



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

NIVEL DE CONOCIMIENTO Y DE RESPUESTA DE LA POBLACIÓN ANTE EL
RIESGO POR SISMOS EN EL DEPARTAMENTO DE ICA

Línea de investigación:

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y
geotecnia**

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Civil

Autor:

Doroteo Neyra, Pedro Félix

Asesor:

Wilson Huamanchumo, Martin Hamilton

(ORCID: 0000-0003-3931-7884)

Jurado:

Ramos Flores, Miguel Ángel

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

Tello Malpartida, Omart Demetrio

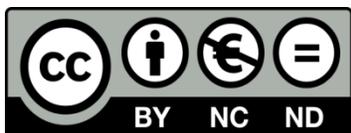
Lima - Perú

2022



Referencia:

Doroteo, P. (2022). *Nivel de conocimiento y de respuesta de la población ante el riesgo por sismos en el departamento de Ica*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/6233>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

NIVEL DE CONOCIMIENTO Y DE RESPUESTA DE LA POBLACIÓN ANTE EL RIESGO

POR SISMOS EN EL DEPARTAMENTO DE ICA

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, Catastro, Prevención de riesgos, Hidráulica y Geotecnia

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Civil

Autor:

Doroteo Neyra, Pedro Félix

Asesor:

Wilson Huamanchumo, Martin Hamilton

(ORCID: 0000-0003-3931-7884)

Jurado:

Ramos Flores, Miguel Ángel

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

Tello Malpartida, Omart Demetrio

Lima - Perú

2022

AUTOR

Doroteo Neyra, Pedro Félix

ASESOR

Wilson Huamanchumo, Martin Hamilton

DEDICATORIA

A Dios, por darme sabiduría y la fortaleza
para que hubiese sido posible alcanzar,
el logro del Doctorado, así como a todas
aquellas personas por su colaboración y
palabras de impulsos y ante la consagración.

ÍNDICE

AUTOR.....	II
ASESOR.....	III
ÍNDICE	V
RESUMEN	IX
ABSTRAC.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.2. Descripción del problema	13
1.3. Formulación del problema.....	14
1.4. Antecedentes	15
1.5. Justificación de la investigación.....	20
1.6. Limitaciones de la investigación	21
1.7. Objetivos	22
II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Marco conceptual	23
III. MÉTODO	39
3.1. Tipo de investigación.....	39
3.2. Población y muestra.....	39
3.3. Operacionalización de las variables	39
3.4. Instrumentos	40
3.5. Procedimientos.....	40

3.6. <i>Análisis de datos</i>	41
3.7. <i>Consideraciones éticas</i>	41
IV. RESULTADOS.....	43
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	68
VII. RECOMENDACIONES.....	69
VIII. REFERENCIAS	70
IX. ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	34
TABLA 2.....	39
TABLA 3.....	41
TABLA 4.....	43
TABLA 5.....	43
TABLA 6.....	44
TABLA 7.....	45
TABLA 8.....	46
TABLA 9.....	46
TABLA 10.....	47
TABLA 11.....	48
TABLA 12.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	34
FIGURA 2.	36
FIGURA 3.	37
FIGURA 4.	44
FIGURA 5.	45
FIGURA 6.	48
FIGURA 7.	49
FIGURA 8.	49
FIGURA 9.	50
FIGURA 10.	51
FIGURA 11.	51
FIGURA 12.	52
FIGURA 13.	52

RESUMEN

Objetivo: Determinar el nivel de conocimiento y de respuesta de la población ante el riesgo por sismos en el departamento de Ica. **Método:** La metodología fue de tipo básico basada fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural con un enfoque cualitativo, el estudio descriptivo, contando con un diseño no experimental de método. La población objeto de estudio, está constituida por 975 182 habitantes del departamento de Ica. La muestra fue de tipo aleatoria-sistemática y su tamaño se calculó usando la fórmula de población finita resultando ser conformada por 384 habitantes del departamento de Ica. El instrumento utilizado en el trabajo de investigación fue la encuesta que se realizó en forma escrita, mediante un formulario con 16 ítem, con preguntas diseñadas de acuerdo a la variable a investigar. **Resultados:** Se necesita la elaboración, socialización y difusión en forma permanente de los planes de emergencia y capacitación para la población; así como se implemente la señalética de emergencia, los puntos seguros de encuentro, un botiquín de primeros auxilios y una mochila en caso de sismos para los hogares. **Conclusiones:** El nivel de conocimiento y de respuesta de la población según el riesgo por sismos no fue adecuado.

Palabras clave: sismos, mitigación, simulacros, desastres naturales, riesgo de sismos

ABSTRAC

Objective: determine the level of knowledge and response of the population to the risk of earthquakes in the department of Ica. **Method:** The methodology was of a basic type based fundamentally on the observation of phenomena as they occur in their natural context with a qualitative approach, the descriptive study, with a non-experimental design. The population under study is made up of 975182 inhabitants of the Department of Ica. The sample was of a random-systematic type and its size was calculated using the finite population formula, resulting in 384 inhabitants of the department of Ica. The instrument used in the research work was the survey that was carried out in written form, using a form with 16 items, with questions designed according to the variable to be investigated. **Results:** There is a need for the permanent development, socialization and dissemination of emergency plans and training for the population; as well as the implementation of emergency signage, safe meeting points, a first aid kit and a backpack in case of earthquakes for homes. **Conclusion:** The level of knowledge and response of the population according to the risk of earthquakes was not adequate

Keywords: earthquakes, mitigation, drills, natural disasters, earthquake risk

I. INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales son eventos muy inesperados en el mundo entero, del cual nadie puede considerarse totalmente librado, por tal razón es un deber del Estado y de los organismos dedicados a la prevención de los riesgos ocasionados por este tipo de eventos no deseados, de esta manera poder preparar a la sociedad de cómo deberían actuar frente estos eventos de manera eficiente en caso de la ocurrencia de los mismos y sobre todo preparar una respuesta de acción en base al nivel de conocimiento que tiene la población ante los riesgos que existen en los sismos, porque existen algunos factores relacionados a la vulnerabilidad frente a los desastres que necesitan ser investigados oportunamente para luego desarrollar estrategias para potenciar sus capacidades para la prevención del riesgo de desastres y el manejo de una respuesta oportuna y pertinente cuando el desastre se presente.

El Perú es uno de los países con alta vulnerabilidad en desastres naturales pues se encuentra ubicado dentro del denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” y casi al borde del encuentro de dos placas tectónicas, la Sudamericana y la de Nazca, donde se produce el efecto de subducción, que ha provocado un gran número de sismos de gran poder destructivo en la parte occidental de nuestro territorio. Adicionalmente cuenta con la presencia de la Cordillera de los Andes lo que hace que el territorio esté expuesto a movimientos sísmicos, permanentemente a lluvias e inundaciones, principalmente en toda la zona costera del litoral peruano.

La investigación fue dividida en: Planteamiento Descripción y formulación del problema, la justificación y limitaciones, antecedentes, los objetivos e hipótesis. Marco teórico, marco conceptual, definición de términos. Método: tipo de investigación, la población y muestra, la operacionalización de variables, el instrumento, los procedimientos y el análisis de datos,

Consideraciones éticas: Resultados, conformado el análisis e interpretación de casos.

Discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones. Referencias bibliográficas.

Anexos, conformado por la matriz de consistencia, matriz de operaciones y formato de juicios de experto.

1.1. Planteamiento del problema

Una de las razones de pérdidas económicas y humanas se produce por el daño que genera el colapso de las infraestructuras y las líneas de vida en cualquier sociedad ante un evento sísmico. En aquellos lugares o áreas donde la actividad humana es poco significativa la pérdida es mínima e incluso puede ser ausente. Sin embargo, en otros casos pueden ocurrir desastres naturales como los tsunamis, deslizamientos terrenales, licuefacción y terremotos entre otros. Por lo general, la densidad poblacional, calidad y la supervisión del método sobre los tipos de materiales, planes de emergencia y evacuación, influyen del mismo modo, en los peligros de derrumbes de edificaciones y número lamentable de personas fallecidas. (Pnevmatikos et al., 2020).

Una de las variables de análisis ante el riesgo que se produce es la vulnerabilidad que determina la expresión del peligro ante la exposición. Los deslizamientos de tierra inducidos por terremotos constituyen razones que conciernen a las incertidumbres de algunos factores de control y sus probables interrelaciones. La vulnerabilidad humana a los deslizamientos de tierra inducidos por terremotos se estima cuantitativamente mediante la construcción de una estructura sistemática donde la comparación entre la tasa de letalidad que se registra y la letalidad prevista se efectúa para la verificación de modelos propuestos. (Kang y Kim, 2016; Shuai et al., 2020).

Aunque, los terremotos ocurren con menos frecuencia, el peligro que se genera es muy destructivo y puede afectar extensiones de áreas teniéndose consecuencias a largo plazo en lo social, económico y el carácter político. (Barua et al., 2020).

Uno de los requerimientos que al parecer se debe considerar, es la opinión pública y la planificación en el uso del suelo ante el riesgo por manifestaciones de peligros naturales. (Margaret y Wendy, 2019; Bathrellos y Skilodimou, 2019).

1.2. Descripción del problema

Para Tavera et al., (2007) describen que, en el Perú, la actividad sísmica se genera a una velocidad media en el orden de 7-8 cm/año y señala su origen en la convergencia de la placa de Nazca. Dicho proceso es causante sobre la presencia de los sismos a diferentes magnitudes y que se registran en las proximidades de la línea de costa y a profundidades inferiores a los 60 Km donde todos los eventos se asocian al contacto sismogénico interplaca.

Asimismo, se menciona que los sismos son frecuentes al año y muestran sus sentidos muy cercanos al epicentro. Diversos sismos con mayor magnitud ($M_w > 7.0$) produjeron daños considerables en regiones del sur del Perú como Ático (Arequipa) e Ilo (Moquegua) en día 23 de junio de 2001 y que registró un $M_w = 8.2$. El último sismo y con origen en el proceso convergente de las placas fue el 15 de agosto de 2007 a una magnitud de 7.0 ML (escala de Richter) y 7.9 M_w (escala Momento) denominándose: "sismo de Pisco" debido al epicentro que se ubicó a 60 km al Oeste de esta ciudad. Este sismo provocó considerables daños en infraestructuras de viviendas (alrededor del 80% en la ciudad de Pisco). Del mismo modo, dicho sismo presentó su epicentro y réplicas entre las áreas de ruptura de los sismos ocurridos en Lima en 1974 (7.5 M_w) e Ica en 1996 (7.7 M_w). Del mismo modo, el sismo provocó un tsunami el cual se inició cercano a las localidades que se ubican al sur de la península de Paracas (Ica).

Mencionar que, la presencia de riesgos por eventos adversos producidos por la naturaleza, se ha convertido en un tema de gran importancia que merece el análisis sistemático por su constante

amenaza sobre los territorios incluyendo al Perú y en particular, al Departamento de Ica. Las pérdidas de vidas humanas, daños a la economía, infraestructuras públicas y privadas, el sistema de servicios públicos, monumentos históricos (Ej.: Santuario del Señor de Luren y la Catedral del Ica) justifican la atención desde lo social, político y científico.

El evento sísmico del 15 de agosto de 2007 en el Departamento de Ica produjo 595 muertos, 2,291 heridos y aproximadamente 80,000 viviendas destruidas por lo que, afectó alrededor de 431,000 personas.

Ante la eminente posibilidad que se presenten eventos naturales adversos es necesario y urgente plantear posibles soluciones que deben dirigirse fundamentalmente, a minimizar y prevenir. Plantear de manera adecuada posibles soluciones tiene que reconocerse los términos y conceptos de la gestión de riesgos de desastres tendiendo como una de las referencias la que se menciona por la Secretaría General de la Comunidad Andina Primera “La Decisión 825 de carácter supranacional, aprobada en la Cuadragésima Segunda Reunión del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores en reunión ampliada con los representantes titulares ante la Comisión de la comunidad Andina, el 29 de Mayo de 2018, en la Ciudad de Lima”.

Finalmente, los programas y planes de prevención ante la ocurrencia de eventos adversos y el conocimiento de la población para tales riesgos que se generan son limitados. De la misma manera, los mecanismos de protección según las condiciones socioeconómicas y de las infraestructuras de viviendas son insuficientes por cuanto, la necesidad de registrar modelos que posibiliten optimizar cualquier respuesta en beneficio del resguardo ciudadano constituye una prioridad social.

1.3. Formulación del problema

- *Problema general*

- ¿Cuál es el nivel de conocimiento y de respuesta de la población según el riesgo por sismos en el departamento de Ica?

- *Problemas específicos*

- ¿Cuál es el nivel de conocimiento y de respuesta de la población ante el riesgo por sismos en el departamento de Ica?

- ¿Cuál es el nivel de conocimiento y de respuesta de la población durante el riesgo por sismos en el departamento de Ica?

- ¿Cuál es el nivel de conocimiento y de respuesta de la población después el riesgo por sismos en el departamento de Ica?

1.4. Antecedentes

Antecedentes nacionales

Valverde (2017) en su investigación planteo como objetivo general determinar el nivel de conocimiento de los estudiantes de la Escuela Técnico Superior PNP La Unión de Piura sobre prevención y atención de desastres en marzo de 2017. Se realizó un estudio no experimental, descriptivo de corte transversal en una muestra de 217 participantes, mediante una encuesta autoaplicativo. Resultados: 101 alumnos (46.54%) obtuvo nivel de conocimientos malo, 83 alumnos (38.25%) obtuvo nivel de conocimientos medio y 33 alumnos (15.21%) obtuvo nivel de conocimientos bueno. Se concluyó que existe nivel de conocimientos deficiente o malo.

Burgos (2017) en su estudio sobre el nivel de conocimientos de los alumnos del tercer año de Enfermería de la Facultad de Medicina de la UNMSM sobre medidas de seguridad ante un desastre de origen sísmico. Es una investigación de tipo cuantitativo, descriptivo y transversal. La población total fue de 210 estudiantes, tomando como muestra convencional probabilística 117 estudiantes, donde los datos obtenidos fueron recogidos a través de un cuestionario. Así mismo, el 59% de los encuestados refiere tener conocimientos altos acerca de medidas de seguridad ante sismos después de un evento sísmico, existiendo solo un pequeño porcentaje que no se encuentra preparado para enfrentar este tipo de eventos en las etapas de antes y durante un evento sísmico. De acuerdo a los datos obtenidos, se concluye que el estudiante de enfermería se encuentra listo para asumir responsabilidades que les permita actuar de forma eficaz durante la escena del desastre considerando la práctica de enfermería un elemento competente para salvar la vida de los damnificados.

Del Risco y Durand (2018) durante la capacidad de respuesta de la brigada de emergencia del Centro de Salud Materno Infantil Márquez frente a un desastre natural, durante el mes de setiembre 2018. El enfoque de estudio es de tipo descriptivo, observacional, no experimental de corte transversal. La población estará conformada por el personal de salud que conforma la brigada de Emergencia del centro de Salud Materno Infantil Márquez, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión. Se utilizará como técnica la observación y como instrumento la lista de chequeo de actividades que tendrá 27 ítems distribuidos en 3 dimensiones: la preparación, ejecución y evaluación. Se concluyó que cada establecimiento de salud cuenta con un plan de respuesta ante un desastre y por ende la formación de una brigada de emergencia, para actuar ante cualquier eventualidad que se presente.

Vásquez (2018) en su investigación sobre el nivel de conocimiento sobre el plan de contingencia de desastre por sismo del personal de salud que labora en el Centro Clínico Zarate (IPRESS) - 2017. La investigación fue de tipo aplicada de nivel descriptivo, prospectivo, longitudinal con el fin de obtener información. Se trabajó con una muestra de 98 profesionales de la salud que laboraron durante el periodo de estudio y que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Se utilizó como instrumentos de investigación la encuesta y cuestionarios validados y confiables, se planteó como hipótesis que el nivel de conocimiento sobre el plan de contingencia de desastre por sismo del personal de salud que labora en el Centro Clínico Zarate (IPRESS)- 2017, es bajo. Se concluyó que los profesionales de la salud tuvieron un nivel de conocimiento acerca del plan de contingencia antes del evento sísmico en nivel bajo en enfermeras, obstetras, odontólogos y nutricionistas, con tendencia a medio en médicos, y después del evento sísmico fue de medio en enfermeras, obstetras, odontólogos y nutricionistas y alto en médicos.

Sairitupa et al., (2017) en su estudio que relacionó el nivel de conocimientos y las actitudes del personal de enfermería de emergencia sobre medidas de acción durante la respuesta ante un sismo en el Hospital de Ventanilla en julio del 2017. El estudio de tipo descriptivo correlacional, enfoque cuantitativo, de corte transversal y prospectivo. La muestra estará formada por las licenciadas en enfermería del servicio de Emergencia. Los instrumentos se aplicarán el día de la reunión mensual del servicio. Los datos serán analizados con el programa estadístico EpiInfo 7.2. Concluyendo que los enfermeros del servicio de emergencia una actitud de alerta y toma de conciencia acerca de las medidas de acción durante un sismo. Asimismo, adquirir el conocimiento acerca de plan de respuesta frente a desastres de su establecimiento de salud y hacerse participe de su implementación, aplicación y difusión.

Payta et al., (2019) indicaron la relación entre el conocimiento y las actitudes frente a un sismo de gran magnitud con víctimas en masa en enfermeros (as) del Hospital de Pampas Tayacaja Huancavelica 2019. Se realizó un estudio de tipo descriptivo. La población de estudio estuvo conformada por el total de en enfermeros (as) del Hospital de Pampas Tayacaja Huancavelica 2019, la muestra fue probabilística y estuvo conformado por 48 enfermeros (as); se usó como técnica la encuesta y como instrumento el cuestionario; el análisis estadístico se dio mediante el programa SPSS V22. Los resultados encontrados son: el 56.25% de enfermeros tiene nivel medio de conocimientos (27), el 27.08% (13) tienen un nivel de conocimiento alto, y el 16.67% tiene un nivel de conocimiento bajo, por otro lado, el 72.92% (35) de enfermeros tiene buena actitud, y el 27.08% (13) tiene una mala actitud. Llegando a la conclusión que sí existe relación significativa entre el conocimiento y las actitudes frente a un sismo de gran magnitud con víctimas en masa.

Rosales (2015) realizó un estudio sobre el nivel de conocimiento y la actitud del personal de emergencia sobre medidas de acción ante un desastre por sismo Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión del Callao. El propósito está orientado a tener una visión general sobre el conocimiento de manejo de sismos que posee el personal de emergencia identificando las áreas críticas, lo que nos permitirá la implementación y desarrollo de programas de capacitación en prevención de desastre y mitigación de riesgo, dirigido no solo al personal asistencial, sino también hacerlo extensivo al personal administrativo del hospital. Se arribó a la conclusión que el personal debe contar con entrenamiento capacitados para participar en la gestión de riesgo al interior de la institución, así como para formular los planes derespuesta e identificar los posibles escenarios de afectación, de esta forma disminuir la vulnerabilidad de los pacientes y los bienes expuestos a los peligros.

Antecedentes Internacionales

Córdova y Bravo (2015) determinaron los conocimientos de las estudiantes de cuarto año de la Escuela de Enfermería sobre prevención ante desastres naturales (sismos – terremotos), durante el período 2014 – 2015, efectuándose un estudio transversal, descriptivo y cuantitativo, con uso de la encuesta aplicada a una muestra de 164 estudiantes de enfermería, evidenciando que el género femenino representa el 91% del grupo objetivo, el 48% del grupo etario se encuentra entre los 23 a los 35 años de edad, 57% trabaja y estudia; 42% sientetemor y miedo ante un eventual temblor o terremoto, 47% consideró necesaria la capacitación para la actuación ante desastres naturales, debido a que el 85% tiene poco conocimiento acerca de los niveles de alerta ante sismos, 73% de las estudiantes de Enfermería no recibieron nunca la capacitación para actuar correctamente ante los desastres naturales, presentando un bajo nivel de preparación, mientras que el 51% nunca participó en simulacros para la acción y prevención antedesastres y el 44% no tuvo participación en la inducción para prestar primeros auxilios a la comunidad, por ello las alumnas de esta Escuela manifestaron encontrarse a favor de la capacitación y del material informativo como tríptico, folletos y afiches, para mejorar la actuación del grupo objetivo ante la ocurrencia de un desastre natural.

Yanez (2017) realizó su estudio sobre la capacidad de respuesta del servicio de Emergencia del Hospital San Francisco de Quito del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, frente a un evento adverso de víctimas en masa, a través de encuestas aplicadas después de un simulacro, estableciendo fortalezas, debilidades y competencias, que permitan fortalecer el plan de contingencia frente a un evento adverso de víctimas en masa. Se trabajó con 75 trabajadores del área de emergencia. Fue un estudio mixto. El primero fue un estudio observacional tipo transversal (cuantitativo) y el segundo se utilizó la técnica de investigación de grupos focales (cualitativos).

Como resultados se tuvo que el 100% del personal considera necesario realizar capacitaciones programadas y simulacros frente a eventos adversos de víctimas en masa y más de la mitad del personal que labora en el servicio de emergencia no cuenta con conocimientos para actuar frente a un desastre, desconoce sobre la clasificación del triaje para víctimas en masa. Se concluyó que el desconocimiento del personal sobre sus funciones frente a eventos adversos para víctimas en masa, se convierte en determinante en el momento de presentarse un desastre debido a que no se cumpliría las funciones ni tampoco se brindaría atención organizada y establecida en la unidad.

Vila (2019) señaló en su estudio la viabilidad de desarrollar un sistema integrado y coordinado de gestión del riesgo frente a fenómenos sísmicos en la ciudad de Maipú, más específicamente el área perimetral a la plaza central del departamento. Esta investigación se enfoca en la concepción del Riesgo como una construcción social que se consolida la sumatoria entre la amenaza sísmica más la vulnerabilidad, siendo la amenaza un factor de riesgo externo y la vulnerabilidad un factor de riesgo interno. Para recabar la información necesaria a la presente investigación, se realiza según un doble diagnóstico: un diagnóstico de vulnerabilidad general, que muestra diferentes niveles de vulnerabilidad dentro del área de estudio. A partir de estos resultados se elabora una propuesta de un sistema integrado y coordinado de Gestión de Riesgo sísmico, que tiene en cuenta los tres momentos de Gestión de un sismo (prevención, mitigación y preparación), pero hace especial énfasis en lo primero.

1.5. Justificación de la investigación

Cuando se registra un sismo de gran magnitud y se observa daños significativos se producen actividades de emergencia para la evacuación (Ej.: rutas de refugios, tipos refugios, horarios de salida, costo de evacuación), movilidad de recursos asociados y necesarios con destino a un lugar seguro (Ej.: transporte) y que permanezcan en tal sitio para garantizar el bienestar de la

vida humana (Sadri et al., 2014; Lindell et al., 2015). Asimismo, debe resaltarse que el proceso de toma de decisiones no es sencillo (Golshani et al., 2019), y por lo general, existe un enfoque de ciencias sociales para la garantía de evacuación (Huang et al., 2017).

El proyecto de investigación se justifica según los criterios o valores potenciales, primero) la relevancia social donde permite que se comprenda las amenazas naturales y los enfoques de mitigación ante el riesgo de desastres, pero con datos que permiten evaluarse a largo plazo.

Conjuntamente, se tiene la conveniencia del análisis para la comprensión por parte de la población ante los peligros y riesgos de desastres. Como principal implicación práctica se describe, no solo el peligro natural de cualquier evento sucedido en el pasado y que se muestran dentro de los registros históricos y geológicos sino, entenderse que las frecuencias de ocurrencia, aunque sean imperceptibles es necesaria para garantizar condiciones de seguridad que consideran desde el tipo de infraestructura en las viviendas hasta el nivel de respuesta de los residentes.

Se considera como principal criterio de valor teórico, los enfoques y las estrategias de mitigación de riesgos para mejorar de forma significativa, la probabilidad y escala de impacto ante eventos naturales adversos.

1.6. Limitaciones de la investigación

Ausencia de registros históricos de la microzonificación del suelo y la vulnerabilidad del terreno y su correspondencia con parámetros edificatorios que consideren las señales sismológicas por parte, de las tecnografías en estaciones de monitoreo ubicadas en el Departamento de Ica. Tampoco existe un mapa de la fenomenología y etnografía con respecto a la experiencia de la población residente y que de manera conjunta con los registros históricos permitan modelar la predicción de riesgos ante los eventos naturales adversos.

1.7. Objetivos

- *Objetivo general*

Describir el nivel de conocimiento y de respuesta de la población según el riesgo por sismos en el departamento de Ica.

- *Objetivos específicos*

Determinar el conocimiento y la capacidad de respuesta sobre las medidas de acción antes del sismo en el departamento de Ica.

Determinar el conocimiento y la capacidad de respuesta sobre las medidas de acción durante el sismo en el departamento de Ica.

Determinar el conocimiento y la capacidad de respuesta sobre las medidas de acción después del sismo en el departamento de Ica.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

Manifestación poblacional residente ante el riesgo por sismos

La mayor parte de la población mundial vive ahora en áreas urbanas. Aproximadamente el 90% de este crecimiento se produce en países de ingresos bajos y medianos donde las áreas urbanas se están expandiendo actualmente a un ritmo de 1,3 millones de personas por semana. (UNDESA, 2015). La mera concentración de vidas y activos en estas áreas urbanas expone a más personas con más frecuencia a un mayor riesgo y, como consecuencia, aumenta el perfil de peligro de las ciudades en comparación con las áreas rurales. (Bilham, 2009).

El enfoque en lo urbano, se argumenta que en un descuido del campo que tiene serias consecuencias, la vulnerabilidad de las poblaciones rurales a los terremotos generalmente se subestima o se pasa por alto, a pesar de que estas áreas a menudo se ven tan afectadas negativamente como las urbanas, incluso si la devastación se produce en un área geográfica mucho más extendida. Wyss (2018), señala que los terremotos de mayor a mayor magnitud son rurales, y por lo general más del 85% de las muertes son personas rurales. El gran número de pequeños asentamientos cerca de fallas activas y la debilidad estructural de las viviendas rurales, que comúnmente son menos resistentes a las sacudidas que las urbanas, explican gran parte de la vulnerabilidad de la población rural. (Robinson et al., 2018).

Lo que la gente piensa sobre el riesgo de terremotos no solo es importante a nivel nacional, ya que influye en los tomadores de decisiones en cuestiones de gestión de riesgos e implementación del código de construcción, sino que también es un elemento crucial para determinar el comportamiento individual a nivel del hogar y la comunidad. La mayoría de los

estudios existentes sobre percepción del riesgo no solo han examinado tradicionalmente las actitudes de las personas que viven en centros urbanos, sino que estos estudios se centran mayoritariamente en ciudades de países de ingresos altos en América del Norte, Europa Occidental, Australasia y Japón. (Karpowicz y Liller, 1993; Rohrman, 1994).

Cuanto más se desarrolla un país, mayor se vuelve la preocupación de su población por las amenazas y mayor es la demanda de su control y regulación. (Bronfman y Cifuentes, 2003). Otros estudios, sin embargo, no son tan optimistas. Las ciudades son los principales ejes del desarrollo económico donde la industria, la infraestructura y la población se concentran de manera desproporcionada. Estambul, por ejemplo, alberga aproximadamente una octava parte de la población total de Turquía y representa la mitad de todo su potencial industrial (Erdik y Durukal, 2008).

Muchas de estas ciudades también están ubicadas en fallas activas que harían de un gran terremoto no solo una tragedia humana sino también un desastre económico nacional. (Bilham, 2009; England y Jackson, 2011). Gran parte de su población también vive en edificios que no cumplen con los códigos de construcción existentes o inadecuados, con estudios recientes que muestran todo lo contrario, que la conciencia pública sobre el riesgo de terremotos es muy baja. (Ainuddin et al., 2014).

Una mejor comprensión de la percepción del riesgo sísmico es, argumentamos, esencial para desarrollar planes apropiados de comunicación del riesgo sísmico y adoptar medidas proactivas para la reducción del riesgo.

Para la consideración sobre el nivel de manifestación que debe considerarse en la población residente y que sea sujeta a consideración para cualquier estudio debe calificarse los siguientes aspectos:

Información de la persona que se encuesta: se miden variables que permiten establecer características sociodemográficas donde se señala el sexo, ocupación, edad y nivel de escolaridad alcanzado. Se ha demostrado en diversos estudios que existe diferencias estadísticamente significativas en la percepción del riesgo para el género, la ocupación, así como el nivel de escolaridad. (Cid et al., 2012).

Características sociodemográficas: se analizan algunas variables de tipo sociodemográficas como el tipo de barrio donde se reside, número de personas que conviven, existencia de discapacitados, años de convivencia en el barrio, razones de identidad con el barrio de residencia, organizaciones sociales a las que se pertenece y el nivel alcanzado de escolaridad. (Sánchez y Egea, 2011).

Características económicas: se incluyen variables como el ingreso económico mensual y el nivel socioeconómico. Este indicador valora la capacidad de recuperación por parte de la familia luego del embate de un evento adverso natural. (Bohórquez y Enrique, 2011).

Características de la vivienda: se considera la adquisición de la vivienda, tipo de construcción, área que ocupa la vivienda, nivel de mantenimiento de la vivienda, aspectos de inclusión en la construcción de la vivienda ante la resistencia a un evento adverso natural, tipos de servicios que se tiene en la vivienda, referencia de la vivienda en el barrio. Estas características señalan la probable relación entre la vivienda y el impacto que pudieran ocasionar los desastres naturales. (Mardones y Vidal, 2001).

Amenazas de origen natural: mide el nivel de conocimiento de los habitantes sobre las amenazas que pueden existir sobre la vivienda y califica la afectación a esperarse. (Medina, 2013).

Organización ante las amenazas: se considera si, existe algún tipo de planificación familiar ante la gestión de riesgo de desastres, cuál es el programa de evacuación y sus sitios de reencuentro. (Soares y Murillo, 2013),

Preparación ante las amenazas: se considera la preparación que se tiene ante la gestión de riesgo, es decir, si existe señalizaciones, material de primeros auxilios, equipos de contrarresta de incendios (extintores), número de capacitaciones recibidas, equipamiento de alarmas ante la ocurrencia de eventos adversos naturales.

Finalmente, los terremotos se encuentran entre los desastres naturales más devastadores a nivel mundial y donde se cobra la vida de miles de personas. Entre 1998 y 2018, los desastres por terremotos terminaron con la vida de 752,498 personas y lesionaron aproximadamente, 1.574.000 (EM-DAT, 2019).

El terremoto de Nepal y que ocurrió en el 2015 (7,8 Mw) mató a unas 9.000 personas, hirió a otras 23.000 y destruyó más de 250.000 edificios. (Liang y Zhou, 2016). El terremoto de Tohoku en el 2011 (conocido como el gran terremoto del este de Japón) (9,1 Mw), terminó con la vida de las de 20.000 personas y desplazó a otras 465.000. En el 2010, el terremoto de Haití (7 Mw), sacrificó 316.000 personas, hirió a otros 300.000 y 1,3 millones fueron los desplazados en tanto, el terremoto de Wenchuan del 2008 causó la muerte de 69.195 personas y 374.177 fueron heridos. (USGS, 2019).

Para garantizar que el impacto de los terremotos sea limitado, hay la necesidad de comprender, qué factores afectan la subjetividad de un individuo juicio y sobre qué acciones les ayudarán a afrontar mejor un evento de terremoto. Entender tales influencias permitirá a la política y como la práctica para centrarse en garantizar que se pongan estrategias adecuadas en el lugar para el futuro. Sin embargo, la percepción del riesgo es altamente interpretativa y representa un

proceso dinámico en el que los expertos en gestión de desastres y el público en general a menudo tienen una comprensión diferente de las amenazas y los riesgos. Si bien la percepción pública del riesgo generalmente está impulsada por el interés económico, los sesgos intuitivos y los valores culturales y el riesgo de los expertos (Slovic, 1987).

En los últimos años, se ha incrementado la investigación sobre terremotos reducción del riesgo de desastres, con el objetivo de crear conciencia y reducir los posibles efectos de futuros terremotos. (De Pascale et al., 2017; Doyle et al., 2018; Han et al., 2020).

A nivel de políticas, tanto el Marco de Acción de Hyogo (Hyogo, 2005) como el Marco de Sendai para reducción del riesgo de desastres (Sendai, 2015), han hecho hincapié en la importancia de la conciencia y preparación, alentando a las personas y las comunidades para realizar actividades de preparación. Algunos de los resultados de la investigación sugieren que la relación entre el riesgo y la percepción de preparación es nulo o débil. (Miceli et al., 2008).

Los niños son más vulnerables a un evento de emergencia que cualquier otro grupo social, un factor de su comportamiento y psicológico nivel de desarrollo, tamaño físico y dependencia parcial o total de adultos (Zahran et al., 2008). Además, se argumenta que el estado físico, social y las capacidades mentales experimentan un rápido desarrollo, que puede resultar en los efectos de los desastres son aún mayores para los niños, en comparación con los adultos. (Taylor y Peace, 2015). A pesar de su vulnerabilidad, los niños pueden desempeñar un papel importante en preparación y respuesta ante terremotos, comunicando los riesgos, participar en los procesos de toma de decisiones y emprender desastres acciones de reducción de riesgos para sus familias y comunidades. (Tanner, 2010).

Vulnerabilidad de las viviendas ante el riesgo por sismos

Durante la gestión del riesgo en desastres resulta ineludible el conocimiento de las amenazas, la vulnerabilidad y finalmente el riesgo. En el caso de la amenaza se define como la posibilidad de ocurrencia de un suceso, evento o fenómeno y que puede ocasionar algún tipo de daño en la comunidad. En el caso de la vulnerabilidad (V) se analiza, cómo es la susceptibilidad de las personas y/o las comunidades ante cualquier amenaza (A). Para el riesgo (R), se establece la relación de manera constante entre A y V. Para conocer a R, se hace necesario la medición de la probabilidad y magnitud de las A, además, de identificarse el nivel de vulnerabilidad de las comunidades. Todo ello señala, la centralización de las intervenciones con niveles de prioridades de forma ordenada y coherente para la disminución de la vulnerabilidad. (Rojas y Martínez, 2011).

En el Marco de Acción de Sendai para la reducción del riesgo ante los desastres se establece como necesidad del conocimiento, el índice de A y la V de las regiones que orienten a diversas medidas para implementar políticas públicas. (Pérez, 2015).

De este modo, se evidencia la necesidad de incluir instrumentos validados donde se permita la medición de la vulnerabilidad en forma asertiva según el planteamiento de los objetivos. Algunos autores han desarrollado instrumentos que permiten la medición de la vulnerabilidad de las comunidades. Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica como son la Cordillera de los Andes y la Fosa Oceánica Perú-Chile se relacionan con la actividad sísmica alta y otros fenómenos telúricos de la región en consecuencia a la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más significativa es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula tal relación sería la Tectónica de Placas o Tectónica Global. (Isacks et al., 1968).

La idea básica de esta teoría señala que, la envoltura más superficial de la tierra sólida, llamada Litósfera (100 Km), es dividida en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales. Las placas son transportadas en otra envoltura menos rígida, la Astenosfera y se comprimen o destruyen en los límites compresionales de interacción donde la corteza terrestre se comprime en cadenas montañosas o en aquellas que existen fosas marinas (Castillo y Alba, 1993).

Los rasgos tectónicos superficiales más importantes en el área de estudio son:

- La Fosa Oceánica Perú-Chile
- La Dorsal de Nazca.
- La porción hundida de la costa norte de la Península de Paracas (asociada con un zócalo continental más ancho)
- La Cadena de los Andes
- Las unidades de deformación y sus intrusiones magmáticas asociadas
- Sistemas regionales de fallas normales e inversas y de sobre escurrimientos

Sismicidad histórica.

Silgado (1978) que realizó la más importante descripción ordenada de la historia sísmica del Perú. Desde el siglo XVI hasta el siglo XIX se reportan los sismos sentidos en las ciudades principales y donde se indicó, que dicha actividad sísmica, no es totalmente representativa, debido a que pudieron ocurrir sismos importantes en regiones más remotas y que no fueron reportados. Analizaron los grandes sismos históricos y obtuvieron cantidades estimadas de longitudes de ruptura en un diagrama espacio-tiempo de los grandes sismos históricos del Perú. Se muestra la existencia de tres zonas diferentes correspondientes a la segmentación de la placa de Nazca subducida en la placa Sudamericana. La actividad sísmica en el Norte y Centro del país resulta

compleja debido a la irregularidad de las longitudes de ruptura. La zona Sur tiene un modelo sísmico simple y regular, ya que experimenta cuatro grandes sismos cuyo tiempo de recurrencia es del orden de un siglo. Esta zona es de alto riesgo sísmico.

Sismicidad instrumental

Silgado (1978) la información sísmológica instrumental del Perú se encuentra recopilada en el Catálogo Sísmico del Proyecto SISRA que tiene eventos desde el año de 1900. Este catálogo se actualizó hasta 1990-I con los datos verificados por el ISC (International Seismological Centre). Para la confección del catálogo se consideró los registros cuya magnitud m_b fue mayor o igual a 4.0, pues a partir, de este valor los sismos adquieren importancia ingenieril. La información sísmológica de 1990-II a 1991-II tiene carácter preliminar y es recopilada por el NEIC (National Earthquake Information Center) y del IGP (Instituto Geofísico del Perú).

Dentro de la metodología para el cálculo del peligro sísmico se considera que los eventos sísmicos presentan una distribución de Poisson y que se caracteriza por suponer independencia entre los tiempos de ocurrencia, ya que cada uno de los sismos se considera como un evento aislado e independiente. Resulta necesario depurar del catálogo todas las réplicas y premonitores, quedando los sismos como eventos principales. En el catálogo sísmico (1900,1990-I) depurado se cuenta con 4276 sismos.

Asimismo, la estadística sísmica no es homogénea y donde la mayor parte de los eventos ocurridos antes de 1960 no reportan su magnitud. Sólo, a partir de 1963 los datos instrumentales son más precisos y es el año en el cual la red de sismógrafos WWSSN (World Wide Standard Seismograph Network) se encontraba instalada.

Análisis de peligro sísmico: función de la magnitud

Las escalas de magnitud utilizadas son mb y Ms donde se calcula mediante las ondas de cuerpo y de superficie respectivamente. Para ello, se calcula la relación entre estas dos magnitudes de manera que, se pueda utilizar cualquiera para homogenizar la muestra de datos:

$$mb = 3.30 + 0.40 Ms$$

La distribución espacial de la actividad sísmica no es uniforme y está principalmente concentrada en los bordes de los grandes bloques tectónicos, denominados placas tectónicas. La actividad sísmica en el Perú y áreas vecinas es el resultado de la interacción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, y el proceso de reajuste tectónico del Aparato Andino. (Ocola, 1989).

Fuentes sismogénicas.

La distribución espacial de la actividad sísmica y las características neotectónicas en el Perú, han permitido definir 20 fuentes sismogénicas con características sismotectónicas particulares. Se presentan estas fuentes como áreas debido a la no existencia de manera suficiente de datos para modelar las fallas como fuentes lineales. El hecho que la actividad sísmica en el Perú, es el resultado de la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca y el proceso de reajuste tectónico del Aparato Andino, permite agrupar a las fuentes en: Fuentes de Subducción y Fuentes Continentales.

Las fuentes de subducción modelan la interacción de las placas Sudamericana y de Nazca. Las fuentes 1, 2, 3, 4 y 5 se ubican a lo largo de la costa y representan la sismicidad superficial en la zona de Benioff (0-70 Km).

Las fuentes 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19 representan la sismicidad intermedia (71 a 300 Km) mientras que, la fuente 20 representa la sismicidad profunda en la superficie de Benioff (500 a 700 Km). En el caso de las fuentes continentales 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 se relacionan con la actividad sísmica superficial andina. Las fuentes ubicadas en la zona Norte y que es frontera con el Ecuador y en el Sur, frontera con Chile. (Chávez, 2016).

Parámetros sismológicos.

Cada una de las fuentes sismogénicas tiene características propias definidas por sus parámetros sismológicos:

- Magnitud mínima de homogeneidad (M_{min})
- Pendiente de la distribución Gutenberg-Richter
- Tasa media anual de actividad sísmica (m); y
- Magnitud máxima (M_{max}).

Las escalas de magnitud más utilizadas son m_b y M_s . Dependiendo de la escala utilizada, los sismos muestran valores asintóticos a partir de una cierta magnitud (Idriss, 1985). Para evitar tal problema de saturación de la magnitud se utiliza la magnitud M definida como $\max\{m_b, M_s\}$. Para determinar la sismicidad de cada zona sismogénica se recurre a la expresión de Gutenberg y Richter:

$$\text{Log } N = a - b M$$

Donde:

- N = Número acumulativo de sismos de magnitud M o mayor por unidad de tiempo.
- a, b = Parámetros que dependen de la sismicidad de la zona.

La expresión anterior se puede escribir como:

$$N = 10^a e^{-\beta M}$$

Donde:

$$\beta = b \ln 10$$

Para determinar los valores de a y b se utiliza el método de la máxima verosimilitud que ajusta la recta al valor medio de los datos sobre la magnitud mínima de homogeneidad, incluida la máxima magnitud observada, normalizando el aporte que hacen los sismos de diferentes magnitudes. Esto indica que el valor de b refleje de mejor forma las características de la región. (Chávez, 2016).

El peligro sísmico se define por la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento sísmico de una intensidad igual o mayor que un valor fijado. En general, se hace extensivo el término intensidad a cualquier otra característica de un sismo, tal como su magnitud, la aceleración máxima, el valor espectral de la velocidad, el valor espectral del desplazamiento del suelo, el valor medio de la intensidad Mercalli Modificada u otro parámetro. La ocurrencia de un evento sísmico es de carácter aleatorio y la Teoría de las Probabilidades es aplicable en el análisis del riesgo de su ocurrencia. (Allin, 1968).

Aplicando esta teoría se puede demostrar que, si la ocurrencia de un evento A depende de la ocurrencia de otros eventos: E_1, E_2, \dots es, mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivos; entonces, de acuerdo al teorema de la "Probabilidad Total" se tiene para la probabilidad de ocurrencia de A :

$$P(A) = \sum_{i=0}^n P(A/E) * P(E)$$

Donde:

- $P(A/E)$ es la probabilidad condicional que A ocurra, dado que E_i ocurra.

La intensidad generalizada (I) de un sismo en un lugar fijado puede considerarse dependiente del tamaño del sismo (la magnitud o intensidad epicentral) y de la distancia al lugar

de interés. Si el tamaño del sismo (S) y su localización (R) son considerados como variables aleatorias continuas y definidas por sus funciones de densidad de probabilidad, $f_S(s)$ y $f_R(r)$ respectivamente; entonces, el peligro sísmico definido por la probabilidad que la intensidad I sea igual o mayor que una intensidad dada, será: $P(I \geq i)$ y está dada por:

$$P(I \geq i) = \iint P[I/(s,r)] f_S(s) f_R(r) ds dr$$

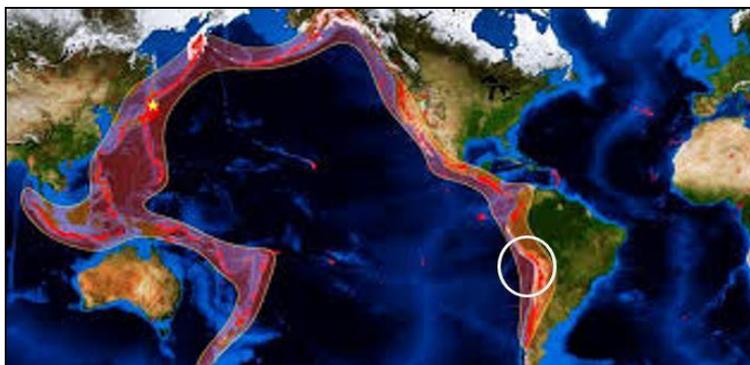
Esta es la expresión que resume la teoría desarrollada por Cornell en 1968, para analizar el peligro sísmico. La evaluación de esta integral es efectuada por el programa de cómputo RISK desarrollado en el cálculo del peligro sísmico (McGuire, 1976).

Predicción del riesgo ante las condiciones socioambientales por sismos

El Perú se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico (Figura 1), por tanto, existe la alta probabilidad de eventos sísmicos y, por ende; se espera que daños e impactos pueda producirse con consecuencias no deseadas. (Tavera et al., 2007).

Figura 1.

Perú (anillo color blanco) / Cinturón de Fuego del Pacífico.



Nota: Tavera et al., (2007)

Tabla 1.

Sismos en el Perú (últimos 50 años).

Fecha	Epicentro	Magnitud
31-05-1970	7.8	Callejón de Huaylas (Áncash)
09-12-1970	7.2	Tumbes
03-10-1974	8.0	Lima
16-02-1979	6.2	Arequipa
29-05-1990	6.4	San Martín, Amazonas, Cajamarca, Riojas, Moyobamba
04-04-1991	6.2	Chachapoyas
12-11-1996	6.4	San Martín, Amazonas, La Libertad
21-06-2001	8.4	Moquegua, Tacna, Arequipa
15-08-2007	7.9	Ucayalí, Junín, Ica, Ayacucho
24-08-2011	7.0	Pucallpa
26-05-2019	8.0	Loreto

Nota: Tavera et al., (2007)

Sismo de Ica: características

Tavera et al., (2007): Señalan que, en el sismo del 15 de agosto los parámetros hipocentrales se calcularon mediante informaciones de la “Red Sísmica Nacional – IGP” perteneciente al IGP, siendo los valores siguientes:

- Tiempo Origen: 23h 40m 58.0 seg. (GMT, Hora Universal) 18h 40m 58.0 seg. (Hora Local)
- Latitud Sur: -13.67°
- Longitud Oeste: -76.76°
- Profundidad: 40 km
- Magnitud: 7.0ML (Richter), 7.9Mw (magnitud momento)
- Intensidad Máxima: VII (MM) en Pisco, Chincha, Cañete.
- Momento Sísmico: $1.2E+21$ N-m (NEIC)
- En general, se observa que los sismos superficiales se distribuyen formando dos alineamientos importantes:
 - 1ro), con epicentros entre la línea de fosa y de costa (asociado a la superficie de fricción de placas dentro del proceso de convergencia); y el

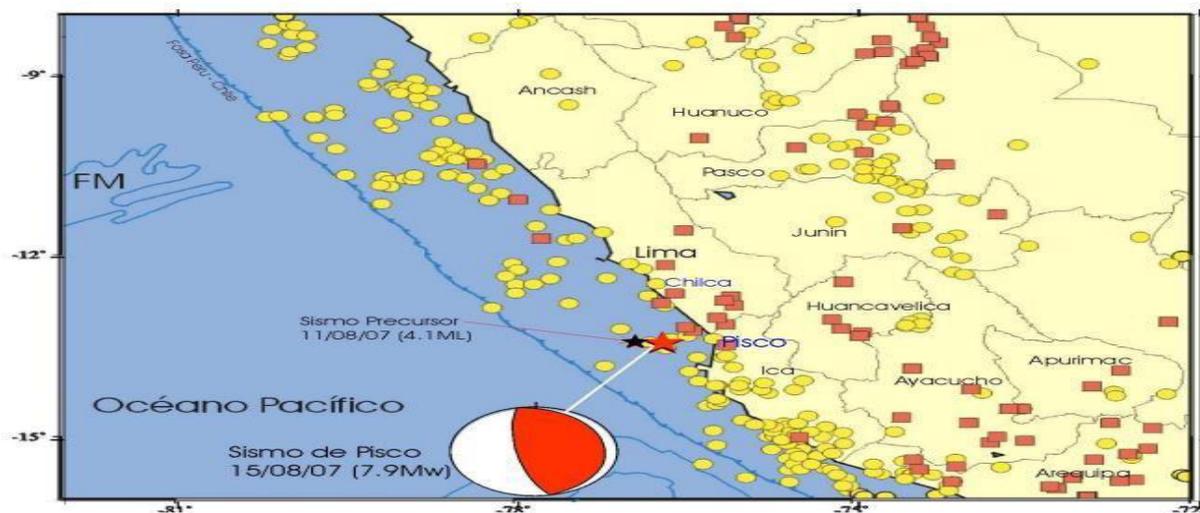
- 2do), en el interior del continente alineado en dirección NO-SE (origen en la reactivación esporádica de los principales sistemas de fallas geológicas presentes en el continente).

En el caso de los sismos de foco intermedio, su patrón de distribución no es uniforme, pero existe mayor concentración en su ubicación para Chilca y Pisco, lo cual señala un incremento en la deformación para esta área a niveles de profundidad en el orden de 61 a 100 km.

El sismo se caracterizó por indicar un evento que precedió el día 11 de agosto (a las 19:18 horas) y con una magnitud de 4.1ML. Además, le sucedieron aproximadamente unas 40 réplicas. El epicentro del sismo fue a los 77 km al Noroeste de Pisco, no siendo perceptible por la población. Es importante que se destaque que, la zona al ser considerada de gran potencial sísmico, entonces la ocurrencia de este sismo precursor de magnitud moderada, no se considera como indicador eminente de la ocurrencia para un sismo de mayor magnitud. (Tavera-Hernando et al., 2007).

Figura 2.

Distribución espacial de la sismicidad ocurrida en la región central de Perú entre los años 1999 y 2006 (ML>4.0) clasificada en sismos con foco superficial (círculos=menor a 60 km) e intermedios (cuadrados, entre 61 y 350 km).



Nota: Tavera et al., (2007).

El sismo de Pisco mostró dos características significativas:

- 1ro) magnitud; y
- 2do) duración de registro (percepción del sismo por las personas)

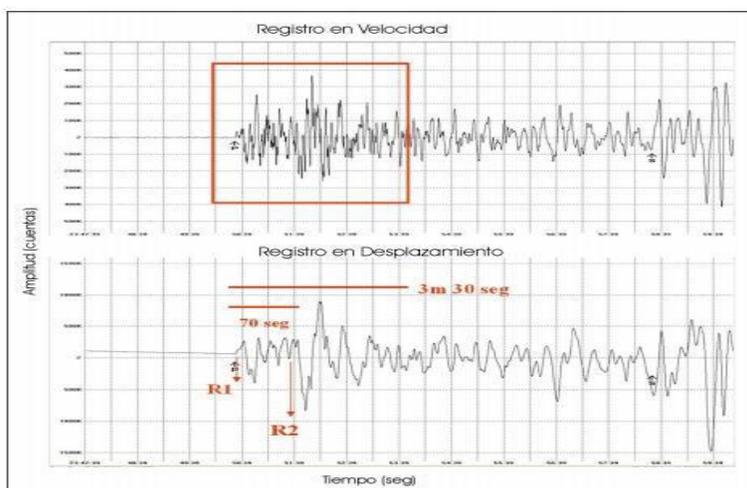
En el caso de la duración se asocia de manera directa al complejo proceso de ruptura que caracterizó al sismo y que puede ser, analizada en los registros de aceleración y desplazamiento del suelo que se obtienen a distancias regionales y telesísmicas. (Tavera et al., 2007).

La Figura 3, muestra el registro de la aceleración del suelo correspondiente a la componente vertical de la estación Mayorazgo (MAY, 166 km de distancia epicentro-estación) donde se observa la presencia de dos grupos de ondas que llegan con una diferencia de tiempo en el orden aproximadamente, de 70 segundos.

Los registros de velocidad y desplazamiento para el sismo de Pisco y que se obtuvo en la estación ANMO (EEUU, 6040 km distancia epicentro-estación), se observó que el sismo llegó a la estación a las 23:50:31 segundos y luego, transcurridos unos 70 segundos se registró otro grupo de ondas que correspondió con otra ruptura y de amplitudes mayores sugiriéndose que fue mayor. En total, todo el proceso de ruptura presentó una duración de 210 segundos; prácticamente el doble que se observó para el sismo del 23 de junio de 2001 (110 segundos) y que afectó a la región sur de Perú (8.2Mw). Estas características en la señal sísmica confirmaron el desarrollo de un proceso complejo de ruptura y por su naturaleza pudo propagarse de forma unilateral o bilateral. (Tavera et al., 2007).

Figura 3.

Registros de velocidad / desplazamiento del suelo / sismo de Pisco / estación ANMO (EEUU).



Nota: Tavera et al., (2007).

El sismo de Pisco resulta el de mayor magnitud que ocurre en la región central de Perú hasta el 2007 en los últimos 100 años (7.9Mw), y se caracterizó por presentar un proceso muy complejo de ruptura con propagación unilateral en sentido de dirección SE. Los daños que se produjeron por el sismo fueron mayores en Pisco y algunas ciudades aledañas donde aquellas viviendas de construidas de adobe y quincha, material noble con deficiencia estructural se afectaron. Según la escala Mercalli Modificada, la intensidad máxima para la ciudad de Pisco fue de VII. De acuerdo a la ubicación hipocentro, el sismo de Pisco se originó con el mecanismo de fricción de placas dentro del proceso de convergencia que se desarrolló en el borde occidental de Perú. La orientación de los planos de falla y ejes de presión (P) que se obtuvieron mediante el mecanismo focal fueron coherentes con la orientación de la fosa y con la dirección de convergencia de placas. El sismo de Pisco presentó su epicentro en el área definida como laguna sísmica y que se encuentra ubicada entre las áreas de ruptura de los sismos de 1974 y 1996, el primero afectó la ciudad de Lima y el segundo a la ciudad de Nazca. (Tavera et al., 2007).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

Investigación de tipo cuantitativa.

3.2. Población y muestra

El total de la población que se encuentra censada en la ciudad de Pisco es de 975182 habitantes. Se analizó, el nivel de conocimiento de 384 personas procedentes de los barrios Santa Rosa y La Pascana, las cuales se seleccionaron mediante un muestreo probabilístico aleatorio. La muestra correspondió a 72 viviendas con acceso (muestreo no probabilístico por conveniencia), y que se encontraron aproximadamente, a 1 Km de distancia y cercanas a la línea de costa.

El tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$n = \frac{z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + z^2 p q}$$

z = Desviación de la curva normal

p y q = 0,5

N = Población

e = 0,05 máximo error permitido

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 2.

Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Nivel de conocimiento y de respuesta de la población ante el riesgo por sismos	Conocimiento y capacidad de respuesta sobre las medidas de acción antes del sismo	Informarse sobre medidas de acción en caso de sismo Elaboración y difusión del plan de respuesta hospitalario Realización de simulacros Identificación áreas seguras
	Conocimiento y capacidad de respuesta sobre las	Determinar lugares seguros para evacuación

medidas de acción durante el sismo	Brigadas operativas Notificación de alerta y alarma Aplicación del plan de respuesta hospitalario
Conocimiento y capacidad de respuesta sobre las medidas de acción después del sismo	Búsqueda y rescate Asistencia a víctimas Restauración de los servicios básicos Implementación del sistema de vigilancia epidemiológica Reforzamiento estructural

Nota: Elaboración propia.

3.4. Instrumentos

Según Bernal (2016) el instrumento de medición es la ficha que permite registrar datos o información proveniente de diversas fuentes y es de interés al investigador” (p. 146).

Se utilizó, el registro fotográfico para el análisis de las infraestructuras y sus condiciones de vulnerabilidad, después del suceso sismológico de Pisco y su comparación del estado físico transcurridos 13 años después del evento adverso.

Para el conocimiento del mecanismo de protección y la manifestación de la población residente se aplicó una encuesta (Anexo A).

3.5. Procedimientos

Para el análisis de la encuesta se elaboró una escala Likert (Tabla 2) con cinco criterios: 1ro) vulnerabilidad socioambiental, 2do) responsabilidad social-ambiental, 3ro) presencia estacionaria de monitoreo y registro, 4to) validez de tecnografías locales, y 5to) programas de prevención ante eventos naturales adversos.

El código de puntuación ante la valoración que se asignó fue: muy alto (4), alto (3), bajo (2), muy bajo 1). La validación instrumental se realizó, a través del análisis de consistencia interna con el coeficiente alfa de Cronbach (1951) según la expresión siguiente:

$$\alpha = K / K-1 [1-\sum V1/Vt]$$

Donde:

α = alfa de Cronbach

K = número de criterios

V1 = varianza de cada criterio

Vt = varianza total

Tabla 3.

Escala tipo Likert.

Vulnerabilidad socioambiental			
Muy alto (4)	Alto (3)	Bajo (2)	Muy bajo (1)
Responsabilidad social-ambiental			
Muy alto (4)	Alto (3)	Bajo (2)	Muy bajo (1)
Presencia estacionaria de monitoreo y registro			
Muy alto (4)	Alto (3)	Bajo (2)	Muy bajo (1)
Validez de tecnografías locales			
Muy alto (4)	Alto (3)	Bajo (2)	Muy bajo (1)
Programas de prevención ante eventos naturales adversos			
Muy alto (4)	Alto (3)	Bajo (2)	Muy bajo (1)

3.6. Análisis de datos

Se utilizó, el programa estadístico profesional SPSS v.25 donde se describió el promedio, considerándose significativos los resultados cuando $p < 0,05$.

3.7. Consideraciones éticas

El proyecto de investigación se basó en la responsabilidad de construir la información científica considerándose los antecedentes de referencias. Asimismo, se consideró lo siguiente:

Derechos

a. Explicación con relación a los objetivos y la metodología para su considerar la participación o la negación en el proyecto de investigación.

Deberes

- a. La posibilidad de opinión para la creación de oportunidades.
- b. Excluir toda probabilidad indebida de engaños o influencia para la participación.

IV. RESULTADOS

Descripción del conocimiento y la capacidad de respuesta sobre las medidas de acción antes del sismo en el departamento de Ica. En la tabla 4 muestra, la escala tipo liker (calificación numérica) para los cinco criterios que se indicaron ante el marcaje de las personas que se encuestaron.

Tabla 4.

Evaluación / escala tipo liker.

	Vulnerabilidad socioambiental	Responsabilidad social-ambiental	Presencia estacionaria de monitoreo y registro	Validez de tecnografías locales	Programas de prevención ante eventos naturales adversos	Σ_t
	2	4	4	4	4	18
	2	3	3	4	4	16
	1	3	3	4	4	15
	2	3	3	3	3	14
Promedio	1,75	3,25	3,25	3,75	3,75	15,75

Nota: Elaboración Propia

La tabla 5 muestra, el criterio otorgado ante los indicadores donde se evaluó las respuestas del cuestionario y que resultaron como un conocimiento poco relevante.

Tabla 5.

Criterio según los indicadores

Indicadores	Criterio			
	Muy alto 4	Alto 3	Bajo 2	Muy bajo 1
1	3,6			
2		3,2		
3		3,0		
4		2,8		

Nota: elaboración propia.

Figura 4.

Escala de Likert.



Nota: elaboración propia.

La tabla 6 indica, la confiabilidad de los datos que se midieron mediante el alfa de Cronbach para los notarios.

Tabla 6.

Confiabilidad de los datos / V = varianza / alfa de Cronbach.

Muestra	Vulnerabilidad socio-ambiental	Responsabilidad social-ambiental	Presencia estacionaria de monitoreo y registro	Validez de tecnologías locales	Programas de prevención ante eventos naturales adversos	ΣV	Vt
87	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,25	2,92
Indicador K	Valor 5						
ΣV	1,25						
Vt	2,92						

Nota: elaboración propia.

$$\alpha = 5 / 5-1 [1-1,25/2,92]$$

$$\alpha = 1,25 [1-0,43]$$

$$\alpha = 1,25 [0,57]$$

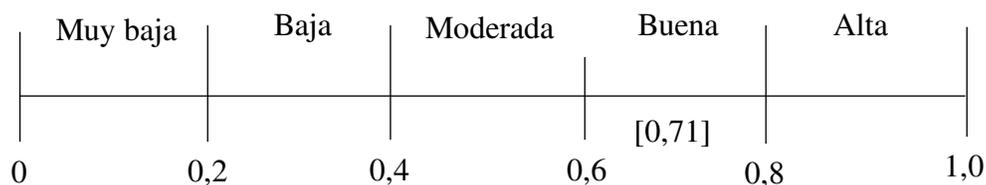
$$\alpha = 0,71$$

La figura 5 muestra, la asignación de puntuación según el alfa de Cronbach con relación a la evaluación de las respuestas de los encuestados. Dado que su valor fue 0,71 se validó que el cuestionario fue aceptado para su consideración lo cual reafirmó, la preocupación de la población

residente ante la ocurrencia de nuevos eventos naturales adversos como los sismos.

Figura 5.

Consistencia interpretativa / coeficiente alfa de Cronbach.



Nota: elaboración Propia

La tabla 7, muestra el porcentaje de reconocimiento sobre las etapas de ciclos de desastres que manifestaron los residentes durante la encuesta. El mayor porcentaje fue para la acción No. 4; sin embargo, se esperó que reconocieran a la acción No. 3 y donde se observó, un porcentaje muy bajo lo cual indicó, poco conocimiento por parte de la población sobre las etapas de los ciclos de desastres.

Tabla 7.

Porcentaje de reconocimiento sobre las etapas de los ciclos de desastres (%).

Acciones	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Prevención, mitigación y reconstrucción	94	24,5	24,5	24,5
Mitigación, prevención, rehabilitación y reconstrucción	91	23,7	23,7	48,2
Prevención, mitigación, preparación para la respuesta, rehabilitación y reconstrucción	93	24,2	24,2	72,4
Preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción	106	27,6	27,6	100,0
Total	384	100,0	100,0	

Nota: Elaboración Propia

La tabla 8, muestra el porcentaje de conocimiento sobre las acciones de mitigación donde el mayor porcentaje fue de 27,6% lo que indicó, el reconocimiento de las personas sobre la necesidad de capacitarse ante un evento adverso como son los sismos.

Tabla 8.

Porcentaje de conocimiento sobre las acciones de mitigación (%).

Acciones	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Medidas para reducir el riesgo o minimizar el impacto de las amenazas naturales	83	21,6	21,6	21,6
Medidas para eliminar o reducir la presencia de eventos naturales	99	25,8	25,8	47,4
Estrategias para capacitar a la población para hacer frente a los desastres	106	27,6	27,6	75,0
Recopilación y análisis de los datos sobre amenazas naturales	96	25,0	25,0	100,0
Total	384	100,0	100,0	

Nota: Elaboración Propia.

Determinación del conocimiento y la capacidad de respuesta sobre las medidas de acción durante el sismo en el departamento de Ica

La tabla 9, muestra el porcentaje de conocimiento sobre la vulnerabilidad de las infraestructuras donde se encontró, un 51,8 de porcentaje acumulado lo cual indicó, que se reconoció por parte de la población encuestada que sus infraestructuras, no se encontraron en estado técnico favorable y, por ende, desde muy alta hasta alta es el riesgo que poseen.

Tabla 9.

Porcentaje de conocimiento sobre la vulnerabilidad de las infraestructuras (%).

Acciones	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy alta	90	23,4	23,4	23,4
Alta	109	28,4	28,4	51,8
Media	94	24,5	24,5	76,3
Baja	91	23,7	23,7	100,0
Total	384	100,0	100,0	

Nota: Elaboración propia.

La tabla 10, muestra el porcentaje de reconocimiento sobre las acciones imprudentes durante un sismo y donde se describió, que la población considera realizarse cualquiera de estas acciones y, por consiguiente, denotan un desconocimiento que trae consigo la expresión del peligro que representa un sismo.

Tabla 10.

Acciones de reconocimiento imprudentes durante el sismo.

Acciones	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Salir de prisa hacia la calle	103	26,8	26,8	26,8
Alejarse de las ventanas	105	27,3	27,3	54,2
Si es de noche iluminar con velas o lámparas	89	23,2	23,2	77,3
Alejarse de los estantes	87	22,7	22,7	100,0
Total	384	100,0	100,0	

Nota: elaboración propia.

La tabla 11, muestra el tiempo de respuesta de evacuación donde se indicó, que el mayor porcentaje (27,1%) de las personas consideró que entre 5-10 minutos es el rango óptimo que se tiene para responder de modo seguro durante la ocurrencia de un sismo, lo que sigue observándose la falta de conocimiento que se tiene como respuesta inmediata ante un evento adverso como los propios sismos.

Tabla 11.*Tiempo de respuesta de evacuación.*

Acciones	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Menos de 3 minutos	82	21,4	21,4	21,4
De 3 a 5 minutos	95	24,7	24,7	46,1
De 5 a 10 minutos	104	27,1	27,1	73,2
Más de 10 minutos	103	26,8	26,8	100,0
Total	384	100,0	100,0	

Nota: Elaboración propia.

La Figura 6, muestra algunas de las viviendas que al parecer fueron construidas sin ningún tipo de supervisión profesional y donde se combinan materiales de paredes de caña y barro, mampostería de ladrillo de adobe, escalera de concreto (colapsada), aligerado de concreto, siendo vulnerable ante la ocurrencia de eventos sísmicos.

Figura 6.*Construcción de viviendas sin supervisión profesional.*

Nota: Elaboración Propia.

La Figura 7, muestra el colapso de las viviendas por el uso inapropiado y combinatorio de

materiales inseguros (adobe, muro de ladrillos pandereta en primer y segundo nivel). Se puede apreciar, la cimentación superficial y la separación entre columnas no acorde a lo permisible, sin densidad de muro adecuado lo cual, hizo que sea una estructura altamente derrumbable ante eventos sísmicos.

Figura 7.

Edificación con estructuración de columnas deficientes.



Nota: elaboración propia.

La Figura 8, muestra una de las viviendas antiguas de adobe con cobertura de techo de madera, altura de piso a techo grande que la hace esbelta, pero poca asegura ante un evento sísmico y, por ende, produciendo su colapso inminente.

Figura 8.

Colapso inminente de vivienda con cobertura de techo de madera.



Nota: Elaboración Propia.

La Figura 9, muestra edificaciones denominadas autoconstrucciones y donde existen deficiencias técnicas como edificarse sobre muros de adobe (vista izquierda), completarse determinada altura de piso a techo con ladrillo e incluso de enchapa la fachada, sin amarre adecuado en las esquinas. Asimismo, en la vista derecha, una edificación colapsada por piso blando. El piso blando en aquellos edificios es una planta baja donde sólo existen elementos verticales o columnas a este nivel, y en los pisos superiores se construyen cerramientos para viviendas con mampostería, lo cual hace estructuralmente que la planta baja tenga menor rigidez en comparación a los pisos superiores (lo sísmico resistente correcto, sería lo contrario, mayor rigidez en las plantas inferiores).

Figura 9.

Autoconstrucciones de edificaciones.



Nota: elaboración propia

La Figura 10, muestra el Mercado Ferial N° 01 de la Ciudad de Pisco, y a pesar de contar con aparente supra estructura, se aprecia la falla por aplastamiento de la columna lo cual hace presumir, que la calidad del concreto no fue adecuada siendo evidente (figura a la derecha) al

separarse el concreto y dejándose a toda vista la armadura de fierro.

Figura 10.

Falla por aplastamiento de la columna / Mercado Ferial N° 01 / Ciudad de Pisco.



Nota: Elaboración Propia

La Figura 11, muestra una el abuso de luces grandes (figura a la derecha) entre apoyos de las edificaciones precarias, además, del predominio de muros de adobe, muros altos sin confinamiento (columnas de amarre) y el desprendimiento de los parapetos.

Figura 11.

Edificaciones precarias con muros de adobe.



Nota: Elaboración propia.

La Figura 12, muestra al Hospital de Pisco el cual es una edificación antigua con ladrillo

hueco de cemento, alturas entre piso y techo altas lo que genera esbeltez, con luces intermedias (ventanas), confinamiento adecuado, luces libres sin apoyos intermedios, pero se aprecia entre las luces, confinamiento solo con ladrillos lo que hizo a la edificación ser susceptible de colapsar ante el evento sísmico.

Figura 12.

Hospital de la Ciudad de Pisco / confinamiento solo con ladrillos.



Nota: Elaboracion Propia.

La Figura 11, muestra a la izquierda el Colegio Marillac y donde se aprecia una estructura adecuada que soportó el sismo, pero se produjo las fallas en los muros por corte, es decir, cuando su capacidad resistente a la fuerza cortante, es inferior a la de flexión. Esta falla se caracteriza por la presencia de grietas diagonales. En la vista de la derecha corresponde a la cúpula del Municipio de Pisco, declarado Monumento Histórico y que colapso su parte superior, construido con losa delgada de concreto con malla de fierro, manteniéndose el resto de la estructura, aun a la fecha continua sin una intervención.

Figura 13.

Fallas en los muros por corte.



Nota: elaboración propia.

Determinación del conocimiento y capacidad de respuesta sobre las medidas de acción después del sismo en el departamento de Ica

La tabla 12, muestra el porcentaje de respeto que mostró la población ante la información de las autoridades después de transcurrido un evento adverso como los sismos. El mayor porcentaje fue de 32% y correspondió a la acción baja lo que indicó, que no se consideró en confianza la seguridad sobre toda información que se oriente siendo un nivel de alto riesgo, ya que después de transcurrido cualquier sismo, pudieran suceder réplicas y en consecuencia producirse mayores daños incluyendo el peligro a la propia vida humana.

Tabla 12.

Respeto a la información de las autoridades.

Acciones	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy alta	66	17,2	17,2	17,2
Alta	107	27,9	27,9	45,1
Baja	123	32,0	32,0	77,1
Muy Baja	88	22,9	22,9	100,0
Total	384	100,0	100,0	

Nota: Elaboracion propia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una gran parte de la población mundial, vive en zonas o áreas urbanas donde el 90% aproximadamente se produce en aquellos países con ingresos bajos, pero lo más preocupante radica, en el ritmo acelerado de expansión (alrededor de 1,3 millones) por semana. (UNDESA, 2015).

La concentración de vidas humanas y ciertos activos en estas áreas urbanas hace que la exposición a riesgos naturales adversos de las personas sea con más frecuencia y en consecuencia de manera comparada, el peligro aumenta mucho más que aquellas áreas rurales. (Bilham, 2009). Es por ello que, la gran prioridad en los últimos tiempos obedezca a salvar la vida humana como a la protección de infraestructuras, pero estas cifras pueden ser inciertas, debido a que datos del Banco Mundial señala un porcentaje alrededor del 67% que aún, permanecen en zonas rurales e incluso, la ONU señaló en el 2008 que la mitad de la población en Asia y África continúa viviendo en estas áreas rurales cuyo sustento, es la agricultura.

Por lo general, siempre se argumenta el enfoque de la vulnerabilidad y sus consecuencias en las áreas urbanas donde la extensión que presenta puede ser tan devastadora que sería imposible subestimar. Sin embargo, Wyss (2018) señala que los terremotos de mayor magnitud ocurren en zonas rurales, y por lo general más del 85% de las muertes obedecen a personas rurales.

Lo que la gente piensa sobre el riesgo de los terremotos, es de gran relevancia no solo para las personas en sí, sino para los que toman decisiones sobre los aspectos de gestión de riesgo y en la implementación sobre el código de construcción, asimismo, un elemento fundamental es el comportamiento de las personas en el hogar y la comunidad cuando se produce el evento adverso natural como un sismo. (Rohrmann, 1994).

Ante la percepción del riesgo por la ocurrencia de un evento adverso natural como un sismo, las personas señalan que existe elevada vulnerabilidad dada las condiciones de vida, no existe responsabilidad social-ambiental por parte de los tomadores de decisiones que apoyen sus solicitudes, tampoco una estación de registro que permita obtenerse resultados confiables, pues no se cuenta con las tecnologías y aquellos probables registros, no son de la localidad por cuanto, si se produjera una catástrofe, la población con bajo nivel de ingreso, no cuenta con un programa de prevención que les resguarde la vida y bienes materiales.

Recientemente se ha comenzado a investigar las actitudes populares en los países de ingresos bajos y en lo fundamental, para aquellos que experimentan cierto grado de desarrollo económico. Bronfman y Cifuentes (2003) señalan que en un estudio que se realizó en Chile como país emergente, pudo entenderse la mayor preocupación de su población por las amenazas y su demanda hacia el control y la regulación.

En otros estudios se indican, por ejemplo, que las ciudades son el principal eje o motor de desarrollo económico donde la industria, infraestructura y la propia población se concentran de manera desproporcionada. Estambul, por ejemplo, alberga aproximadamente una octava parte de la población total de Turquía y representa la mitad de todo su potencial industrial. (Erdik y Durukal, 2008).

Esta ciudad al igual que Pisco, se encuentran ubicadas en las proximidades de fallas activas, pero a diferencia de Estambul, Pisco no es capital y menos existe un desarrollo industrial de significación lo cual, en proporción cualquier tragedia ante desastre natural. (England y Jackson, 2011).

No sería tan preocupante, pero no debe menospreciarse lo sucedido, ya que su impacto a nivel local produjo más que la propia pérdida de materiales, un estado psico-estresante en la población.

Aunque, se produjo un elevado riesgo, todavía poco se conoce sobre la comprensión individual y familiar del riesgo que produjo el terremoto o los niveles de preparación preventiva a nivel de los hogares y la comunidad.

Prácticamente, no existen estudios sociales que aborden tal problemática y existe la alta probabilidad que, de ocurrir nuevamente, se producirían daños similares. Si bien se conoce que, los estudios de percepción de terremotos están disponibles o se limitan al propio entorno urbano, poca evidencia de los niveles crecientes de conciencia o preparación frente al riesgo continúan presentes.

Asimismo, la organización social al parecer, es quien determina que riesgo se puede priorizar una vez transcurrido el terremoto, pero, indiscutiblemente la percepción del riesgo parece ser asociado a los valores culturales y educacionales ante la probable ocurrencia de un evento adverso como es el sismo.

Las percepciones de riesgo son particularmente difíciles de medir cuando se trata de peligros como sismos y que son de baja frecuencia, pero de gran magnitud. Las personas tienden a descartar los riesgos que se perciben como incontrolables, tienen potencial catastrófico o resultan en consecuencias fatales y que "se niegan a preocuparse por pérdidas cuya probabilidad está por debajo de algún umbral" e "ignoran las amenazas raras".

Una mejor comprensión de la percepción del riesgo sísmico es, argumentamos, esencial para desarrollar planes apropiados de comunicación del riesgo sísmico y adoptar medidas proactivas para la reducción del riesgo. (Vicente et al., 2014).

Covello (2010) menciona que, existen muchos riesgos que preocupan y molestan a las personas, pero causan poco daño y también existen muchos riesgos que matan o mutilan a muchas personas pero que no las preocupan ni las trastornan indebidamente.

A pesar de la necesidad de una mejor gestión de desastres para minimizar el riesgo de terremotos, sin comprender cómo, la población en su totalidad percibe el riesgo de terremotos, incluso las políticas y procedimientos mejor diseñados pueden no conducir a los resultados deseados y entre las principales razones está lo siguiente:

- La percepción pública del riesgo, es una parte esencial del riesgo de desastres. (Santos et al., 2017).
- Los responsables políticos, no incluyen las opiniones de la población sobre la percepción del riesgo en la formulación de las políticas públicas.

Saber cómo el público percibe el riesgo es importante, ya que proporciona una información sobre cómo y por qué las personas responden a los peligros de la forma en que hacen. (Bodoque et al., 2019).

Para garantizar que el impacto de los terremotos sea limitado, hay la necesidad de comprender qué factores afectan la subjetividad de un individuo juicio sobre qué acciones les ayudarán a afrontar mejor un evento de terremoto. Entender tales influencias permitirá a las políticas y la propia práctica para centrarse en garantizar que se pongan en acción las estrategias adecuadas en el propio lugar.

Sin embargo, la percepción del riesgo es altamente interpretativa debido a su proceso dinámico, en el que los expertos en gestión de desastres y el público en general, a menudo tienen una comprensión diferente de las amenazas y los riesgos. (Sjoberg, 2000).

Si bien la percepción pública del riesgo generalmente está impulsada por el interés económico, los sesgos intuitivos y los valores culturales, el riesgo de los expertos ante la percepción tiende a ser más un producto de análisis analítico, objetivo y racional que las mismas evaluaciones de riesgos. (Kasperson et al., 2000).

Finalmente, los niños son más vulnerables a un evento de emergencia que cualquier otro grupo social. En tal sentido destaca, el comportamiento, estado de desarrollo psicológico, tamaño físico y su dependencia parcial o total de adultos. (Taylor y Peace, 2015).

A pesar de su vulnerabilidad, los niños pueden desempeñar un papel importante en preparación y respuesta ante terremotos, comunicando los riesgos, participar en los procesos de toma de decisiones y emprender desastres acciones de reducción de riesgos para sus familias y comunidades. Los niños pueden ayudar a sus comunidades antes y después de un desastre, pueden ser agentes de cambio dentro de sus comunidades, y pueden ser activamente participante en actividades de preparación en sus escuelas, hogares y comunidades. (Tanner, 2010).

El estudio de los niños y los contextos de desastres es particularmente importante porque arroja luz sobre el desarrollo de la gestión de desastres, así como, en los aspectos de complicados sistemas adaptativos involucrados en la educación, proteger y empoderar a los niños. Los niños necesitan entender y estar preparados para los peligros naturales tanto como los adultos con el fin de construir un futuro resiliente. (Finnis et al., 2010).

La información obtenida en esta área puede ayudar familias, comunidades y naciones para mitigar, responder y mejorar hacer frente a futuros eventos peligrosos. Estudios de percepción del riesgo de desastres con los niños también pueden informar a los responsables de la toma de decisiones y a los líderes con respecto a un mejor compromiso con los niños y la mejor manera de asignar los recursos de gestión.

La conciencia de los niños sobre desastres y su educación para la preparación es, por tanto, una parte integral del riesgo de desastres. Algunos estudios se centraron en las diferentes actitudes y percepción de los terremotos relacionados con la educación, y se indicó que, que la educación sobre desastres es importante para mejorar la percepción del terremoto y el conocimiento. (Mutch, 2014).

Yasuda et al., (2018) señalaron que, los niños que experimentaron un desastre en el pasado tienen mayor conciencia de las amenazas y la prevención. Algunos otros investigadores refieren que el papel de la familia es un indicador importante sobre las reacciones de los niños a los desastres naturales.

Najafi et al., (2018) indican que los sentimientos, las emociones y las normas sociales es probable que influyan en las creencias de los niños durante un contexto de desastre. El estado de opinión de los niños resulta efímero, cuando no nacen y conocen las tragedias de un terremoto y, por tanto, su percepción del riesgo es baja.

Después del terremoto de Pisco, uno de los problemas más notables fueron los efectos geotécnicos, ligados a la estructura geológica de la región, evidenciándose los desplazamientos del suelo, así como la licuefacción del suelo (fenómeno en el cual los terrenos, a causa de saturación de agua y particularmente en sedimentos como arena o grava, pierden su firmeza y fluyen como resultado de los esfuerzos provocados por los sismos).

Asimismo, tal fenómeno al producirse hace que las edificaciones sufran asentamientos diferenciales que podrían ser de 0.1 cm, y llegar hasta 1.00 mt. Situación que determina por un evento sísmico que las viviendas pierdan estabilidad y terminen colapsando.

Se observó, que las construcciones eran antiguas y muchas de ellas de material de adobe, material que representa muy baja resistencia ante la presencia de un evento sísmico lo que puede

decirse que, este tipo de material puede soportar esfuerzos a la compresión (esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la aplicación de fuerzas que actúan en el mismo sentido), pero se vuelve muy vulnerable ante las fuerzas de tracción (cuando las fuerzas con la misma dirección y de sentidos contrarios tienden a estirarlo), es por ello que ante el evento sísmico se superó la tracción que pudo soportar el muro de adobe donde finalmente fue destruido.

Las construcciones con muro de adobe tenían una baja adherencia y fueron construidas sin ningún tipo de refuerzo permitido por cuanto, no hubo integridad; sin embargo, al no existir refuerzos se produce el colapso, y en consecuencia se produjo la caída de los techos.

No solo el material de adobe consistió en las edificaciones de igual modo, se observó que colindantes con ellas se produjo edificaciones quincha en el segundo nivel de construcción, lo que justificaría su integración en comparación con el primer nivel de adobe. La quincha está constituida por estructuras de caña que son elementos delgados y flexibles y amarrados entre sí, con cuero de animales vacunos que se remojan y se tejen, al secarse este cuero logra fijar las cañas, dentro de marcos de madera, lo que hace a diferencia de la edificación de adobe, se absorban los efectos de tracción, originándose en estas edificaciones que se sufra ante la presencia de grietas superficiales, y desprendimiento del barro que le sirve como tarrajeo, pero sí se mantienen ante un evento sísmico.

Se pudo observar que el suelo de Pisco es un suelo blando, lo que hace que las edificaciones colapsen repentinamente ante un evento sísmico, y ello fue uno de los factores que hiciera que se perdieran muchas vidas, porque no les dio el tiempo necesario para evacuarse a otros sitios seguros.

Muchas de las viviendas de albañilería presentaban una serie de deficiencias, ya que en su ejecución no se han tenido en cuenta las disposiciones y limitaciones que establecen las normas de diseño y cálculos correspondientes especialmente en las aberturas (puertas y ventanas) muchas de

ellas sin ningún tipo de reforzamiento.

Otro daño observado y que se nota concurrente es la falta de confinamiento (viga collarín), en los bordes superiores de los muros de los últimos pisos. Por lo general, el segundo piso de las viviendas era de tipo unifamiliar donde la falta de muros hace que se produzca en el paño, una grieta en forma perpendicular a su plano.

Los diseños arquitectónicos desarrollados para las edificaciones de material noble, no se tuvieron aspectos de orden técnico constructivos, no se tomaron en cuenta la capacidad portante del suelo, se efectuaron edificaciones en las que en el primer nivel solo estaban sostenidas por columnas sin ningún tipo de cerramiento de muro, y lo que al parecer fue más dañino, existió encima de estas edificaciones un cerramiento de columnas y muros, produciendo una baja rigidez y/o resistencia.

Otro de los defectos de carácter constructivos que se apreciaron o fueron visibles después del sismo fue la configuración vertical de sus edificaciones ya que estas presentaban irregularidades por los cambios bruscos de rigidez y masa entre pisos consecutivos, lo que produjo en el evento sísmico, fuertes concentraciones de esfuerzos, como se puede observar en el edificio que se proyectó hacia adelante. Esta edificación aparentemente de albañilería reforzada muestra su reducida densidad de muro, especialmente en la dirección paralela a la fachada, esta limitación se vuelve más crítica en la medida que el número de pisos va aumentando. Es decir, puede observarse una serie de causas que condicionaron a la pérdida de las viviendas como son los deficientes diseños, incorrectos elementos constructivos y violación de procedimientos para la supervisión.

En la cúpula de la Municipalidad de Pisco, se observó que fue fabricada con losas de concreto a manera de losa con refuerzo de fierro, el mismo que se encontraba dañado por la

corrosión, además, las losas se observaron delgadas, quizás con el propósito de disminuir el peso a la estructura; sin embargo, éstas no soportaron los efectos del sismo y también colapsaron.

Resulta importante destacar que un gran número de pequeños asentamientos cerca de fallas activas y la debilidad estructural de las viviendas que, a pesar de ser de zonas rurales, pero de manera común, fueron igualmente menos resistentes a las sacudidas que otras en la propia urbanización, explican gran parte de la vulnerabilidad de la población rural. (Robinson, 2018).

El terremoto de Gorkha de 2015 en Nepal es un ejemplo de ello, con el 92% de las muertes clasificadas como rurales. (Wyss, 2018).

Se hicieron más daños estructurales a los edificios en las regiones central y occidental del país que en la capital, Katmandú, y el número de muertos solo se redujo al mínimo por el hecho de que la mayoría de la población rural estaba trabajando al aire libre en el momento en que ocurrió el temblor principal.

Gran parte de su población también vive en edificios que no cumplen con los códigos de construcción existentes o inadecuados, con estudios recientes que muestran todo lo contrario, que la conciencia pública sobre el riesgo de terremotos es muy baja. (Ainuddin et al., 2014).

Los terremotos son uno de los desastres naturales más mortales, a menudo y que causan daños devastadores y la pérdida de vidas. A nivel mundial, los terremotos causaron enormes pérdidas económicas y miles de muertes. Entre 1998 y 2018, los desastres por terremotos mataron a 752,498 personas y lesionaron alrededor de 1.574.000 según las estadísticas EM-DAT (EM-DAT, 2019).

En el 2015, el terremoto de Nepal (7,8 Mw) mató a unas 9.000 personas e hirió a 23.000 personas y destruyó más de 250.000 edificios. (Liang y Zhou, 2016).

En terremoto de Tohoku que sucedió en el 2011 (también conocido como el gran terremoto del este de Japón) (9,1 Mw) mató a más de 20.000 personas y desplazó a 465.000. En el 2010, el terremoto de Haití (7 Mw), mató a unas 316.000 personas, hirió a otras 300.000. asimismo, el terremoto de Mármara de 1999 (también conocido como terremoto de Kocaeli) (7,4 Mw), provocó más de 17.000 muertos, 43.953 heridos y costó más de 12.000 millones de dólares.

El desarrollo de metodologías de evaluación del riesgo de terremotos (ERA) se ha estudiado extensamente, pero rara vez se han estudiado medidas para la ERA en zonas urbanas. Davidson y Shah (1997) refieren que para instancia se introduce el Índice de Riesgo de Desastres Terremotos (EDRI) para estimar el riesgo urbano, teniendo en cuenta amenazas sísmicas y vulnerabilidad. Además de este enfoque holístico, hay muchos otros estudios para evaluar aspectos específicos del riesgo utilizando diversos métodos como la fragilidad social y la falta de resiliencia en riesgo sísmico en áreas urbanas. (Jaramillo et al., 2016).

Hasta ahora, los investigadores han estudiado diferentes aspectos de la ERA a diferentes escalas utilizando varios enfoques que incluyen técnicas basadas en:

- SIG. (Karimzadeh et al., 2017; Ningthoujam y Nanda 2018).
- Imágenes QuickBird de alta resolución. (Fu et al., 2007).
- Modelado GIS utilizando teledetección satelital y modelo digital de elevación (DEM)
- Datos. (Xu, 2015).
- Modelado de máquinas vectoriales de soporte (SVM) basado en SIG
- Análisis estadístico. (Ghassemi, 2016).
- Análisis estadístico basado en SIG. (Hassanzadeh, 2019).
- Método de progresión de catástrofes. (Zhang et al., 2017).
- Modelos de redes neuronales artificiales: ANN. (Akhoondzadeh et al., 2019).

- Modelos ANN integrados con un proceso de red analítica: ANP. (Alizadeh et al., 2018).
- Proceso de jerarquía analítica (AHP)
- Modelo integrado de AHP en GIS (Bahadori et al., 2017),
- Modelo integrado ANN-AHP
- Técnicas de lógica difusa (Ahumada et al., 2015), y
- Toma de decisiones difusa multicriterio (FMCDM) (Ranjbar y Nekooei, 2018).

En los estudios antes mencionados, los "sistemas expertos" se han convertido en una herramienta importante para resolver la resolución compleja de problemas y la toma de decisiones.

La aplicación de sistemas expertos se extiende a casi todos campos de la ingeniería y se utiliza teorías de inteligencia artificial (por ejemplo, red neuronal, lógica difusa) para desarrollar experiencia y proponer conclusiones. (Liao, 2005).

En este proyecto de investigación se utilizó un modelo computacional donde se incorporó la variable solo el cumplimiento de la variable referida a la normativa que correspondió al Decreto Supremo N° 014-2020-vivienda. Es de destacar que el estado técnico de las viviendas no fue el adecuado en correspondencia a la estructuración sísmica.

El peligro de un sismo como propiedad intrínseca se puso de manifiesta ante las condiciones de vulnerabilidad de las viviendas y la baja percepción de riesgo de la población.

Asimismo, se requiere realizar estudios que determinen un escenario o mapa de riesgo en la ciudad de Pisco, pues si bien otras viviendas no se derrumbaron, pero su estado técnico las hace igualmente vulnerable.

El riesgo ambiental y social que existe es de preocupación, pues al existir necesidad de vivienda y donde hay migración informal, determina que los materiales de construcción sean de bajo costo y se construye sin requerimiento por parte de un criterio especializado.

Como se aprecia, solo en el modelo se registra la variable considerada como cumplimiento, pero, otras pudieran incorporarse, además, de asociarse con la aplicación de cualquier modelo de predicción y vulnerabilidad de riesgo ambiental, anteriormente descrito.

Muchos investigadores han integrado enfoques de toma de decisiones multicriterio (siglas en inglés (MCDM) en entornos SIG como herramientas efectivas para la toma de decisiones espaciales en torno a peligros sísmicos. (Hooshangi y Alesheikh, 2018; Skilodimou et al., 2019).

Ranjbar y Nekooie (2018) adoptaron recientemente la mejora de la toma de decisiones difusa de múltiples criterios (FMCDM) en un entorno GIS para identificar edificios en peligro de extinción por terremotos.

Las evaluaciones de vulnerabilidad sísmica son muy importantes para los terremotos y donde los programas de mitigación de riesgos resultan esenciales.

Ningthoujam y Nanda (2018) realizaron un estudio similar utilizó un sistema GIS para realizar una evaluación de vulnerabilidad ante terremotos de los edificios en la ciudad de Imphal, India.

Los autores utilizaron la plataforma GIS para generar y mostrar varios mapas temáticos. Su estudio se dirigió sobre áreas identificadas en riesgo de grandes daños a la estructura y al ser humano en caso de terremoto.

Para informar los planes locales de gestión de desastres se considera los aspectos siguientes:

- El uso de ANN en el modelo FAHP-ANN para describir interacciones complejos y no lineales interacciones entre variables del sistema y trabajar con datos imprecisos.
- Los puntos fuertes de una ANN representan una herramienta poderosa para modelar. (Ramakrishnan et al., 2008).

La ANN puede generar modelos fáciles de usar que son precisos incluso para sistemas naturales complejos con grandes insumos. Eso permite generar modelos computacionales para evaluar la vulnerabilidad sísmica teniendo en cuenta la incertidumbre, que es una propiedad inherente de los "fenómenos sísmicos". (Vicente et al., 2011).

Con el fin de determinar la necesidad de una investigación en profundidad de los escenarios de vulnerabilidad sísmica en áreas urbanas. Alizadeh et al., (2018) identificaron y evaluaron la vulnerabilidad cuantitativa a terremotos. Se señalan indicadores para generar un mapa de vulnerabilidad mediante la construcción de una Red Neural Artificial (ANN) y modelos de procesos de redes analíticas (ANP).

Bahadori et al., (2017) analizaron la ERA y entre ella el desastre que puede ocasionar la vulnerabilidad sísmica y su gestión, mientras que otros consideraron a AHP utilizando GIS como modelo integrado para estimar la seguridad de los materiales de construcción urbanos y residenciales.

Los resultados representan el nivel de seguridad de diferentes zonas urbanas en función de sus peligros y vulnerabilidad ante terremotos. Aunque trabajos recientes proponen una gran variedad de indicadores para medir la ERA relacionados con la demografía, dimensiones ambientales, físicas y económicas de una ciudad. (González et al., 2018).

Las recomendaciones dependen de la metodología y las diferentes escalas del estudio. (Zhou et al., 2010).

Karimzadeh et al., (2017) utilizaron un mapa de condiciones del sitio híbrido basado en SIG para evaluar la construcción de terremotos y de daños en Irán. Identificaron un modelo híbrido (el modelo Karmania Hazard) utilizando el único parámetro de velocidad de onda sísmica. Para los 30 m superiores (V_{s30}) esto da una mejor estimación que un modelo basado en la topografía.

Nuevos enfoques basados en SIG para el modelado de zonas dañadas por terremotos utilizando datos de sensores remotos por satélite y DEM.

VI. CONCLUSIONES

- La población, no posee percepción del riesgo ante eventos naturales adversos como son los sismos y donde se menciona que no han tenido capacitación u orientación ante las condiciones de vulnerabilidad de sus viviendas para actuar, ante una probable ocurrencia. Asimismo, el 27,1% de las personas consideraron que deben evacuarse frente a un sismo entre 5 a 10 minutos y ello indicó, falta de conocimientos ante la respuesta rápida para prevenir el riesgo ante un evento sísmico.
- Las condiciones de construcción técnica de las viviendas, no cumplen con los requerimientos de resistencia ante la probable ocurrencia de un evento natural adverso como los sismos. Aunque los daños causados en derrumbes fueron cuantificados debe señalarse la gran preocupación por el incremento de construcción de viviendas en las mismas condiciones y que las hacen vulnerables. El 57,8% consideró que se evacuaría ante un evento sísmico mientras que, el 42,2% refirió como mejor respuesta el resguardo en casa, pero que no se contó con la debida señalización al interior y menos, un adecuado plan de evacuación para su prevención.
- El riesgo de las condiciones socioambientales por eventos naturales adversos como los sismos teniendo en cuenta la percepción del riesgo y las condiciones de vulnerabilidad de las viviendas hace que la probabilidad de los daños y sus consecuencias puedan repetirse. El 53,7% mostró pocas acciones de prevención ante un sismo lo cual indicó, poca capacitación con relación a los planes de contingencia u otras actividades de prevención de desastres.

VII. RECOMENDACIONES

- Capacitar a la población residente ante las probables consecuencias de los eventos adversos naturales como sismos donde se promuevan acciones específicas que permitan fortalecer, las actitudes y acciones de respuestas inmediatas para salvaguardar la vida humana.
- Inspeccionar durante la ejecución constructiva de las viviendas su grado de vulnerabilidad ante los eventos adversos naturales como los sismos. Asimismo, se necesitan programaciones sistemáticas de simulacros que incentiven a mantener las alertas en cualquier ocasión donde se requiere mostrar la prevención.
- Considerar para la construcción de las viviendas, el tipo de suelo y la calidad de los materiales. De igual modo, que se elabore, socialice y difunda sistemáticamente los planes de emergencia y capacitación para la población donde se implemente la señalética de emergencia, los puntos seguros de encuentro, botiquín de primeros auxilios y una mochila en caso de sismos para los hogares dentro de los planes de contingencia en las viviendas.

VIII. REFERENCIAS

- Ahumada, A., Altunkaynak, A. y Ayoub, A. (2015). Fuzzy logic-based attenuation relationships of 946 strong motion earthquake records. *Expert Syst. Appl*, 42(3), 1287-1297. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2014.09.035>
- Ainuddin, S., Routray, J.K. y Ainuddin, S. (2014). People's risk perception earthquake prone Quetta city of Baluchistan. *Int. J. Disaster Risk Reduct*, 7, 165-175. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2013.10.006>
- Akhoondzadeh, M., De Santis, A., Marchetti, D., Piscini, A. y Jin, S. (2019). Anomalous seismo-LAI variations potentially associated with the 2017 Mw = 7.3 Sarpol-e Zahab (Iran) earthquake from Swarm satellites, GPS-TEC and climatological data. *Advances in Space Research*, 64, 143-158. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.03.020>
- Alizadeh, M., Hashim, M., Alizadeh, E., Shahabi, H., Karami, M., Beiranvand, P., Pradhan, B. y Zabihi, H. (2018). Multi-criteria decision making (MCDM) model for seismic vulnerability assessment (SVA) of urban residential buildings. ISPRS. *Int. J. Geo-Inf*, 7, 444. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi7110444>
- Allin, C. (1968). Engineering Seismic Risk Analysis. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 58(5), 1538-1606. <https://doi.org/10.1785/BSSA0580051583>
- Bahadori, H., Hasheminezhad, A. y Karimi, A. (2017). Development of an integrated model for seismic vulnerability assessment of residential buildings: Application to Mahabad City. *Iran. J. Build. Eng*, 12, 118-131. <https://doi.org/10.1016/j.job.2017.05.014>
- Barua, U., Islam, I. y Ahmed, A. (2020). Integration of earthquake risk- sensitivity into landuse planning: An approach for a local level area at development phase. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 1-28. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101836>

- Bathrellos, D., George, D. y Skilodimou, H. (2019). Land use planning for natural. *Hazards Land*, 8, 128. <https://doi.org/10.3390/land8090128>
- Bilham, R. (2009). The seismic future of cities. *Bull. Earthq. Eng*, 7, 839–887. <https://doi.org/10.1007/s10518-009-9147-0>
- Bodoque, J., Díez, H., Amerigo, M., García, J. y Olcina, J. (2019). Enhancing flash flood risk perception and awareness of mitigation actions through risk communication: a pre-post survey design. *J. Hydrol*, 568, 769-779. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.007>
- Bohórquez, T. y Enrique, J. (2011). Desarrollo y gestión social del riesgo: ¿una contradicción histórica? *Revista de Geografía Norte Grande*, 48, 133-157. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022011000100008>
- Bronfman, N. y Cifuentes, L. (2003). Risk perception in a developing country: the case of Chile. *Risk Anal*, 23(6), 1271.1285. <https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2003.00400.x>
- Burgos, C. (2017). *Conocimientos sobre prevención en desastres de origen sísmico, en estudiantes de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNMSM*. [Tesis para optar por el Título de Especialista en Enfermería en Emergencias y Desastres, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6858>
- Castillo, A. y Alva, H. (6 de octubre de 1993). Peligro sísmico en el Perú. [Ponencia]. VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Lima, Perú. http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis15_a.pdf
- Chávez, O. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida*. [Tesis de Maestría en Ingeniería Estructural, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Institucional EPN.

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16537>

Cid, O., Castro, C. y Rugiero de Souza, V. (2012). Percepción del riesgo en relación con capacidades de autoprotección y autogestión, como elementos relevantes en la reducción de la vulnerabilidad en la ciudad de La Serena. *Revista INVI*, 27(75), 105-142.

<https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/62374>

Córdova, M. y Bravo J. (2015). *Conocimientos de los estudiantes de cuarto año de la escuela de enfermería sobre prevención ante desastres naturales (sismos – terremotos)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil]. Repositorio Institucional UG.

<http://repositorio.ug.edu.ec>

Covello, V. (2010). *Strategies for overcoming challenges to effective risk communication*. In: Heath, R.L., O'Hare, H.D. (1ªed.). Routledge

Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>

Davidson, R. y Shah, H. (1997). A multidisciplinary urban earthquake disaster risk index, *Earthq. Spectra*, 13(2), 211-223. <https://doi.org/10.1193%2F1.1585942>

De Pascale, F., Bernardo, M., Muto, F., Di Matteo, D. y Dattilo, V. (2017). Resilience and seismic risk perception at school: a geoethical experiment in Aiello Calabro, southern Italy. *Nat. Hazards*, 86(2), 569-586. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2696-z>

Del Risco, M. y Durand, A. (2018). *Capacidad de respuesta de la brigada de emergencia frente aun desastre natural – simulacro- en el “Centro de Salud Materno Infantil Márquez” – Callao*. [Tesis de Especialista en Enfermería en Emergencias y Desastres, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH.

<https://hdl.handle.net/20.500.12866/4346>

- Doyle, E., McClure, J., Potter, S., Becker, J., Johnston, D., Lindell, M. y Coomer, M. (2018). Motivations to prepare after the 2013 Cook Strait earthquake, NZ. *Int. J. Disaster Risk Reduct.*, 31, 637-649. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.07.008>
- The Emergency Events Database [EM-DAT]. (12 de septiembre de 2021). The Emergency Events Database - Université Catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir, 2019. www.emdat.be
- England, P. y Jackson, J. (2011). Uncharted seismic risk. *Commentary Nat. Geosci.*, 4, 348-349. <https://doi.org/10.1038/ngeo1168>
- Erdik, M. y Durukal, E. (2008). Earthquake risk and its mitigation in Istanbul. *Nat. Hazards*, 44, 181-197. <https://doi.org/10.1007/s11069-007-9110-9>
- Finnis, K., Standring, S., Johnston, D. y Ronan, K. (2004). Children's understanding of natural hazards in Christchurch, New Zealand. *Aust. J. Emerg. Manag.*, 19(2), Pp. 11. <https://ajem.infoservices.com.au/items/AJEM-19-02-04>
- Fu, B., Lei, X., Hessami, K., Ninomiya, Y., Azuma, T. y Kondo, H. (2007). A new fault rupture scenario for the 2003 Mw 6.6 Bam earthquake, SE Iran: Insights from the high-resolution QuickBird imagery and field observations. *J. Geodyn.*, 44(3), 160-172. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2007.02.002>
- Ghassemi, M. (2016). Surface ruptures of the Iranian earthquakes 1900–2014: Insights for earthquake fault rupture hazards and empirical relationships. *Earth-Science Reviews*, 156, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.03.001>
- Golshani, N., Shabanpour, R., Mohammadian, A., Auld, J. y Ley, H. (2019). Evacuation decision behavior for no-notice emergency events. *Transport. Res. Part D-Transp. Environ.*, 77(364377). <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.01.025>

- González, D., Monsalve, M., Moris, R. y Herrera, C. (2018). Risk and Resilience Monitor: Development of multiscale and multilevel indicators for disaster risk management for the communes and urban areas of Chile. *Appl. Geogr*, 94, 262-271.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.03.004>
- Han, Z.; Wang, L. y Cui, K. (2020). Trust in stakeholders and social support: risk perception and preparedness by the Wenchuan earthquake survivors. *Environ. Hazards*, 20(2), 132-145.
<https://doi.org/10.1080/17477891.2020.1725410>
- Hassanzadeh, R. (2019). Earthquake population loss estimation using spatial modelling and survey data: The Bam earthquake, 2003, Iran. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 116, 421-435. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.09.023>
- Hooshangi, N. y Alesheikh, A. (2018). Developing an Agent-Based Simulation System for Post Earthquake Operations in Uncertainty Conditions: A Proposed Method for Collaboration among Agents. *ISPRS Int. J. Geo-Inf*, 7, Pp. 27. <https://doi.org/10.3390/ijgi7010027>
- Huang, S., Lindell, M. y Prater, C. (2017). Multistage model of hurricane evacuation decision: empirical study of Hurricanes Katrina and Rita. *Nat. Hazard. Rev*, 18(3), Pp. 15.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000237](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000237)
- Hyogo, F. (2005). *Framework for Action, Hyogo Framework for Action (2005-2015)*. Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters.
www.unisdr.org/we/coordinate/hfa
- Idriss, M. (1985). Evaluating Seismic Risk in Engineering Practice. ICSMFE.
- Isacks, B., Oliver, J. y Sykes L.R. (1968). Seismology and Global Tectonics. *Journal of Geophysical Research*, 73(18), 5855-5899. <https://doi.org/10.1029/JB073i018p05855>
- Jaramillo, N., Carreño, M. y Lantada, N. (2016). Evaluation of social context integrated into the

- study 1278 of seismic risk for urban áreas. *Int. J. Disaster Risk Reduct*, 17, 185-198.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.05.002>
- Kang, H. y Kim, Y. (2016). The physical vulnerability of different types of building structure to debris flow events. *Natural Hazards*, 80, 1475-1493. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-2032-z>
- Karimzadeh, S., Feizizadeh, B. y Matsuoka, M. (2017). From a GIS-based hybrid site condition map to an earthquake damage assessment in Iran: Methods and trends. *Int. J. Disaster Risk Reduct*, 22, 23-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.02.016>
- Karpowicz, L. (1993). MulletSocietal risk as seen by the French public. *Risk Anal*, 13, 253-258.
<https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1993.tb01076.x>
- Kasperson, R., Renn, O., Slovic, P. y Brown, H., Emel, J., Goble, R. Ksperson, J. y Ratik, S. (2000). The social implication of risk: a conceptual framework.(1^a ed.). Routledge
[https://www.academia.edu/20852671/The Social Amplification of Risk A Conceptual Framework](https://www.academia.edu/20852671/The_Social_Amplification_of_Risk_A_Conceptual_Framework)
- Liang, G. y Zhou, N. (2016). Background and reflections on Gorkha earthquake of April 25, 2015. *Nat. Hazards*, 81(2), 1385-1392. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-2127-6>
- Liao, S. (2005). Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert Syst. Appl*, 28, 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2004.08.003>
- Lindell, M., Prater, C., Gregg, C., Apatu, E., Huang, S. y Wu, H. (2015). Households' immediate responses to the 2009 American Samoa Earthquake and Tsunami. *Int. J. Disaster Risk Reduct*, 12, 328-340. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.03.003>
- Mardones, M. y Vidal, C. (2001). La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción.

EURE (Santiago), 27(81), 97-122. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612001008100006>

Margaret, K. y Wendy, S. (2019). Gaining public input on natural hazard risk and land-use planning, *Disaster Prev. Manag. Int. J.*, 28, 228-244. <https://doi.org/10.1108/DPM-04-2018-0134>

Medina, M. (2013). *Identificación de amenazas, gestión de riesgos y propuesta de un plan operacional para enfrentar emergencias o desastres en el Comando General de la Fuerza Aérea Ecuatoriana* [Tesina de pregrado, Instituto de Alto Estudios Nacionales del Ecuador]. Repositorio Institucional IAENE.
<https://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/3817>

Miceli, R., Sotgiu, I. y Settanni, M. (2008). Disaster preparedness and perception of flood risk: a study in an alpine valley in Italy. *J. Environ. Psychol.*, 28(2), 164-173.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.10.006>

Mutch, C. (2014). The role of schools in disaster preparedness, response and recovery: what can we learn from the literature? *Pastor. Care Educ.*; 32(1), 5-22.
<https://doi.org/10.1080/02643944.2014.880123>

Najafi, M., Khankeh, H., Elmi, N. y Pourvakhshoori, N. (2018). Pourvakhshoori, Behavioral, normative and control beliefs about earthquake preparedness: a deductive content analysis study. *PloS Currents*, 10, 1-5.
<https://doi.org/10.1371/journal.pcurrents.dis.20fbad29d53fb164ac2699dc2736d804>

Ningthoujam, M. y Nanda, R. (2018). A GIS system integrated with earthquake vulnerability assessment of RC building. *Structures*, 15, 329-340.
<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2018.07.013>

- Payta, A., Cristóbal, E. y Silva, J. (2019). *Conocimiento y actitudes frente a un sismo de gran magnitud con víctimas en masa en enfermeros (as) del hospital de Pampas Tayacaja Huancavelica 2019*. [Tesis de Segunda Especialidad Profesional en Enfermería en Emergencia y Desastres, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio Institucional UNC. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/4457>
- Pérez, C. (2015). Desastres climáticos: anticiparse para reducir el riesgo: Conocer los índices de amenazas y de vulnerabilidad de las regiones minimiza el impacto de los fenómenos meteorológicos, cada vez más frecuentes, que perjudican en mayor medida a los sectores más endebles. Estrategias de resiliencia. *RIA*, 41(3), 230-234.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142015000300002
- Pnevmatikos, N., Konstandakopoulou, F. y Koumoutsos, N. (2020). Seismic vulnerability assessment and loss estimation in Cephalonia and Ithaca islands, Greece, due to earthquake events: A case study. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 136, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106252>
- Ramakrishnan, D., Singh, T., Purwar, N., Barde, K., Gulati, A., Gupta, S. (2008). Artificial neural network and liquefaction susceptibility assessment: A case study using the 2001 Bhuj earthquake data, Gujarat, India. *Computational Geoscience*, 12, 491–501.
<https://doi.org/10.1007/s10596-008-9088-8>
- Ranjbar, H. y Nekooie, M. (2018). An improved hierarchical fuzzy TOPSIS approach to identify endangered earthquake-induced buildings. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 76, 21–39. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2018.08.007>
- Robinson, T., Rosser, N., Densmore, A., Oven, K., Shrestha, S. y Guragain, R. (2018). Use of scenario ensembles for deriving seismic risk. *Proceedings of the National Academy of*

- Sciences*, 115(41), 9532-9541. <https://doi.org/10.1073/pnas.1807433115>
- Rohrmann B. (1994). Risk perception of different societal groups: Australian findings and cross-national comparison. *Aust. J. Psychol*, 46, 150-163.
<https://doi.org/10.1080/00049539408259490>
- Rojas, V. y Martínez, R. (2011). Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. *Revista Universitaria de Geografía*, 20(1), 83-116.
- Rosales, A. (2015). *Conocimientos y actitudes del personal de emergencia sobre las medidas de acción ante un desastre por sismo - Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión Callao – 2015*. [Tesis de Segunda Especialidad de Emergencia y Desastres, Universidad Autónoma de Ica]. Repositorio Institucional UAI.
<http://repositorio.autonomadeica.edu.pe/handle/autonomadeica/34>
- Sadri, A., Ukkusuri, S., Murray, T. y Gladwin, H. (2014). Analysis of hurricane evacuee mode choice behavior. *Transport. Res. Part C-Emerg. Technol*, 48, 37-46.
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2014.08.008>
- Sairitupa, J., Tirado, R. y Vergara, A. (2017). *Conocimientos y actitudes del personal de enfermería de emergencia sobre medidas de acción durante la respuesta ante un sismo*. [Tesis de Especialista en Enfermería en Emergencias y Desastres, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH.
<https://hdl.handle.net/20.500.12866/3871>
- Sánchez, G. y Egea, J. (2011). Enfoque de vulnerabilidad social para investigar las desventajas socioambientales: Su aplicación en el estudio de los adultos mayores. *Papeles de Población*, 17(69), 151-185. <https://www.scielo.org.mx/pdf/pp/v17n69/v17n69a6.pdf>
- Santos, R., Santos, R., Gouzeva, T. y Velazquez, M. (2017). Schoolchildren's earthquake

- knowledge, preparedness, and risk perception of a seismic-prone region of Mexico. *Hum. Ecol. Risk Assess*, 23(3), 494-507. <https://doi.org/10.1080/10807039.2016.1188368>
- Sendai, F. (2021). Framework for Disaster Risk Reduction, The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction. UNITED NATIONS
https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframefordrren.pdf
- Shuai, Z., Can, L., Limin, Z., Ming, P., Liangtong, Z. y Qiang, X. (2020). Quantification of human vulnerability to earthquake-induced landslides using Bayesian network. *Engineering Geology*, 265, 1-58. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.105436>
- Silgado, E. (1978). Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú 1513-1974. Geodinámica e Ingeniería Geológica.
https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/251/2/C-003-Boletin-Historia_sismos_mas_notables_Peru.pdf
- Sjoberg, L. (2000). Factors in risk perception, *Risk Anal*, 20(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1111/0272-4332.00001>
- Skilodimou, H., Bathrellos, G., Chousianitis, K., Youssef, A. y Pradhan, B. (2019). Multi-hazard assessment modeling via multi-criteria analysis and GIS: A case study. *Environ. Earth Sci*, 78(2), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-8003-4>
- Slovic, P. (1987). Perception of risk. *Science*, 236, 280-285.
<https://doi.org/10.1126/science.3563507>
- Soares, D. y Muremdatillo, L. (2013). Gestión de riesgo de desastres, género y cambio climático. Percepciones sociales en Yucatán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(72), 181-199. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr10-72.grdg>
- Tanner, T. (2010). Shifting the narrative: child-led responses to climate change and disasters in

- El Salvador and the Philippines. *Child. Soc*, 24(4), 339-351.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1099-0860.2010.00316.x>
- Tavera, H., Bernal, I. y Salas, H. (2007). El Sismo de Pisco del 15 de agosto, 2007 (7.9Mw) Departamento de Ica – Perú. Informe Preliminar. <https://www.eeri.org/wp-content/uploads/Pisco150807.pdf>
- Taylor, H. y Peace, R. (2015). Children and cultural influences in a natural disaster: flood response in Surakarta, Indonesia. *Int. J. Disaster Risk Reduct*, 13, 76-84.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.04.001>
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas [UNDESA] (2015). World Urbanization Prospects: the 2014 Revision United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division, ST/ESA/SER.A/352, NewYork.
<https://population.un.org/wup/publications/files/wup2014-report.pdf>.
- U.S. Geological Survey [USGS] (2019). Earthquakes with 50,000 or More Deaths.
https://web.archive.org/web/20130507101448/http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/most_destructive.php
- Valverde, T. (2017). *Conocimiento de los estudiantes de la Escuela Técnico Superior PNP La Unión de Piura sobre prevención y atención de desastres: sismos*. [Tesis de Segunda Especialidad, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional USP.
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5323>
- Vásquez, V. (2018). *Conocimiento sobre el plan de contingencia de desastre por sismo del personal de salud que labora en el Centro Clínico Zarate, 2017*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV.
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2637>

- Vicente, R., Ferreira, T., Maio, R. y Koch, H. (2014). Awareness, perception and communication of earthquake risk in Portugal: public survey. *Procedia Econ. Finan*, 18, 271-278.
[https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00940-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00940-X)
- Vicente, R., Parodi, S., Lagomarsino, S., Varum, H. y Silva, J. (2011). Seismic vulnerability and risk assessment: Case study of the historic city centre of Coimbra, Portugal. *Bull. Earthq. Eng*, 9, 1067-1096. <http://dx.doi.org/10.1007/s10518-010-9233-3>
- Vila, B. (2019). *Conocimiento local ante el riesgo sísmico en el departamento de Maipú: implicancias ambientales y territoriales*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Quilmes]. Repositorio Institucional UNQ.
<http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/987>
- Wyss, M. (2018). Rural populations suffer most in great earthquakes. *Seismol Res. Lett*, 89(6), 1991–1997. <https://doi.org/10.1785/0220180236>
- Xu, C. (2015). Preparation of earthquake-triggered landslide inventory maps using remote sensing 1672 and GIS technologies: Principles and case studies. *Geoscience Frontiers*, 6(6), 825– 836. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.gsf.2014.03.004>
- Yasuda, M., Muramoto, T. y Nouchi, R. (2018). Assessment of educational methods for improving children's awareness of tsunamis and other natural disasters: focusing on changes in awareness and regional characteristics in Japan. *Geosciences*, 8(2), 47.
<https://doi.org/10.3390/geosciences8020047>
- Zahran, S., Peek, L. y Brody, S.D. (2008). Youth mortality by forces of nature, *Child. Youth Environ*, 18(1), 371-388. <https://www.iaem.org/portals/25/documents/Youth-Mortality-by-Forces-of-Nature-2008.pdf>
- Zhang, W.; Xu, X. y Chen, X. (2017). Social vulnerability assessment of earthquake disaster

based on the catastrophe progression method: A Sichuan Province case study. *Int. J. Disaster Risk Reduct*, 24, 361-372. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.06.022>

Zhou, H., Wang, J., Wan, J. y Jia, H. (2010). Resilience to natural hazards: a geographic perspective. *Natural Hazards*, 53, 21-41. <https://doi.org/10.1007/s11069-009-9407-y>

IX. ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA

ANEXO B: MATRIZ DE CONSISTENCIA

La prevención de desastres de origen sísmico causa daños materiales y pérdidas de vidas humanas de manera que, se requiere desde un plan de contingencia, conocer el nivel de conocimiento de la población para la consideración sobre medidas de seguridad.

Se agradece la participación donde las respuestas tienen un carácter anónimo.

1. ¿Cómo valora la vulnerabilidad socioambiental ante la aparición de un evento adverso natural como los sismos?

Muy alta ___ baja ___ muy baja ___

2. ¿Cómo considera la responsabilidad social-ambiental de los tomadores de decisiones ante la aparición de un evento adverso natural como los sismos?

Muy alta ___ baja ___ muy baja ___

3. ¿La información de la estación de monitoreo y registro es segura ante la aparición de un evento adverso natural como los sismos?

Muy alta ___ baja ___ muy baja ___

4. ¿Cómo es la valoración sobre el resguardo en casa ante la aparición de un evento adverso natural como los sismos?

Muy alta ___ baja ___ muy baja ___

5. ¿Cómo es la información por las autoridades locales ante la aparición de un evento adverso natural como los sismos?

Muy alta ___ baja ___ muy baja ___

6. ¿Cómo valora las acciones de los programas de prevención ante eventos naturales adversos como los sismos?

Muy alta ___ baja ___ muy baja ___

Gracias.

Planteamiento del problema	Objetivo	Variable	Indicadores	Métodos
<p><u>General</u> ¿Cuál es el nivel de conocimiento y de respuesta de la población según el riesgo por sismos en el departamento de Ica?</p> <p><u>Específicos</u> 1. ¿Cuál es el nivel de conocimiento y de respuesta de la población ante el riesgo por sismos en el departamento de Ica? 2. ¿Cuál es el nivel de conocimiento y de respuesta de la población durante el riesgo por sismos en el departamento de Ica? ¿Cuál es el nivel de conocimiento y de respuesta de la población después el riesgo por sismos en el departamento de Ica?</p>	<p><u>General</u> Describir el nivel de conocimiento y de respuesta de la población según el riesgo por sismos en el departamento de Ica.</p> <p><u>Específicos</u> 1. Determinar el conocimiento y la capacidad de respuesta sobre las medidas de acción antes del sismo en el departamento de Ica 2. Determinar el conocimiento y la capacidad de respuesta sobre las medidas de acción durante el sismo en el departamento de Ica. 3. Determinar el conocimiento y la capacidad de respuesta sobre las medidas de acción después del sismo en el departamento de Ica</p>	<p>Nivel de conocimiento y de respuesta de la población ante el riesgo por sismos</p>	<p>Ciclo de desastres Acciones de mitigación Vulnerabilidad de infraestructuras Acciones de imprudencias Respuestas de evaluación Respeto a las autoridades competentes</p>	<p>Escala de valoración Likert Estadígrafo de tendencia relativa: porcentaje</p>