

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Escuela de Posgrado



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

**MARCO METODOLÓGICO PARA INTEGRAR LA
VULNERABILIDAD SOCIAL Y FÍSICA EN LA PREVENCIÓN DEL
RIESGO SÍSMICO**

Tesis para optar el grado de **Magíster en Ingeniería Civil**, que presenta el Ingeniero:

Luis Antonio Izquierdo Horna

Dirigido por:

Ramzy Francis Kahhat Abedrabbo

Lima, febrero del 2019

RESUMEN

La gran variedad de desastres naturales que han ocurrido en el Perú ha generado numerosos impactos sociales, económicos y ambientales deviniendo en la necesidad de implementar mejoras en los planes de gestión de riesgos y desastres. El Perú es susceptible a sufrir dichos impactos a causa de movimientos telúricos. Por ello, surge la necesidad de evaluar la vulnerabilidad a través de una perspectiva integral que permita reflejar la situación social y física de un área específica. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo contribuir a la mejora de los planes de gestión de riesgos y desastres; para ello, propone una metodología de análisis de vulnerabilidad global que integra la evaluación de la vulnerabilidad física (basado en las características físicas de la infraestructura) con la vulnerabilidad social como resultado de las principales variables sociodemográficas, seleccionadas en este estudio.

Con el fin de determinar la vulnerabilidad global de un área específica primero fue necesario determinar cada componente, social y físico, por separado. Para el aspecto físico de la vulnerabilidad, se propone utilizar como *proxy* la cantidad de escombros generados después de un evento sísmico. Para el aspecto social de la vulnerabilidad, se propone el uso de indicadores sociales representativos para la zona de estudio, como la edad, nivel de educación, ingresos familiares diarios, entre otros. Al integrar ambos resultados logramos obtener una perspectiva articulada e integral de la vulnerabilidad otorgando igual relevancia, en la evaluación del riesgo sísmico, tanto a la persona como a la infraestructura. La metodología se aplicó a un caso de estudio.

La implementación de esta herramienta metodológica permite conocer la situación social y física del área de estudio por separado ayudando a entender y reconocer las necesidades de la población; además, permite identificar aquellos sectores que necesiten de ayuda inmediata después de haber ocurrido el evento sísmico. Esta respuesta de emergencia se realizará teniendo la certeza de que se está brindando atención prioritaria no solo a un sector estructuralmente vulnerable, sino que también a una población susceptible a experimentar daños. Finalmente, esta metodología es aplicable y reproducible para las diferentes escalas de análisis (nacional, departamental, distrital, entre otras).

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS Y ALCANCE	4
1.1 Objetivos	4
1.2 Alcance	4
ESTADO DEL ARTE	5
2.1 Vulnerabilidad Social	5
2.2 Análisis actual de la Gestión de Riesgos y Desastres en el Perú	7
METODOLOGÍA	9
3.1 Clasificación de los indicadores sociales	10
3.2 Análisis de la vulnerabilidad social	12
3.3 Análisis de la vulnerabilidad física	14
3.4 Análisis desde una perspectiva articulada	14
3.4.1 Propuesta 01: Equilibrio entre las dimensiones físico sociales	15
3.4.2 Propuesta 02: La dimensión social vista como una externalidad ...	16
3.4.3 Propuesta 03: Teoría de vectores aplicada a la vulnerabilidad	16
3.5 Caso de estudio	17
RESULTADOS	18
4.1 Vulnerabilidad Social	18
4.2 Vulnerabilidad Física	21
4.3 Perspectiva integral de la vulnerabilidad	22
DISCUSIÓN	24
CONCLUSIONES	31
REFERENCIAS	33
ANEXOS	39

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los indicadores según su validez y representación	12
Tabla 2. Clasificación por color para cada nivel de vulnerabilidad encontrado	13
Tabla 3. Niveles de vulnerabilidad asociados a la manzana “M”	15

Índice de figuras

Figura 1. Marco metodológico propuesto	9
Figura 2. Selección de indicadores sociales. Adaptado de Birkmann (2006)	10
Figura 3. Representación de los componentes de la vulnerabilidad.....	17
Figura 4. Caso de estudio: Distrito de Chiclayo – Perú	17
Figura 5. Nivel de vulnerabilidad debido a condiciones gubernamentales	18
Figura 6. Nivel de vulnerabilidad debido a condiciones socioeconómicas.....	19
Figura 7. Nivel de vulnerabilidad debido a condiciones demográficas.....	19
Figura 8. Nivel de vulnerabilidad debido a la comprensión de la amenaza	20
Figura 9. Vulnerabilidad Física (Mesta et al., 2017)	21
Figura 10. Propuesta 01 de análisis integral de la vulnerabilidad.....	22
Figura 11. Propuesta 02 de análisis integral de la vulnerabilidad.....	22
Figura 12. Propuesta 03 de análisis integral de la vulnerabilidad.....	23
Figura 13. Comparación de los niveles de vulnerabilidad obtenidos	23

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país naturalmente expuesto a experimentar daños materiales y extrapatrimoniales debido a su ubicación geográfica. El territorio peruano se encuentra ubicado dentro del conocido “Cinturón de Fuego del Pacífico”, y está expuesto a terremotos y tsunamis de gran magnitud (Yauri, 2017). Históricamente, la costa peruana ha sufrido movimientos sísmicos destructores seguidos de grandes maremotos. Estos antecedentes recomiendan la aplicación de componentes de gestión del riesgo en proyectos públicos y privados, el fortalecimiento de los planes de mitigación de impacto de desastres y el desarrollo de una cultura de seguridad (Morales-Soto & Zavala, 2008).

En este contexto, la combinación del peligro con el accionar de las personas condujo a la idea de nuevos conceptos que ayudan a explicar de una mejor manera al riesgo: la exposición y la vulnerabilidad. La primera de ellas está referida a la posibilidad de una comunidad a sufrir pérdidas a causa de la variabilidad de eventos naturales en una determinada locación. Por otro lado, la vulnerabilidad refleja ciertas características o circunstancias que hacen susceptible a un sistema a los efectos de un evento natural (Cutter, Boruff, & Shirley, 2003). Para Smith & Petley (2004), la vulnerabilidad refleja el nivel de tolerancia social y económica a tales eventos peligrosos en un mismo sitio.

El concepto de vulnerabilidad es de particular relevancia en temas de gestión de riesgos y desastres. Sin embargo, no existe una definición única para este factor de riesgo (Alexander et al., 2014). Una de las mejores definiciones conocidas de vulnerabilidad fue formulada por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (ISDR por sus siglas en inglés), la cual considera a la vulnerabilidad como un proceso o una serie de condiciones gobernadas por factores internos y externos que incrementan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de los eventos naturales (United Nations, 2004). Este concepto fue luego complementado por la perspectiva propuesta por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (UNDP por sus siglas en inglés), la que sugiere la inclusión del proceso humano en la evaluación de la vulnerabilidad (UNDP, 2004). En ambos enfoques, la vulnerabilidad se puede descomponer en dos aspectos diferentes pero complementarios entre sí: vulnerabilidad física y social (Birkmann, 2006) La vulnerabilidad física es definida como el daño de la infraestructura y es cuantificada para determinar los niveles de pérdidas potenciales (Alexander et al., 2014). De la misma forma, la vulnerabilidad

social se enfoca en una comunidad o individuo capaz de sufrir daño o experimentar pérdidas relacionadas a los desastres naturales. En ese sentido, el motor de este tipo de vulnerabilidad viene dada por la inequidad social que está profundamente arraigada en las estructuras sociales que a menudo son resistentes al cambio (Smith & Petley, 2004).

La vulnerabilidad física es la que más viene siendo evaluada a escala global y está referida al peligro físico determinado por el área de estudio, la cual varía debido a las características de sitio, año de construcción, material predominante, intensidad del evento, etc. Por ejemplo, García-Torres y colegas (2017) y Mesta y colegas (2017) caracterizaron y cuantificaron los escombros generados después de un evento sísmico permitiendo estimar, como *proxy*, la vulnerabilidad física asociada a dichas ciudades: Tacna y Chiclayo, respectivamente.

Sin embargo, el componente social de la vulnerabilidad está poco desarrollado desde el nivel teórico – práctico (Cutter, 2008), en parte porque la dimensión social es más difícil de cuantificar. Las variables que incluye esta dimensión son el nivel de exposición y la fragilidad sufrida por los grupos humanos (Bohórquez, 2013), su grado de preparación (Cannon, 1994), la respuesta de las personas a los desastres naturales y otras características sociales de la población afectada. Para Cutter (2009), la vulnerabilidad social es la identificación de las características sociales de la población y cómo esos factores afectan la distribución de riesgos y pérdidas. Asimismo, en otro estudio mencionó que también se puede considerar como la respuesta y la manifestación bio-social de la comunidad, la cual está estrechamente relacionada con la resiliencia del sector analizado (Cutter et al., 2008). Esta propuesta es relevante cuando se evalúa la vulnerabilidad social como factor personal; es decir, sin tomar en cuenta otras situaciones que puedan surgir. Para evitar este impasse, Birkmann (2006) adaptó y mejoró los conceptos.

Aunque la perspectiva tradicional de la ingeniería sobre la vulnerabilidad se enfoca en aspectos físicos, el debate actual sobre la vulnerabilidad subraya claramente la necesidad de tomar en cuenta varios temas y parámetros que configuran y generan vulnerabilidad, como la física, económica, social, ambiental e institucional. En la investigación de Birkmann (2006), el concepto propuesto enfatiza el hecho de que la vulnerabilidad es un componente multifacético que no solo captura las sugerencias de Cutter (2009), sino también la capacidad de adaptación y la exposición e interacción con las perturbaciones y el estrés. Esto amplía el concepto

de vulnerabilidad a una estructura multifactorial que incluye exposición, sensibilidad, susceptibilidad, capacidad de adaptación, adaptación y respuesta. Por lo tanto, para contribuir a la mejora de los planes de gestión de riesgos y a las estrategias de mitigación de pérdidas, esta investigación estudiará en mayor profundidad el concepto y las implicaciones de la vulnerabilidad frente a eventos geológicos naturales.

Este estudio describe una propuesta metodológica basada en el enfoque de vulnerabilidad propuesto por Birkmann (2006) que permite la incorporación del aspecto social de la vulnerabilidad a la forma actual de evaluación considerando el tiempo y la escala del análisis.

Este documento está dividido en cinco secciones. La siguiente, proporciona información relevante sobre los objetivos y alcances del proyecto de investigación. El sustento teórico más importante de la investigación también es presentado. La subsiguiente sección presenta la propuesta metodológica, en la cual datos del sistema de información geográfica y cálculos estadísticos son combinados para lograr el objetivo de este trabajo. Además, características importantes del caso de estudio son presentadas. Después se describe los principales hallazgos relacionados con la aplicación de esta metodología. Luego discutimos los resultados más relevantes de este proyecto y presentamos nuestras conclusiones.

OBJETIVOS Y ALCANCE

1.1 Objetivos

En el marco de contribuir con la gestión de riesgos y desastres; así como también, con las tareas de prevención del riesgo sísmico, esta investigación pretende:

- Proponer una metodología que permita georreferenciar la vulnerabilidad social de la población objetivo.
- Desarrollar una perspectiva articulada e integral que permita plasmar en un mapa georreferenciado la vulnerabilidad total (física y social) asociada a la población objetivo.

1.2 Alcance

Dentro de la definición propuesta para el riesgo sísmico, este proyecto se limita a estudiar los aspectos asociados a la vulnerabilidad. Este componente será dividido en dos dimensiones independientes pero complementarias entre sí: física y social. Además, se expondrán propuestas para totalizar en un mapa de vulnerabilidad los aspectos físicos y sociales asociados al estudio de caso.

La información necesaria para evaluar la vulnerabilidad física será obtenida de los trabajos realizados por Mesta y colegas (2017) y García-Torres y colegas (2017). Por otro lado, la vulnerabilidad social será analizada a través de variables sociales obtenidas mediante simulaciones de Monte Carlo en lugar de encuestas aplicadas en campo.

Finalmente, para poder realizar todos los pasos mencionados en el análisis se hará uso de herramientas informáticas que se presentan a continuación: El análisis de la vulnerabilidad requiere de geolocalización y, por ende, se utilizó ArcMAP, para el análisis estadístico de las variables analizadas se usó el programa IBM SPSS Statistics.

ESTADO DEL ARTE

La experiencia adquirida a través de los eventos sísmicos experimentados en el Perú ha generado que la comprensión de los riesgos y desastres cambie notablemente a través de la historia. En el pasado, grandes catástrofes fueron consideradas como 'acciones divinas' que se producían como un castigo divino para la conducta moral. Con el tiempo, los conceptos de peligro y vulnerabilidad se fueron profundizando generando un nuevo paradigma; es decir, la sociedad pasó a ser considerada como un actor influyente en los mismos debido a que sus acciones contribuyen con las consecuencias producidas por el evento natural (Smith & Petley, 2004).

Sin embargo, la sociedad parece tener un mayor interés en conocer cómo afrontar un desastre natural desde el punto de vista físico sin poner reparo en la condición social de la población (Cutter & Finch, 2008). Por ese motivo, este trabajo se enfoca en otorgar igual relevancia a la dimensión social y física en el análisis de vulnerabilidad.

2.1 Vulnerabilidad Social

Jörn (2006), propone una reestructuración del concepto de vulnerabilidad que empieza con una versión general de la misma definiéndola como un componente del riesgo. Lo que significa que las condiciones del elemento expuesto o de la comunidad susceptible son consideradas como el núcleo característico de la vulnerabilidad. Además de ello, propone que, al ser considerada como una característica intrínseca, esta definición se puede aplicar a diferentes elementos, tales como comunidades, grupos sociales, constitucionales, ecosistemas, servicios ambientales, etc. Esta definición subraya el hecho de que los principales elementos de la vulnerabilidad son esas condiciones que aumentan y determinan la probabilidad de lesión, muerte, pérdida y de la interrupción del sustento de los seres humanos. Por lo tanto, una extensión a este concepto puede estar asociada en el ser humano. Además, esta probabilidad de daño se extiende por el foco de una estructura dual de vulnerabilidad. Esto implica un enfoque dualista de susceptibilidad y de las dificultades inusuales para sobrellevar y recuperarse después de un evento. Se puede ver una extensión adicional del concepto de vulnerabilidad en el cambio de una estructura doble a una estructura múltiple. El concepto propuesto (Birkmann, 2006) enfatiza el hecho de que la vulnerabilidad es un componente multifacético que no solo captura la susceptibilidad y la capacidad de afrontamiento, sino también la capacidad de

adaptación, exposición e interacción con las perturbaciones y estrés; es decir, asocia el concepto de vulnerabilidad a una estructura múltiple que abarca la exposición, sensibilidad, susceptibilidad, capacidad de afrontamiento, adaptación y respuesta. Si bien la perspectiva de ingeniería tradicional acerca de la vulnerabilidad se centró en aspectos físicos, el debate actual con respecto a la vulnerabilidad subraya claramente la necesidad de tener en cuenta diversos temas y parámetros que dan forma y generan vulnerabilidad, como características físicas, económicas, sociales, ambientales e institucionales. Esto implica que el foco de atención ha cambiado de un análisis de estructura física hacia un amplio análisis interdisciplinario del concepto multidimensional de vulnerabilidad.

Al respecto, se han realizado diversos estudios enfocados en analizar la vulnerabilidad social de una determinada población objetivo teniendo como meta mejorar los planes de respuesta ante una emergencia. Países como Estados Unidos, China y Japón están innovando en nuevas metodologías para poder cuantificar de una manera precisa los diferentes indicadores que afectan a la vulnerabilidad social. Uno de los estudios realizados sobre el tema se centra en evaluar la vulnerabilidad por medio de aspectos socio-económicos y demográficos (Hung, Wang, & Yarnal, 2016). El objetivo de esta investigación fue examinar la vulnerabilidad social frente a peligros naturales desde la perspectiva familia-ocupantes. De esta forma retrata ciertos comportamientos sociales que son a menudo identificados. Lo interesante de este trabajo es que resume a la vulnerabilidad como una función dinámica de exposición, sensibilidad y adaptación. Entre sus principales resultados destaca que el grupo menos vulnerable es el conformado por dos padres y un niño. De la misma forma el grupo social más vulnerable es el conformado por ancianos y bebés.

Similarmente existe un estudio desarrollado en Italia que desarrolla la metodología propuesta por Cutter y colegas (2003). Esta investigación evalúa diversas variables que pueden repercutir en la vulnerabilidad (Frigerio & De Amicis, 2016). El objetivo de este estudio fue definir un índice de vulnerabilidad que permita entender las características dinámicas de la sociedad e identificar las diferentes capacidades de reacción. Entre lo más resaltante de esta publicación destaca la importancia de tener una buena fuente de información respecto a las variables a analizar.

Un estudio relacionado al trabajo anterior es el realizado en China. Esta investigación se centró en evaluar la importancia de la edad al analizar tasas de

mortalidad en sismos (Zhu & Sun, 2017). El crecimiento poblacional de ancianos de más de 65 años es alarmante porque aumenta su posibilidad de verse afectados. Además, existe una lucha interna por determinar si el grupo más vulnerable es el de los niños o los adultos mayores. Para algunos investigadores, los niños son los más vulnerables debido a su dependencia total o parcial de un adulto. Para otros, los ancianos debido a las limitaciones que pudiesen poseer. La publicación hace referencia al escaso interés que los medios políticos tienen respecto a los ancianos. Entre sus resultados se afirma que se identificó a los ancianos como muy vulnerables y además proponen políticas de inclusión frente a este grupo social (Zhu & Sun, 2017).

En esa misma línea, Armaş & Gavriş (2016), realizaron una evaluación de la vulnerabilidad social basada en la información recopilada por el gobierno a través de censos en la ciudad de Bucarest. El enfoque que se le dio a esta investigación fue basarse en el entorno construido y en el aspecto socio-económico de la ciudad; por ello, en este estudio se exploró las áreas de riesgo y su asociación espacial mediante la aplicación de un índice de vulnerabilidad social dentro del censo nacional de dicho país. Como resultado se obtuvo que el desarrollo de un sistema de monitoreo basado en la vulnerabilidad social ayuda a construir una comunidad resiliente y mejora el manejo de los planes de emergencia ante eventos naturales.

Finalmente, otros estudios importantes realizados en Róterdam (Koks, Jongman, Husby, & Botzen, 2015), en las ciudades de Mérida (Venezuela), Barcelona (Jaramillo, Carreño, & Lantada, 2016), Estados Unidos (Cutter & Finch, 2008) y Manizales (Colombia) (Chardon, 2000) concluyeron que la integración de la vulnerabilidad social en la solución de monitoreo a diferentes escalas enriquece las herramientas administrativas, que en este momento se centran principalmente en el entorno ya construido.

2.2 Análisis actual de la Gestión de Riesgos y Desastres en el Perú

En las últimas décadas, el enfoque político establecido en el Perú para abordar el tema de gestión de riesgos y desastres estaba íntimamente ligado a la vulnerabilidad física. Actualmente, el Estado propone una política pública cuyo resultado apunta a la reducción de la vulnerabilidad de la población. Según las cifras del Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres 2014 – 2021 (CENEPRED, 2014) el impacto de los sismos sobre la población y vivienda en el período 2003 – 2012 representó el 30% en el primer caso, y el 48% en el segundo caso. Asimismo,

las proyecciones de la población vulnerable para el período 2012 – 2021 estiman que para el año 2021 más de 21 millones de peruanos se encontrarán en situación de vulnerabilidad. Después de lo ocurrido con el sismo de 2007, el Sistema Nacional de Defensa Civil (SINADECI) pasó de entender al desastre como una situación natural al producto de procesos de desarrollo mal planificados. Por esta razón, la nueva política se guía por el principio de actuar antes del desastre (Alata-Olivares, 2016).

En ese sentido, el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) ha establecido varios mecanismos con la finalidad de que el objetivo de la política pública sea cumplido. A nivel presupuestal, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) cuenta con el Programa Presupuestal 0068 denominado Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres (PREVAED). Además de ello, el MEF también dispone de los incentivos de gestión, instrumento que transfiere recursos de forma condicionada, luego de la verificación del cumplimiento de las metas (Izquierdo, Cardenas, & Barrenechea, 2017). Los resultados de esta política pública son coherentes con los ejes estratégicos N°3: Estado y Gobernabilidad y N°6: Ambiente, Diversidad Biológica y Gestión del Riesgo de Desastres del Plan Bicentenario 2021 (CEPLAN, 2011). El primer eje estratégico tiene como objetivo específico satisfacer la operatividad y continuidad del sistema de seguridad y defensa nacional ante cualquier desafío que ponga en peligro la seguridad nacional. El segundo eje estratégico tiene como lineamiento de política promover la reducción de vulnerabilidades en la gestión de riesgos y desastres (CEPLAN, 2011).

Por ello, con la finalidad de contribuir con la reducción de la población vulnerable, el CENEPRED cuenta con el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (CENEPRED, 2015). Dicho manual propone una metodología para analizar la vulnerabilidad a través de tres componentes: social, económico y ambiental. Cada componente es analizado desde su nivel de exposición, fragilidad y resiliencia. En cada nivel de análisis, la persona, su entorno circundante e infraestructura se encuentran relacionados haciendo difícil percibir la vulnerabilidad asociada en cada uno de ellos. Por esta razón, presento esta herramienta metodológica que se basa en analizar la vulnerabilidad desde una dimensión social, la cual abarca a la persona y sus medios de vida y una dimensión física referida específicamente a la infraestructura y características propias (i.e. año de edificación, material predominante, localización; entre otros.)

METODOLOGÍA

Esta sección presenta una descripción de la metodología, el estudio de caso y las fuentes de información utilizadas en esta investigación. El marco metodológico se refleja en la figura 1 y se explica en los siguientes párrafos. En resumen, parte de la primera subsección detalla los indicadores sociales que se identifican y clasifican inicialmente en función de las características intrínsecas del estudio de caso y de la comunidad objetivo. Luego, la subsección termina con el análisis de la vulnerabilidad social. En este punto, las categorías de evaluación social ya se han generado. A continuación, las capas de información de vulnerabilidad social se cuantifican para cada categoría específica. Aquí es cuando se implementa el sistema de información georreferenciado para almacenar y gestionar información geoespacial relacionada con los sectores socialmente vulnerables. Luego, las capas obtenidas previamente se incorporan con los datos de vulnerabilidad física. Para el estudio de caso, el trabajo realizado por Mesta y colegas (2017) será utilizado. Finalmente, se presenta una evaluación integral de la vulnerabilidad a los eventos sísmicos a través de tres propuestas de análisis.

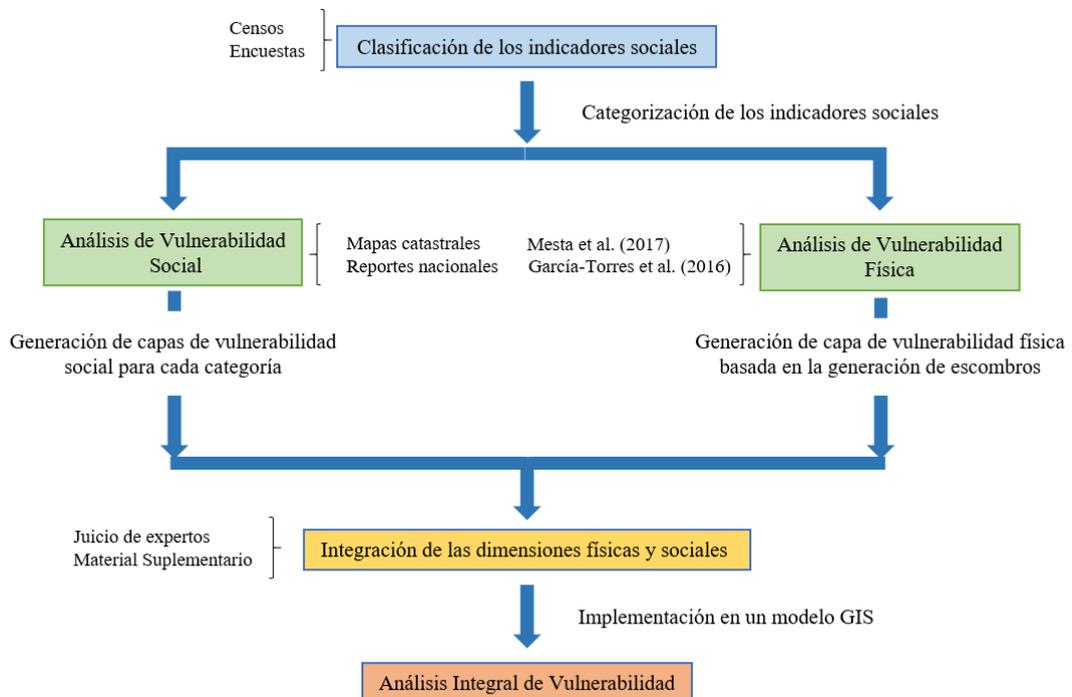


Figura 1. Marco metodológico propuesto

3.1 Clasificación de los indicadores sociales

Los responsables de la toma de decisiones gubernamentales han ignorado en gran medida la vulnerabilidad social, en parte debido a que es difícil de medir (Cutter et al., 2003). Debido a esto, la vulnerabilidad social a menudo se describe utilizando las características individuales de las personas (Cutter, 2008) y el entorno circundante (Birkmann, 2006). Estas características son indicadores cuantitativos o cualitativos definidos según las características del caso de estudio. Tienen diferentes significados y se pueden observar a través del tiempo y el espacio (Frigerio & De Amicis, 2016). Además, es importante abordar los atributos asociados con estos indicadores, como la validez, sensibilidad, solidez, reproducibilidad, disponibilidad, viabilidad, simplicidad y relevancia (Birkmann, 2006). Una de las más importantes es la validez, ya que explica si un indicador es representativo o no de la dimensión que se está midiendo.

Como se muestra en la figura 2, el paso inicial de esta metodología se relaciona con la definición clara de los objetivos y el alcance de los indicadores, esencial en la determinación de la escala de evaluación y la capacidad de discriminación del indicador social. Luego, dependiendo de las características sociales relevantes que se medirán, se identifican y clasifican los indicadores sociales para el área de estudio. Además, después de analizar los resultados de los indicadores seleccionados, se debe evaluar el comportamiento del indicador (Birkmann, 2006). El indicador seleccionado servirá para desarrollar el Índice de Vulnerabilidad Social (SVI por sus siglas en inglés). A pesar de que una de las críticas con mayor repercusión en este método de evaluación es la falta de datos sobre algunas variables, estas variables ayudan a mejorar los planes de emergencia, los mapas y establecer prioridades, convirtiéndolos en una herramienta importante para la toma de decisiones (Cutter, 2008)



Figura 2. Selección de indicadores sociales. Adaptado de Birkmann (2006)

Luego, se examinaron indicadores representativos y válidos de diferentes sectores para obtener una medida más clara de la situación de la población potencialmente propensa a sufrir daños. Los indicadores seleccionados deben mostrar una gran capacidad de clasificación entre los diversos sectores del área de

interés. Estas clasificaciones son necesarias para llevar a cabo una evaluación de vulnerabilidad, ya que nos permitirá identificar con la mayor precisión posible las áreas que merecen atención prioritaria. En este proyecto, se tuvo un listado preliminar de 48 indicadores sociales obtenidos de diversas fuentes bibliográficas (Armaş & Gavriş, 2016; Bohórquez, 2013; Chardon, 2000; Cutter et al., 2003; Cutter & Finch, 2008; Jaramillo et al., 2016), el listado final se obtuvo teniendo en cuenta y comparando las variables preseleccionadas con las utilizadas por el INEI en la aplicación de la encuesta nacional de hogares (ENAHO) (INEI, 2018a). Como resultado de esta etapa se obtuvo 14 indicadores sociales válidos y representativos para el caso de estudio (véase Anexo 2).

En ese sentido, si bien no existe una definición universal para la vulnerabilidad, existe una comunión entre investigadores que indica que el punto de partida para promover una cultura de prevención de desastres recae en el conocimiento de la vulnerabilidad física, social, económica y ambiental; asimismo, del conocimiento de su variación en el corto, mediano o largo plazo (Birkmann & Wisner, 2016). Por otro lado, para Kammouh y colegas (2017), la habilidad de las personas para recuperarse de un desastre en un corto tiempo es un factor fundamental que debe ser considerado en el análisis debido a su estrecha relación con la vulnerabilidad. En ese sentido, Cimellaro (2013) considera también que los servicios que las organizaciones gubernamentales proveen son de igual importancia que los otros factores. Por lo tanto, en aras de abarcar el panorama completo, este estudio agrupará los indicadores sociales en niveles de vulnerabilidad teniendo en cuenta la literatura disponible y el juicio del investigador.

Finalmente, para conseguir esta clasificación se empleó técnicas de análisis multivariado como el análisis factorial. La finalidad de esta técnica es reducir el número de variables iniciales (14 indicadores sociales) en grupos homogéneos (correlacionados) de variables (cuatro categorías de vulnerabilidad). Es decir, se busca el número mínimo de grupos de variables que aporten información significativa para poder explicar la mayor información contenida en los datos (Tuffry, 2011). Estas categorías identificadas fueron los niveles de vulnerabilidad debido a condiciones gubernamentales, condiciones socioeconómicas, condiciones demográficas y debido a la comprensión de la amenaza.

La Tabla 1 muestra la clasificación de los indicadores seleccionados. Por ejemplo, para el sector relacionado con las condiciones del gobierno, los indicadores

mostrarán cuán estrechamente se asocian los intereses del gobierno con los de la sociedad civil; es decir, mostrará los niveles de percepción de las acciones de los líderes del gobierno, así como las diversas acciones o medidas tomadas para prevenir desastres naturales.

Tabla 1. Clasificación de los indicadores según su validez y representación

Categoría	Representación	Indicadores sociales
N.V. debido a condiciones gubernamentales	NVCG	Percepción de la corrupción (PC) Existencia de planes de gestión de riesgo (EPG)
N.V. debido a condiciones socioeconómicas	NVSE	Población dependiente (PD) Ingreso diario (ID) Nivel de educación (NE) Perfil de edad (PE) Limitaciones permanentes (LP)
N.V. debido a condiciones demográficas	NVCD	Acceso a servicios médicos básicos (ASB) Actividad antropogénica (AA) Estructura familiar (EF)
N.V. debido a la comprensión de la amenaza	NVCA	Percepción del individuo (PI) Conocimiento histórico (CH) Percepción de la contaminación ambiental (PCA) Respuesta de la comunidad (RC)

Una vez que los indicadores sociales han sido identificados y clasificados, el análisis se lleva a cabo teniendo en cuenta todas las limitaciones correspondientes y siempre teniendo en cuenta que la evaluación llevada a cabo es de naturaleza dinámica y sola es válida para el área de estudio en un período determinado.

3.2 Análisis de la vulnerabilidad social

Para abordar el desafío de analizar y representar geográficamente la vulnerabilidad social del área de interés, he adoptado diferentes enfoques metodológicos para caracterizar la vulnerabilidad. En este contexto, la metodología más utilizada para la evaluación de indicadores sociales es la propuesta por Cutter y colegas (2003), que se centra en el examen de los componentes de la vulnerabilidad social. En este marco metodológico, el riesgo interactúa con la mitigación para obtener el peligro potencial. Además, el peligro potencial está condicionado por las características geográficas y la condición social del lugar. El último se refiere a la

experiencia de la comunidad con los peligros y su capacidad para responder y adaptarse a ellos. Las fuentes de datos, tanto primarias (encuestas) como secundarias (censos) son vitales en esta etapa.

Del mismo modo, un estudio ha evaluado la vulnerabilidad social en función de la información recopilada por el gobierno (Armaş & Gavriş, 2016). Este tipo de metodología se enfoca en explorar la vulnerabilidad social revelada por los datos del censo para luego elaborar un SVI. Las variables analizadas son más generales y dependen exclusivamente de los parámetros recopilados en la encuesta. Esta metodología es estática y se centra en las causas sociales.

El producto final, independientemente del método utilizado, debe ser un SVI. En resumen, este SVI se basa en el perfil socioeconómico y demográfico de las diversas comunidades. Proporciona un nivel comparativo de medición de la vulnerabilidad social a las amenazas naturales (Bohórquez, 2013). Con esta herramienta, es posible determinar los niveles de vulnerabilidad de cada localidad y construir un mapa de vulnerabilidad social. La metodología propuesta por Cutter y colegas (2003) fue seleccionada y aplicada a este estudio.

Finalmente, con la misma técnica multivariada se calcula las puntuaciones para cada categoría de vulnerabilidad y, de esta manera, configurar el SVI. Para una mejor interpretación de los resultados, el autor asoció los diferentes niveles de vulnerabilidad encontrados en colores escalados que van desde el verde hasta el rojo, siendo este último el más crítico o, en otras palabras, el sector más vulnerable frente a eventos sísmicos. Esta clasificación depende estrictamente del juicio del autor y está basada en rangos de valor asociados a su puntuación final, la misma que se obtiene una vez realizado el análisis estadístico. La tabla 2, muestra los colores identificados para cada tipo de vulnerabilidad asociada.

Tabla 2. Clasificación por color para cada nivel de vulnerabilidad encontrado (N: Nivel)

Nivel de vulnerabilidad extrema	N1
Nivel de vulnerabilidad grande	N2
Nivel de vulnerabilidad considerable	N3
Nivel de vulnerabilidad moderada	N4
Nivel de vulnerabilidad baja	N5

3.3 Análisis de la vulnerabilidad física

El marco metodológico desarrollado por García-Torres y colegas (2017) para calcular la generación de escombros después de un evento sísmico se recomienda en esta investigación para abordar la evaluación de la vulnerabilidad física (V. Física). Además, se recomienda la generación de escombros como un *proxy* para cuantificar la vulnerabilidad física. Para este estudio se considerará lo siguiente: si en el área A se produce más toneladas de escombros que el área B, entonces el área A se clasificará como más vulnerable que el área B. Similarmente, con la finalidad de una mejor interpretación, se asoció los resultados obtenidos a la misma escala de evaluación implementada en el análisis de la vulnerabilidad social.

3.4 Análisis desde una perspectiva articulada

Para la consecución de una evaluación representativa de la vulnerabilidad en el caso de estudio es necesario hacer uso de los enfoques estratégicos que permitan visualizar la totalidad del problema. Este cambio de visión en el análisis se ve reflejado en tener en cuenta que tanto las personas (capacidades, derechos y deberes) como sus condiciones de vida (material) deben estar en una sinergia constante para lograr producir un cambio social y generar valor a la actual gestión de riesgos y desastres (Bobadilla, 2018).

Este análisis se basa en un enfoque estratégico en el cual las instituciones encargadas de brindar la atención post – desastre intentan lidiar con las dificultades de analizar a las personas y medios de vida fortaleciendo su posición en el entorno circundante y proyectando soluciones viables a problemas venideros (Bobadilla, 2004). Así pues, las diferentes organizaciones, tomando como referente el contexto nacional, podrán analizar los sectores más vulnerables para poder intervenir y, a la vez, desarrollar criterios de cooperación y competencia con los otros actores con los cuales se relacionan.

Para Bobadilla (2018), una evaluación integral debe estar fundada sobre principios de integralidad, articulación, multidisciplinariedad y sostenibilidad. De esta manera, extrapolando estos conceptos al análisis de vulnerabilidad, se obtiene un proyecto con un sólido análisis causal que responde a los diversos detonantes de vulnerabilidad; debido a su naturaleza, es articulado y co – gestionado multisectorialmente, en los cuales convergen múltiples disciplinas para encontrar los mejores planes de respuesta rápida que generen bienestar en la sociedad.

Ante esta situación, y con el afán de promover cambios o mejoras en la calidad de vida de los ciudadanos, además de una adecuada gestión gubernamental, se proponen tres alternativas de evaluación de vulnerabilidad que intentan brindar un único mapa de evaluación que permita una fácil interpretación al momento de ejecutar los planes de mitigación de riesgos diseñados.

3.4.1 Propuesta 01: Equilibrio entre las dimensiones físico sociales

La visión propuesta en esta alternativa es equilibrar la ponderación de los componentes de la vulnerabilidad otorgando igual relevancia a la persona como a su entorno circundante. Por lo tanto, el 50% de esta propuesta estará basada en el aspecto social y lo restante en la dimensión física. Para entender la forma en la cual esta alternativa opera, supongamos que para una manzana “M” se identificó los cinco tipos de vulnerabilidad asociadas a la dimensión física (una) y social (cuatro). La tabla 3, muestra el nivel de vulnerabilidad identificado para cada capa de información analizada.

Tabla 3. Ejemplo: niveles de vulnerabilidad asociados a la manzana “M”

NVCG	N1
NVSE	N5
NVCD	N3
NVCA	N2
V. Física	N1

Partiendo de la hipótesis de que cada categoría analizada incrementa la vulnerabilidad del sector analizado, la forma más general de expresar el puntaje total de vulnerabilidad asociada a la manzana “M” viene dada por la siguiente relación:

$$V T = VS. C1 (N1) + VS. C2 (N5) + VS. C3 (N3) + VS. C4 (N2) + VF (N1) \quad \text{Ecuación 1}$$

$$V Social = 25\% (VS. C1) + 25\% (VS. C2) + 25\% (VS. C3) + 25\% (VS. C4) \quad \text{Ecuación 2}$$

$$V Física = VF (N1) \quad \text{Ecuación 3}$$

$$V T = 50\% (V Social) + 50\% (V Física) \quad \text{Ecuación 4}$$

Se aprecia que las capas pertenecientes a la vulnerabilidad social son igual de relevantes para la evaluación. Esto se ve reflejado en el 25% de ponderación otorgadas a cada una. Cada medida parcial de vulnerabilidad (física y social) están

escaladas de cero a uno. Por lo tanto, la medida de vulnerabilidad asociada a la manzana “M” se encontrará en la misma escala.

3.4.2 Propuesta 02: La dimensión social vista como una externalidad

Este análisis está basado en el concepto de externalidades y asumir a la vulnerabilidad social como una externalidad. Tiene como precedente la evaluación realizada en otros estudios de Alexander y colegas (Alexander et al., 2014; Carreño, Barbat, Cardona, & Marulanda, 2014; Carreño, Cardona, & Barbat, 2007). Al asumir al aspecto físico como un 100% de la vulnerabilidad, la dimensión social viene a ser un valor añadido a este porcentaje que representa condiciones que agravan la situación actual. Debido a que todos los seres humanos somos vulnerables – en términos de infraestructura – de alguna u otra forma, el porcentaje de vulnerabilidad física no se verá reducido en ningún escenario.

Siguiendo el hilo del ejemplo anterior, la vulnerabilidad será articulada mediante la siguiente expresión:

$$V T = V F\acute{is}ica \times (1 + V Social) \quad \text{Ecuaci3n 5}$$

De la misma forma, el nivel de vulnerabilidad obtenido despu3s de realizar la evaluaci3n ser3 representado como en los casos anteriores. Es importante notar que el nivel de vulnerabilidad social presente en el sector analizado influye sustancialmente en el nivel final asociado.

3.4.3 Propuesta 03: Teor3a de vectores aplicada a la vulnerabilidad

Esta propuesta tiene su origen en la teor3a de vectores. Si consideramos a cada componente estudiado como un vector poseedor de magnitud y sentido, entonces podemos calcular la resultante de estas dos dimensiones. Como una suposici3n adicional, se tiene que debido a que los dos conceptos muestran una perspectiva diferente son ortogonales y tienen un punto de inicio com3n que coincide con el nivel ideal de vulnerabilidad, para este caso el cero. La figura 3 muestra la representaci3n de esta propuesta en un plano de dos dimensiones.

De la misma forma, siguiendo el hilo del ejemplo anterior e implementando los conceptos de esta propuesta, la vulnerabilidad ser3 articulada mediante las siguientes expresiones:

$$V T = \sqrt{V F\acute{is}ica^2 + V Social^2} \quad \text{Ecuaci3n 6}$$

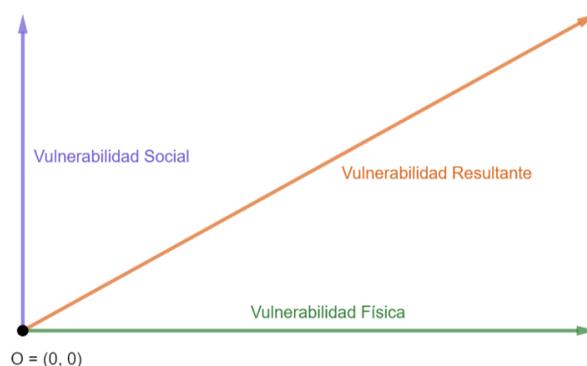


Figura 3. Representación de los componentes de la vulnerabilidad

3.5 Caso de estudio

Para este estudio de caso se seleccionó Chiclayo (figura 4), un distrito ubicado en el norte del Perú y con una población de alrededor de 292,000 habitantes (INEI, 2018a). Este distrito fue elegido debido a su rol socioeconómico en el contexto nacional; la disponibilidad de datos para la evaluación de la vulnerabilidad física y su alto nivel de riesgo sísmico. Además, Chiclayo tiene un alto nivel de vulnerabilidad sísmica debido a la mala calidad de la construcción de viviendas y la estructura social de su población (INEI, 2018a).

Además, la información utilizada para la evaluación de la vulnerabilidad social se basa en una simulación de Monte Carlo de los conjuntos de datos. Por otro lado, el trabajo realizado por Mesta y colegas (2017) en este distrito ha sido utilizado para proporcionar datos acerca de la generación de escombros para un evento sísmico correspondiente a 7.4 Mw. Por lo tanto, si bien los resultados no reflejan la realidad del caso de estudio, es importante describirlos e interpretarlos como herramienta metodológica.

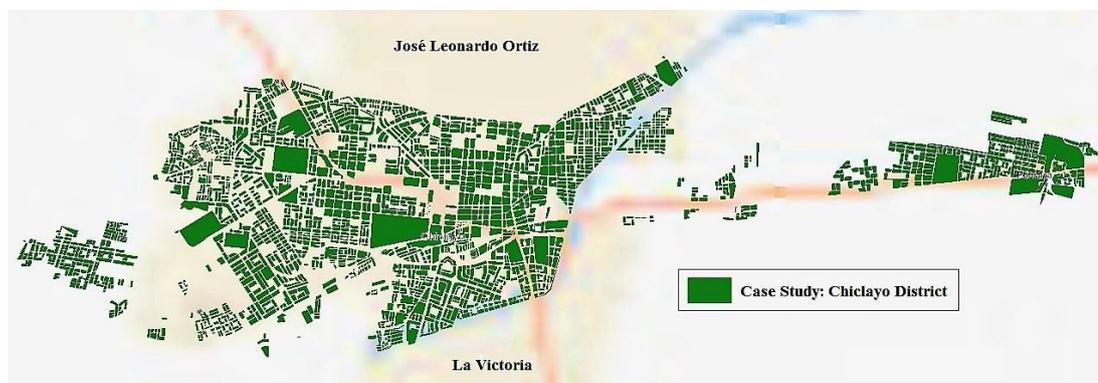


Figura 4. Caso de estudio: Distrito de Chiclayo – Perú

RESULTADOS

Esta sección describe los principales hallazgos de esta investigación; es decir, desarrolla la implementación del marco metodológico presentado en el capítulo anterior aplicado al caso de estudio. Primero, se presentan los resultados sobre las capas de vulnerabilidad social en sus diferentes categorías. En segundo lugar, se discuten los resultados relacionados con la capa de vulnerabilidad física caracterizada por la generación de escombros. Estos fueron obtenidos del trabajo realizado por Mesta y colegas (2017). Finalmente, se describen los hallazgos de las tres propuestas estudiadas para lograr un estudio articulado e integral de la vulnerabilidad.

4.1 Vulnerabilidad Social

Como resultado del análisis estadístico, se determinaron cuatro niveles de vulnerabilidad para mostrar el área más vulnerable del caso de estudio. Estas capas se agregaron en categorías que representan las principales características de la comunidad (Condiciones del Gobierno, Condiciones Socioeconómicas, Condiciones Demográficas y Comprensión de la Amenaza).

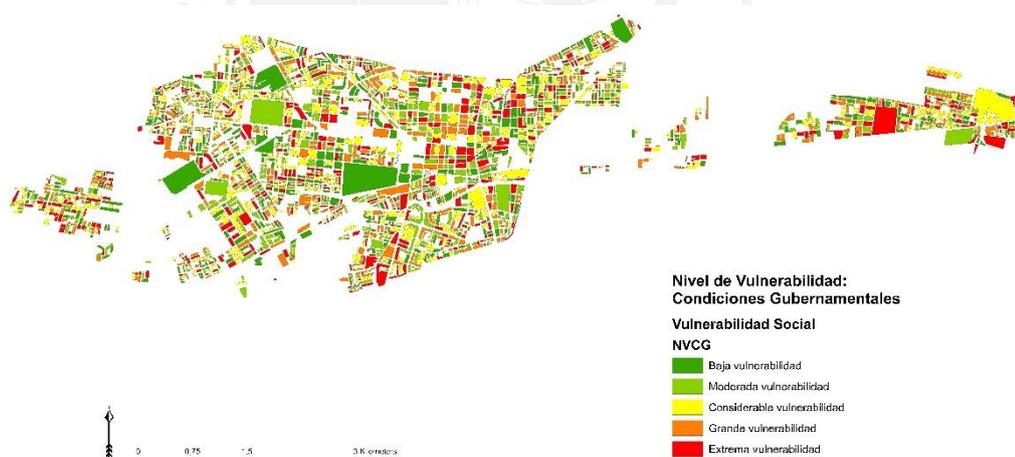


Figura 5. Nivel de vulnerabilidad debido a condiciones gubernamentales

La figura 5 evalúa las percepciones de la persona encuestada sobre el nivel de corrupción presente en las instituciones gubernamentales en su accionar frente a los riesgos potenciales a los que está expuesto y sobre cuán eficientes son los planes de gestión de riesgos instalados en cada municipio. Teniendo en cuenta el mapa de información obtenido, se aprecia que en la zona centro de Chiclayo existen manzanas altamente vulnerables que interactúan con sectores de menor vulnerabilidad. Esto significa que las personas encuestadas refieren un nivel elevado de disconformidad

con la gestión de sus líderes para afrontar las consecuencias de los eventos sísmicos. Asimismo, también se aprecia una buena parte de manzanas que poseen vulnerabilidad moderada o baja en igual proporción a los sectores que presentan un nivel intermedio de vulnerabilidad.

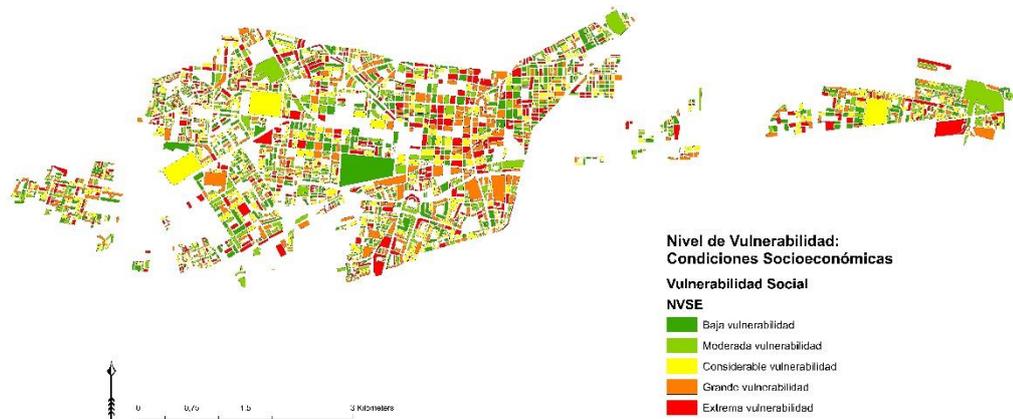


Figura 6. Nivel de vulnerabilidad debido a condiciones socioeconómicas

La figura 6 evalúa el nivel de confortabilidad presente en la comunidad analizada. El ingreso diario y nivel de educación son indicadores directamente proporcionales en la mayoría de los casos. Por otra parte, la dependencia social, edad y limitaciones permanentes guardan una estrecha relación en su aporte al nivel de vulnerabilidad. El mapa de vulnerabilidad obtenido representa una mixtura de condiciones socioeconómicas que oscilan entre baja y extrema vulnerabilidad. Las zonas de extrema vulnerabilidad se encuentran dispersas a lo largo de la ciudad. Los resultados obtenidos concuerdan con la realidad del contexto nacional en la cual la economía está muy diversificada (INEI, 2018a). Esta diversidad de estratos económicos muestra que, si bien para una zona existen manzanas con extrema vulnerabilidad, también pueden existir manzanas cercanas que posean un nivel bajo de vulnerabilidad.

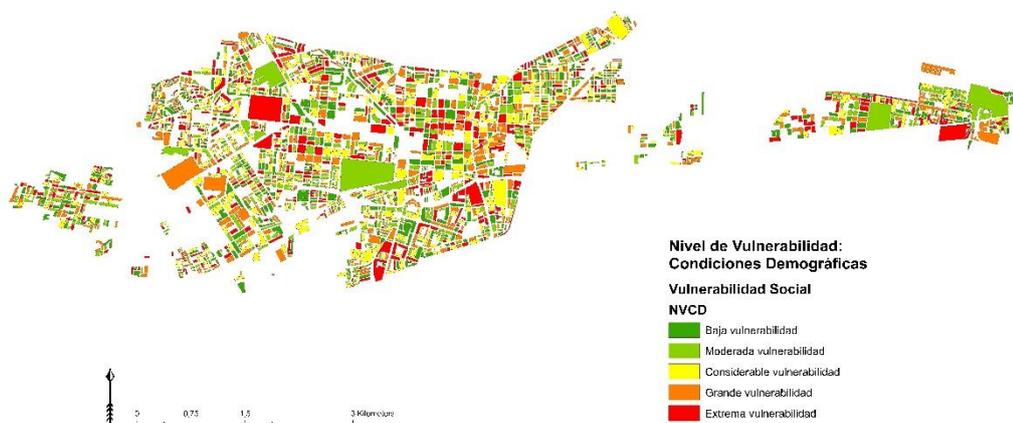


Figura 7. Nivel de vulnerabilidad debido a condiciones demográficas

En la figura 7 se aprecia que, al tratarse de un estudio de poblaciones humanas, es necesario evaluar su distribución en un momento determinado. Para ello, esta capa de información se concentra en evaluar la actividad antropogénica de la persona, su estructura familiar y la accesibilidad de la misma hacia los servicios básicos de salud. Asimismo, las manzanas más vulnerables se encuentran agrupadas en la zona centro y oriental del caso de estudio. Por otro lado, la densidad de población, evaluada indirectamente a través de la estructura familiar, es muy asimétrica en su distribución en este distrito, lo que significa que el número de miembros de una familia puede verse dentro del rango de uno a más de siete personas (INEI, 2018b).

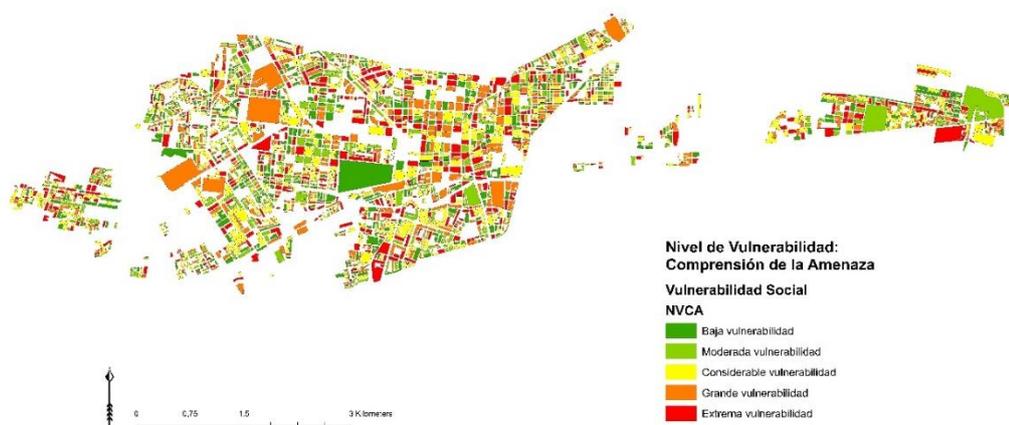


Figura 8. Nivel de vulnerabilidad debido a la comprensión de la amenaza

Por su parte, la figura 8 muestra que tan preparado y consciente está el encuestado frente a las posibles consecuencias de un desastre natural. Conceptos vinculados a resiliencia y contaminación ambiental también son cuantificados en esta capa de vulnerabilidad. Existen numerosas manzanas identificadas como extremadamente vulnerables, lo que significa que los entrevistados carecen de este conocimiento histórico y por ende son inexpertos en cuanto a medidas preventivas refiere.

Hasta este punto, es evidente que cada capa de información obtenida ayuda a esclarecer el panorama social del caso de estudio frente a eventos sísmicos. Sin embargo, debido a que cada nivel de información sugiere zonas diferentes a priorizar, es necesario adoptar una mirada inclusiva de las cuatro categorías analizadas. Por un lado, es posible notar la relación de causa/efecto mostrada en las dos primeras capas de vulnerabilidad, ya que en el nivel de confort de los ciudadanos se ve reflejada en gran medida en la percepción de la gestión municipal. Por otro lado, las dos últimas capas de vulnerabilidad descritas poseen cierta similitud en su

comportamiento, ya que una persona se encontrará más vulnerable si desconoce los aspectos básicos de prevención o en su defecto si no cuenta con la asistencia básica provista por el gobierno.

De las cuatro capas de información recogida, se aprecia que cada manzana posee cierto grado de vulnerabilidad per se para cada categoría, por lo que un análisis individual conduciría a tener casi toda la ciudad como sectores a priorizar. Sin embargo, de las cuatro capas analizadas, la última es la que presenta más sectores vulnerables y esto debido a la falta de conciencia social y comprensión de la amenaza a los que se está expuesto.

4.2 Vulnerabilidad Física

De acuerdo con los resultados generados por Mesta y colegas (2017), es posible generar una capa que muestra el nivel de vulnerabilidad física (extremo, grande, considerable, moderado y bajo) en el caso de estudio. Esta capa se enfocó en identificar los posibles sectores que sufrirán daños debido a un evento sísmico.

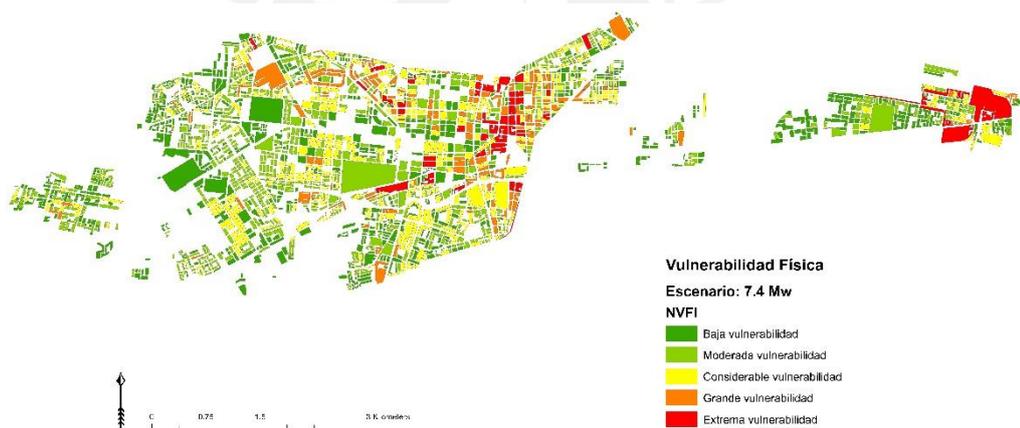


Figura 9. Vulnerabilidad Física (Mesta et al., 2017)

El aspecto físico, al ser evaluado mediante aproximaciones, brinda una apreciación de la realidad construida válida para la tipología existente sin tener en cuenta futuras construcciones y otros desastres naturales a los cuales puede estar expuesto el caso de estudio. El resultado obtenido (figura 9) muestra que los sectores que necesitan mayor atención se encuentran concentrados en la zona Este de la ciudad. La diferencia de comportamientos entre las dos dimensiones, física y social, hace evidente la necesidad de un análisis integral con el único objetivo de mejorar la respuesta de las instituciones encargadas de salvaguardar la vida de los residentes.

4.3 Perspectiva integral de la vulnerabilidad

Primera propuesta:

Se obtuvo un mapa referenciado de vulnerabilidad en el cual más del 80% de la ciudad posee vulnerabilidad considerable – grande y aproximadamente un 3% de la ciudad presenta vulnerabilidad extrema. Estos sectores prioritarios se encuentran emplazados en la periferia de la zona este y central del distrito de Chiclayo.

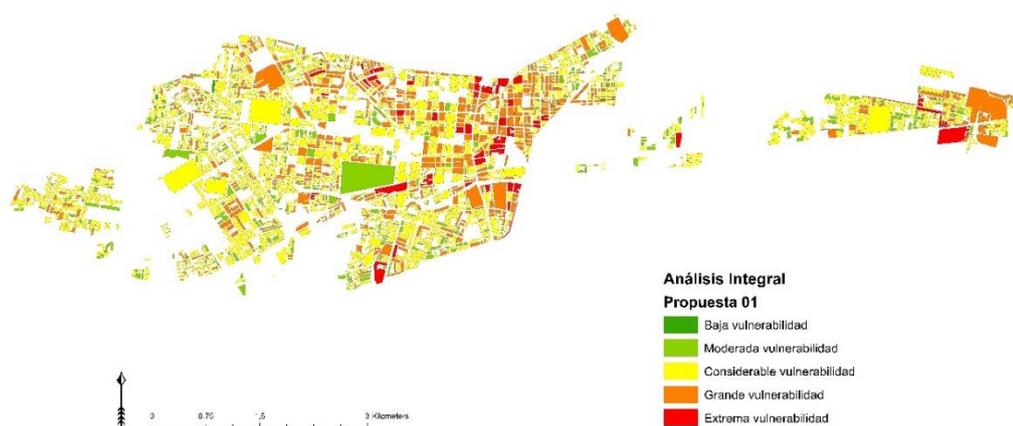


Figura 10. Propuesta 01 de análisis integral de la vulnerabilidad

Segunda propuesta:

Como resultado de esta herramienta se obtiene que alrededor del 70% de los sectores analizados poseen vulnerabilidad moderada o baja y los restantes, vulnerabilidad considerable o grande. Este escenario presenta una mayor flexibilidad en el momento de asignación de recursos, ya que la priorización se puede hacer ya no por manzanas sino por clústeres que involucren a puntos afectados y alrededores.

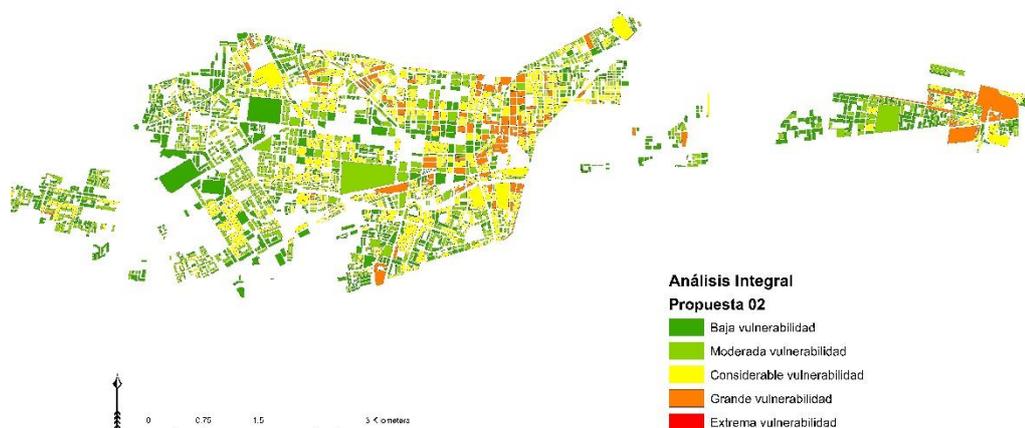


Figura 11. Propuesta 02 de análisis integral de la vulnerabilidad

Tercera propuesta:

Después de aplicar esta teoría, se obtienen que alrededor del 70% de los sectores analizados poseen vulnerabilidad considerable o grande; mientras que el 30% restante corresponde a sectores con vulnerabilidad moderada o baja.

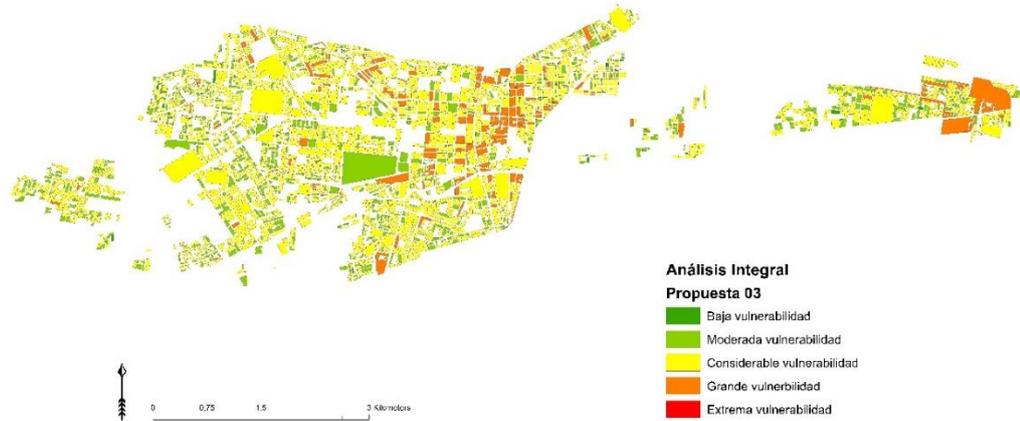


Figura 12. Propuesta 03 de análisis integral de la vulnerabilidad

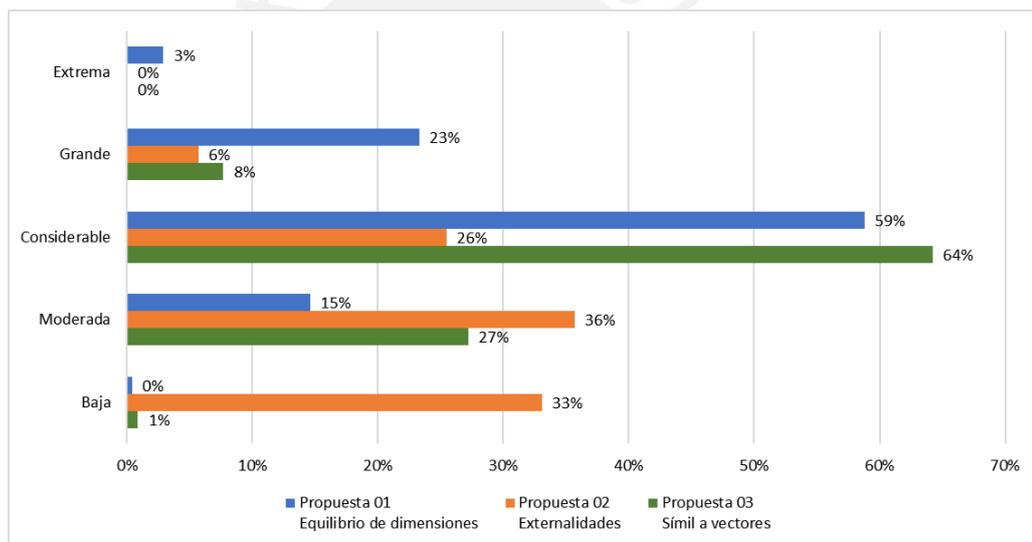


Figura 13. Comparación de los niveles de vulnerabilidad obtenidos en las tres propuestas

DISCUSIÓN

Del análisis realizado en esta investigación queda sentado que la vulnerabilidad no puede verse basada e interpretada tomando como referencia a un solo componente. Por ello, con el afán de esclarecer y establecer una relación entre las diferentes capas de vulnerabilidad estudiadas, este proyecto se enfoca en cuantificar los aspectos sociales y físicos más relevantes del caso de estudio para obtener una visión global y transversal del panorama frente a desastres naturales, en este caso a eventos sísmicos.

Es importante notar que ambos aspectos, social y físico, se cuantifican de diferente manera debido a sus características propias. Por un lado, el aspecto social es de carácter dinámico y sometido a interpretaciones. Esto significa, que este análisis depende del tiempo y su valoración recae en el juicio del investigador. Por lo tanto, los resultados podrían no ser válidos fuera del límite de tiempo estudiado. Por otro lado, el aspecto físico podría considerarse de carácter estático e involucra al entorno construido. Por ello, los resultados poseen una mayor representatividad a lo largo del tiempo debido a la vida útil de las edificaciones (más de diez años).

Por otra parte, es necesario recalcar que este análisis está sujeto a generalizaciones que no necesariamente son aplicables a cada miembro de la población. Estas generalizaciones se encuentran explicadas en la percepción, reglas sociales, funciones humanas y una descripción de las prácticas que conforman nuestra realidad social viviente (Brinkmann, 2009; Finocchiaro, 2015).

- **Vulnerabilidad social**

Para entender los diversos patrones de vulnerabilidad obtenidos, es necesario primero comprender las partes que la componen. En esta investigación, al dividir la vulnerabilidad en 2 dimensiones (físico y social), cada una de ellas es independiente y complementaria de la otra al mismo tiempo. En el caso de la vulnerabilidad social, esta se dividió en 4 categorías que involucran la percepción de la persona asociada a la corrupción/confianza en sus líderes políticos; la distribución asimétrica de la riqueza en el territorio analizado; el comportamiento asociado a familias numerosas y el comportamiento intrínseco de la persona. Por otra parte, la vulnerabilidad física evalúa la seguridad estructural por medio de la generación de escombros después de la simulación de un evento sísmico.

Respecto al primer punto involucrado con la vulnerabilidad social, es importante resaltar que la confianza está integrada en la naturaleza humana. Permite la interacción entre personas sin el temor a repercusiones negativas; sin embargo, cuando la confianza no es recíproca, existe una oportunidad para la corrupción (Rudolf, 2014). Para Morris & Klesner (2010) la confianza es la causa y consecuencia de la corrupción en el comportamiento político y prácticas institucionales. Concluyen que niveles bajos de confianza en las políticas de las instituciones nutren la corrupción y que la percepción de corrupción, independientemente de los niveles reales de corrupción, alimentan la desconfianza. Por otro lado, para Mishra (2009) la corrupción está emplazada en una plataforma multidimensional que incluyen obligaciones legales, morales, sociales, que las personas asocian con mayor frecuencia al sector público.

En este contexto, es posible observar que en un estudio realizado en el territorio nacional las personas poseen varias opiniones respecto a la confianza y corrupción en el entorno político y que a menudo estas tienen que ver con la educación y el ingreso económico (Rudolf, 2014). Por lo tanto, lo que se aprecia respecto a este nivel de vulnerabilidad ante condiciones gubernamentales (NVCG) es que la percepción de corrupción no solo afecta el patrimonio del Estado o la imagen de los funcionarios públicos, sino que también repercute en los tejidos sociales e incluso puede cobrar vidas (Novoa, 2009). Según este último estudio, la corrupción afecta negativamente a los grupos vulnerables y oprimidos. En este punto, cobra sentido la relación directa que existe entre la percepción de corrupción y NVCG, lo cual hace que el ciudadano se sienta más expuesto a experimentar daños y pérdidas.

Por otro lado, en un estudio realizado en Perú (Rudolf, 2014), los resultados sugirieron que el nivel de educación percibida afectaba la percepción de la corrupción ergo repercute en el nivel de vulnerabilidad asociado. Esta característica muestra que si se desea abarcar el problema no se debe tratar por partes sino de manera integral. Además, para Novoa (2009), la corrupción genera desigualdad en la educación de calidad. Esto quiere decir que si un sector posee elevado NVCG es altamente probable que su nivel de vulnerabilidad socioeconómico (NVSE) sea igual de alto.

Por otra parte, la ISDR sostiene que promover el conocimiento sobre el riesgo de desastres naturales contribuye a la reducción del mismo y al progreso de la sociedad (UN/ISDR & UNESCO, 2006). En ese mismo estudio se avala que una de

las formas en la que una comunidad puede responder mejor ante un evento sísmico es mediante el desarrollo de la capacidad de su población y de sus sistemas de gobierno (NVCG). Además, para Frankenberg y colegas (2014) la educación está asociada con la reducción significativa de la vulnerabilidad debido a que aquellas personas que han invertido más en educación, posiblemente, tomen mejores decisiones en tiempos de adversidad, sean más efectivos y posean una mejor capacidad de adaptación. En esa misma línea, Muttarak & Lutz (2014) sostienen que las sociedades y personas educadas poseen una mejor preparación y respuesta ante los desastres y sufren menores impactos negativos, ya que la educación puede influir en la percepción del riesgo, conocimiento histórico, acceso a información; entre otros.

Por otro lado, en estas dos capas de información discutidas se aprecia un factor recurrente en el contexto histórico: la desigualdad económica. Para Policardo & Carrera (2018) la desigualdad económica causa la corrupción, pero la corrupción no produce por sí misma desigualdad. Bajo la premisa de que un sector económicamente inferior a otro es más vulnerable, esta teoría propuesta cobra relevancia ya que se aprecia la diversidad de patrones obtenidos en cada nivel de vulnerabilidad. Según Herrera (2017), una solución para la desigualdad es propiciar políticas que impulsen el crecimiento de actividades productivas orientadas al mercado interno para que de esta manera se reduzcan las brechas de pobreza. Sin embargo, el progreso económico por sí solo no puede reducir el NVSE debido a que no siempre pueden lograrse fenómenos de crecimiento económico con la misma intensidad en un determinado sector (Del Alamo, 2011).

Ante este panorama, una solución viable para reducir la desigualdad económica en el territorio nacional es asegurar que el producto de bienes y servicios básicos sean tangibles en la sociedad de una manera eficiente, eficaz, equitativa y transparente (Vásquez, 2016). Al respecto, García (2015) concluye que las desigualdades económicas en el Perú no son resultado exclusivo del modelo económico o de las políticas públicas aplicadas, sino de las bases sociales y sociológicas de la estructura económica del país.

Respecto a la distribución de la población en el territorio nacional, esta resulta igual de asimétrico que la distribución de la economía. El número de ocupantes de una vivienda varía de edificación en edificación. En un estudio realizado en Florida (Hung et al., 2016) se concluyó que familias menos numerosas son relativamente menos vulnerables (NVCD) debido a que tienen más recursos para sobreponerse

después de un desastre natural. En el contexto nacional, cerca del 40% de hogares está conformado por tres o cuatro personas y alrededor del 25% por cinco a más miembros (INEI, 2018b). De la misma forma, la distribución de servicios no es tangible para todos los ciudadanos. Según el INEI (2018), existe un 20% de la población peruana que posee al menos una necesidad básica insatisfecha, esto hace que exista desigualdad en las oportunidades de recuperarse después de un evento sísmico.

Por otra parte, el comportamiento social está basado en las relaciones sociales, las cuales son mutuamente constitutivas y desencadenan en un conjunto explícito de significados que forman la realidad social (Serje, 2017). Un aspecto fundamental que incide en el comportamiento social es la manera en la que el mensaje es transmitido. Las características del receptor varían ampliamente entre los miembros de una comunidad y los distintos tipos de desastre (Fitzpatrick & Mileti, 1994). Por ello, resulta imperante determinar qué características promueven cierto tipo de comportamientos en un evento natural. Para Stallings (1994) el comportamiento colectivo está determinado por los conceptos psiquiátricos, la prensa y la sociedad en sí misma. Sugiere a la vez, que el comportamiento colectivo es la representación cultural de una determinada población; es decir, las variantes estimulantes de este tipo de comportamiento a menudo desencadenan una histeria en masa (constructo social) enmarcada en un contexto determinado.

En ese sentido, se pueden apreciar diversos casos de comportamientos colectivos después de un desastre. Por ejemplo, en el sismo del 2010, Chile experimentó una desarticulación del sistema social y político que tuvo un gran impacto en los ciudadanos (Grandón et al., 2014). El orden social se vio interrumpido debido a muestras de delincuencia (ataques, robos, saqueos, etc.). Por otro lado, países como Nueva Zelanda, Japón, etc. muestran un orden social superior debido a políticas multinacionales de resiliencia social; es decir, las personas se encuentran concientizadas del peligro al que se enfrentan y como resultado están mejor preparadas y familiarizadas con las recomendaciones de respuesta de emergencia y se espera que actúen coordinadamente durante el movimiento (Shapira, Aharonson-Daniel, & Bar-Dayán, 2018). Un rasgo característico de esta diferencia de comportamiento tiene que ver con la desigualdad económica (Grandón et al., 2014; Quarantelli, 1994; Shapira et al., 2018). Chile se encarna en una sociedad caracterizada por una creciente individualización y pérdida de la organización con los vínculos sociales (Grandón et al., 2014) a diferencia de Nueva Zelanda o Japón en

donde se implementan estrategias de protección actuando de manera eficaz y productiva durante el evento natural (Shapira et al., 2018).

Por lo tanto, si bien la cultura popular influye en la percepción del desastre a través de los medios de comunicación, interacciones entre personas, políticas estructurales, etc. (Herring, 2013) esta influencia no solo se ve reflejada en el comportamiento individual de las personas, sino que también en la percepción de lo que significa un desastre natural. Según Altez (2002), la noción de desastre ha ido evolucionando a la par de un largo proceso cultural. Sostiene que, como parte de este proceso, algunos antecedentes históricos y culturales se han venido transformando hasta lo que hoy conocemos como desastre. En esa misma línea, Paton y colegas (2013) afirman que los comportamientos propios de cada cultura pueden incrementar el nivel de vulnerabilidad a experimentar pérdidas debido a la ocurrencia de un evento natural (Haití) o incrementar su capacidad de adaptación (Taiwan). Asimismo, la evolución del concepto de política y cultura del desastre se debe a que las comunidades evolucionaron a la par con los peligros de la naturaleza dejando de lado la incompetencia, corrupción y promoviendo una cultura de riesgo orientada bajo un pensamiento crítico (Ammann, 2013; Stewart, 2013).

De esta manera, la vulnerabilidad puede verse involucrada en una visión dualista de naturaleza y cultura en la cual puede resultar como un constructo que involucre estructuras sociales, económicas, normas y valores culturales; entre otros (Oliver-Smith, 2004). En suma, la noción de desastre se ve racionalizada de acuerdo a las normas y preocupaciones de una determinada cultura; es decir, las interpretaciones se ven dominadas por nuevas formas de constructos sociales formados por la industria de la comunicación (Alexander, 2005; Oliver-Smith & Hoffman, 2002).

Como se aprecia, es necesario incluir en el análisis a la persona y entender las diversas condiciones sociales a las que se encuentran expuestas, debido a que los desastres naturales se están volviendo más frecuentes e intensos y a la vez las comunidades se están tornando más vulnerables (Oliver-Smith & Hoffman, 2002). De la misma forma, es importante realizar un análisis integral de las categorías planteadas; es decir, si bien las clasificaciones ayudan a entender el contexto, lo interesante es analizar las interacciones de las capas mostradas, ya que el nivel de vulnerabilidad asociado a la zona de estudio crece a medida que los indicadores evaluados interactúan. Por lo tanto, las consecuencias del miedo ante la respuesta

frente a un terremoto son complejas y necesitan de más investigación y teoría (Goltz & Bourque, 2017).

- **Vulnerabilidad Física**

En cuanto a la vulnerabilidad física refiere, es interesante notar que el comportamiento de esta dimensión es más asequible en cuanto a mitigación de riesgos se refiere; es decir, al considerarse de carácter estático; es decir, no cambia su comportamiento ante un evento sísmico en un tiempo determinado. Por otro lado, al apreciarse patrones en la distribución de la vulnerabilidad, resulta más sencillo la priorización de sectores mediante clústeres que involucren zonas afectadas y potencialmente susceptibles a experimentar daños. Sin embargo, es importante entender que los efectos producidos en esta dimensión son más visibles y son desencadenantes de pánico aumentado la vulnerabilidad social asociada. Para Shen y colegas (2018) las personas cuando perciben un peligro inminente en un espacio cerrado, tienden a caer en un estado de pánico agravado aún más su condición. Si bien esta investigación, no pretende priorizar una dimensión de vulnerabilidad sobre la otra, es necesario entender que estas están relacionadas y que probablemente, la situación social agrave la vulnerabilidad física presente o, en su defecto, la vulnerabilidad física existente desencadene comportamientos sociales indeseados incrementando la importancia del aspecto social de la vulnerabilidad.

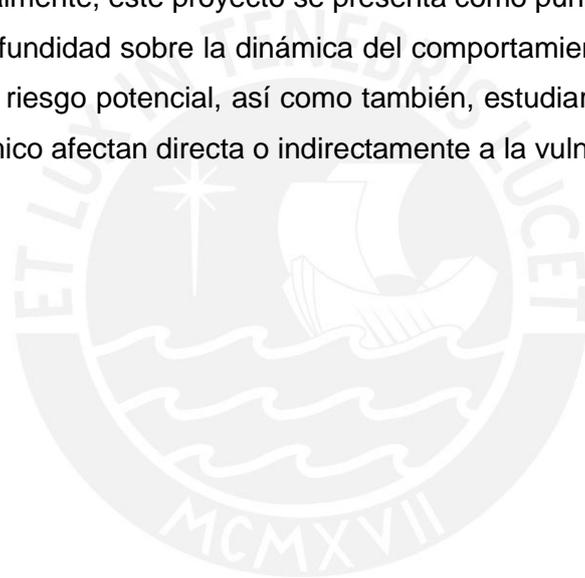
- **Vulnerabilidad articulada e integrada**

Ante la intención de cuantificar los impactos ocasionados por un evento sísmico, surge la necesidad de integrar los aspectos o circunstancias que predisponen a determinado sistema a experimentar daños en políticas públicas que visualicen a la persona como objeto de estudio. Para Zhang y colegas (2018) un terremoto no solo produce desastres físicos, sino que también es un detonante para otros desastres, tales como tsunamis, incendios, deslizamientos, plagas, enfermedades; entre otros. Por lo tanto, ante esta complejidad de escenario esta investigación propone un nuevo marco de análisis en el que no solo se estudie las fronteras de las condiciones físicas y sociales, sino que también como interactúan entre ellas.

En las tres alternativas presentadas, el efecto del aporte social maximiza el nivel de vulnerabilidad global en cada sector del caso de estudio. Debido a ello, el porcentaje de sectores con mayor vulnerabilidad incrementó en un 50%, para la primera propuesta, teniendo como base a la dimensión física. Esta interrelación de

capas de vulnerabilidad complejiza aún más la tarea de brindar una respuesta de emergencia, ya que en estas situaciones, el manejo de emergencia es vital para la reducción de riesgos y posibles impactos (Zhang et al., 2018).

Por otro lado, teniendo en cuenta la vulnerabilidad per se de los sectores, la segunda y tercera propuesta, también se presentan como alternativas viables para el manejo eficiente de los planes de gestión de riesgos y desastres. El comportamiento mostrado en estas dos evaluaciones es similar; sin embargo, la tercera propuesta tiene un 40% más de sectores vulnerables que su antecesora. Por lo tanto, esta herramienta metodológica pretende ayudar a las instituciones gubernamentales y no gubernamentales a mejorar sus planes de mitigación de riesgos y desastres con la inclusión del ser humano como parte fundamental del problema. Finalmente, este proyecto se presenta como punto de inicio para estudios con mayor profundidad sobre la dinámica del comportamiento de las personas ante situaciones de riesgo potencial, así como también, estudiar que otros componentes del riesgo sísmico afectan directa o indirectamente a la vulnerabilidad.



CONCLUSIONES

En esta investigación se utilizó una perspectiva multidimensional de la vulnerabilidad para estudiar este factor del riesgo sísmico. La evaluación se dividió en dos categorías: vulnerabilidad física y vulnerabilidad social. La primera se basó en el trabajo realizado por García-Torres y colegas (2017) y Mesta y colegas (2017). La segunda consistió en la selección de indicadores sociales para elaborar un perfil de vulnerabilidad social. Los resultados indican que la combinación de la vulnerabilidad social y física generan un mapeo local robusto de la vulnerabilidad ante eventos sísmicos.

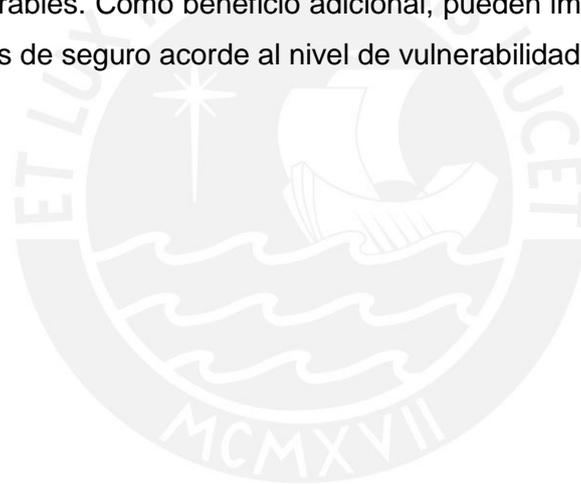
La metodología propuesta para identificar los niveles de vulnerabilidad social presentes (i.e., baja, moderada, considerable, grande y extrema) muestra ser eficaz para una rápida identificación de los sectores propensos a experimentar pérdidas y, a la vez, carentes de preparación ante los posibles desastres naturales. Con esta herramienta metodológica se pudo evaluar, a través de una simulación de datos, el comportamiento de la población bajo distintos indicadores sociales. Por otro lado, la incorporación de la vulnerabilidad social en el análisis del riesgo sísmico es un paso importante en el desarrollo de planes de gestión de riesgos y desastres más completos y precisos uniéndose al objetivo principal de las políticas públicas que se centran en el bienestar humano.

En cuanto al aspecto físico se refiere, se demuestra que el uso de *proxis* como la cuantificación de la generación de escombros a nivel manzana, después de la ocurrencia de un evento sísmico, resulta como un importante indicador al momento de examinar que zonas serían las más afectadas y por consecuencia, las más vulnerables físicamente. Partiendo de la premisa de que, a mayor generación de escombros mayor vulnerabilidad física, la tarea de priorizar esfuerzos, considerando solo esta capa de información, resulta sencilla de planificar debido a la geolocalización de los sectores vulnerables en la ciudad; sin embargo, no se estaría respondiendo a las necesidades reales de la población.

En ese sentido, las tres propuestas analizadas para integrar la dualidad de la vulnerabilidad muestran desempeños aceptables porque se adecuan a proteger al ser humano y sus medios de vida. El autor recomienda un análisis integral basado en las propuestas presentadas, debido a que cada una de ellas otorga igual relevancia a ambas dimensiones a través de un enfoque multidisciplinario. Los

mapas de vulnerabilidad global obtenidos son indicios de que una perspectiva articulada y co – gestionada permite una mejor identificación de los problemas mostrados en la sociedad logrando así una mejora en el tratamiento de los mismos y en la identificación de grupos física y socialmente vulnerables.

Finalmente, esta investigación puede ser usada desde el sector público / privado como herramienta estratégica para mejorar su eficiencia. En el ámbito público, las organizaciones gubernamentales pueden hacer uso de esta propuesta metodológica para identificar cuáles son las áreas más vulnerables de una ciudad. De esta forma, se podrá asignar recursos, eficientemente, para salvaguardar la integridad de las personas más vulnerables cuando un terremoto suceda. De la misma forma, el sector privado, en especial las compañías aseguradoras, pueden sacar provecho de este proyecto, si la utilizan como herramienta para identificar potenciales clientes, ya que tendrían identificadas a las personas residentes en sectores vulnerables. Como beneficio adicional, pueden implantar tarifas especiales para las pólizas de seguro acorde al nivel de vulnerabilidad asociado.



REFERENCIAS

- Alata-Olivares, N. (2016). Estimación del Riesgo. Lima. Retrieved from www.solucionespracticas.org.pe/Descargar/1353143/4061795
- Alexander, D. (2005). An interpretation of disaster in terms of changes in culture, society and international relations. In R. Perry & E. Quarantelli (Eds.), *What is a Disaster? New Answers to Old Questions* (pp. 25–38).
- Alexander, D., Angignard, M., Barbat, A., Birkmann, J., Cardona, O., Carreño, M. L., ... Zeil, P. (2014). Assessment of Vulnerability to Natural Hazards. *Assessment of Vulnerability to Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410528-7.00007-2>
- Altez, R. (2002). De la calamidad a la catástrofe: aproximación a una historia conceptual del desastre. In *III Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica*.
- Ammann, W. J. (2013). Disaster Risk Reduction. In *Encyclopedia of Natural Hazards* (pp. 170–175).
- Armaş, I., & Gavriş, A. (2016). Census-based Social Vulnerability Assessment for Bucharest. *Procedia Environmental Sciences*, 32, 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.018>
- Birkmann, J. (2006). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards; Towards Disaster Resilient Societies*, 01, 9–54. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6975.2010.01389.x>
- Birkmann, J., & Wisner, B. (2016). Measuring the Un-Measurable The Challenge of Vulnerability. *UNU - EHS*, 60.
- Bobadilla, P. (2004). La gerencia social en el nuevo siglo: una aproximación teórica. *Debates En Sociología*, (29).
- Bobadilla, P. (2018). Diseño y Gestión de Programas y Proyectos de Desarrollo. PUCP.
- Bohórquez, J. E. T. (2013). Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. *Investigaciones Geograficas*, 81(81), 79–93. <https://doi.org/10.14350/rig.36333>
- Brinkmann, S. (2009). Facts, values, and the naturalistic fallacy in psychology. *New*

Ideas in Psychology, 27(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2007.10.001>

Cannon, T. (1994). Vulnerability Analysis and the Explanation of “Natural” Disasters. *Disasters, Development and Environment*, (January 1994), 13–30.
<https://doi.org/10.1108/09653560810887275>

Carreño, M. L., Barbat, A. H., Cardona, O. D., & Marulanda, M. C. (2014). Holistic Evaluation of Seismic Risk in Barcelona. *Assessment of Vulnerability to Natural Hazards*, 21–52. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410528-7.00002-3>

Carreño, M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2007). Urban seismic risk evaluation: A holistic approach. *Natural Hazards*, 40(1), 137–172.
<https://doi.org/10.1007/s11069-006-0008-8>

CENEPRED. (2014). *Plan nacional de gestión del riesgo de desastres - PLANAGERD 2014 - 2021*.

CENEPRED. (2015). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales - 2da Versión*. Lima. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(13\)62483-8](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(13)62483-8)

CEPLAN. (2011). *Plan Bicentenario. El Perú hacia el 2021*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Chardon, A.-C. (2000). Un enfoque geográfico de la vulnerabilidad global de un hábitat urbano de ladera expuesto a amenazas naturales. El caso andino de Manizales, Colombia, (57), 1–10.

Cimellaro, G. P. (2013). Resilience-based design (RBD) modelling of civil infrastructure to assess seismic hazards. *Handbook of Seismic Risk Analysis and Management of Civil Infrastructure Systems*, 268–303.
<https://doi.org/10.1533/9780857098986.2.268>

Cutter, S. (2008). Vulnerability analysis for environmental hazards. In *Encyclopedia of Quantitative Risk Assessment* (p. 1845–1848).

Cutter, S. (2009). Measuring and mapping social vulnerability. *Geography*.

Cutter, S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), 598–606.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013>

- Cutter, S., Boruff, B., & Shirley, L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242–261. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>
- Cutter, S., & Finch, C. (2008). Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(7), 2301–2306. <https://doi.org/10.1073/pnas.0710375105>
- Del Alamo, O. (2011). Crecimiento con desigualdad en el Perú: un escenario de conflictos. PUCP.
- Finocchiaro, M. A. (2015). The fallacy of composition: Guiding concepts, historical cases, and research problems. *Journal of Applied Logic*, 13(2), 24–43. <https://doi.org/10.1016/j.jal.2015.01.003>
- Fitzpatrick, C., & Mileti, D. (1994). Public Risk Communication. In K. J. Dynes, Russell R.; Tiemey (Ed.), *Disasters, Collective Behavior, and Social Organization* (pp. 71–84).
- Frankenberg, E.; Sikoki, B.; Sumantri, C.; Suriastini, W. & Thomas, D. (2014). Education, Vulnerability, and Resilience after a Natural Disaster. *Ecology and Society : A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 18(2). <https://doi.org/10.5751/ES-05377-180216.Education>
- Frigerio, I., & De Amicis, M. (2016). Mapping social vulnerability to natural hazards in Italy: A suitable tool for risk mitigation strategies. *Environmental Science and Policy*, 63, 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.001>
- García-Torres, S., Kahhat, R., & Santa-Cruz, S. (2017). Methodology to characterize and quantify debris generation in residential buildings after seismic events. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.006>
- García, J. (2015). XX Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública. In *Crecimiento , desigualdad y asimetría en el desarrollo territorial : gestión del territorio en contextos de demanda social y crisis de legitimidad* (pp. 10–13).
- Goltz, J. D., & Bourque, L. B. (2017). Earthquakes and human behavior: A sociological perspective. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, 251–265. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.12.007>
- Grandón, P., Acuña, S., Briese, C., Chovar, P., Hernández, A., & Orellana, F. (2014).

- Saqueos y autodefensa . Impacto social en Chile post terremoto, *12*(2), 187–206.
- Herrera, J. (2017). Pobreza y desigualdad económica en el Perú durante el boom de crecimiento: 2004-2014. *International Development Policy*.
- Herring, A. (2013). Sociology of Disaster. In P. T. Bobrowsky (Ed.), *Encyclopedia of Natural Hazards* (pp. 926–936). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_326
- Hu, Z. H., Sheu, J. B., & Xiao, L. (2014). Post-disaster evacuation and temporary resettlement considering panic and panic spread. *Transportation Research Part B: Methodological*, *69*, 112–132. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2014.08.004>
- Hung, L. S., Wang, C., & Yarnal, B. (2016). Vulnerability of families and households to natural hazards: A case study of storm surge flooding in Sarasota County, Florida. *Applied Geography*, *76*, 184–197. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.021>
- INEI. (2018a). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Retrieved February 18, 2018, from <https://www.inei.gob.pe/>
- INEI. (2018b). *Perú. Perfil Sociodemográfico. Informe Nacional. Censos Nacionales 2017*. Retrieved from https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/index.html
- Izquierdo, L. ., Cardenas, Ú. ., & Barrenechea, M. (2017). Evaluación del PP 0068: “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres.” Lima: PUCP.
- Jaramillo, N., Carreño, M. L., & Lantada, N. (2016). Evaluation of social context integrated into the study of seismic risk for urban areas. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *17*, 185–198. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.05.002>
- Kammouh, O., Dervishaj, G., & Cimellaro, G. P. (2017). A new resilience rating system for Countries and States. *Procedia Engineering*, *198*, 985–998. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.144>
- Koks, E. E., Jongman, B., Husby, T. G., & Botzen, W. J. W. (2015). Combining hazard, exposure and social vulnerability to provide lessons for flood risk management. *Environmental Science and Policy*, *47*, 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.10.013>

- Mesta, C., Kahhat, R., & Santa-Cruz, S. (2017). Quantification of lost material stock of buildings after an earthquake. In *16th World Conference on Earthquake*. Santiago Chile.
- Mishra, A. (2009). Corruption. In K. a. Reinert, R. S. Rajan, A. J. Glass, & L. S. Davis (Eds.), *The Princeton Encyclopedia of the World Economy* (pp. 232–236).
- Morales-Soto, N., & Zavala, C. (2008). Terremotos En El Litoral Central Del Perú: ¿ Podría Ser Lima El Escenario De Un Futuro Desastre? *Revista Perú Med Exp Salud Pública*, *25*(2), 217–224.
- Morris, S. D., & Klesner, J. L. (2010). Corruption and trust: Theoretical considerations and evidence from Mexico. *Comparative Political Studies*, *43*(10), 1258–1285. <https://doi.org/10.1177/0010414010369072>
- Muttarak, R., & Lutz, W. (2014). Is Education a Key to Reducing Vulnerability to Natural Disasters and hence Unavoidable Climate Change? *Ecology and Society*, *19*(1).
- Novoa, Y. (2009). ¿Cómo afecta la corrupción a grupos vulnerables? *IDEHPUCP*.
- Oliver-Smith, A. (2004). Theorizing Vulnerability in a Globalized World: A Political Ecological Perspective. In G. Bankoff, G. Frerks, & D. Hilhorst (Eds.), *Mapping Vulnerability. Disasters , Development and People* (pp. 10–24).
- Oliver-Smith, A., & Hoffman, S. (2002). Why anthropologists should study disasters. In A. Oliver-Smith & S. Hoffman (Eds.), *Catastrophe and Culture: The Anthropology of Disaster* (pp. 3–22).
- Paton, D., Johnston, D. M., & Johal, S. (2013). Human Impacts of Hazards. In P. T. Bobrowsky (Ed.), *Encyclopedia of Natural Hazards* (pp. 474–478). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4399-4_172
- Policardo, L., & Carrera, E. J. S. (2018). Corruption causes inequality, or is it the other way around? An empirical investigation for a panel of countries. *Economic Analysis and Policy*, *59*, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2018.05.001>
- Quarantelli, E. (1994). Looting and antisocial behavior in disasters. In *Encyclopedia of criminology* (pp. 1–6).
- Rudolf, M. (2014). *Perceptions of Trust, Corruption and Gender in Peru and the United States*.
- Serje, M. (2017). Social relations: A critical reflection on the notion of social impacts

as change. *Environmental Impact Assessment Review*, 65(July 2016), 139–146.
<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.04.006>

Shapira, S., Aharonson-Daniel, L., & Bar-Dayana, Y. (2018). Anticipated behavioral response patterns to an earthquake: The role of personal and household characteristics, risk perception, previous experience and preparedness. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.04.001>

Shen, J. Q., Wang, X. W., & Jiang, L. L. (2018). The influence of panic on the efficiency of escape. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 491, 613–618. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.08.156>

Smith, K., & Petley, D. (2004). *Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster: Fourth edition. Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster: Fourth Edition* (Vol. 9780203595).
<https://doi.org/10.4324/9780203595015>

Stallings, R. (1994). Collective Behavior Theory and the Study of Mass Hysteria. In K. J. Dynes, Russell R.; Tiemey (Ed.), *Disasters, Collective Behavior, and Social Organization* (pp. 207–228).

Stewart, I. (2013). Disasters. In P. T. Bobrowsky (Ed.), *Encyclopedia of Natural Hazards* (pp. 175–186).

Tuffry, S. (2011). *Data Mining and Statistics for Decision Making* (1st ed.). Wiley Publishing.

UN/ISDR, & UNESCO. (2006). *La reducción de los desastres empieza en la escuela*. EIRD. Retrieved from <https://www.unisdr.org/2007/campaign/.../WDRC-2006-2007-Spanish-fullversion.pdf%0A>

UNDP. (2004). *Reducing disaster risk. Disaster and Crisis Management*. Retrieved from <http://www.ifrc.org/en/what-we-do/disaster-management/preparing-for-disaster/risk-reduction/reducing-disaster-risk/>

United Nations. (2004). *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives. Strategy* (Vol. 1). <https://doi.org/9211010640>

Vásquez, E. (2016). Pobreza e Inversión Social en el Perú al 2021. In *Desigualdad y pobreza* (pp. 109–142).

Yauri, S. (2017). *Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8Mw*.

INDECI. Retrieved from
<https://www.indeci.gob.pe/objetos/secciones/Mg==/MzQ0/.../201711231521471.pdf%0A>

Zhang, Y., Weng, W. G., & Huang, Z. L. (2018). A scenario-based model for earthquake emergency management effectiveness evaluation. *Technological Forecasting and Social Change*, 128(September), 197–207.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.001>

Zhu, X., & Sun, B. (2017). Study on earthquake risk reduction from the perspectives of the elderly. *Safety Science*, 91, 326–334.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.08.028>

ANEXOS

1. Proceeding - Risk Analysis 2018

Izquierdo-Horna, L., & Kahhat, R. (2018). Methodological framework to integrate social and physical vulnerability in the prevention of seismic risk. En 11th International Conference on Computer Simulation in Risk Analysis and Hazard Mitigation 2018. (pp. 69-79) WIT Transactions on Engineering Sciences.

2. Proceso estadístico: Indicadores sociales, Análisis factorial, Matriz de correlaciones.