexicano. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 21(47), 307-335. <http://dx.doi.org/10.21703/0718-5162202202102147017>

Vanelli, F. y Kobiyama, M. (2021). How can socio-hydrology contribute to natural disaster risk reduction? *Hydrological Sciences Journal*, 66(12), 1758-1766. <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.1967356>

Vasquez, C. E., & Delgado, D. J. M. (2021). Gestión del riesgo de desastres para mejorar el ordenamiento territorial en municipalidades. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 165-186. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.214

Vergara, P., & Ejsmentewicz, D. (2024). Implementación de nueva institucionalidad para la Reducción del Riesgo de Desastres en Chile: Reflexiones sobre los avances y desafíos para la gestión del riesgo de desastres. *Polis (Santiago)*, 23(67), 13-82. <http://dx.doi.org/10.32735/s0718-6568/2024-n67-3626>

Vergaray, L., Aguilar, Z. y Cornejo, R. (2019). Peruvian Subduction Surface Model for Seismic Hazard Assessments. *Civil Engineering Journal*, 5(5), 984-995. <http://dx.doi.org/10.28991/cej-2019-03091305>

Villaquirán, F., & Polanco, M. (2023). Prospectiva de la gestión del riesgo de origen sísmico. Vulnerabilidad en las unidades patrimoniales urbanísticas de Popayán - Colombia. *Apuntes: Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*, 36. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.apu36.pgro>

Vona, M., Anelli, A., Tufaro, T., Harabaglia, P., Mori, F., & Manganelli, B. (2025). Seismic resilience-based strategies for prioritization of interventions on a subregional area. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 23(1), 113-147. <https://doi.org/10.1007/s10518-024-02072-y>

Xicará, M., Peralta, M., & Villarreal, G. (2022). Optimización de vigas de acople en sistemas e4 de concreto armado según Agies Nse 2018 y Aci 318-19, para la reducción de vulnerabilidad sísmica, mediante un análisis dinámico no lineal. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 27(1). <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/riie/article/view/2810>

Wang, J. y Ng, Y. Y. E. (2023). Post-earthquake housing recovery with traditional construction: A preliminary review. *Progress in Disaster Science*, 18, 100283. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2023.100283>

Zidarich, S., Crescimbene, M., Musacchio, G., Sestito, M. G., Reitano, D., D'Angela, D., Perrone, D., Aiello, M., & Magliulo, G. (2025). Seismic risk perception of non-structural elements in Italian hospitals: pilot studies. *Bulletin of Geophysics and Oceanography*. https://bgo.ogs.it/sites/default/files/pdf/bgo00481_Zidarich.pdf