

2025

EVALUACIÓN DE RIESGO POR SISMO DE LA LOTIZACIÓN DENOMINADA “URB. EL ÁNGEL” DEL DISTRITO DE SAN LUIS, PROVINCIA DE CAÑETE Y DEPARTAMENTO DE LIMA



ING JESÚS VICENTE HUAPAYA ÁVILA
R.J N° 105-2018-CENEPRED/J



EVALUACIÓN DE RIESGO POR SISMO DE LA LOTIZACIÓN DENOMINADA “URB. EL ÁNGEL” DEL DISTRITO DE SAN LUIS, PROVINCIA DE CAÑETE Y DEPARTAMENTO DE LIMA

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
I. ASPECTOS GENERALES	5
1.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.3 IMPORTANCIA	5
1.4 ANTECEDENTES	5
1.5 MARCO NORMATIVO	7
I. SITUACIÓN GENERAL	8
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	8
1.2 VIAS DE ACCESO.....	10
1.2.1 ACCESIBILIDAD	10
1.3 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR.....	11
1.3.1 TOPOGRAFÍA.....	11
1.3.2 GEOLOGÍA	13
1.3.3 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS	15
1.3.4 PENDIENTES	18
II. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....	20
2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS	20
2.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO POR SISMOS.....	23
2.2.1 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO	23
2.2.2 METODOLOGÍA	31
2.2.2.1 Recopilación y análisis de información	32
2.2.2.2 Identificación del peligro.....	32
2.2.3 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	33
2.2.4 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO	35
2.2.5 ESCENARIO DE RIESGO	39
2.2.6 NIVELES DE PELIGRO	40
2.2.7 MAPA DE PELIGRO POR SISMO.....	43
2.2.8 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS EXPUESTOS	44
III. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	45
3.1 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	45
3.1.1 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	45
3.1.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	49
3.1.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	54
3.1.4 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD	58
3.2 NIVELES DE VULNERABILIDAD	59
3.3 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	60
3.4 MAPA DE VULNERABILIDAD	61
IV. CÁLCULO DE RIESGO	62
4.1 METODOLOGÍA	62
4.2 NIVELES DE RIESGO POR SISMO	63
4.3 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR SISMO	64
4.4 MAPA DE RIESGO POR SISMO	65
V. CONTROL DEL RIESGO	66

5.1	ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO	66
CONCLUSIONES		68
RECOMENDACIONES.....		68
BIBLIOGRAFÍA.....		69
LISTA DE TABLAS		70
LISTA DE IMÁGENES		72
LISTA DE MAPAS.....		72
LISTA DE GRÁFICOS.....		72
REGISTRO FOTOGRÁFICO.....		73

PRESENTACIÓN

El presente informe de Evaluación del Riesgo analiza el impacto que un sismo de gran magnitud podría generar en el terreno de la lotización denominada "Urb. El Ángel" del distrito de San Luis, provincia de Cañete en el departamento de Lima.

Los desastres ocurren principalmente debido a la falta de medidas y acciones para reducir el riesgo, las cuales son fundamentales para garantizar condiciones de seguridad ante la ocurrencia de una amenaza o peligro. Como consecuencia, su implementación permite minimizar los daños a la población, sus medios de vida y el entorno. En este contexto, el presente informe presenta un conjunto de medidas de prevención y reducción del riesgo ante sismos para el área de la lotización denominada "Urb. El Ángel".

En el presente informe se aplica la metodología del "Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión, del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED aprobado mediante Resolución Jefatural N° 112-2014-CENEPRED/J.

En el primer capítulo del informe, se desarrolla los aspectos generales, entre los que se destaca los objetivos, tanto el general como los específicos, la justificación que motiva la elaboración de la Evaluación del Riesgo del área de estudio correspondiente a la lotización "Urb. El Ángel".

En el segundo capítulo, se describe las características generales del área de estudio, como ubicación geográfica, vías de accesos y características físicas.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro, en el cual se identifica su área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de sus niveles, representándose en el mapa de peligro.

El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus dimensiones social, económico y ambiental. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores: exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en el mapa respectivo.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite determinar el nivel del riesgo por sismos del área del proyecto y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad.

Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo por Sismo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo.

I. ASPECTOS GENERALES

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel de riesgo ante sismos de la lotización "Urb. El Ángel" ubicado en el distrito de San Luis, provincia de Cañete y departamento de Lima.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar, caracterizar y determinar los niveles de peligro, y elaborar el mapa de peligro del área en donde se ubica el área de estudio.
- Identificar, analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad y elaborar el mapa de vulnerabilidad de los elementos expuestos en el área de estudio.
- Establecer los niveles del riesgo y elaborar el mapa de riesgos del área de estudio.
- Determinar el nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.
- Recomendar la evaluación de las medidas de prevención y/o reducción de riesgos correspondientes, relacionados a aminorar los impactos de probables escenarios de riesgo recurrentes de origen natural.

1.3 IMPORTANCIA

- Permite adoptar medidas preventivas y de mitigación/reducción del riesgo de desastres, parámetros fundamentales en la Gestión de los Desastres, a partir de la identificación de peligros de origen natural y antrópicos, del análisis de la vulnerabilidad y el cálculo de riesgo.
- Proporciona una base para la planificación de las medidas de prevención específica, reduciendo la vulnerabilidad y en consecuencia el riesgo.
- Constituye un elemento de juicio fundamental para el diseño y adopción de medidas de prevención específica, como la preparación/educación de la población para una respuesta adecuada durante una emergencia y crear una cultura de prevención.
- Permite racionalizar los potenciales humanos y los recursos financieros, en la prevención y atención de los desastres.
- Constituye una garantía para la inversión en los casos de proyectos específicos de desarrollo.

1.4 ANTECEDENTES

REGISTRO DE ESTUDIOS EN EL ÁREA

Se realizó la búsqueda en la plataforma del SIGRID (Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres) administrada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED, no encontrándose estudios de Evaluación de Riesgo del área en específico en donde se ubica el área de estudio correspondiente a la lotización "Urb. El Ángel" del distrito de San Luis, provincia de Cañete del departamento de Lima.

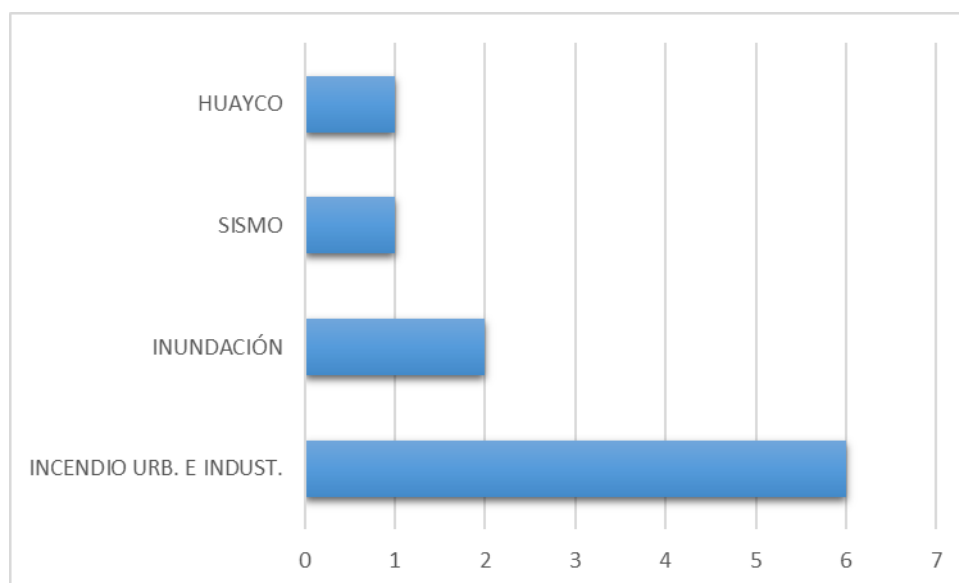
En cuanto los antecedentes referidos a la ocurrencia de emergencias o desastres en el distrito de San Luis de acuerdo al INDECI en el periodo 2003 al 2023 se han registrado un total de 10 reportes de emergencia registrados en el SINPAD, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 1. Registro de Emergencias en el SINPAD 2003 - 2023

TIPO DE PELIGRO	NRO DE REPORTES
INCENDIO URB. E INDUST.	6
SISMO	1
INUNDACIÓN	2
HUAYCO	1
Total	10

Fuente: SINPAD – COEN – INDECI

Gráfico 1. Registro de Emergencias en el SINPAD 2003 - 2023



Fuente: SINPAD – COEN – INDECI

Como se observa en el gráfico y tabla anteriores, el peligro más recurrente en el ámbito del distrito de San Luis con 10 reportes corresponde al de incendio urbano (peligro originado por la acción humana), en cuanto los peligros originados por fenómenos de origen natural encontramos como el más recurrente al peligro de inundaciones con 2 reportes, seguido por los peligros ante sismos y huaycos con 1 reporte.

1.5 MARCO NORMATIVO

Internacional.

- III Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres. Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.
- II Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, 2005, Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y comunidades ante los desastres.
- I Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, Naciones Unidas, 1994. Directrices para la prevención de los desastres naturales, la preparación para casos de desastre y la mitigación.
- Resolución N° 44-236, Asamblea General de las Naciones Unidas, 1989, se estableció el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN).

Nacional.

- Constitución Política del Perú, 1993, artículo N° 44 establece que son deberes primordiales del Estado, entre otros: Defender la soberanía nacional, garantizar la plena vigencia de los derechos humanos y proteger a la población de las amenazas contra su seguridad.
- Política de estado N° 32 del Acuerdo Nacional referido a La Gestión del Riesgo de Desastres.
- Política de estado N° 34 del Acuerdo Nacional referida al Ordenamiento y Gestión Territorial.
- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- Ley N° 30779, Ley que dispone medidas para el fortalecimiento del SINAGERD – Revisión y actualización de Política y operatividad del SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 060-2024-PCM, Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM.
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM, Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM, aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2022-2030.
- Resolución de Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres N° 009-2025-PCM/SGRD, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.

I. SITUACIÓN GENERAL

1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio objeto de la presente evaluación de riesgo corresponde a la lotización denominada "Urb. El Ángel" ubicado en el distrito de San Luis, provincia de Cañete y departamento de Lima.

Distrito : San Luis
Provincia : Cañete
Departamento : Lima

COORDENADAS UTM WGS 84 – ZONA 18 SUR

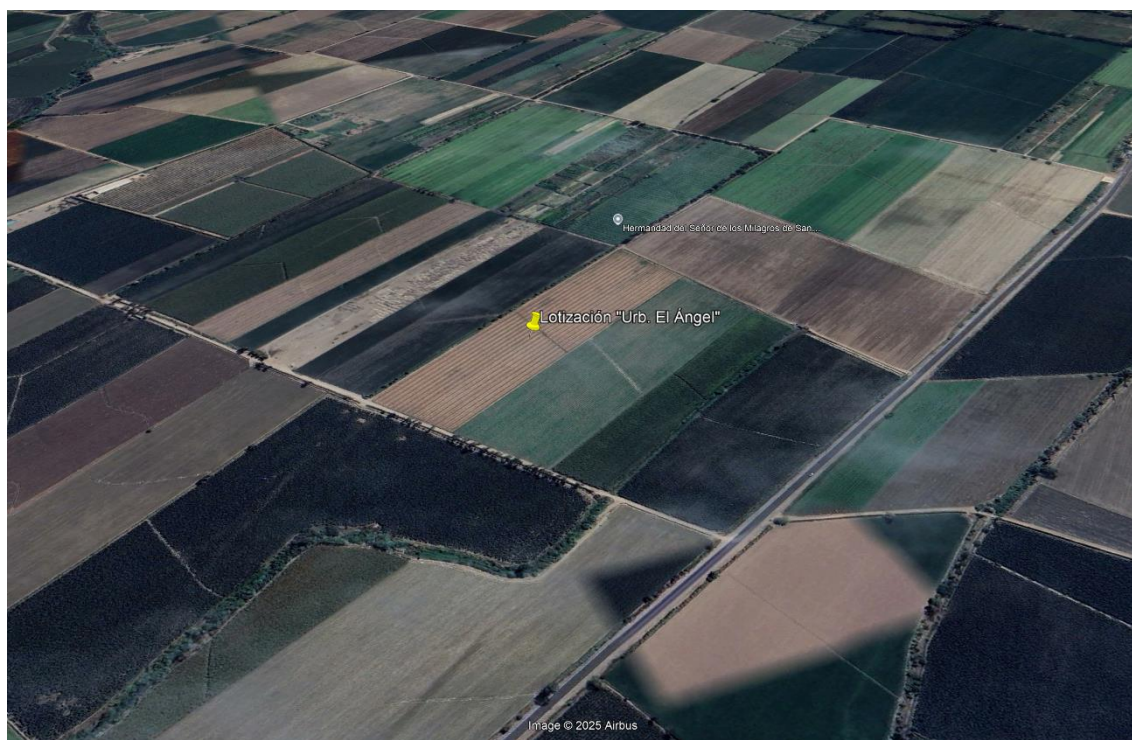
Tabla 2. Coordenadas del centroide de la parcela que conforma el área de estudio

Predio	Coordenadas del Centroides – WGS84 18S	
	Coordenada Este	Coordenada Norte
Lotización denominada "Urb. El Ángel"	346318.03	8556866.80

Extensión y Límites

El área de estudio está conformada por 1 parcela (29999.6775 m² aproximados).

Imagen 1. Ubicación del predio que comprende el área de estudio



Fuente: Elaboración propia

1.2 VIAS DE ACCESO

1.2.1 ACCESIBILIDAD

En la siguiente tabla se detallan los medios de acceso desde la Plaza de Armas de San Luis hasta el área de estudio denominado lotización “Urb. El Ángel”, en promedio el área de estudio se ubica a 2.5 km desde la plaza de Armas de San Luis, el tiempo de recorrido estimado es de 5 minutos aproximados.

Tabla 3. Ruta de Plaza de Armas de San Luis al área de estudio

Tramo (Plaza Armas de San Luis – Área de Estudio)	Medio de Transporte	Longitud	Tipo de Vía	Tiempo
Plaza de Armas de San Luis – Área de estudio	Vehicular	2.5 km aprox	Asfaltada - Afirmada	5 min

Fuente: Elaboración propia

Imagen 2. Ruta desde la Plaza de Armas de San Vicente de Cañete al área de estudio



Fuente: Google Maps

1.3 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR

1.3.1 TOPOGRAFÍA

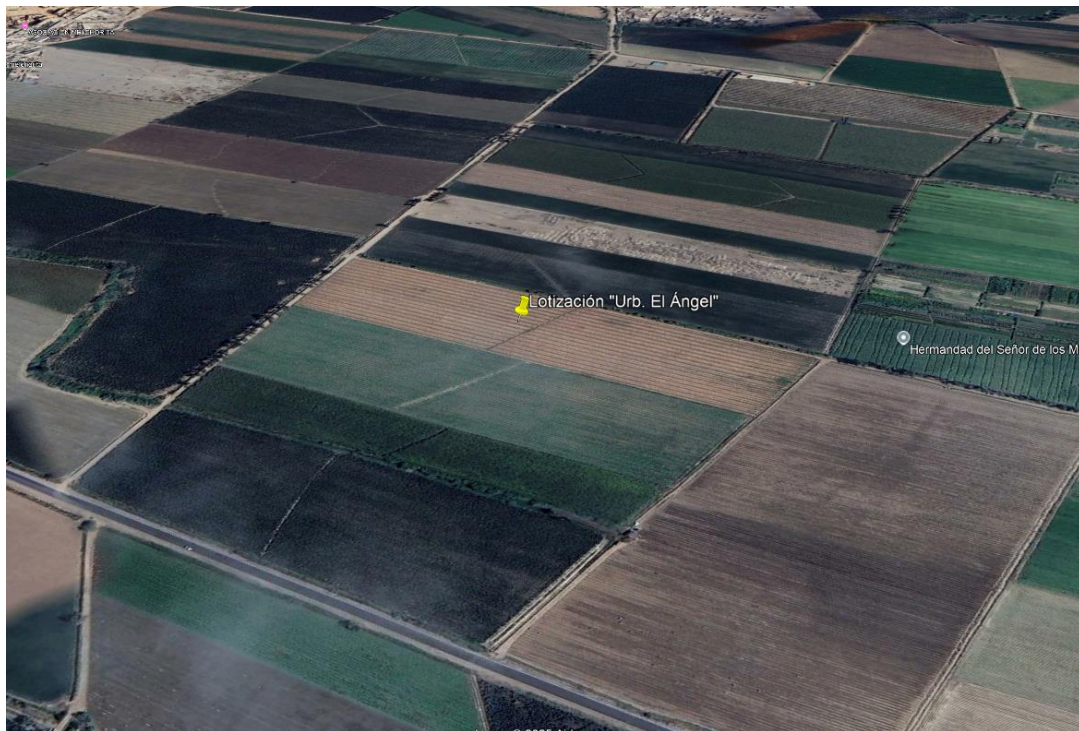
El área en donde se emplazan la lotización denominada "Urb. El Ángel" presenta una topografía plana o llana predominante, ya que se ubica sobre una zona de planicie aluvial.

Fotografía 1. Vista del área de estudio



Fuente: Fotografía propia

Imagen 3. Vista de la topografía del área de estudio



Fuente: Google Earth Pro

1.3.2 GEOLOGÍA

GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo a la carta geológica del cuadrángulo de Chíncha al 50 mil (27k4), el área de estudio se emplaza sobre depósitos aluviales del holoceno conformados principalmente por conglomerados inconsolidados heterogéneos, con grava limos depósito de pie de monte. Por otro lado, se han identificado las siguientes unidades geológicas:

Tabla 4. Unidades Geológicas en el área de estudio

SIMBOLO	UNIDAD GEOLÓGICA	TIPO DE UNIDAD	DESCRIP	EDAD
Qh-al	Depósito aluvial	Sedimento	Conglomerados inconsolidados heterogéneo, con grava limos depósito de pie de monte.	Cuaternario
Qp-cañ/s4	Formación Cañete - Miembro Superior	Sedimentaria	Conglomerados mal clasificados en una matriz areno-limosa.	Cuaternario
Ks-l1-cmz,cmzdi	Súper Unidad Linga	Plutónica	Cuarzomonzonita, cuarzomonzodiorita	Cretácico superior
Nm-pi3	Formación Pisco	Sedimentaria	Areniscas amarillentas y capas delgadas de limolitas arenosas.	Neógeno o Mioceno
PN-c1-mgr	Super Unidad Catahuasi - monzogranito		Monzogranitos gris claros de grano medio a grueso	

Fuente: INGEMMET

1.3.3 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS

Las unidades geomorfológicas que se describen a continuación constituyen unidades de síntesis del relieve, habiéndose utilizado para su identificación el Sistema ITC, que es uno de los más difundidos a nivel mundial. Las categorías utilizadas fueron las siguientes:

Provincia geomorfológica, son las unidades mayores, donde se combinan las asociaciones y complejos de los sistemas y unidades geomorfológicas. Fueron identificadas dos grandes provincias geomorfológicas:

- Cordillera y estribaciones andinas, comprende unidades de origen denudacional que forman parte del sistema de la Cordillera de los Andes, cuyo origen está vinculado al proceso de subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana.
- Planicies costeras y piedemontes, comprende unidades de diversas génesis, principalmente fluvio-aluvial, denudacional, lacustre, marino y eólico; constituyendo complejos paisajes del cuaternario, que dan cuenta de la gran variabilidad climática en el cuaternario y procesos de transgresión y regresión marina.

Sistema geomorfológico, está referido a unidades de paisaje o al desarrollo característico del relieve en un ambiente morfoclimático y/o ecológico específico, determinados principalmente por la génesis y la litología. Se identificaron los siguientes sistemas geomorfológicos:

- Sistema de origen denudacional, está referido a los sistemas geomorfológicos cuyo origen está vinculado a los procesos de denudación del relieve, en este caso, de las vertientes montañosas y colinas que constituyen las estribaciones andinas, tanto procesos ligados a la erosión hídrica, como por procesos gravitacionales.
- Sistema de origen fluvio-aluvial, está referido a las formas de relieve formadas por la acción de los ríos y por flujos torrenciales.
- Sistema de origen marino, constituyen unidades ligadas a procesos de abrasión y depositación marina.
- Sistema de origen eólico, comprende unidades formadas por los procesos de erosión eólica.
- Sistemas poligénicos, comprende unidades de orígenes mixtos. Los sistemas descritos anteriormente comprenden unidades con predominio de un agente genético, en el caso de los sistemas poligénicos es muy difícil especificar el agente predominante. Los principales sistemas poligénicos identificados son: marino-lacustre, marino-aluvial-eólico, eólicodenudacional, antrópico.

Unidad geomorfológica, comprende el último nivel, se refiere a una forma del relieve (morfogenética) o a un complejo homogéneo de formas de relieve, relacionadas con una característica particular del terreno o con un patrón de componentes del terreno. Estas unidades reflejan características externas e internas distintas a aquellas unidades que las rodean (con las que genéticamente están relacionadas) dentro de un sistema geomorfológico.

El área de estudio del presente estudio se emplaza sobre una llanura o planicie aluvial de acuerdo al mapa geomorfológico nacional elaborado por el INGEMMET, las unidades geomorfológicas identificadas además en el área de influencia son las siguientes:

A. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)

El Piedemonte Aluvio-Torrencial (P-at) es una geoforma de transición ubicada en la base de las laderas de las montañas y colinas, y marca la transición hacia la llanura aluvial. Esta unidad se forma por la acumulación de materiales provenientes de procesos denudativos y erosivos que afectan a las geoformas superiores, específicamente por la acción de flujos torrenciales y de detritos. A diferencia de los piedemontes coluvio-deluviales, el componente aluvio-torrencial indica que los procesos de transporte de agua y material grueso son dominantes. Morfológicamente, se presenta como un abanico aluvial con una pendiente media que es mayor a la de la llanura, pero inferior a la de las vertientes de montaña.

B. Llanura o Planicie Aluvial (PI-al)

Una Llanura o Planicie Aluvial (PI-al) corresponde a una geoforma de baja energía, caracterizada por terrenos muy llanos con pendientes que generalmente son inferiores a 5°. Estas planicies se ubican en las partes inferiores de los valles fluviales y su formación está ligada a la depositación de material transportado por los ríos, así como por procesos eólicos en las zonas costeras. Morfológicamente, son superficies casi horizontales o con una inclinación suave, lo que permite la acumulación de depósitos de origen fluvial y aluvial.

En esta unidad geomorfológica se ubica el predio objeto de análisis del presente estudio.

C. Colina y lomada en roca intrusiva (RCL-ri)

Esta unidad geomorfológica se refiere a elevaciones del terreno de altura moderada, generalmente inferior a 100 metros con respecto a su nivel de base local. Se caracterizan por su configuración alargada con cimas amplias y redondeadas. La distinción clave de esta unidad radica en su sustrato, que está compuesto por rocas intrusivas, las cuales se forman a partir del enfriamiento del magma dentro de la corteza terrestre.

D. Colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)

Al igual que la unidad anterior, esta geomorfología comprende elevaciones del terreno de altura y configuración similar, pero su sustrato es fundamentalmente diferente. Está compuesta por rocas sedimentarias clásticas, tales como areniscas, lutitas o conglomerados. Estas rocas, formadas por la compactación y cementación de sedimentos, son intrínsecamente menos resistentes y más vulnerables a los procesos de erosión y meteorización que las rocas ígneas o metamórficas.

E. Montaña en roca volcánica (RM-rv)

Unidad geomorfológica referida a elevaciones del terreno con presencia de laderas de pendientes entre 14° a 50°, en donde afloran rocas volcánicas de tipo derrames lávicos de naturaleza andesítica-dacítica.

1.3.4 PENDIENTES

El área de estudio presenta pendientes planas o llanas de acuerdo al mapa de pendientes generado para el presente estudio. Además, se han identificado las siguientes pendientes en el área de influencia:

- **Pendiente menor a 5°**
Se encuentran en este rango las zonas casi planas, conformadas por terrazas fluviales y en algunos casos los abanicos proluviales, para el caso del área de estudio se conforman por las áreas de depósitos eólicos de arenas predominantes del área.
- **Pendiente entre 5° a 15°**
Se puede observar este rango de pendientes en sectores de la región donde se presentan rocas volcánicas o depósitos aluviales o proluviales que forman grandes conos de deyección.
- **Pendiente entre 15° a 25°**
Este rango de pendiente corresponde a laderas suaves a onduladas, lomadas de afloramientos intrusivos, volcánicos y sedimentarios erosionados.
- **Pendiente entre 25° a 45°**
Se puede observar este tipo de pendiente en laderas conformadas por rocas volcánico-sedimentarias e intrusivas. Las pendientes mayores a 25° favorece la ocurrencia de movimientos en masa como deslizamiento, derrumbes, flujos y otros (Medina y Luque, 2010).
- **Pendiente mayor a 45°**
Se presenta este rango de pendiente en zonas escarpadas que conformadas las laderas de los cerros conformados por rocas volcánico-sedimentarias y también en relieves conformados por rocas intrusivas. Este tipo de pendientes favorece la ocurrencia de movimientos en masa como deslizamiento, derrumbes, flujos y otros (Medina y Luque, 2010).

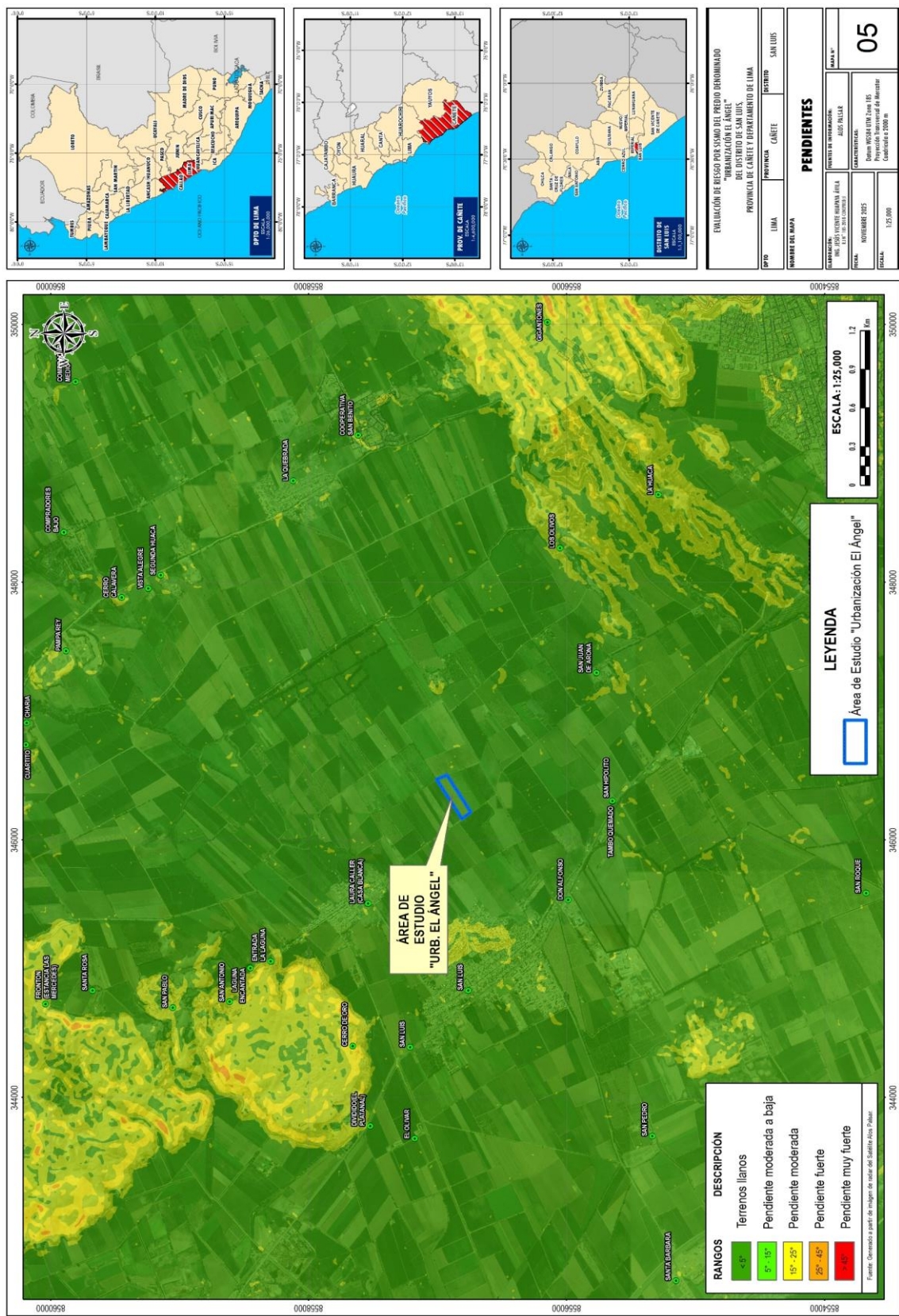
Específicamente el área de estudio, se encuentra emplazada en una superficie con pendientes planas o llanas como se observa en la siguiente imagen.

Imagen 4. Vista de la Topografía del área de análisis



Fuente: Fotografía propia

Mapa 5. Pendientes del área de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de Raster ALOS PALSAR (resolución espacial de 12.5 mts/pix)

II. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

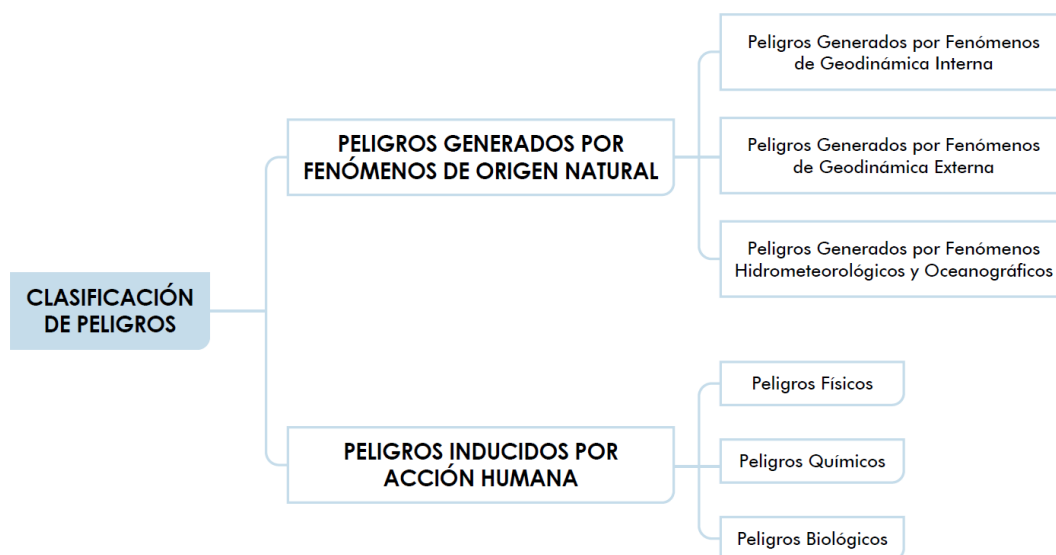
El peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos.

En otros países los documentos técnicos referidos al estudio de los fenómenos de origen natural utilizan el término amenaza, para referirse al peligro.

El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural; y, los inducidos por la acción humana. Para el presente estudio solo se ha considerado los peligros originados por fenómenos de origen natural.

Para el estudio estos fenómenos se han agrupado los peligros de acuerdo a su origen. Esta agrupación nos permite realizar la identificación y caracterización de cada uno de ellos, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 2. Clasificación de los Peligros

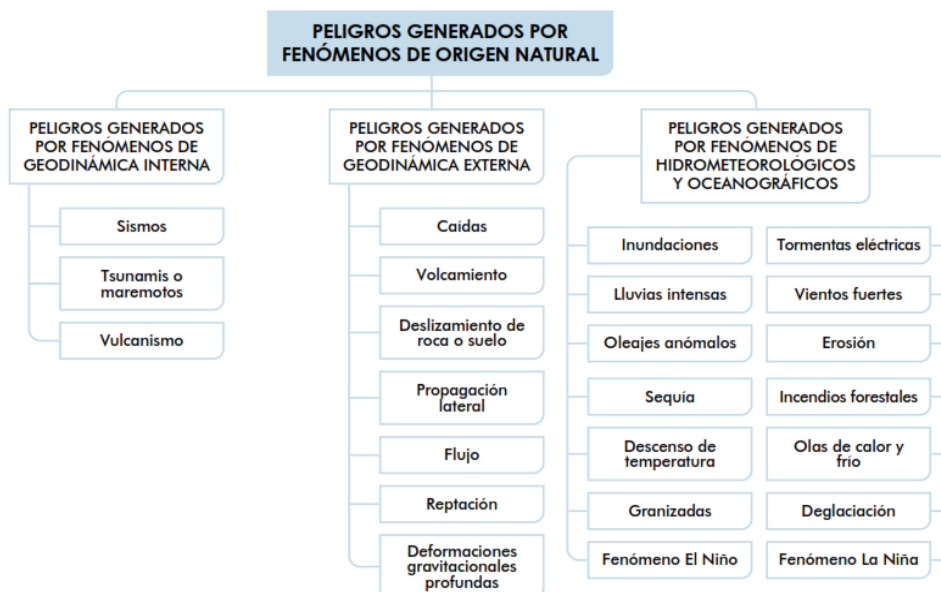


Fuente: CENEPRED

Esta clasificación ha permitido ordenar los fenómenos de origen natural en tres grupos: Así podemos apreciar el resultado de la clasificación indicada:

- Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna
- Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa
- Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos

Gráfico 3. Clasificación de Peligros de Origen Natural



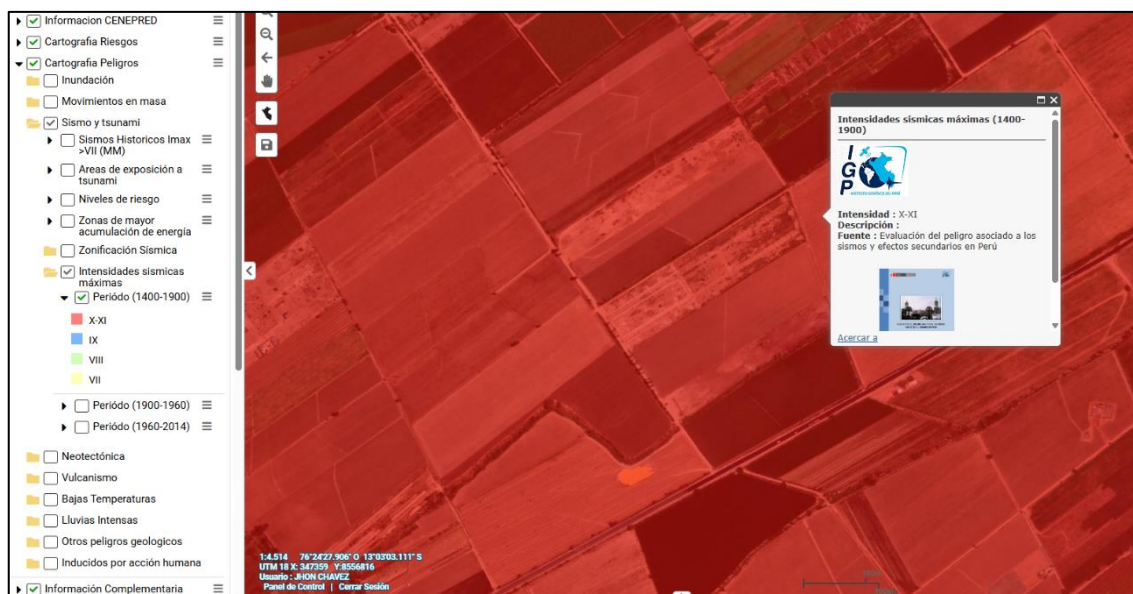
Fuente: CENEPRED

PELIGROS DE ORIGEN NATURAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO

A. SISMOS

De acuerdo al informe técnico denominado “Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú” realizado por el IGP para el periodo 1400-1900 en el área en donde se emplaza el área de estudio se ha presentado una intensidad máxima de X-XI (Escala Modificada de Mercalli).

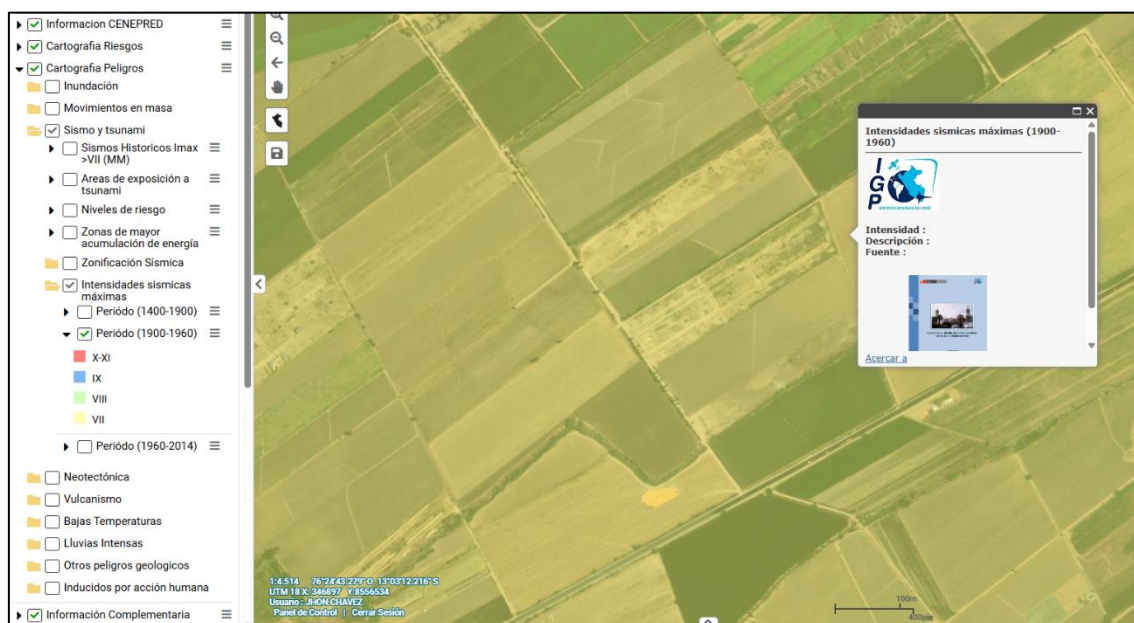
Imagen 5. Intensidades Sísmicas Máximas (1400 - 1900) - IGP



Fuente: Obtenido del SIGRID con datos del IGP

Del mismo modo el mencionado informe indica las intensidades máximas de sismos para el periodo 1900 – 1960 y 1960-2014 registran como máxima intensidad el valor de VII en la escala modificada de Mercalli, como se observa en las siguientes imágenes:

Imagen 6. Intensidades Sísmicas Máximas (1900 - 1960) - IGP



Fuente: Obtenido del SIGRID con datos del IGP

Imagen 7. Imagen 6. Intensidades Sísmicas Máximas (1960 - 2014) - IGP



Fuente: Obtenido del SIGRID con datos del IGP

PELIGRO DE ORIGEN NATURAL PARA ANÁLISIS DEL PRESENTE ESTUDIO

De acuerdo a los datos mostrados en los puntos anteriores, el área de estudio tiene como el principal peligro al que estaría expuesto al sismo de gran magnitud.

Por lo que en la presente evaluación de riesgos por fenómenos de origen natural se evaluará el peligro por Sismos, de acuerdo al siguiente detalle.

TIPO : PELIGRO GENERADO POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL
ORIGEN : GEODINÁMICA INTERNA
PELIGRO : SISMOS

2.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO POR SISMOS

2.2.1 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

El Instituto Geofísico del Perú – IGP, define a los sismos como los procesos de generación y liberación de energía que posteriormente se propaga en forma de ondas por el interior de la tierra. Al llegar a la superficie, estas ondas son registradas por las estaciones sísmicas y percibidas por la población y por las estructuras. En el Perú la distribución espacial de los sismos ha permitido definir la existencia de tres fuentes sismogénicas importantes (H. Tavera). La primera y más importante fuente, la constituye la superficie de fricción entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, presente en el borde occidental del Perú. La probabilidad de ocurrencia de sismos constituye la principal amenaza para la ciudad de Lima y la zona centro.

El sismo se constituye como el principal peligro, debido a que el Perú se encuentra ubicado al borde del encuentro de dos placas tectónicas: La placa sudamericana que choca y se monta sobre la placa de Nazca (proceso de subducción), lo cual causa la mayor parte de los macro sismos en la costa occidental de América.

La subducción origina fricción entre las placas tectónicas y la acumulación de esfuerzos entre ellas; según Tavera y Bernal (2005) cuando las fuerzas que movilizan a las placas superan al total de las fuerzas que se oponen, entonces el deslizamiento de una de las placas se realizará de manera violenta produciéndose un sismo.

Del mismo modo y de acuerdo al IGP, para el borde occidental del Perú se han identificado las zonas de aspereza o acumulación de energía mediante la aplicación de modelos estadísticos (desarrollados por Wiemer y Wyss, 1997) a través del uso del catálogo sísmico publicado por el Instituto Geofísico del Perú para el periodo de 1960 a 2012. Identificándose la existencia de hasta cinco zonas anómalas de acumulación de energía o asperezas cuyas dimensiones permitieron estimar la magnitud de los eventos sísmicos a ocurrir, con una probabilidad del 75% en los próximos 50 años.

En la región central del Perú específicamente existen dos asperezas o zonas de acoplamiento máximo asociadas al terremoto de 1746 (es decir que, de acuerdo a la distribución espacial de las áreas de ruptura de grandes sismos, para la región centro del Perú se ha identificado la presencia de una laguna sísmica que viene acumulando energía del año 1746, se indica del mismo modo que los sismos ocurridos en 1940, 1966, 1970, 1974 y 2007 presentaron magnitudes iguales o inferiores a 8.0 Mw no habrían liberado el total de energía aun acumulada), se indica que la magnitud de sismo esperada para la región centro en donde se emplaza Lima Metropolitana es de 8.8 Mw.

Características de un sismo:

Los sismos son fenómenos que representan la liberación de energía interna de la tierra, mediante la ruptura de las capas de corteza y que se manifiesta como movimientos ondulatorios que pueden llegar a alcanzar magnitudes variadas. Cuando los movimientos sísmicos de mayores magnitudes y alcanzan intensidades mayores cobran la denominación de terremotos y cuando son leves, se les denomina temblores.

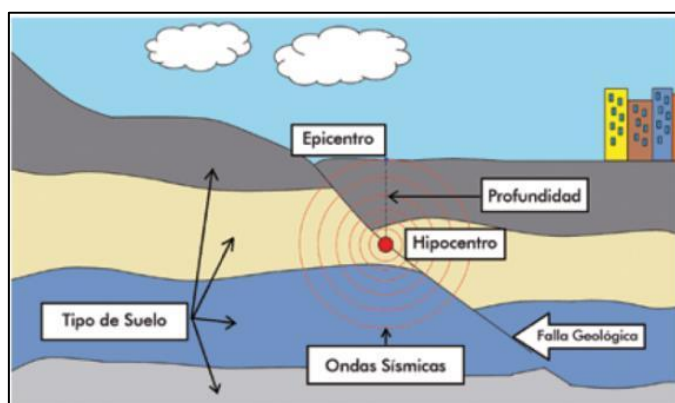
PARÁMETROS SÍSMICOS:

Distancia al epicentro. Es la distancia horizontal medida desde el epicentro hasta un punto geográfico en la superficie terrestre.

Epicentro. Es la proyección vertical del hipocentro en la superficie terrestre, se representa en coordenadas geográficas o coordenadas UTM.

Hipocentro (profundidad del sismo). Punto en el interior de la tierra donde comienza la ruptura, también se le conoce como foco sísmico.

Imagen 8. Sismo originado por falla geológica



Fuente: CENEPRED

Hora origen. Hora en que se inicia la ruptura, se expresa generalmente en tiempo universal, denominado Coordinated Universal Time o UTC. Son 5 horas adicionales a la hora local del Perú.

Magnitud. La magnitud representa la energía liberada en el hipocentro, el valor de la magnitud de un sismo en particular es único, no está relacionada con el lugar de ubicación de un punto geográfico.

ML, parámetro de magnitud propuesto por Richter en 1935, para aplicarla en sismos del Sur de California. La definición original está dada en función de la amplitud máxima de las ondas sísmicas, registradas en un sismógrafo Wood Anderson ubicado a 100 Km de distancia del epicentro. Esta escala comenzó a traer problemas cuando se aplicó a distintas regiones, ya que la forma de los registros depende del tipo de sismo y el tipo de estructura donde se propagan las ondas sísmicas; esto a su vez responde a características particulares del terreno.

- Mb, utilizada para el cálculo de la magnitud de telesismos (sismos ubicados a distancias mayores a 500 Km), con hipocentros (0-70 Km) superficiales.
- MS, magnitud basada en la amplitud de ondas superficiales. Se emplea para telesismos superficiales.
- Md, magnitud basada en la duración o CODA del evento sísmico. Se utiliza generalmente cuando un sismo se produce cerca a la estación sísmica y los sismogramas se saturan, en estos casos es

difícil identificar la amplitud de la señal. La cuantificación de esta magnitud está en función de la duración de la señal y la distancia epicentral.

- M_w , calculada a partir del momento sísmico (parámetro que relaciona las dimensiones de la fuente sísmica: rigidez del medio donde se produce el movimiento (u), el área de dislocación (S) y el desplazamiento medio de la misma (d)).

$$M_w = (2/3) \log m_0 - 10.7$$

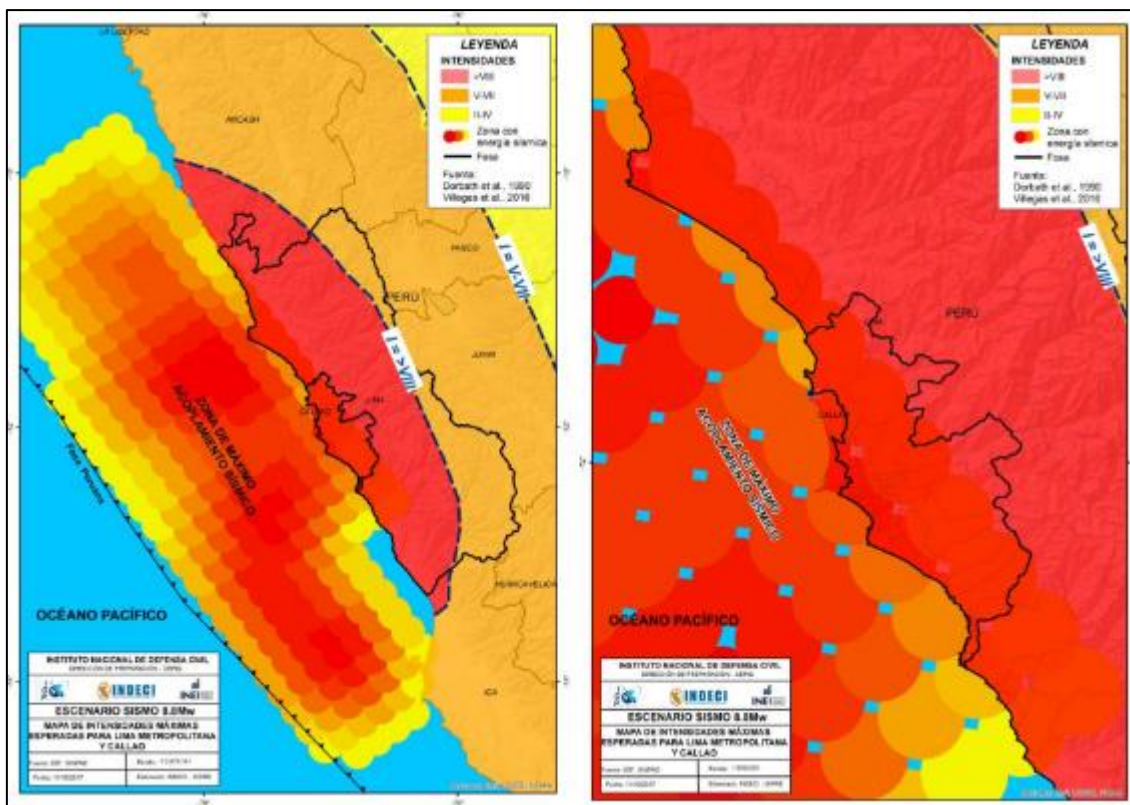
Donde: M_0 es el momento escalar en dinas-cm.

Distancia al epicentro. Es la distancia horizontal medida desde el epicentro hasta un punto geográfico en la superficie terrestre.

Intensidad sísmica. La intensidad sísmica es una medida cualitativa de los efectos causados en las personas, viviendas, infraestructura y en la naturaleza. A diferencia de la magnitud, la intensidad originada por un sismo puede variar en distintos puntos geográficos, la tendencia es que a mayor cercanía del epicentro los efectos son mayores. De acuerdo a las áreas de intensidad, se estima que, a nivel nacional, un total de 182 distritos estarían expuestos y/o sometidos a intensidad $\geq VIII$ (MM), 596 a intensidades entre V y VII (MM) y 1,083 a intensidad entre II y IV (MM).

Es importante señalar que gran parte de las provincias y distritos ubicados en la zona occidental de la región Lima se verían sometidas a intensidades $> VIII$ (MM). En cuanto a Lima Metropolitana y El Callao, evidentemente serían expuestas a las más altas intensidades debido a su cercanía a la zona de ruptura, además se espera que ocurran efectos de licuefacción de suelos en la costa, efectos de subsidencia, asentamiento y otros peligros asociados como tsunamis, movimientos en masa, derrame de sustancias químicas (puerto Callao), incendios, explosiones, entre otros.

Imagen 9. Áreas que presentarían Intensidades $> VIII$ (MM)



Fuente: INDECI. Escenario Sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw 2017

FUENTES SISMOGÉNICAS:

De acuerdo al IGP, la fuente sismogénica es aquella línea, área o volumen geográfico que presenta similitudes geológicas, geofísicas y sísmicas, a tal punto que puede asegurarse que su potencial sísmico es homogéneo en toda la fuente; es decir, que el (los) proceso de generación y recurrencia de sismos es espacial y temporalmente homogéneo. En ese sentido definir la geometría de la fuente sismogénica es fundamental para la evaluación del peligro sísmico, debido a que proporcionan los principales parámetros físicos que controlan la sismotectónica de la región en estudio.

De acuerdo al estudio "Re-Evaluación de Peligro Sísmico en Perú" realizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en el 2014, se proponen 33 nuevas fuentes sismogénicas en base a la distribución espacial de la sismicidad asociada al proceso de subducción (interface), a los principales sistemas de fallas (corticales) y a la geometría de la placa de Nazca por debajo del continente (intraplaca). Distribuyendo las fuentes sismogénicas de la siguiente manera:

- F-1 a F-8: Sismicidad Interface
- F-9 a F-19: Sismicidad Cortical
- F-20 – F-33: Sismicidad Intraplaca

La zona de estudio del presente informe se ubica en la fuente de Subducción – Interface "F-4" (Siguiendo imagen), al cual mediante algoritmos se han calculado sus parámetros de recurrencia, parámetros que serán utilizados para la evaluación del peligro sísmico para fines del presente estudio.

Imagen 10. Fuentes Sismogénicas para el Perú - IGP

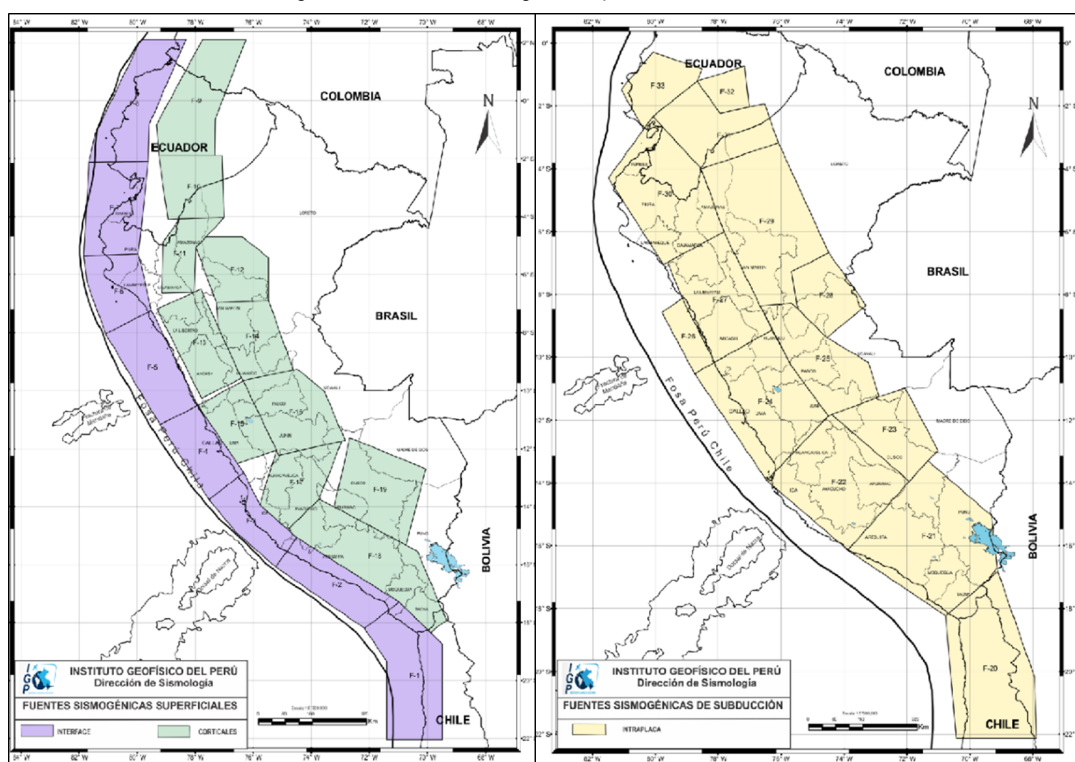
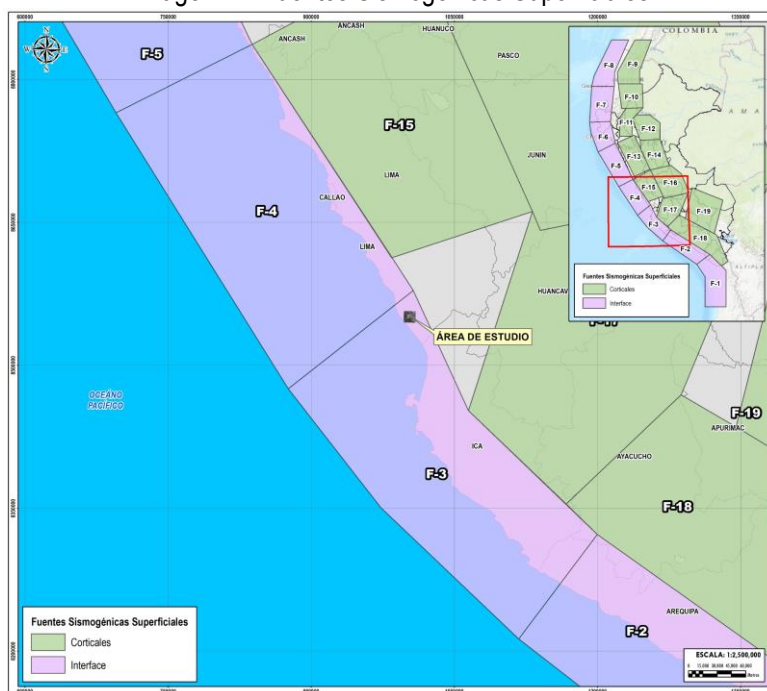


Tabla 5. Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas definidas por el IGP

FUENTES	Mw			
	Mmin	Mmax	β	Tasa
F-1	5.2	8.8	1.84	2.03
F-2	4.3	8.2	1.66	11.54
F-3	4.3	8	1.78	12.83
F-4	4.3	8.6	1.69	4.24
F-5	4.3	7.7	1.60	9.09
F-6	4.3	7	2.07	4.48
F-7	4.3	7	2.35	9.16
F-8	4.3	8	1.48	4.20
F-9	4.8	6.8	1.70	1.08
F-10	5.2	6.8	2.49	0.78
F-11	4.3	5.8	2.86	1.72
F-12	5.2	6.5	2.81	1.74
F-13	4.3	7.2	1.94	0.84
F-14	4.8	5.5	2.35	0.76
F-15	4.4	5.5	4.74	0.36
F-16	5.2	5.5	2.74	1.60
F-17	5.2	5.5	4.01	0.44
F-18	4.8	5.5	2.83	1.48
F-19	5	6	2.29	0.30
F-20	4.4	7	1.88	22.14
F-21	5.2	6.8	2.60	4.32
F-22	5.1	6	2.00	2.02
F-23	4.6	6	0.95	0.18
F-24	5.2	6.8	2.37	1.06
F-25	5	6	2.79	1.38
F-26	5.3	6	3.38	0.74
F-27	4.3	6	2.06	0.86
F-28	5.1	7	2.67	3.00
F-29	4.3	7.2	1.69	6.78
F-30	5.1	7.5	3.41	1.32
F-31	5.3	7	2.62	1.14
F-32	4.3	6	2.25	0.96
F-33	4.8	6	1.94	1.60

Fuente: IGP 2014.

Imagen 11. Fuentes Sismogénicas Superficiales



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del IGP

De acuerdo al estudio "Re-Evaluación de Peligro Sísmico en Perú" - IGP 2014, para la fuente de Subducción – Interface "F-4", se determinaron los siguientes parámetros sismogénicos:

Magnitud mínima : 4.3 Mw
 Magnitud máxima : 8 Mw
 β : 1.78
 Tasa : 12.83
 Profundidad : 30-60 km

ZONAS DE MÁXIMO ACOPLAMIENTO SÍSMICO - ZMAS:

De acuerdo al estudio denominado "Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú" Informe Técnico N° 004-2020/IGP publicado por el Instituto Geofísico del Perú - IGP, Villegas-Lanza et al. (2016) estudiaron la deformación cortical en el borde costero peruano utilizando datos GPS hasta 2015. Sus resultados muestran que la acumulación de esfuerzos es mayor en las regiones centro y sur del Perú, con vectores de velocidad de deformación cortical orientados hacia el este-oeste. En contraste, la región norte presenta vectores de menor longitud y orientación sureste, sugiriendo un patrón de deformación distinto controlado por un bloque cortical independiente que abarca Ecuador y el norte de Perú.

De acuerdo a los resultados del estudio mencionado se identificaron para el borde occidental del Perú la existencia de hasta 4 ZMAS con diferentes áreas y geometrías, teniendo las siguientes características:

- **Región Norte (B-1):** Los vectores de desplazamiento indican el retroceso de la placa continental con una velocidad del orden de 4 mm/año, lo cual sugiere que las placas de Nazca y Sudamericana no estarían del todo acopladas y por lo tanto, existe una probabilidad muy baja para la ocurrencia de un sismo de gran magnitud. Sin embargo, se ha identificado la presencia de una pequeña ZMAS cerca de la fosa (Área: 90x60 km² Instituto Geofísico del Perú) que podría dar origen a un sismo de magnitud moderada con la consecuente ocurrencia de un tsunami, tal como ocurrió con el sismo y tsunamis de febrero de 1996 (M7.6).
- **Región Central (B-2):** Se identifica la presencia de una ZMAS que abarca el área comprendida entre la localidad de Huacho (Lima) por norte hasta Pisco (Ica) por el Sur, sobre una longitud de aproximadamente 450 km (Área: 460x150 km²), estando el área de mayor tamaño en el extremo norte de la ZMAS. En esta zona, se podría producir un sismo de magnitud importante y probablemente sea el repetitivo del que ocurrió en el año 1746 (de magnitud M8.8), el distrito de Surquillo se ubica en el área de influencia de esta zona de máximo acoplamiento sísmico.
- **Región Sur (B3 y B4):** De estas dos ZMAS, la primera está ubicada sobre la zona costera al sur de la región Ica y norte de la región Arequipa, próxima a la ciudad de Nazca con un área de aproximadamente 150x100 km² Instituto Geofísico del Perú. Esta ZMAS estaría asociada al sismo ocurrido en la zona en el año 1913. La segunda ZMAS se encuentra frente a la costa de las regiones de Moquegua y Tacna, y sería el remanente del sismo ocurrido en el año 2001 y que, en conjunto, tendrían relación con el área de ruptura del sismo ocurrido en esta región en el año 1868 (M8.8). Esta ZMAS presenta un área de 210x130 Km².

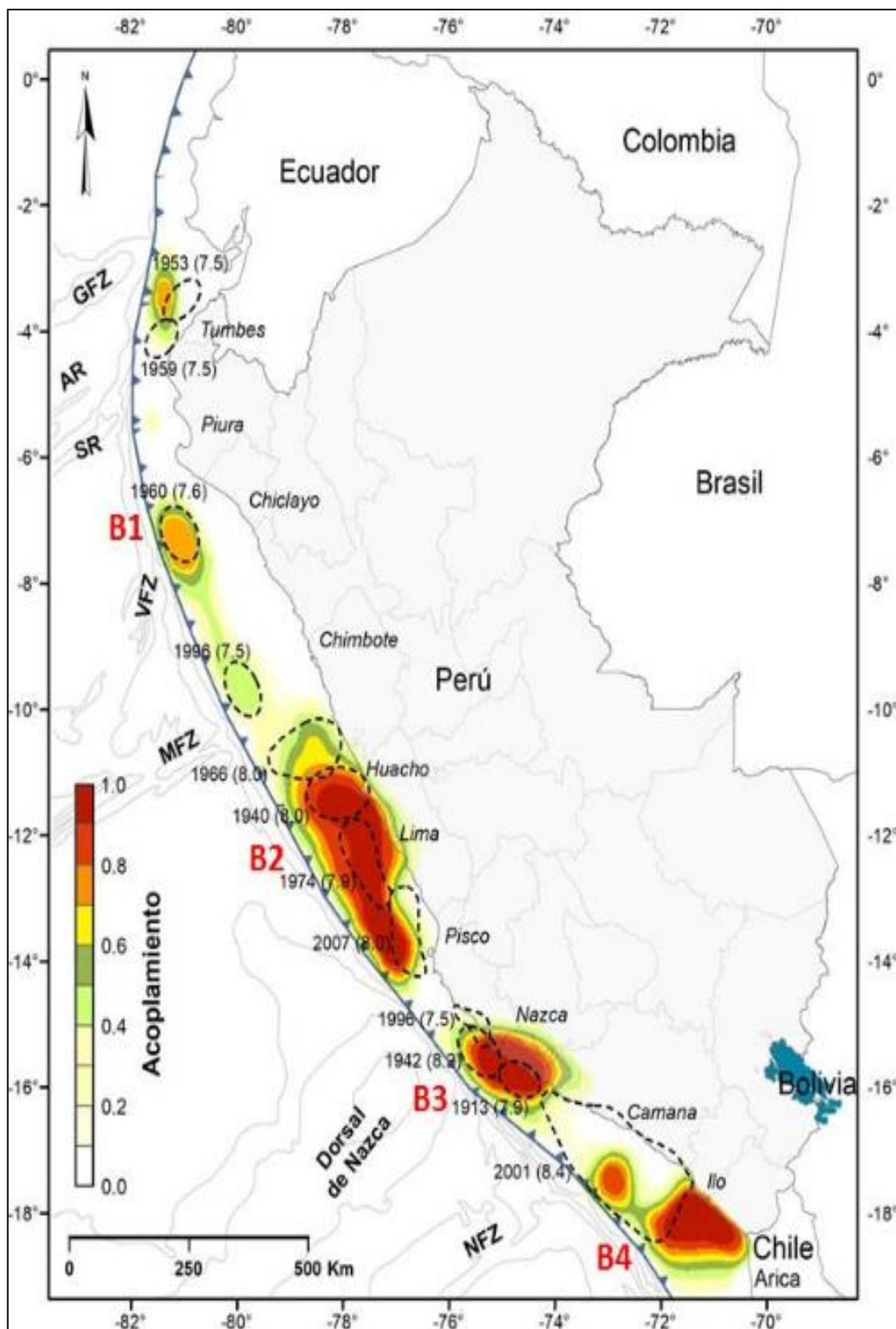
Los valores magnitudes máximas estimadas (que son coherentes con anteriores sismos ocurridos en la misma región) para las zonas de máximos acoplamientos sísmicos son los siguientes:

Tabla 6. Valores de magnitud para los sismos en ZMAS

ZMAS	Región	Longitud ruptura (km)	Magnitud (Mw)
ZMAS - B1	Norte	90	7.6
ZMAS - B2	Centro	460	8.8
ZMAS - B3	Sur	150	7.9
ZMAS - B4	Sur	210	8.2

Fuente: IGP

Imagen 12. Distribución de ZMAS en el borde Occidental del Perú

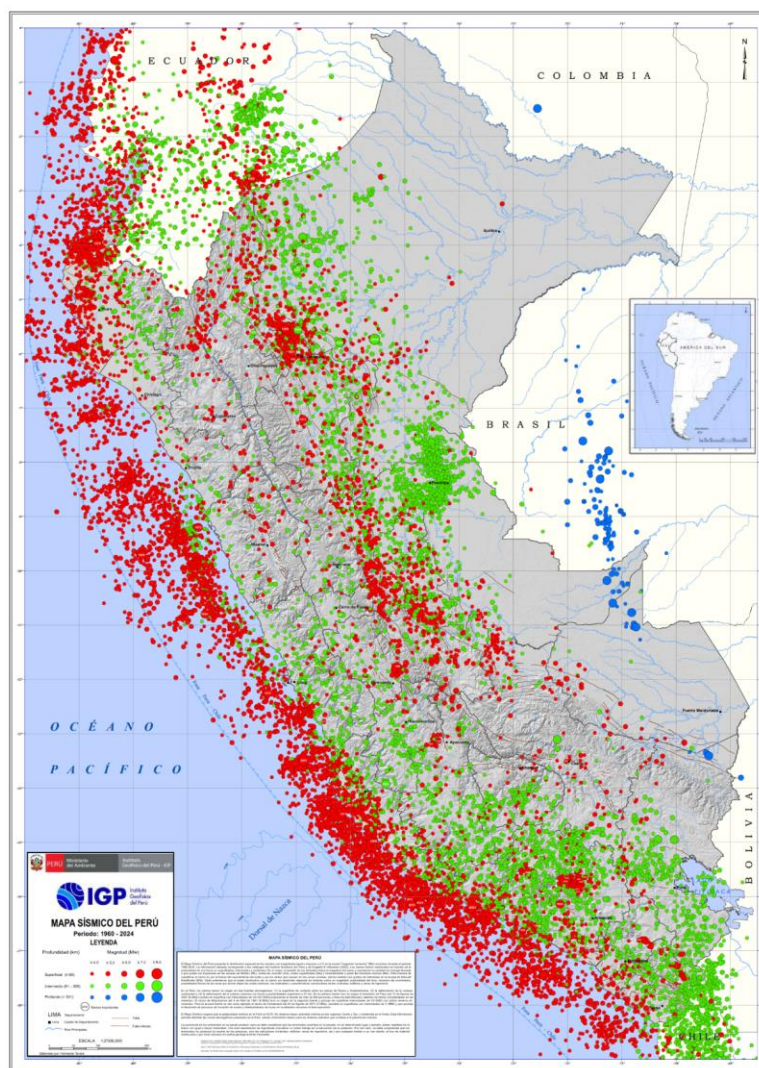


Fuente: IGP (Villegas-Lanza et al 2016)

MAPA SÍSMICO DEL PERÚ:

El Mapa Sísmico del Perú presenta la distribución espacial de los eventos con magnitudes igual o mayores a M4.0 ocurridos desde 1960 a la actualidad. La información utilizada corresponde a los catálogos del Instituto Geofísico del Perú y de Engdahl & Villaseñor (2002). Los sismos fueron clasificados en función de la profundidad de sus focos en superficiales, intermedios y profundos. En el mapa, el tamaño de los símbolos indica la magnitud del sismo. En el Perú, los sismos tienen su origen en tres fuentes sismogénicas: (1) la superficie de contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana, (2) la deformación de la corteza continental y, (3) la deformación de la corteza oceánica con focos a profundidades superiores a 61 km. En la primera fuente tuvo su origen el terremoto de Pisco del 15 de agosto de 2007 (8.0Mw) percibido en superficie con intensidades de VII-VIII (MM) produciendo la muerte de más de 500 personas y miles de damnificados; además de daños considerables en las viviendas. El sismo de Moyobamba del 5 de abril de 1991 (M6.0) tuvo su origen en la segunda fuente y produjo en superficie intensidades de VII (MM) con daños severos en viviendas. Para la tercera fuente se cita como ejemplo el sismo del 24 de agosto de 2011 (M7.0), percibido en superficies con intensidades de V (MM) y que produjo el desarrollo de procesos de licuación de suelos y deslizamientos de rocas en localidades cercanas al área epicentral. De acuerdo al IGP el Mapa Sísmico sugiere que la peligrosidad sísmica en el Perú es "Alta". Se observa mayor actividad sísmica en las regiones Centro y Sur, y moderada en la Norte.

Imagen 13. Mapa de Sismicidad del Perú para el periodo de 1960-2024

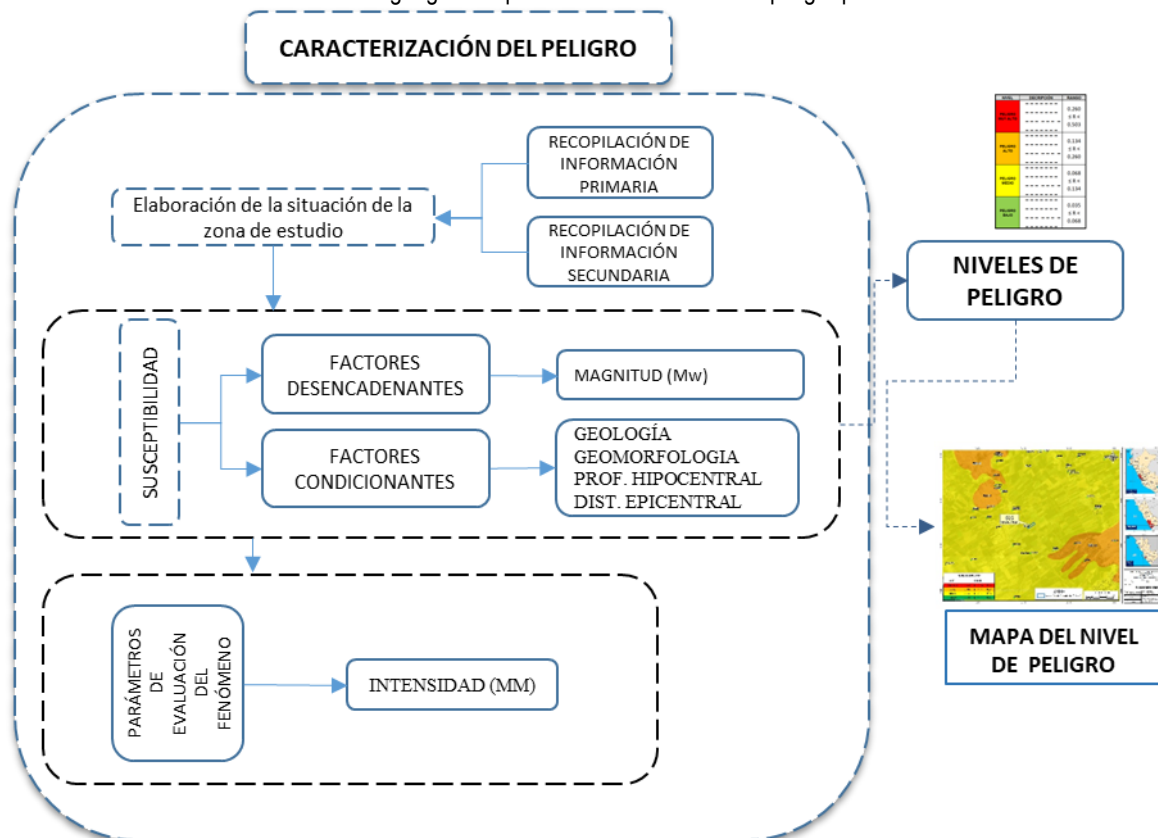


Fuente: IGP 2025

2.2.2 METODOLOGÍA

La metodología planteada para la determinación de los niveles de peligro por sismos para el área de estudio del presente informe, corresponde a la planteada en el "Manual para la Evaluación de Riesgo por fenómenos naturales" segunda versión del CENEPRED. En ese contexto para determinar el nivel de peligro se utilizó la siguiente metodología descrita en el siguiente gráfico.

Gráfico 4. Metodología general para determinar el nivel de peligro por Sismo



Fuente: CENEPRED, Adaptado

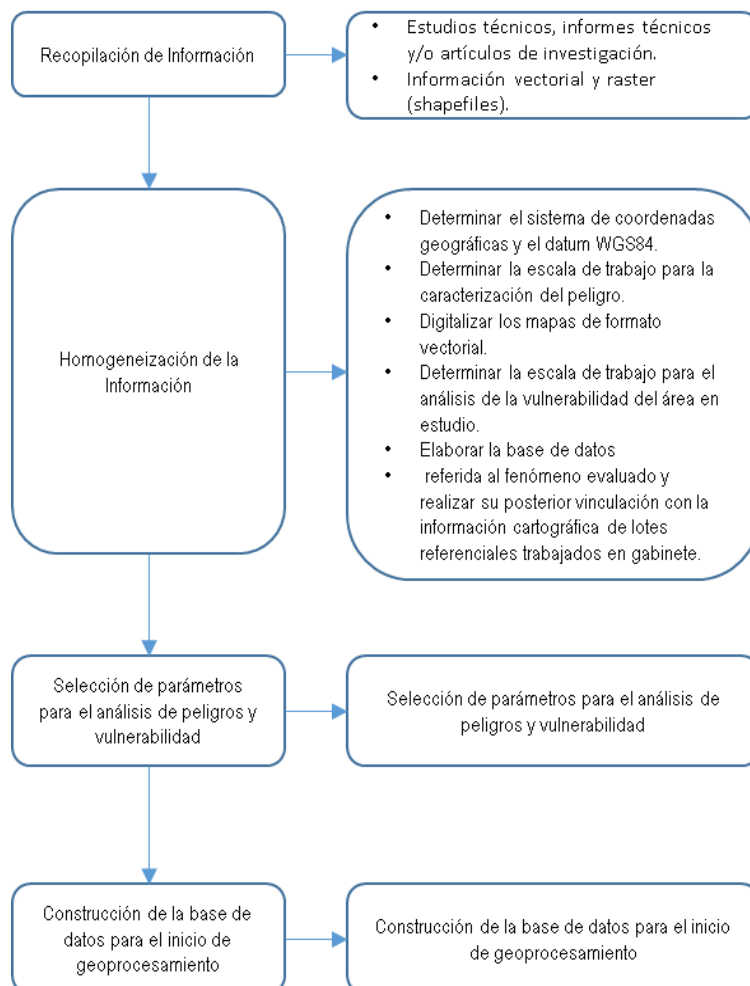
Como se observa en el gráfico anterior, se analizó como parámetro de evaluación la intensidad sísmica de acuerdo a la escala modificada de Mercalli, por otro lado, para el análisis de la susceptibilidad se consideró a la Magnitud Momento (Mw) como factor desencadenante ya que esta variable cuantifica la energía liberada durante un sismo y se expresa en una escala logarítmica. Los sismos para el caso de Lima se dan principalmente en la zona de subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana debido a la liberación repentina de energía acumulada por la deformación de las rocas a lo largo de la zona de contacto entre estas placas.

Por otro lado, se han utilizado variables que caracterizan principalmente el ámbito de análisis como factores condicionantes, ya que éstas características condicionan el grado de peligro que representará la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el área de estudio. Por ejemplo, la presencia de suelos blandos o suelos no consolidados puede aumentar la amplificación sísmica y el potencial de daños en estructuras construidas.

2.2.2.1 Recopilación y análisis de información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI, ANA), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, geología y geomorfología del Distrito de San Luis (Siguiendo Gráfico) y estudios publicados acerca de la zona evaluada.

Gráfico 5. Flujograma general del proceso de análisis de información



Fuente: CENEPRED, Adaptado

2.2.2.2 Identificación del peligro

Para identificar y caracterizar el peligro, no solo se ha considerado la información generada por las entidades técnicas, según se ha descrito en los párrafos que preceden, sino también, la configuración del ámbito de estudio para lo cual se realizó la visita e inspección del terreno objeto de estudio, que se ubicada en el distrito de San Luis, provincia de Cañete y departamento de Lima.

2.2.3 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Se indican los parámetros considerados como parte importante en el cálculo del nivel de peligrosidad por sismo en el ámbito de estudio:

A. PESOS PONDERADOS DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO

Se va a utilizar el parámetro: Intensidad de sismo (escala modificada de Mercalli), los valores numéricos (pesos) de sus descriptores fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico.

Para el análisis de los peligros, se utilizó el análisis multicriterio, denominado proceso jerárquico, que desarrolla el cálculo de los pesos ponderados de los parámetros que caracterizan el peligro (Saaty, 1980) cuyo resultado busca indicar la importancia relativa de comparación de parámetros. Seguidamente se muestra la tabla 7, la misma que será utilizada para el cálculo de los ponderados de los demás peligros objeto del análisis de la presente evaluación de peligros.

Tabla 7. Para la ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual	Al comparar un elemento con otro, hay indeferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

Fuente: CENEPRED

A. PARÁMETRO INTENSIDAD SÍSMICA

La intensidad sísmica es una medida subjetiva que describe los efectos y la percepción del movimiento del suelo causado por un terremoto en una determinada área geográfica. La escala de intensidad sísmica más utilizada es la Escala Modificada de Mercalli (EMM), que se basa en observaciones y reportes de personas, daños a estructuras y otros efectos causados por un terremoto.

La Escala Modificada de Mercalli consta de varios niveles o grados, que van desde I (I) hasta XII (XII), y se utiliza para describir la intensidad de un terremoto en un lugar específico. Los niveles más bajos (I a III) suelen describir terremotos que son apenas perceptibles o que causan poco o ningún daño, mientras que los niveles más altos (IX a XII) indican terremotos que causan daños generalizados y catastróficos en estructuras y en el entorno.

La intensidad sísmica en la Escala Modificada de Mercalli se determina mediante la evaluación de una serie de factores, como la percepción de movimiento del suelo, los efectos en estructuras y objetos, la reacción de las personas y los animales, y otros indicadores de los efectos del terremoto en el entorno. La información sobre la intensidad sísmica se recopila mediante cuestionarios, entrevistas y análisis de daños después de un terremoto, y se utiliza para producir mapas de isosistas que representan la distribución espacial de la intensidad sísmica.

Para el presente informe se utilizó la escala modificada de Mercalli para caracterizar la intensidad agrupándolos en 5 rangos como se observa en las siguientes tablas, con ello se procedió a realizar los cálculos correspondientes para determinar los pesos ponderados de los descriptores:

Tabla 8. Matriz de comparación de pares del parámetro Intensidad de Sismo

INTENSIDAD	XI Y XII: Destrucción total	IX y X: Todas las edificaciones con daños severos y suelo fracturado	VI, VII y VIII: Daños considerables en estructuras de pobre construcción	III, IV y V: Notado por muchos en el interior de las viviendas	I y II: Casi nadie lo siente
XI Y XII: Destrucción total	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
IX y X: Todas las edificaciones con daños severos y suelo fracturado	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
VI, VII y VIII: Daños considerables en estructuras de pobre construcción	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
III, IV y V: Notado por muchos en el interior de las viviendas	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
I y II: Casi nadie lo siente	0.13	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.16	4.03	6.83	11.50	19.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Matriz de normalización del parámetro Intensidad de Sismo

INTENSIDAD	XI Y XII: Destrucción total	IX y X: Todas las edificaciones con daños severos y suelo fracturado	VI, VII y VIII: Daños considerables en estructuras de pobre construcción	III, IV y V: Notado por muchos en el interior de las viviendas	I y II: Casi nadie lo siente	Vector Priorización
XI Y XII: Destrucción total	0.463	0.496	0.439	0.435	0.421	0.451
IX y X: Todas las edificaciones con daños severos y suelo fracturado	0.232	0.248	0.293	0.261	0.263	0.259
VI, VII y VIII: Daños considerables en estructuras de pobre construcción	0.154	0.124	0.146	0.174	0.158	0.151
III, IV y V: Notado por muchos en el interior de las viviendas	0.093	0.083	0.073	0.087	0.105	0.088
I y II: Casi nadie lo siente	0.058	0.050	0.049	0.043	0.053	0.050

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Índice y relación de consistencia para el parámetro Intensidad de Sismo

IC	0.005
RC	0.004

Fuente: Elaboración propia

2.2.4 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico).

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia por la ocurrencia de un sismo, se consideraron los siguientes factores condicionantes y factor desencadenante:

Tabla 11. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Magnitud Sísmica (Mw)	Unidades Geológicas Unidades Geomorfológicas Distancia del Epicentro Profundidad Hipocentral

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.1 PONDERACIÓN FACTORES CONDICIONANTES

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural, así como su distribución espacial.

Los parámetros considerados son los siguientes, a los mismos ya se han calculados sus pesos ponderados mediante saaty.

Tabla 12. Pesos Ponderados de los parámetros Condicionantes

PARÁMETRO	PESO PONDERADO
Unidades Geológicas	0.503
Unidades Geomorfológicas	0.305
Distancia del Epicentro	0.133
Profundidad Hipocentral	0.059

Fuente: Elaboración propia

A. CÁLCULO PESOS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Se procedió a realizar los cálculos correspondientes para determinar los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes.

Tabla 13. Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

PARÁMETROS FACTORES CONDICIONANTES	Unidades Geológicas	Unidades Geomorfológicas	Distancia del Epicentro	Profundidad Hipocentral
Unidades Geológicas	1.00	2.00	4.00	7.00
Unidades Geomorfológicas	0.50	1.00	3.00	5.00
Distancia del Epicentro	0.25	0.33	1.00	3.00
Profundidad Hipocentral	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.89	3.53	8.33	16.00
1/SUMA	0.53	0.28	0.12	0.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes

PARÁMETROS FACTORES CONDICIONANTES	Unidades Geológicas	Unidades Geomorfológicas	Distancia del Epicentro	Profundidad Hipocentral	Vector Priorización
Unidades Geológicas	0.528	0.566	0.480	0.438	0.503
Unidades Geomorfológicas	0.264	0.283	0.360	0.313	0.305
Distancia del Epicentro	0.132	0.094	0.120	0.188	0.133
Profundidad Hipocentral	0.075	0.057	0.040	0.063	0.059

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Índice y relación de consistencia de los factores condicionantes

IC	0.020
RC	0.022

Fuente: Elaboración propia

B. CÁLCULO PESOS DE DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO UNIDADES GEOLÓGICAS

Tabla 16. Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geológicas

UNIDADES GEOLÓGICAS	Formación Pisco (Nm-pi3)	Súper Unidad Linga (Ks-l1-cmz, cmzdi)	Depósito aluvial (Qh-al)	Super Unidad Catahuasi - monzogranito (PN-c1-mgr)	Formación Cañete (Qp-cañ/s4)
Formación Pisco (Nm-pi3)	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
Súper Unidad Linga (Ks-l1-cmz, cmzdi)	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Depósito aluvial (Qh-al)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Super Unidad Catahuasi - monzogranito (PN-c1-mgr)	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Formación Cañete (Qp-cañ/s4)	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.06	3.92	7.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Matriz de normalización de pares del parámetro Unidades Geológicas

UNIDADES GEOLÓGICAS	Formación Pisco (Nm-pi3)	Súper Unidad Linga (Ks-l1-cmz, cmzdi)	Depósito aluvial (Qh-al)	Super Unidad Catahuasi - monzogranito (PN-c1-mgr)	Formación Cañete (Qp-cañ/s4)	Vector Priorización
Formación Pisco (Nm-pi3)	0.486	0.511	0.516	0.444	0.350	0.461
Súper Unidad Linga (Ks-l1-cmz, cmzdi)	0.243	0.255	0.258	0.296	0.300	0.270
Depósito aluvial (Qh-al)	0.121	0.128	0.129	0.148	0.200	0.145
Super Unidad Catahuasi - monzogranito (PN-c1-mgr)	0.081	0.064	0.065	0.074	0.100	0.077
Formación Cañete (Qp-cañ/s4)	0.069	0.043	0.032	0.037	0.050	0.046

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Índice y relación de consistencia del parámetro Unidades Geológicas

IC	0.016
RC	0.015

Fuente: Elaboración propia

C. CÁLCULO PESOS DE DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO GEOMORFOLOGÍA

Tabla 19. Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Montaña en roca volcánica (RM-rv)	Colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)	Colina y Lomada en roca intrusiva (RCL-ri)	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)	Llanura o planicie aluvial (PI-al)
Montaña en roca volcánica (RM-rv)	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Colina y Lomada en roca intrusiva (RCL-ri)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Llanura o planicie aluvial (PI-al)	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Matriz de normalización de pares del parámetro Geomorfología

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Montaña en roca volcánica (RM-rv)	Colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)	Colina y Lomada en roca intrusiva (RCL-ri)	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)	Llanura o planicie aluvial (PI-al)	Vector Priorización
Montaña en roca volcánica (RM-rv)	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
Colina y lomada en roca sedimentaria (RCL-rs)	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
Colina y Lomada en roca intrusiva (RCL-ri)	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
Llanura o planicie aluvial (PI-al)	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Índice y relación de consistencia del parámetro Geomorfología

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia

D. CÁLCULO PESOS DE DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO DISTANCIA DEL EPICENTRO

Tabla 22. Matriz de comparación de pares del parámetro Distancia del Epicentro

Distancia del Epicentro	> 65 km	65 – 120 km	121- 260 km	261-400 km	> 400 km
> 65 km	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
65 – 120 km	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
121- 260 km	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
261-400 km	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
> 400 km	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.08	3.92	7.75	12.50	21.00
1/SUMA	0.48	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Matriz de normalización de pares del parámetro Distancia del Epicentro

Distancia del Epicentro	> 65 km	65 – 120 km	121- 260 km	261-400 km	> 400 km	Vector Priorización
> 65 km	0.482	0.511	0.516	0.400	0.381	0.458
65 – 120 km	0.241	0.255	0.258	0.320	0.286	0.272
121- 260 km	0.120	0.128	0.129	0.160	0.190	0.146
261-400 km	0.096	0.064	0.065	0.080	0.095	0.080
> 400 km	0.060	0.043	0.032	0.040	0.048	0.045

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Índice y relación de consistencia del parámetro Distancia del Epicentro

IC	0.013
RC	0.012

Fuente: Elaboración propia

E. CÁLCULO PESOS DE DESCRIPTORES DEL PARÁMETRO PROFUNDIDAD HIPOCENTRAL

Tabla 25. Matriz de comparación de pares del parámetro Profundidad Hipocentral

Profundidad Hipocentral	Menores de 10 Km	De a 11 a 30 Km	De 31 a 64 Km	De 64 a 120 Km	Mayores de 120 Km
Menores de 10 Km	1.00	2.00	4.00	5.00	8.00
De a 11 a 30 Km	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
De 31 a 64 Km	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
De 64 a 120 Km	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Mayores de 120 Km	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.08	4.00	7.75	11.50	21.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Matriz de normalización de pares del parámetro Profundidad Hipocentral

Profundidad Hipocentral	Menores de 10 Km	De a 11 a 30 Km	De 31 a 64 Km	De 64 a 120 Km	Mayores de 120 Km	Vector Priorización
Menores de 10 Km	0.482	0.500	0.516	0.435	0.381	0.463
De a 11 a 30 Km	0.241	0.250	0.258	0.261	0.286	0.259
De 31 a 64 Km	0.120	0.125	0.129	0.174	0.190	0.148
De 64 a 120 Km	0.096	0.083	0.065	0.087	0.095	0.085
Mayores de 120 Km	0.060	0.042	0.032	0.043	0.048	0.045

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Índice y relación de consistencia del parámetro Profundidad Hipocentral

IC	0.011
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.2 PONDERACIÓN FACTOR DESENCADENANTE

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante correspondiente a la Magnitud – Mw de la energía liberada en el proceso de subducción de la placa de Nazca y la Sudamericana, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

A. PARÁMETRO MAGNITUD DE SISMO - Mw

Tabla 28. Matriz de comparación de pares del parámetro Magnitud Momento

MAGNITUD	Mayores a 8	de 7.5 a 8	de 7 a 7.5	de 5.1 a 7	de 4.1 a 5
Mayores a 8	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
de 7.5 a 8	0.50	1.00	2.00	3.00	7.00
de 7 a 7.5	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
de 5.1 a 7	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
de 4.1 a 5	0.11	0.14	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	3.98	6.83	11.50	22.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Matriz de normalización del parámetro Magnitud Momento

MAGNITUD	Mayores a 8	de 7.5 a 8	de 7 a 7.5	de 5.1 a 7	de 4.1 a 5	Vector Priorización
Mayores a 8	0.466	0.503	0.439	0.435	0.409	0.450
de 7.5 a 8	0.233	0.251	0.293	0.261	0.318	0.271
de 7 a 7.5	0.155	0.126	0.146	0.174	0.136	0.148
de 5.1 a 7	0.093	0.084	0.073	0.087	0.091	0.086
de 4.1 a 5	0.052	0.036	0.049	0.043	0.045	0.045

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Relación de consistencia del parámetro Magnitud Momento

IC	0.006
RC	0.005

Fuente: Elaboración propia

2.2.5 ESCENARIO DE RIESGO

2.2.5.1 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

A. INTENSIDAD

De acuerdo al registro histórico de ocurrencia de sismos en el ámbito de estudio se tomará el escenario más crítico por lo que se tomará como referencia el sismo de 1746 el cual tuvo una intensidad mayor o igual a VIII en la escala modificada de Mercalli.

Por lo tanto, se selecciona el siguiente descriptor:

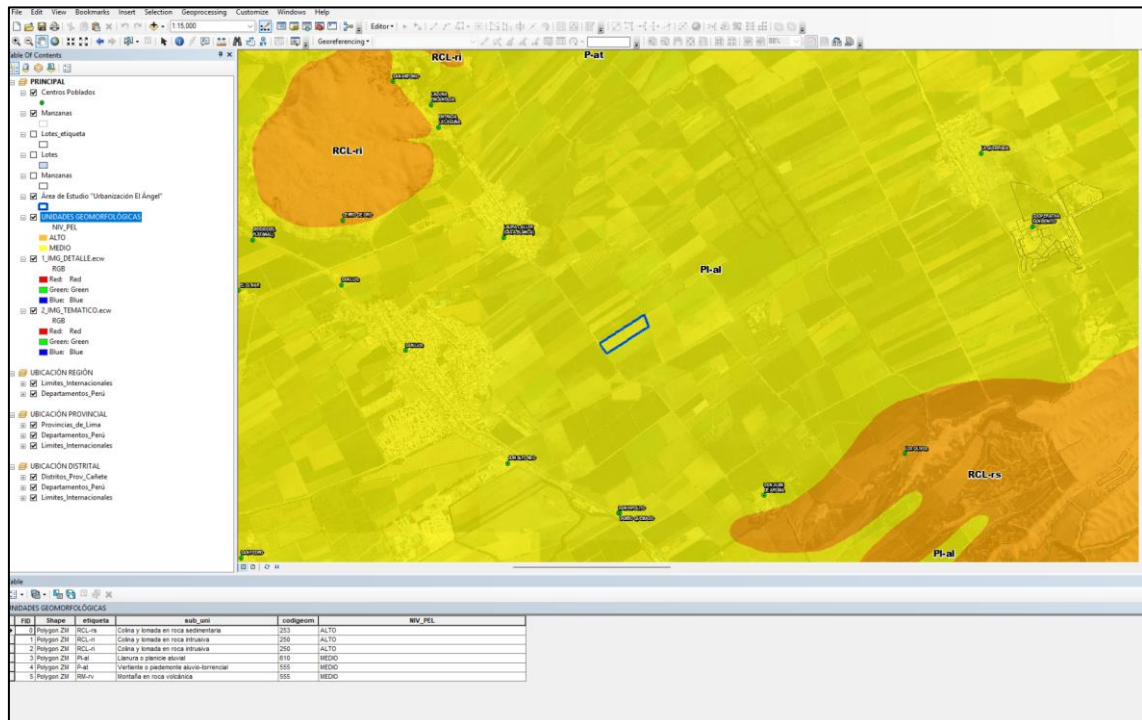
“VI, VII y VIII: Daños considerables en estructuras de pobre construcción” correspondiéndole un peso de 0.151

2.2.5.2 PARÁMETROS DE SUSCEPTIBILIDAD

A. FACTORES CONDICIONANTES

Para los factores condicionantes se ha procedido a automatizar el cálculo y asignación de sus pesos correspondientes mediante el uso de los sistemas de información geográfica - SIG

Tabla 31. Procesamiento SIG



Fuente: elaboración propia

B. FACTOR DESENCADENANTE

Para el presente estudio, el factor desencadenante se sustenta en zonas de máximo acoplamiento sísmico del IGP que para el área de estudio corresponde un área en donde se espera un sismo de Magnitud superior a 8 Mw.

Por lo tanto, se selecciona el siguiente descriptor:
 “Mayores a 8” correspondiéndole un peso de 0.450

2.2.6 NIVELES DE PELIGRO

Procedemos a calcular los rangos del peligro, para ello calcularemos los valores máximos, intermedios y mínimos obtenidos en los cálculos de los descriptores por cada parámetro.

Tabla 32. Cálculo de los valores de los Parámetros de Evaluación

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN			
Intensidad Sismica		VALOR	PESO
Ppar	Pdesc	$\Sigma(Ppar * Pdesc)$	
1.000	0.451	0.451	0.50
	0.259	0.259	0.50
	0.151	0.151	0.50
	0.088	0.088	0.50
	0.050	0.050	0.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Cálculo del valor de la Susceptibilidad

SUSCEPTIBILIDAD (S)											
FACTORES CONDICIONANTES (FC)										FACTOR DESENCADENANTE (FD)	
Unidades Geomorfológicas		Unidades Geológicas		Distancia al Epicentro		Profundidad Hipocentral		VALOR	PESO	Magnitud (Mw)	
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	$\Sigma(Ppar * Pdesc)$		Valor	PESO
0.305	0.468	0.503	0.468	0.133	0.458	0.059	0.463	0.467	0.50	0.450	0.50
	0.268		0.268		0.272		0.259	0.268		0.271	
	0.144		0.144		0.146		0.148	0.144		0.148	
	0.076		0.076		0.080		0.085	0.077		0.086	
	0.044		0.044		0.045		0.045	0.044		0.045	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Cálculo de los valores de Peligro

SUSCEPTIBILIDAD (S)		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE)	
VALOR	PESO	VALOR	PESO
0.459	0.50	0.451	0.50
0.270		0.259	
0.146		0.151	
0.081		0.088	
0.045		0.050	

VALOR DE PELIGRO
$(\text{VALOR S} \cdot \text{PESO S}) + (\text{VALOR PE} \cdot \text{PESO PE})$
0.455
0.264
0.149
0.085
0.048

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Tabla 35. Niveles de Peligro por Sismo

NIVELES DE PELIGRO	
NIVEL	RANGO
MUY ALTO	$0.264 \leq P \leq 0.455$
ALTO	$0.149 \leq P < 0.264$
MEDIO	$0.085 \leq P < 0.149$
BAJO	$0.048 \leq P < 0.085$

Fuente: Elaboración propia

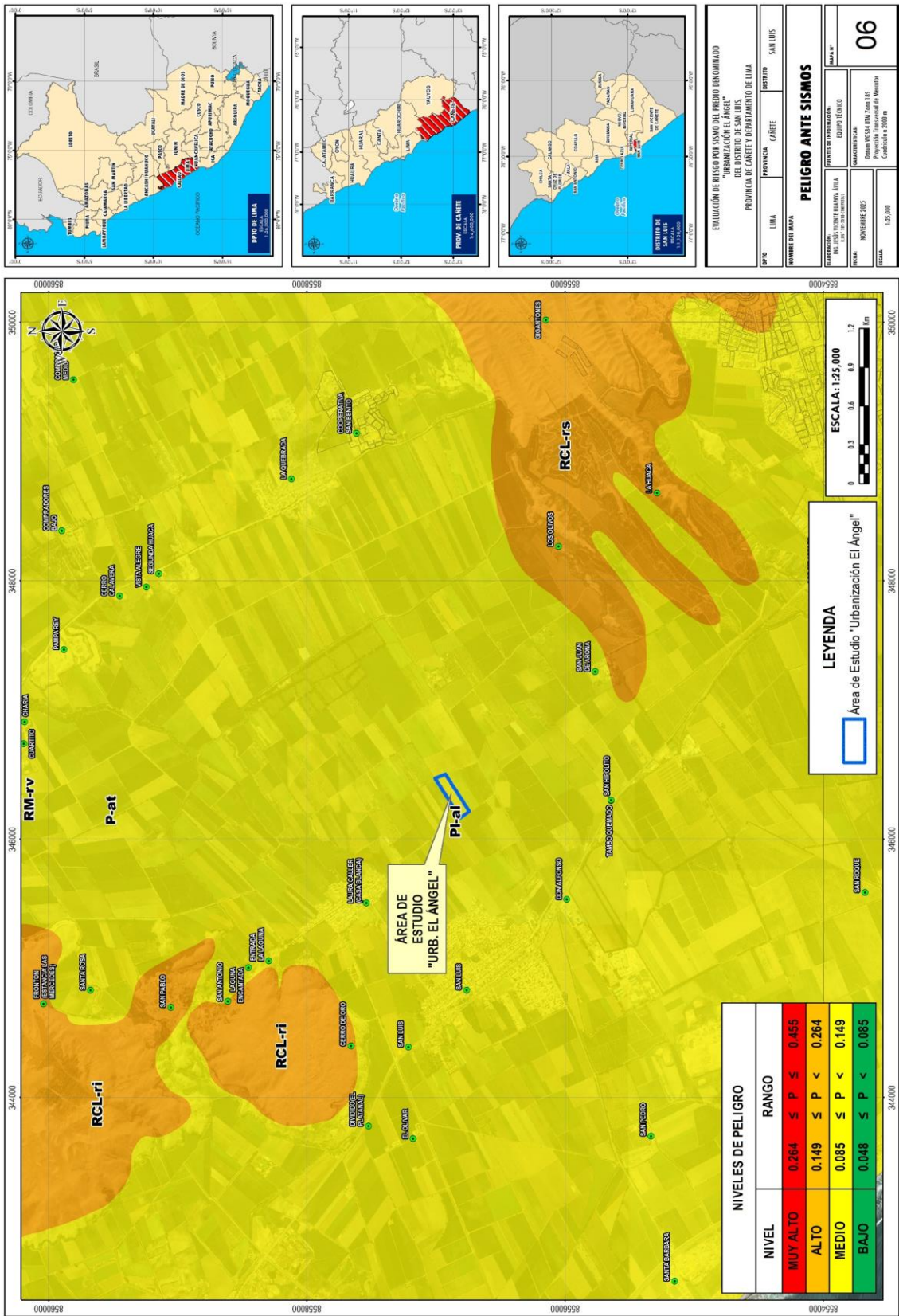
Tabla 36. Matriz de estratificación de Peligro por Sismo

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Sismo de magnitud superior a 8 Mw con intensidad superior a VIII con una profundidad Hipocentral de 31 a 64 km y una distancia del epicentro entre los 65 a 120 km. Área con geología de Formación Pisco y/o superunidad Linga y/o depósito fluvial, geomorfología de colina y lomada en roca sedimentaria.	$0.264 \leq P \leq 0.455$
Peligro Alto	Sismo de magnitud superior a 8 Mw con intensidad superior a VIII con una profundidad Hipocentral de 31 a 64 km y una distancia del epicentro entre los 65 a 120 km. Área con geología de Superunidad Linga y/o depósito fluvial y/o depósito coluvial, geomorfología de colina y lomada en roca sedimentaria y/o roca intrusiva.	$0.149 \leq P < 0.264$
Peligro Medio	Sismo de magnitud superior a 8 Mw con intensidad superior a VIII con una profundidad Hipocentral de 31 a 64 km y una distancia del epicentro entre los 65 a 120 km. Área con geología de depósitos coluviales y/o superunidad Catahuasi, geomorfología de colina y lomada en roca intrusiva y/o vertiente o piedemonte aluvio-torrencial.	$0.085 \leq P < 0.149$
Peligro Bajo	Sismo de magnitud superior a 8 Mw con intensidad superior a VIII con una profundidad Hipocentral de 31 a 64 km y una distancia del epicentro entre los 65 a 120 km. Área con geología de Formación Cañete, geomorfología de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial y/o llanura o planicie aluvial.	$0.048 \leq P < 0.085$

Fuente: Elaboración propia

2.2.7 MAPA DE PELIGRO POR SISMO

Mapa 6. Peligro por Sismo



Fuente: Elaboración propia

III. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

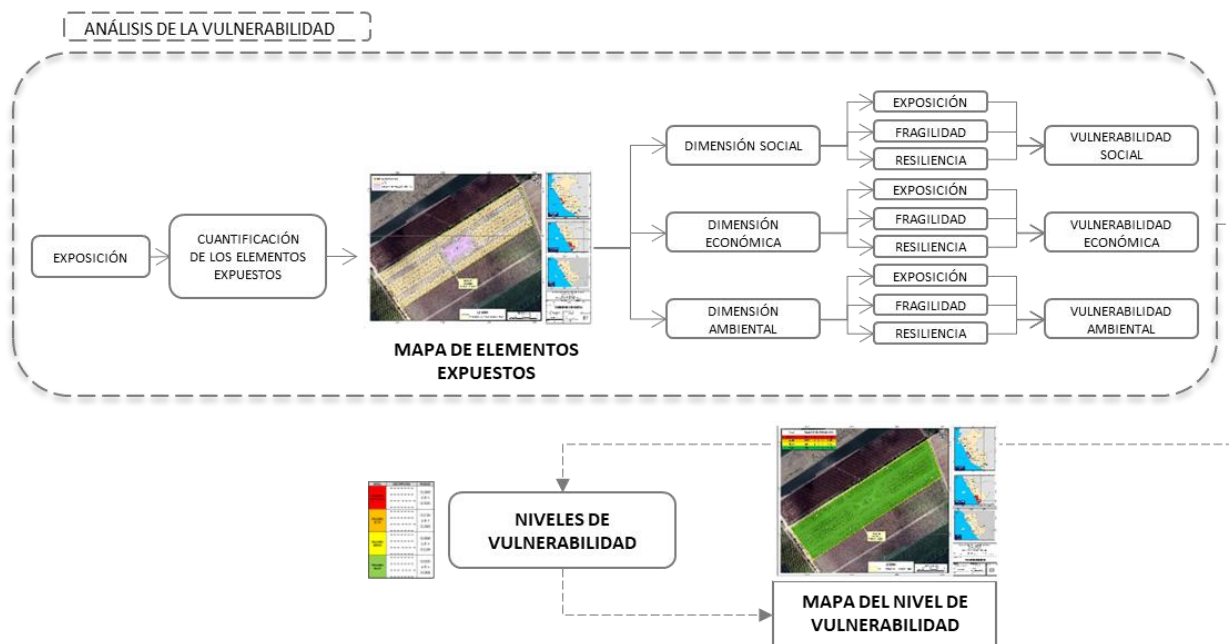
3.1 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

De acuerdo al reglamento de la Ley 29664 la vulnerabilidad es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área del terreno por Sismo, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social, económica y ambiental de manera proyectada, utilizando parámetros que caractericen los factores de exposición, fragilidad y resiliencia para ambos casos.

Específicamente en el terreno objeto de análisis del presente documento, al ser un terreno sin infraestructura existente se procederá a determinar su vulnerabilidad de manera prospectiva, es decir como si ya existiera la infraestructura proyectada y ya estuviera con ocupación de viviendas, población y equipamiento urbano.

Metodología para la determinación de vulnerabilidad

Gráfico 6. Metodología general para el cálculo de la Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

3.1.1 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla 37. Parámetros de la Dimensión Social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Localización de la población proyectada frente al peligro	- Grupo Etario	- Capacitación en temas de GRD

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión Social

Se ha determinado que el área de análisis se ubica en zona de peligro Medio por sismos, por lo que se encuentra expuesto a sismos, considerando a las viviendas proyectadas y con ocupación de población.

Tabla 38. Peso del parámetro de la exposición social

DIMENSION SOCIAL	PARÁMETRO	N° DE PARÁMETROS	PARÁMETRO	PESO
EXPOSICIÓN SOCIAL	P1	1	Localización de la población frente al peligro	1.0

Fuente: Elaboración propia

A. LOCALIZACIÓN DE LA POBLACIÓN FRENTE AL PELIGRO

Tabla 39. Descriptores utilizados en el parámetro Localización de la población frente al peligro

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
Localización de la población frente al peligro	LP1	5	Muy cercana 0 km – 2.0 km
	LP2		Cercana 2.0 km – 10 km
	LP3		Medianamente cerca 10 – 30 km
	LP4		Alejada 30 – 50 km
	LP5		Muy alejada > 50 km

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Matriz de comparación de pares del parámetro Localización de la población frente al peligro

Localización de la población frente al peligro	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5
LP1	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
LP2	1/2	1.00	2.00	3.00	5.00
LP3	1/3	1/2	1.00	2.00	3.00
LP4	1/4	1/3	1/2	1.00	2.00
LP5	1/6	1/5	1/3	1/2	1.00
SUMA	2.25	4.03	6.83	10.50	17.00
1/SUMA	0.44	0.25	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Matriz de normalización de pares del parámetro Localización de la población frente al peligro

Localización de la población frente al peligro	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	Vector Priorización
LP1	0.444	0.496	0.439	0.381	0.353	0.423
LP2	0.222	0.248	0.293	0.286	0.294	0.269
LP3	0.148	0.124	0.146	0.190	0.176	0.157
LP4	0.111	0.083	0.073	0.095	0.118	0.096
LP5	0.074	0.050	0.049	0.048	0.059	0.056

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Localización de la población frente al peligro

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Social

Los parámetros considerados con sus pesos, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 43. Parámetros utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Social

DIMENSION SOCIAL	PARAMETRO	N° DE PARAMETROS	PARAMETRO	PESOS
FRAGILIDAD SOCIAL	P1	1	Grupo Etario	1

Fuente: Elaboración propia

A. GRUPO ETARIO

Tabla 44. Descriptores utilizados en el parámetro Grupo Etario

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
GRUPO ETARIO	GE1	5	De 0 a 5 años y mayores de 65 años
	GE2		De 6 a 11 años y de 60 a 65 años
	GE3		De 12 a 17 años y de 45 a 59 años
	GE4		De 18 a 29 años
	GE5		De 30 a 44 años

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario

GRUPO ETARIO	GE1	GE2	GE3	GE4	GE5
GE1	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
GE2	1/3	1.00	3.00	5.00	7.00
GE3	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
GE4	1/7	1/5	1/3	1.00	3.00
GE5	1/8	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario

GRUPO ETARIO	GE1	GE2	GE3	GE4	GE5	Vector Priorización
GE1	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	0.497
GE2	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	0.262
GE3	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	0.136
GE4	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	0.069
GE5	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	0.037

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Grupo Etario

IC	0.068
RC	0.061

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Social

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor resiliencia de la dimensión social, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

A. CAPACITACIÓN EN TEMAS RELACIONADOS A LA GRD

Tabla 48. Descriptores utilizados en el parámetro Capacitación en temas relacionados a la GRD

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
CAPACITACIÓN EN GRD	CA1	5	Ninguno
	CA2		Por referencias
	CA3		Volantes o propaganda informativa
	CA4		Propaganda radial, televisiva
	CA5		Talleres de capacitación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en temas relacionados a la GRD

CAPACITACIÓN	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5
CA1	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
CA2	1/2	1.00	2.00	3.00	5.00
CA3	1/3	1/2	1.00	2.00	3.00
CA4	1/5	1/3	1/2	1.00	2.00
CA5	1/7	1/5	1/3	1/2	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Matriz de normalización de pares del parámetro Capacitación en temas relacionados a la GRD

CAPACITACIÓN	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	Vector Priorización
CA1	0.478	0.506	0.511	0.400	0.389	0.457
CA2	0.239	0.253	0.255	0.320	0.278	0.269
CA3	0.119	0.127	0.128	0.160	0.167	0.140
CA4	0.096	0.063	0.064	0.080	0.111	0.083
CA5	0.068	0.051	0.043	0.040	0.056	0.051

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Capacitación en temas relacionados a la GRD

IC	0.013
RC	0.012

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla 52. Parámetros de la Dimensión Económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Localización de las edificaciones proyectadas frente al peligro	- Material Predominante de Edificación - Estado de conservación de la edificación - Antigüedad de la edificación	- Cumplimiento del RNE en la construcción de las edificaciones

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Económica

Se ha determinado que el área de análisis se ubica en zona de peligro medio por sismos, por lo que se encuentra expuesto a la zona de influencia por Sismos, considerando a las instalaciones y edificaciones como elementos expuestos susceptibles.

Tabla 53. Peso del parámetro de la exposición económica

DIMENSION ECONÓMICA	PARÁMETRO	Nº DE PARÁMETROS	PARÁMETRO	PESO
EXPOSICIÓN ECONÓMICA	P1	1	Localización de las edificaciones frente al peligro	1.0

Fuente: Elaboración propia

B. LOCALIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES PROYECTADAS FRENTE AL PELIGRO

Tabla 54. Descriptores utilizados en el parámetro Localización de las edificaciones frente al peligro

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
Localización de las edificaciones proyectadas frente al peligro	LE1	5	Muy cercana 0 km – 2.0 km
	LE2		Cercana 2.0 km – 10 km
	LE3		Medianamente cerca 10 – 30 km
	LE4		Alejada 30 – 50 km
	LE5		Muy alejada > 50 km

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Matriz de comparación de pares del parámetro Localización de las edificaciones frente al peligro

Localización de las edificaciones proyectadas frente al peligro	LE1	LE2	LE3	LE4	LE5
LE1	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
LE2	1/2	1.00	2.00	3.00	5.00
LE3	1/3	1/2	1.00	2.00	3.00
LE4	1/5	1/3	1/2	1.00	2.00
LE5	1/8	1/5	1/3	1/2	1.00
SUMA	2.16	4.03	6.83	11.50	19.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Matriz de normalización de pares del parámetro Localización de las edificaciones frente al peligro

Localización de la población frente al peligro	LE1	LE2	LE3	LE4	LE5	Vector Priorización
LE1	0.463	0.496	0.439	0.435	0.421	0.451
LE2	0.232	0.248	0.293	0.261	0.263	0.259
LE3	0.154	0.124	0.146	0.174	0.158	0.151
LE4	0.093	0.083	0.073	0.087	0.105	0.088
LE5	0.058	0.050	0.049	0.043	0.053	0.050

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Localización de las edificaciones frente al peligro

IC	0.005
RC	0.004

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Económica

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 58. Pesos de los parámetros de la Dimensión Económica

DIMENSIÓN ECONOMICA	PARÁMETRO	N° DE PARAMETROS	PARÁMETRO	PESOS
FRAGILIDAD ECONÓMICA	P1	3	- Material Predominante de Edificación	0.571
	P2		- Estado de conservación de la Edificación	0.286
	P3		- Antigüedad de la edificación	0.143

Fuente: Elaboración propia

El análisis se está realizando de manera proyectada, es decir se está considerando a las edificaciones como ya existentes.

A. CÁLCULO DE LOS PESOS DE LOS PARÁMETROS

Tabla 59. Matriz de comparación de pares de los Parámetros Fragilidad Económica

PARÁMETROS FRAGILIDAD ECONÓMICA	MAT. PRED. EDIFICACIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN
MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	1.00	2.00	4.00
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.50	1.00	2.00
ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.75	3.50	7.00
1/SUMA	0.57	0.29	0.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Matriz de normalización de pares de los Parámetros Fragilidad Económica

PARÁMETROS FRAGILIDAD ECONÓMICA	MAT. PRED. EDIFICACIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	Vector Priorización
MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACIÓN	0.571	0.571	0.571	0.571
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	0.286	0.286	0.286	0.286
ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN	0.143	0.143	0.143	0.143

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los Parámetros Fragilidad Económica

IC	0.000
RC	0.000

Fuente: Elaboración propia

B. MATERIAL PREDOMINANTE DE LAS EDIFICACIONES

Tabla 62. Descriptores utilizados en el parámetro Material predominante

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
MATERIAL DE EDIFICACIÓN	ME1	5	CONST PRECARIA C/MADERA
	ME2		MURO DE QUINCHA
	ME3		MURO DE ADOBE O TAPIA
	ME4		MURO DE LADRILLO, PIEDRA
	ME5		MURO DE PLACA O BLOQUE DE CEMENTO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63. Matriz de comparación de pares del parámetro Material Predominante

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5
ME1	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
ME2	1/3	1.00	3.00	5.00	6.00
ME3	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
ME4	1/6	1/5	1/3	1.00	3.00
ME5	1/9	1/6	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.81	4.70	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64. Matriz de normalización de pares del parámetro Material Predominante

MATERIAL DE LAS PAREDES	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	Vector Priorización
ME1	0.552	0.638	0.524	0.391	0.375	0.496
ME2	0.184	0.213	0.315	0.326	0.250	0.258
ME3	0.110	0.071	0.105	0.196	0.208	0.138
ME4	0.092	0.043	0.035	0.065	0.125	0.072
ME5	0.061	0.035	0.021	0.022	0.042	0.036

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Material Predominante

IC	0.066
RC	0.060

Fuente: Elaboración propia

C. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES

Tabla 66. Descriptores utilizados en el parámetro Estado de conservación

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
ESTADO DE CONSERVACIÓN	EC1	5	Las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso
	EC2		Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, la estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome.
	EC3		Reciben mantenimiento esporádico, las estructuras no tienen deterioro (en caso de tenerlas no lo compromete y es subsanable).
	EC4		Reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.
	EC5		Reciben mantenimientos permanentes, no presenta deterioro alguno

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Matriz de comparación de pares del parámetro Estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5
EC1	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
EC2	1/2	1.00	2.00	4.00	5.00
EC3	1/4	1/2	1.00	2.00	4.00
EC4	1/5	1/4	1/2	1.00	2.00
EC5	1/7	1/5	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.09	3.95	7.75	12.50	19.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Matriz de normalización de pares del parámetro Estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	Vector Priorización
EC1	0.478	0.506	0.516	0.400	0.368	0.454
EC2	0.239	0.253	0.258	0.320	0.263	0.267
EC3	0.119	0.127	0.129	0.160	0.211	0.149
EC4	0.096	0.063	0.065	0.080	0.105	0.082
EC5	0.068	0.051	0.032	0.040	0.053	0.049

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Estado de conservación

IC	0.018
RC	0.017

Fuente: Elaboración propia

D. ANTIGÜEDAD DE LAS EDIFICACIONES

Tabla 70. Descriptores utilizados en el parámetro Antigüedad de las Edificaciones

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
ANTIGÜEDAD DE EDIFICACIÓN	AE1	5	De 40 años a más.
	AE2		De 30 a 39 años.
	AE3		De 20 a 29 años.
	AE4		De 10 a 19 años.
	AE5		Menor a 10 años.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Matriz de comparación de pares del parámetro Estado de conservación

ANTIGÜEDAD DE EDIFICACIÓN	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5
AE1	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00
AE2	1/2	1.00	2.00	5.00	7.00
AE3	1/5	1/2	1.00	2.00	5.00
AE4	1/7	1/5	1/2	1.00	2.00
AE5	1/8	1/7	1/5	1/2	1.00
SUMA	1.97	3.84	8.70	15.50	23.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Matriz de normalización de pares del parámetro Estado de conservación

ANTIGÜEDAD DE EDIFICACIÓN	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	Vector Priorización
AE1	0.508	0.520	0.575	0.452	0.348	0.481
AE2	0.254	0.260	0.230	0.323	0.304	0.274
AE3	0.102	0.130	0.115	0.129	0.217	0.139
AE4	0.073	0.052	0.057	0.065	0.087	0.067
AE5	0.064	0.037	0.023	0.032	0.043	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Estado de conservación

IC	0.027
RC	0.024

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Económica

Tabla 74. Peso del parámetro de la resiliencia económica

DIMENSION ECONOMICA	PARÁMETRO	Nº DE PARÁMETROS	PARÁMETRO	PESOS
RESILIENCIA ECONOMICA	P1	1	CUMPLIMIENTO DEL RNE EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES	1.0

Fuente: Elaboración propia

C. CUMPLIMIENTO DEL RNE EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES

Tabla 75. Descriptores utilizados en el parámetro Cumplimiento RNE

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
CUMPLIMIENTO RNE	RNE1	5	< 20%
	RNE2		30% < v ≤ 20%
	RNE3		50% < v ≤ 30%
	RNE4		70% < v ≤ 50%
	RNE5		v > 70%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76. Matriz de comparación de pares del parámetro Cumplimiento RNE

CUMPLIMIENTO RNE	RNE1	RNE2	RNE3	RNE4	RNE5
RNE1	1.00	2.00	4.00	5.00	6.00
RNE2	1/2	1.00	2.00	4.00	5.00
RNE3	1/4	1/2	1.00	2.00	4.00
RNE4	1/5	1/4	1/2	1.00	2.00
RNE5	1/6	1/5	1/4	1/2	1.00
SUMA	2.12	3.95	7.75	12.50	18.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.13	0.08	0.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Matriz de normalización de pares del parámetro Cumplimiento RNE

CUMPLIMIENTO RNE	RNE1	RNE2	RNE3	RNE4	RNE5	Vector Priorización
RNE1	0.472	0.506	0.516	0.400	0.333	0.446
RNE2	0.236	0.253	0.258	0.320	0.278	0.269
RNE3	0.118	0.127	0.129	0.160	0.222	0.151
RNE4	0.094	0.063	0.065	0.080	0.111	0.083
RNE5	0.079	0.051	0.032	0.040	0.056	0.051

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Cumplimiento RNE

IC	0.024
RC	0.022

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla 79. Parámetros de la Dimensión Ambiental

Dimensión Ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Cercanía a fuentes de contaminación	- Conocimiento e interés en conservación ambiental	- Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión Ambiental

Los parámetros considerados con sus pesos, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 80. Peso del parámetro de la exposición ambiental

DIMENSION AMBIENTAL	PARÁMETRO	Nº DE PARÁMETROS	PARÁMETRO	PESO
EXPOSICIÓN AMBIENTAL	P1	1	Cercanía a fuentes de contaminación	1.0

Fuente: Elaboración propia

A. CERCANIA A FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Tabla 81. Descriptores utilizados en el parámetro Cercanía a fuentes de contaminación

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
Cercanía a fuentes de contaminación	LP1	5	Muy cercana 0 km – 2.0 km
	LP2		Cercana 2.0 km – 10 km
	LP3		Medianamente cerca 10 – 30 km
	LP4		Alejada 30 – 50 km
	LP5		Muy alejada > 50 km

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82. Matriz de comparación de pares del parámetro Cercanía a fuentes de contaminación

Cercanía a fuentes de contaminación	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5
LP1	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
LP2	1/2	1.00	2.00	3.00	6.00
LP3	1/3	1/2	1.00	2.00	3.00
LP4	1/5	1/3	1/2	1.00	2.00
LP5	1/8	1/6	1/3	1/2	1.00
SUMA	2.16	4.00	6.83	11.50	20.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83. Matriz de normalización de pares del parámetro Cercanía a fuentes de contaminación

Cercanía a fuentes de contaminación	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	Vector Priorización
LP1	0.463	0.500	0.439	0.435	0.400	0.447
LP2	0.232	0.250	0.293	0.261	0.300	0.267
LP3	0.154	0.125	0.146	0.174	0.150	0.150
LP4	0.093	0.083	0.073	0.087	0.100	0.087
LP5	0.058	0.042	0.049	0.043	0.050	0.048

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Cercanía a fuentes de contaminación

IC	0.005
RC	0.005

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Ambiental

Los parámetros considerados con sus pesos, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 85. Parámetros utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Ambiental

DIMENSION AMBIENTAL	PARAMETRO	N° DE PARAMETROS	PARAMETRO	PESOS
FRAGILIDAD AMBIENTAL	P1	1	Conocimiento e interés en Conservación Ambiental	1

Fuente: Elaboración propia

A. CONOCIMIENTO EN CONSERVACIÓN AMBIENTAL

Tabla 86. Descriptores utilizados en el parámetro conocimiento e interés en conservación ambiental

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
CONOCIMIENTO E INTERÉS EN CONSERVACIÓN AMBIENTAL	CA1	5	No le interesa
	CA2		No tiene
	CA3		Escaso conocimiento
	CA4		Conoce y aplica parcialmente
	CA5		Conoce y aplica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87. Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento e interés en conservación ambiental

CONOC. CONSER. AMB.	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5
CA1	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
CA2	1/3	1.00	3.00	4.00	7.00
CA3	1/5	1/3	1.00	3.00	5.00
CA4	1/7	1/4	1/3	1.00	3.00
CA5	1/8	1/7	1/5	1/3	1.00
SUMA	1.80	4.73	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88. Matriz de normalización de pares del parámetro conocimiento e interés en conservación ambiental

CONOC. CONSER. AMB.	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	Vector Priorización
CA1	0.555	0.635	0.524	0.457	0.333	0.501
CA2	0.185	0.212	0.315	0.261	0.292	0.253
CA3	0.111	0.071	0.105	0.196	0.208	0.138
CA4	0.079	0.053	0.035	0.065	0.125	0.071
CA5	0.069	0.030	0.021	0.022	0.042	0.037

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro conocimiento e interés en conservación ambiental

IC	0.065
RC	0.058

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Ambiental

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor resiliencia de la dimensión ambiental, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

B. CAPACITACIÓN EN TEMAS RELACIONADOS A LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL

Tabla 90. Descriptores utilizados en el parámetro Capacitación en Conservación Ambiental

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	CAP1	5	NUNCA SE HA CAPACITADO
	CAP2		ALGUNA VEZ SE CAPACITO
	CAP3		SE CAPACITA AL MENOS 1 VEZ AL AÑO
	CAP4		SE CAPACITA REGULARMENTE
	CAP5		SE CAPACITA FRECUENTEMENTE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91. Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en Conservación Ambiental

CAPACITACIÓN	CAP1	CAP2	CAP3	CAP4	CAP5
CAP1	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
CAP2	1/2	1.00	2.00	3.00	5.00
CAP3	1/3	1/2	1.00	2.00	3.00
CAP4	1/5	1/3	1/2	1.00	2.00
CAP5	1/6	1/5	1/3	1/2	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.83	11.50	17.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92. Matriz de normalización de pares del parámetro Capacitación en Conservación Ambiental

CAPACITACIÓN	CAP1	CAP2	CAP3	CAP4	CAP5	Vector Priorización
CAP1	0.455	0.496	0.439	0.435	0.353	0.435
CAP2	0.227	0.248	0.293	0.261	0.294	0.265
CAP3	0.152	0.124	0.146	0.174	0.176	0.154
CAP4	0.091	0.083	0.073	0.087	0.118	0.090
CAP5	0.076	0.050	0.049	0.043	0.059	0.055

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Capacitación en Conservación Ambiental

IC	0.011
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 ANÁLISIS DE LAS DIMENSIONES DE LA VULNERABILIDAD

Para el análisis de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones, se han calculado los pesos para cada una de las dimensiones consideradas correspondientes a la social, económica y ambiental, el detalle es el siguiente:

Tabla 94. Matriz de comparación de pares de las dimensiones de la vulnerabilidad

PARÁMETRO	DIMENSIÓN ECONÓMICA	DIMENSIÓN SOCIAL	DIMENSIÓN AMBIENTAL
DIMENSIÓN ECONÓMICA	1.00	2.00	3.00
DIMENSIÓN SOCIAL	0.50	1.00	2.00
DIMENSIÓN AMBIENTAL	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95. Matriz de normalización de pares de las dimensiones de la vulnerabilidad

PARÁMETRO	DIMENSIÓN ECONÓMICA	DIMENSIÓN SOCIAL	DIMENSIÓN AMBIENTAL	Vector Priorización
DIMENSIÓN ECONÓMICA	0.545	0.571	0.500	0.539
DIMENSIÓN SOCIAL	0.273	0.286	0.333	0.297
DIMENSIÓN AMBIENTAL	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para las Dimensiones de la Vulnerabilidad

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

3.2 NIVELES DE VULNERABILIDAD

Procedemos a calcular los rangos de la vulnerabilidad, para ello calcularemos los valores máximos, intermedios y mínimos obtenidos en los cálculos de los descriptores por cada parámetro y en cada dimensión analizada:

Tabla 97. Cálculo valores - Dimensión Social

DIMENSIÓN SOCIAL											
EXPOSICIÓN SOCIAL			FRAGILIDAD SOCIAL			RESILIENCIA SOCIAL			VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL	
Localización de la población frente al peligro	Valor Exposición Social	Peso Exposición Social	Grupo Etario	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	Capacitación en GRD	Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social			
Ppar	Pdesc		Ppar	Pdesc		Ppar	Pdesc				
1.000	0.642	0.642	1.000	0.497	0.497	1.000	0.444	0.444	0.164	0.297	0.566
	0.214	0.214		0.262	0.262		0.262	0.262			0.236
	0.071	0.071		0.136	0.136		0.153	0.153			0.104
	0.043	0.043		0.069	0.069		0.089	0.089			0.058
	0.031	0.031		0.037	0.037		0.053	0.053			0.036

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98. Cálculo valores - Dimensión Económica

DIMENSIÓN ECONÓMICA													
EXPOSICIÓN ECONÓMICA				FRAGILIDAD ECONÓMICA				RESILIENCIA ECONÓMICA				VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA	PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA
Localización de las edificaciones frente al peligro	Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	Material pred. Vivienda	Estado de conservación	Antigüedad de edificación	Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	Cumplimiento RNE	Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica			
Ppar	Pdesc		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		Ppar	Pdesc				
1.000	0.423	0.423	0.571	0.496	0.286	0.454	0.143	1.00	0.482	0.482	0.164	0.539	0.444
	0.269	0.269		0.258		0.267			0.274	0.263			0.267
	0.157	0.157		0.138		0.149			0.139	0.141			0.151
	0.096	0.096		0.072		0.082			0.067	0.074			0.087
	0.056	0.056		0.036		0.049			0.040	0.040			0.050

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99. Cálculo valores - Dimensión Ambiental

DIMENSIÓN AMBIENTAL											
EXPOSICIÓN AMBIENTAL			FRAGILIDAD AMBIENTAL			RESILIENCIA AMBIENTAL			VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL	
Cercanía a fuentes de contaminación	Valor Exposición Ambiental	Peso Exposición Ambiental	Conoc. Cons. Ambiental	Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental	Capacitación en temas relacionados a la conservación ambiental	Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental			
Ppar	Pdesc		Ppar	Pdesc		Ppar	Pdesc				
1.000	0.447	0.447	1.000	0.501	0.501	1.000	0.435	0.435	0.164	0.164	0.461
	0.267	0.267		0.253	0.253		0.265	0.265			0.262
	0.150	0.150		0.138	0.138		0.154	0.154			0.147
	0.087	0.087		0.071	0.071		0.090	0.090			0.083
	0.048	0.048		0.037	0.037		0.055	0.055			0.046

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100. Cálculo valores de Vulnerabilidad

CALCULO NIVELES DE VULNERABILIDAD						VALOR DE LA VULNERABILIDAD	
VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL	VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA	PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA	VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL		
0.566	0.297	0.444	0.539	0.461	0.164		0.483
0.236		0.267		0.262			0.257
0.104		0.151		0.147			0.137
0.058		0.087		0.083			0.078
0.036		0.050		0.046			0.045

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

Tabla 101. Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO DE VULNERABILIDAD			
MUY ALTO	0.257	≤	V	≤ 0.483
ALTO	0.137	≤	V	< 0.257
MEDIO	0.078	≤	V	< 0.137
BAJO	0.045	≤	V	< 0.078

Fuente: Elaboración propia

3.3 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Tabla 102. Estratificación de la Vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGOS
Vulnerabilidad Muy Alta	Población de 0 a 5 años y mayores de 65 años, sin ningún tipo de capacitación en temas relacionados a la GRD, no cuenta con ningún tipo de capacitación o conocimientos en conservación ambiental (sin capacitación). Material predominante de edificación precario, las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso con una antigüedad superior a los 40 años, con un porcentaje de cumplimiento del RNE inferior al 20% en la construcción de edificación, y con una fuente de contaminación muy cercano (menor a los 2 km).	$0.257 \leq V \leq 0.483$
Vulnerabilidad Alta	Población de 6 a 11 años y de 60 a 64 años, sin ningún tipo de capacitación en temas relacionados a la GRD y/o sólo conoce por referencias, no cuenta con ningún tipo de capacitación o conocimientos en conservación ambiental, pero muestra interés (sin capacitación). Material predominante de edificación precario y/o quincha, las edificaciones no reciben mantenimiento regular, la estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome, con una antigüedad entre 30 a 39 años, con un porcentaje de cumplimiento del RNE entre el 20% y el 30% o inferior, y con una fuente de contaminación cercana a muy cercana (menor a los 10 km).	$0.137 \leq V < 0.257$
Vulnerabilidad Media	Población de 12 a 17 años y de 45 a 59 años, conoce temas relacionados a la GRD por referencias y/o volantes o propaganda informativa, cuenta con escasos conocimientos en conservación ambiental, pero muestra interés (alguna vez se capacitó y/o regularmente). Material predominante de edificación adobe o tapia y/o ladrillo, reciben mantenimiento esporádico, las estructuras no tienen deterioro (en caso de tenerlas no lo compromete y es subsanable). Con una antigüedad entre 20 a 29 años, con un porcentaje de cumplimiento del RNE entre el 30% y el 50% o superior, y con una fuente de contaminación medianamente cercano (entre los 10 a 30 km).	$0.078 \leq V < 0.137$
Vulnerabilidad Baja	Población de 18 a 29 años y/o de 30 a 44 años, cuentan con capacitación en temas relacionados a GRD por talleres y/o se informan mediante propaganda radial o televisiva, tiene conocimientos en conservación ambiental (se capacita regularmente/frecuentemente). Reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros, con una antigüedad inferior a los 19 años, con un porcentaje de cumplimiento del RNE entre el 50% y el 100%, y con una fuente de contaminación alejado a muy alejado (mayor a los 30 km).	$0.045 \leq V < 0.078$

Fuente: Elaboración propia

3.4 MAPA DE VULNERABILIDAD

Mapa 8. VULNERABILIDAD POR SISMO



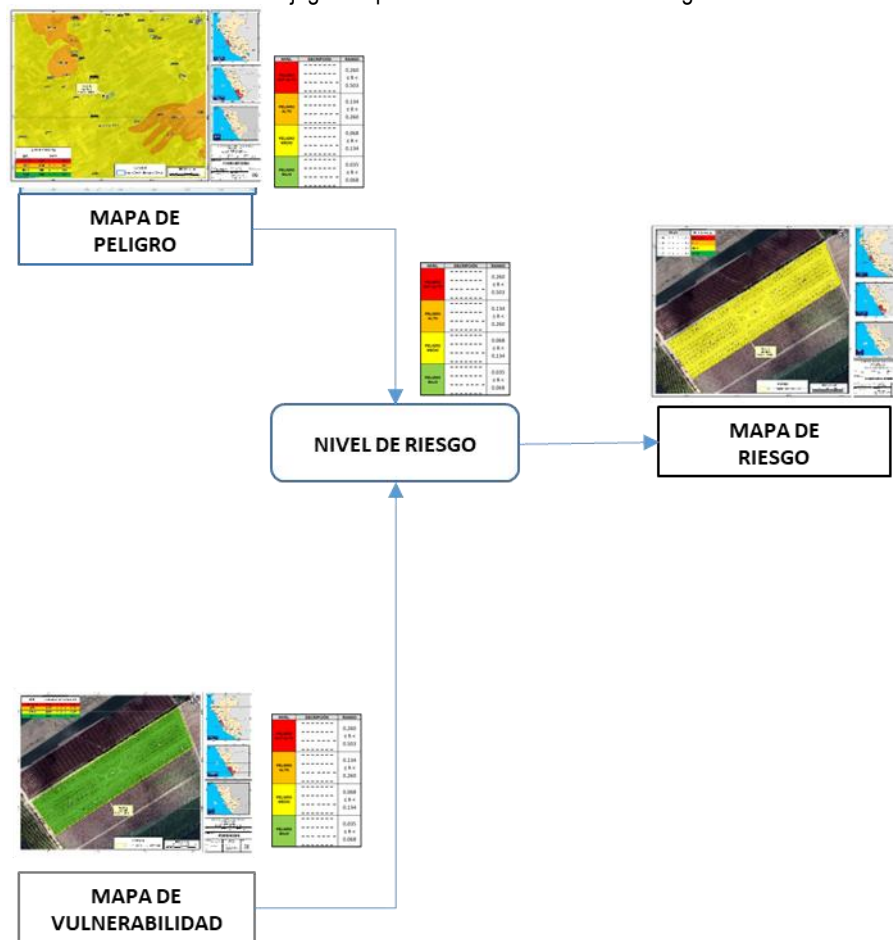
Fuente: Elaboración propia

IV. CÁLCULO DE RIESGO

4.1 METODOLOGÍA

Para determinar el cálculo del riesgo del área de análisis, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico 7. Flujograma para estimar los niveles del riesgo



Fuente: Adaptado de CENEPRED

El riesgo es el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a los fenómenos evaluados. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (Carreño et. al. 2005).

El expresar los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo, ampliamente aceptada en el campo técnico científico Cardona (1985), Fournier d'Albe (1985), Milutinovic y Petrovsky (1985b) y Coburn y Spence (1992), está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función f () del peligro y la vulnerabilidad.

$$Rie | t = f(Pi, Ve) | t$$

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

Pi = Peligro con la intensidad mayor o igual a *i* durante un periodo de exposición *t*

Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se halla determinado los niveles de intensidad y posibilidad de ocurrencia de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

4.2 NIVELES DE RIESGO POR SISMO

Los niveles de riesgo por sismo se detallan a continuación:

Tabla 103. Cálculo de los valores de riesgo por Sismo

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.455	0.483	0.220
0.264	0.257	0.068
0.149	0.137	0.020
0.085	0.078	0.007
0.048	0.045	0.002

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104. Niveles del Riesgo por Sismo

Rango	Nivel de Riesgo
0.068 ≤ R ≤ 0.220	MUY ALTO
0.020 ≤ R < 0.068	ALTO
0.007 ≤ R < 0.020	MEDIO
0.002 ≤ R < 0.007	BAJO

Fuente: Elaboración propia

4.3 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR SISMO

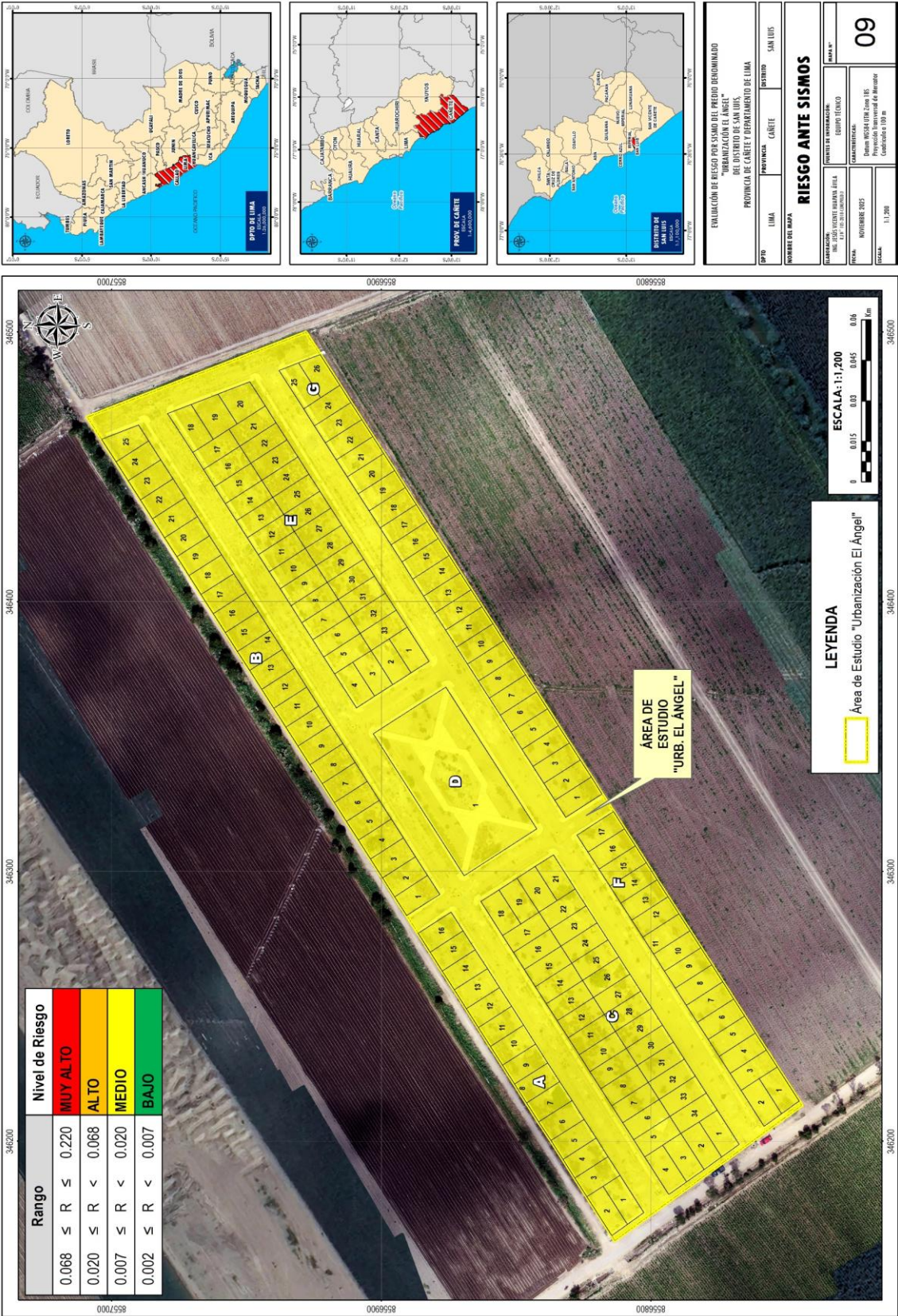
Tabla 105. Estratificación del nivel de riesgo por Sismo

Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Sismo de magnitud superior a 8 Mw con intensidad superior a VIII con una profundidad Hipocentral de 31 a 64 km y una distancia del epicentro entre los 65 a 120 km. Área con geología de Formación Pisco y/o superunidad Linga y/o depósito fluvial, geomorfología de cauce de río y/o colina y lomada en roca sedimentaria. Población de 0 a 5 años y mayores de 65 años, sin ningún tipo de capacitación en temas relacionados a la GRD, no cuenta con ningún tipo de capacitación o conocimientos en conservación ambiental (sin capacitación).</p> <p>Material predominante de edificación precario, las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso con una antigüedad superior a los 40 años, con un porcentaje de cumplimiento del RNE inferior al 20% en la construcción de edificación, y con una fuente de contaminación muy cercano (menor a los 2 km).</p>	$0.068 \leq R < 0.220$
Riesgo Alto	<p>Sismo de magnitud superior a 8 Mw con intensidad superior a VIII con una profundidad Hipocentral de 31 a 64 km y una distancia del epicentro entre los 65 a 120 km. Área con geología de Superunidad Linga y/o depósito fluvial y/o depósito coluvial, geomorfología de colina y lomada en roca sedimentaria y/o roca intrusiva. Población de 6 a 11 años y de 60 a 64 años, sin ningún tipo de capacitación en temas relacionados a la GRD y/o sólo conoce por referencias, no cuenta con ningún tipo de capacitación o conocimientos en conservación ambiental, pero muestra interés (sin capacitación).</p> <p>Material predominante de edificación precario y/o quincha, las edificaciones no reciben mantenimiento regular, la estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome, con una antigüedad entre 30 a 39 años, con un porcentaje de cumplimiento del RNE entre el 20% y el 30% o inferior, y con una fuente de contaminación cercana a muy cercana (menor a los 10 km).</p>	$0.020 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	<p>Sismo de magnitud superior a 8 Mw con intensidad superior a VIII con una profundidad Hipocentral de 31 a 64 km y una distancia del epicentro entre los 65 a 120 km. Área con geología de depósitos coluviales y/o superunidad Catahuasi, geomorfología de colina y lomada en roca intrusiva y/o vertiente o piedemonte aluvio-torrencial.</p> <p>Población de 12 a 17 años y de 45 a 59 años, conoce temas relacionados a la GRD por referencias y/o volantes o propaganda informativa, cuenta con escasos conocimientos en conservación ambiental, pero muestra interés (alguna vez se capacitó y/o regularmente).</p> <p>Material predominante de edificación adobe o tapia y/o ladrillo, reciben mantenimiento esporádico, las estructuras no tienen deterioro (en caso de tenerlas no lo compromete y es subsanable). Con una antigüedad entre 20 a 29 años, con un porcentaje de cumplimiento del RNE entre el 30% y el 50% o superior, y con una fuente de contaminación medianamente cercano (entre los 10 a 30 km).</p>	$0.007 \leq R < 0.020$
Riesgo Bajo	<p>Sismo de magnitud superior a 8 Mw con intensidad superior a VIII con una profundidad Hipocentral de 31 a 64 km y una distancia del epicentro entre los 65 a 120 km. Área con geología de Formación Cañete, geomorfología de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial y/o llanura o planicie aluvial.</p> <p>Población de 18 a 29 años y/o de 30 a 44 años, cuentan con capacitación en temas relacionados a GRD por talleres y/o se informan mediante propaganda radial o televisiva, tiene conocimientos en conservación ambiental (se capacita regularmente/frecuentemente).</p> <p>Material predominante de edificación de ladrillo o bloque de cemento. Reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros, con una antigüedad inferior a los 19 años, con un porcentaje de cumplimiento del RNE entre el 50% y el 100%, y con una fuente de contaminación alejado a muy alejado (mayor a los 30 km).</p>	$0.002 \leq R < 0.007$

Fuente: Elaboración propia

4.4 MAPA DE RIESGO POR SISMO

Mapa 9. RIESGO POR SISMO



Fuente: Elaboración propia

V. CONTROL DEL RIESGO

5.1 ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO

A. Valoración de Consecuencias

Tabla 106. Matriz de Consecuencias

VALOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	ALTO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	MEDIO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	BAJO	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

FUENTE: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla N° 106: se obtiene que Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles. Es decir que el nivel de consecuencia es "2 – MEDIO"

B. Valoración de Frecuencia

Tabla 107. Matriz de Frecuencia

VALOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTO	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	ALTO	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según circunstancias
2	MEDIO	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias
1	BAJO	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

FUENTE: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla N° 107: se obtiene que puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias. Es decir que el nivel de consecuencia es "2 – MEDIO"

C. Nivel de Consecuencia y Daño

Tabla 108. Matriz de Consecuencias y Daños

MUY ALTO	4	ALTO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	3	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
MEDIO	2	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
BAJO	1	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO

FUENTE: Elaboración propia

En esta matriz se procede a realizar la intersección de los datos obtenidos en las Tablas N° 106 y N° 107; teniendo como Resultado un nivel de Consecuencia y Daño igual a **MEDIO**.

D. Aceptabilidad – Tolerancia

Tabla 109. Matriz de Aceptabilidad y Tolerancia

VALOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN
4	INADMISIBLE	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	INACEPTABLE	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	TOLERABLE	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo

FUENTE: Elaboración propia

Ante la ocurrencia de la continua presencia de sismos; se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos, por lo que el nivel de Aceptabilidad – Tolerancia es de nivel
“2 - TOLERABLE”

Tabla 110. Matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo inadmisibile	Riesgo inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

FUENTE: Elaboración propia

Tras analizar lo anterior se obtiene que, el grado de Aceptabilidad y/o tolerancia ante la posibilidad que ocurra un Fenómeno natural como un Sismo es **“Riesgo Tolerable”**

E. NIVEL DE PRIORIZACIÓN

Tabla 111. Matriz de Nivel de Priorización

VALOR	NIVEL	DESCRIPCIÓN
4	INADMISIBLE	I
3	INACEPTABLE	II
2	TOLERABLE	III
1	ACEPTABLE	IV

FUENTE: Elaboración propia

Finalmente, y luego de realizar un análisis de los ítems anteriores se obtiene que el Nivel de Priorización ante un sismo, es **“Tolerable”**.

CONCLUSIONES

- Se determinó un nivel de peligro **MEDIO** ante sismos para el área en donde se ubica el terreno de la lotización denominada "Urb. El Ángel", dada las características actuales referidas a la geología, geomorfología y características del sismo esperado para el área analizada.
- Se analizó un análisis prospectivo de la vulnerabilidad, determinándose un nivel bajo de vulnerabilidad de la lotización denominada "Urb. El Ángel".
- Se realizó un análisis prospectivo del riesgo ante sismos, determinándose un nivel de RIESGO MEDIO ante sismos de la lotización denominada "Urb. El Ángel".

RECOMENDACIONES

Se recomienda la evaluación de las siguientes medidas estructurales y no estructurales, entre otras:

A. MEDIDAS ESTRUCTURALES

- De manera prospectiva, toda construcción de nuevas instalaciones, edificaciones e infraestructura en el ámbito del terreno "Urb. El Ángel" deberá ejecutarse en estricto cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), aprobado mediante Decreto Supremo N.º 011-2006-VIVIENDA y sus modificatorias, así como de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) aplicables.

B. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Las medidas no estructurales que se muestran a continuación tienen carácter complementario:

- Plantear procesos de fortalecimiento de capacidades organizativas de la población relacionadas a la temática de Gestión del Riesgo de desastres (capacitaciones en seguridad ante incendios, sismos, etc).
- De manera prospectiva la población a ocupar el área deberá formular e implementar un Plan de Seguridad y Evacuación en caso de emergencia (sismos), donde se indique zonas de seguridad y rutas de evacuación (ante sismos) debidamente señalizados.
- De manera prospectiva la población a ocupar deberá gestionar simulacros constantes para responder ante este fenómeno natural con coordinación con la Municipalidad Distrital de San Luis y la Municipalidad Provincial de Cañete.

BIBLIOGRAFÍA

- Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública, a nivel de perfil / Incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático. Dirección General de Inversión Pública-DGIP / 2012.
- Ministerio de Economía y Finanzas y GTZ. 2006. Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo, Editorial Stampa Gráfica SAC-Lima-Perú, pág. 10-38.
- Programa Desarrollo Rural Sostenible – GTZ. 2006. Aplicación de la Gestión del Riesgo para el Desarrollo Rural Sostenible-Módulo 1, Editorial Comunica2 SAC. Lima-Perú.
- Proyecto de Peligros Naturales del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. 1993. Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos. Washington D.C.
- SIGRID – Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres / CENEPRED.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Saaty T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Registro de Emergencias en el SINPAD 2003 - 2023	6
Tabla 2. Coordenadas del centroide de la parcela que conforma el área de estudio	8
Tabla 3. Ruta de Plaza de Armas de San Luis al área de estudio	10
Tabla 4. Unidades Geológicas en el área de estudio	13
Tabla 5. Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas definidas por el IGP	27
Tabla 6. Valores de magnitud para los sismos en ZMAS	28
Tabla 7. Para la ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty	33
Tabla 8. Matriz de comparación de pares del parámetro Intensidad de Sismo	34
Tabla 9. Matriz de normalización del parámetro Intensidad de Sismo	34
Tabla 10. Índice y relación de consistencia para el parámetro Intensidad de Sismo	34
Tabla 11. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad	35
Tabla 12. Pesos Ponderados de los parámetros Condicionantes	35
Tabla 13. Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes	35
Tabla 14. Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes	36
Tabla 15. Índice y relación de consistencia de los factores condicionantes	36
Tabla 16. Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geológicas	36
Tabla 17. Matriz de normalización de pares del parámetro Unidades Geológicas	36
Tabla 18. Índice y relación de consistencia del parámetro Unidades Geológicas	36
Tabla 19. Matriz de comparación de pares del parámetro Geomorfología	37
Tabla 20. Matriz de normalización de pares del parámetro Geomorfología	37
Tabla 21. Índice y relación de consistencia del parámetro Geomorfología	37
Tabla 22. Matriz de comparación de pares del parámetro Distancia del Epicentro	37
Tabla 23. Matriz de normalización de pares del parámetro Distancia del Epicentro	38
Tabla 24. Índice y relación de consistencia del parámetro Distancia del Epicentro	38
Tabla 25. Matriz de comparación de pares del parámetro Profundidad Hipocentral	38
Tabla 26. Matriz de normalización de pares del parámetro Profundidad Hipocentral	38
Tabla 27. Índice y relación de consistencia del parámetro Profundidad Hipocentral	38
Tabla 28. Matriz de comparación de pares del parámetro Magnitud Momento	39
Tabla 29. Matriz de normalización del parámetro Magnitud Momento	39
Tabla 30. Relación de consistencia del parámetro Magnitud Momento	39
Tabla 31. Procesamiento SIG	40
Tabla 32. Cálculo de los valores de los Parámetros de Evaluación	41
Tabla 33. Cálculo del valor de la Susceptibilidad	41
Tabla 34. Cálculo de los valores de Peligro	41
Tabla 35. Niveles de Peligro por Sismo	42
Tabla 36. Matriz de estratificación de Peligro por Sismo	42
Tabla 37. Parámetros de la Dimensión Social	45
Tabla 38. Peso del parámetro de la exposición social	46
Tabla 39. Descriptores utilizados en el parámetro Localización de la población frente al peligro	46
Tabla 40. Matriz de comparación de pares del parámetro Localización de la población frente al peligro	46
Tabla 41. Matriz de normalización de pares del parámetro Localización de la población frente al peligro	46
Tabla 42. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Localización de la población frente al peligro	46
Tabla 43. Parámetros utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Social	47
Tabla 44. Descriptores utilizados en el parámetro Grupo Etario	47
Tabla 45. Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario	47
Tabla 46. Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario	47
Tabla 47. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Grupo Etario	47
Tabla 48. Descriptores utilizados en el parámetro Capacitación en temas relacionados a la GRD	48
Tabla 49. Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en temas relacionados a la GRD	48
Tabla 50. Matriz de normalización de pares del parámetro Capacitación en temas relacionados a la GRD	48
Tabla 51. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Capacitación en temas relacionados a la GRD	48

Tabla 52. Parámetros de la Dimensión Económica	49
Tabla 53. Peso del parámetro de la exposición económica.....	49
Tabla 54. Descriptores utilizados en el parámetro Localización de las edificaciones frente al peligro	49
Tabla 55. Matriz de comparación de pares del parámetro Localización de las edificaciones frente al peligro	49
Tabla 56. Matriz de normalización de pares del parámetro Localización de las edificaciones frente al peligro	50
Tabla 57. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Localización de las edificaciones frente al peligro	50
Tabla 58. Pesos de los parámetros de la Dimensión Económica	50
Tabla 59. Matriz de comparación de pares de los Parámetros Fragilidad Económica	50
Tabla 60. Matriz de normalización de pares de los Parámetros Fragilidad Económica	51
Tabla 61. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los Parámetros Fragilidad Económica	51
Tabla 62. Descriptores utilizados en el parámetro Material predominante	51
Tabla 63. Matriz de comparación de pares del parámetro Material Predominante	51
Tabla 64. Matriz de normalización de pares del parámetro Material Predominante	51
Tabla 65. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Material Predominante	51
Tabla 66. Descriptores utilizados en el parámetro Estado de conservación	52
Tabla 67. Matriz de comparación de pares del parámetro Estado de conservación	52
Tabla 68. Matriz de normalización de pares del parámetro Estado de conservación.....	52
Tabla 69. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Estado de conservación	52
Tabla 70. Descriptores utilizados en el parámetro Antigüedad de las Edificaciones	52
Tabla 71. Matriz de comparación de pares del parámetro Estado de conservación	53
Tabla 72. Matriz de normalización de pares del parámetro Estado de conservación.....	53
Tabla 73. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Estado de conservación	53
Tabla 74. Peso del parámetro de la resiliencia económica.....	53
Tabla 75. Descriptores utilizados en el parámetro Cumplimiento RNE	53
Tabla 76. Matriz de comparación de pares del parámetro Cumplimiento RNE	54
Tabla 77. Matriz de normalización de pares del parámetro Cumplimiento RNE	54
Tabla 78. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Cumplimiento RNE.....	54
Tabla 79. Parámetros de la Dimensión Ambiental.....	54
Tabla 80. Peso del parámetro de la exposición ambiental	54
Tabla 81. Descriptores utilizados en el parámetro Cercanía a fuentes de contaminación	55
Tabla 82. Matriz de comparación de pares del parámetro Cercanía a fuentes de contaminación	55
Tabla 83. Matriz de normalización de pares del parámetro Cercanía a fuentes de contaminación	55
Tabla 84. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Cercanía a fuentes de contaminación.....	55
Tabla 85. Parámetros utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Ambiental	55
Tabla 86. Descriptores utilizados en el parámetro conocimiento e interés en conservación ambiental	56
Tabla 87. Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento e interés en conservación ambiental	56
Tabla 88. Matriz de normalización de pares del parámetro conocimiento e interés en conservación ambiental	56
Tabla 89. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro conocimiento e interés en conservación ambiental	56
Tabla 90. Descriptores utilizados en el parámetro Capacitación en Conservación Ambiental	57
Tabla 91. Matriz de comparación de pares del parámetro Capacitación en Conservación Ambiental	57
Tabla 92. Matriz de normalización de pares del parámetro Capacitación en Conservación Ambiental	57
Tabla 93. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Capacitación en Conservación Ambiental	57
Tabla 94. Matriz de comparación de pares de las dimensiones de la vulnerabilidad	58
Tabla 95. Matriz de normalización de pares de las dimensiones de la vulnerabilidad	58
Tabla 96. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para las Dimensiones de la Vulnerabilidad	58
Tabla 97. Cálculo valores - Dimensión Social.....	59

Tabla 98. Cálculo valores - Dimensión Económica.....	59
Tabla 99. Cálculo valores - Dimensión Ambiental	59
Tabla 100. Cálculo valores de Vulnerabilidad.....	59
Tabla 101. Niveles de Vulnerabilidad.....	60
Tabla 102. Estratificación de la Vulnerabilidad	60
Tabla 103. Cálculo de los valores de riesgo por Sismo	63
Tabla 104. Niveles del Riesgo por Sismo	63
Tabla 105. Estratificación del nivel de riesgo por Sismo.....	64
Tabla 106. Matriz de Consecuencias.....	66
Tabla 107. Matriz de Frecuencia.....	66
Tabla 108. Matriz de Consecuencias y Daños.....	66
Tabla 109. Matriz de Aceptabilidad y Tolerancia	67
Tabla 110. Matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia	67
Tabla 111. Matriz de Nivel de Priorización.....	67

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del predio que comprende el área de estudio	8
Imagen 2. Ruta desde la Plaza de Armas de San Vicente de Cañete al área de estudio	10
Imagen 3. Vista de la topografía del área de estudio.....	11
Imagen 4. Vista de la Topografía del área de análisis	18
Imagen 5. Intensidades Sísmicas Máximas (1400 - 1900) - IGP	21
Imagen 6. Intensidades Sísmicas Máximas (1900 - 1960) - IGP	22
Imagen 7. Imagen 6. Intensidades Sísmicas Máximas (1960 - 2014) - IGP	22
Imagen 8. Sismo originado por falla geológica	24
Imagen 9. Áreas que presentarían Intensidades > VIII (MM)	25
Imagen 10. Fuentes Sismogénicas para el Perú - IGP	26
Imagen 11. Fuentes Sismogénicas Superficiales	27
Imagen 12. Distribución de ZMAS en el borde Occidental del Perú	29
Imagen 13. Mapa de Sismicidad del Perú para el periodo de 1960-2024	30

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación del área de estudio	9
Mapa 2. Topográfico	12
Mapa 3. Unidades Geológicas	14
Mapa 4. Unidades Geomorfológicas.....	17
Mapa 5. Pendientes del área de estudio.....	19
Mapa 6. Peligro por Sismo.....	43
Mapa 7. Elementos Expuestos	44
Mapa 8. VULNERABILIDAD POR SISMO	61
Mapa 9. RIESGO POR SISMO	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Registro de Emergencias en el SINPAD 2003 - 2023	6
Gráfico 2. Clasificación de los Peligros	20
Gráfico 3. Clasificación de Peligros de Origen Natural	21
Gráfico 4. Metodología general para determinar el nivel de peligro por Sismo	31
Gráfico 5. Flujograma general del proceso de análisis de información	32
Gráfico 6. Metodología general para el cálculo de la Vulnerabilidad	45
Gráfico 7. Flujograma para estimar los niveles del riesgo	62

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Fotografía 1. Vista área del área de estudio lotización "Urb. El Ángel"



Fuente: Fotografía propia tomada con un drone

Fotografía 2. Vista de la vía de acceso del área de estudio (vía afirmada)



Fuente: Fotografía propia tomada con un drone