



EVAR

Asentamiento Humano Los Ángeles

LOS OLIVOS 2022



Proyecto “Fortaleciendo la Gestión del Riesgo de Desastres con enfoque inclusivo en los distritos de Comas, Los Olivos, Puente Piedra y en la Mancomunidad Municipal de Lima Norte”
© Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES

INSTITUCIONES

Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional - USAID
Centro de Estudios y Prevención de Desastres – PREDES
Municipalidad Distrital de Los Olivos
Mancomunidad Municipal Lima Norte

COORDINACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - PREDES

Arq. José Sato Onuma: Coordinador del proyecto Lima Norte de PREDES
Ing. Geóg. Augusto Tomasto
Arq. Rocío Cuadros
Ing. Geól. Patricia Barrientos
Bach. Ing. Geóg. Jean Iberos

Evaluador de Riesgo

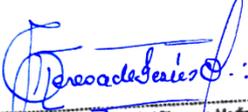
Geóg. Teresa de Jesús Villanueva Medina
R.J. N° 092-2018-CENEPRED-I

Especialista SIG

Ing. Orlando Barrón Galarza

Revisor

Ing. David Montero Coveñas


Geóg. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED-I
C.G.P. N° 366

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

1. CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

- 1.1. Objetivo general
- 1.2. Objetivos específicos
- 1.3. Finalidad
- 1.4. Justificación
- 1.5. Antecedentes
- 1.6. Marco normativo

2. CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

- 2.1. Ubicación geográfica
 - 2.1.1. Límites
 - 2.1.2. Área de estudio
- 2.2. Vías de acceso
 - 2.2.1. Duración de tiempo de viaje
- 2.3. Características sociales del A. H. Los Ángeles
 - 2.3.1. Población
 - 2.3.2. Vivienda
 - 2.3.3. Servicios básicos
 - 2.3.4. Educación
- 2.4. Características económicas del A. H. Los Ángeles
 - 2.4.1. Actividades económicas
- 2.5. Características Físico - Ambientales
 - 2.5.1. Características geológicas
 - 2.5.2. Características geomorfológicas
 - 2.5.3. Características geodinámicas
 - 2.5.3.1. Procesos geodinámicos
 - 2.5.3.2. Geodinámica interna
 - 2.5.3.3. Geodinámica externa
 - 2.5.4. Características geotécnicas
 - 2.5.4.1. Caracterización geotécnica de suelos
 - 2.5.4.2. Amplificación sísmica
 - 2.5.4.3. Factores de Amplificación
 - 2.5.4.4. Espectros de diseño
 - 2.5.4.5. Amplitudes máximas
 - 2.5.4.6. Análisis estructural y terremotos
 - 2.5.4.7. Norma técnica de edificaciones E.030
 - 2.5.4.8. Zonificación sísmica según la norma E.030
 - 2.5.4.9. Zonificación sísmica
 - 2.5.4.10. Mapa de microzonificación sísmica
 - 2.5.5. Características geofísicas
 - 2.5.5.1. Zonas de máximo acoplamiento sísmico

- 2.5.6. Características sísmicas
 - 2.5.6.1. Asperezas sísmicas
 - 2.5.6.2. Mapa de sismicidad
 - 2.5.6.3. Microzonificación sísmica
 - 2.5.6.4. Mapa de microzonificación sísmica del distrito de Los Olivos
- 2.5.7. Características de pendiente
- 2.5.8. Características del tipo de suelo
- 2.5.9. Características climáticas
 - 2.5.9.1. Clima
 - 2.5.9.2. Temperatura
 - 2.5.9.3. Nubosidad
 - 2.5.9.4. Humedad
 - 2.5.9.5. Viento
 - 2.5.9.6. Energía solar

3. CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

- 3.1. Metodología para la determinación del peligro
- 3.2. Recopilación y análisis de información
- 3.3. Identificación del peligro
- 3.4. Caracterización del peligro sísmico
- 3.5. Peligro por sismo
 - 3.5.1. Caracterización del peligro sísmico
 - 3.5.2. Escenario tendencial
 - 3.5.3. Parámetros del peligro sísmico
 - 3.5.3.1. Parámetro de evaluación: ruptura de placas
 - 3.5.3.2. Magnitud sísmica
 - 3.5.3.3. Intensidad sísmica
 - 3.5.3.4. Aceleración máxima del suelo (PGA)
 - 3.5.3.5. Profundidad del hipocentro
 - 3.5.3.6. Variables del peligro sísmico
 - 3.5.4. Ponderación de los parámetros por peligro sísmico
 - 3.5.4.1. Parámetros de evaluación
 - 3.5.4.2. Susceptibilidad del territorio
 - 3.5.4.2.1. Análisis del factor desencadenante
 - 3.5.4.2.2. Análisis de los factores condicionantes
 - 3.5.5. Definición del escenario de peligro sísmico
 - 3.5.6. Niveles de peligro por peligro sísmico
 - 3.5.7. Estratificación del nivel de peligro sísmico
 - 3.5.8. Mapa de peligro sísmico
- 3.6. Análisis de elementos expuestos
- 3.7. Mapa de elementos expuestos

4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

- 4.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad
- 4.2 Análisis de la dimensión física
 - 4.2.1. Análisis de la exposición en la dimensión física de la vulnerabilidad
 - 4.2.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión física de la vulnerabilidad
 - 4.2.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión física de la vulnerabilidad
- 4.3 Análisis de la dimensión social
 - 4.3.1. Análisis de la exposición en la dimensión social de la vulnerabilidad
 - 4.3.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión social de la vulnerabilidad
 - 4.3.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión social de la vulnerabilidad
- 4.4 Análisis de la dimensión económica
 - 4.4.1. Análisis de la exposición en la dimensión económica de la vulnerabilidad
 - 4.4.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión económica de la vulnerabilidad
 - 4.4.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión económica de la vulnerabilidad
- 4.5 Análisis de la dimensión ambiental
 - 4.5.1. Análisis de la exposición en la dimensión ambiental de la vulnerabilidad
 - 4.5.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental de la vulnerabilidad
 - 4.5.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental de la vulnerabilidad
- 4.6 Nivel de vulnerabilidad
- 4.7 Estratificación de la vulnerabilidad
- 4.8 Mapa de vulnerabilidad

5. CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

- 5.1. Metodología para la determinación de los niveles del riesgo
- 5.2. Determinación de los niveles de riesgo por sismo
 - 5.2.1. Niveles del riesgo por sismo
 - 5.2.2. Matriz del riesgo por sismo
 - 5.2.3. Estratificación del riesgo por sismo
 - 5.2.4. Mapa de riesgo por sismo
 - 5.2.5. Cálculo de posibles pérdidas por sismo
 - 5.2.6. Zonificación del riesgo por sismo
- 5.3. Medidas de prevención del riesgo
 - 5.3.1. De orden estructural
 - 5.3.2. De orden no estructural
- 5.4. Medidas de reducción del riesgo
 - 5.4.1. De orden estructural
 - 5.4.2. De orden no estructural

6. CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

- 6.1. Aceptabilidad / Tolerabilidad
 - 6.1.1. Valoración de consecuencias
 - 6.1.2. Valoración de frecuencia de ocurrencia
 - 6.1.3. Matriz de consecuencia y daños
 - 6.1.4. Medidas cualitativas de consecuencia y daños
 - 6.1.5. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo
 - 6.1.6. Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo
- 6.2. Control del riesgo
 - 6.2.1. Prioridad de intervención

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

LISTA DE CUADROS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE FIGURAS

PRESENTACIÓN

La Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres–SINAGERD, en sus artículos 14° y 16° de la Ley del SINAGERD, indica que los gobiernos regionales y gobiernos locales, al igual que las entidades públicas, ejecutan e implementan los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres dentro de sus respectivos ámbitos de competencia.

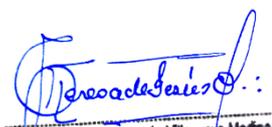
Así mismo, el literal a) numeral 6.2, del artículo 6° de la mencionada Ley del SINAGERD, define al proceso de estimación del riesgo de desastres, como aquel que comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, para analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres.

En el ámbito de estudio del proyecto: “Fortaleciendo la Gestión del Riesgo de Desastres con enfoque inclusivo en los distritos de Comas, Los Olivos y Puente Piedra y en la Mancomunidad Municipal de Lima Norte”, se realiza el presente Informe de Evaluación de Riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima, los cuáles por su ubicación y condiciones físicas naturales, presentan una alta susceptibilidad a la ocurrencia de peligros ante sismo..

En este contexto se desarrolla el presente informe, tomando como base la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da. Versión (CENEPRED, 2015), el cual precisa los procedimientos y criterios de análisis de riesgo; determinación de los peligros en función a los parámetros de evaluación, factores condicionantes y desencadenantes; análisis de la vulnerabilidad en función a la exposición, fragilidad y resiliencia, cálculo del riesgo vinculados a la prevención, reducción de riesgos así como también se determinan las medidas estructurales y no estructurales de control de riesgo en las áreas geográficas objetos de evaluación.

Para la elaboración del presente informe se cuenta con la información de las entidades públicas, como son: el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres- CENEPRED, la Autoridad Nacional del Agua-ANA, Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas SERNANP, entre otros de nivel nacional e internacional.

Así mismo, para el levantamiento de información en campo, se realizaron las coordinaciones respectivas con los dirigentes del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, también se contó con el apoyo del personal de Gestión del Riesgo de Desastres-GRD de la Municipalidad distrital de Los Olivos, asimismo se contó con el acompañamiento técnico de los especialistas del Centro de Estudios y Prevención Desastres – PREDES.


Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
C.G.P. N° 366

INTRODUCCIÓN

El presente informe de evaluación del riesgo por sismo, permite analizar el impacto potencial que se generaría en el área de influencia de los Asentamiento Humano **Los Ángeles** del distrito de Los Olivos, en caso de presentarse un sismo de 8.8 Mw, pronosticado como escenario sísmico para Lima Metropolitana y el Callao, el cuál concatenaría en procesos de geodinámica externa como los de remoción en masa en el área de estudio.

La ocurrencia de los desastres es uno de los factores que mayor destrucción causan, debido a la ausencia de medidas y/o acciones de reducción del riesgo que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física en los asentamientos humanos, frente a la materialización del peligro y de esta manera reducir los daños a la población y sus medios de vida.

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 Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, y el marco normativo. En el segundo capítulo, se describe las características generales del área de estudio, como ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas, entre otros.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro sísmico, en el cual se identifica sus áreas de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante, parámetros de evaluación para la definición de sus niveles, en base a ello se presenta el mapa de peligro de sismo. El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad con sus dimensiones: física, social, económica y ambiental. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores de: exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en el mapa respectivo de vulnerabilidad para el Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad, determinando y zonificando los niveles de riesgo, indicando las medidas estructurales y no estructurales de prevención y/o reducción del riesgo de desastres en las áreas geográficas de la presente evaluación. Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo, la aceptabilidad o tolerancia del mismo, así como las medidas de control del riesgo.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el nivel del riesgo por sismo en el Asentamiento Humano **Los Ángeles** del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y determinar los niveles de peligro, y elaborar el mapa de peligro del área de influencia
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad, y elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Establecer los niveles del riesgo y elaborar el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Determinar medidas de control del riesgo.

1.3. FINALIDAD

Generar el conocimiento del peligro por sismo, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permita la toma de decisiones vinculadas a la prevención y reducción del riesgo de desastres en el Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, de acuerdo a la Ley N° 29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).

Contribuir con un documento técnico para que la autoridad que corresponda realice la adecuación de las medidas estructurales y no estructurales en los ámbitos correspondientes al estudio.

1.4. JUSTIFICACIÓN

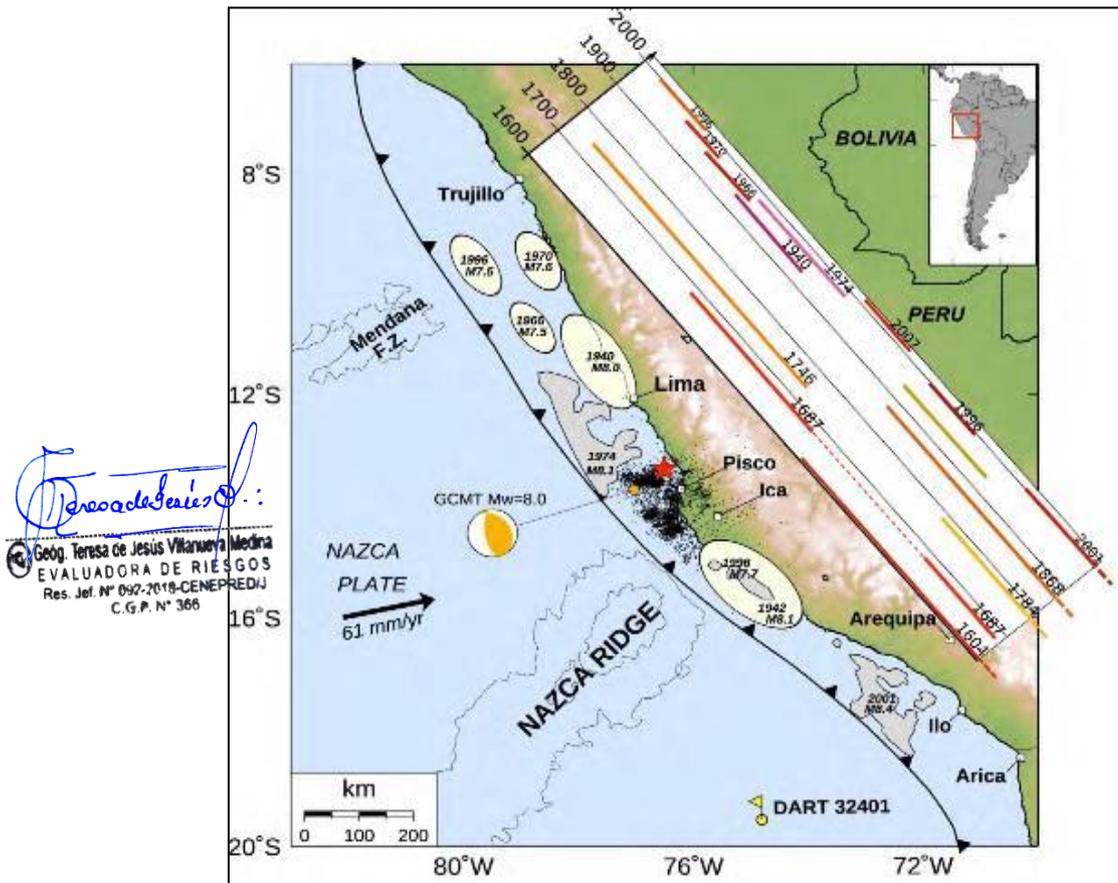
Lima Norte, está integrada por 8 distritos sobre 857.4 Km², que representan el 32% del territorio metropolitano de Lima (INEI, 2005). Hay 2.5 millones de personas que habitan en 679,600 viviendas en el área (IPC, 2019). Alrededor de 700 mil personas habitan en viviendas localizadas en laderas empinadas, con bajo nivel de resistencia estructural debido al factor suelo y porque las edificaciones no consideraron técnicas de sismo-resistencia, por lo cual actualmente son muy vulnerables al sismo de magnitud mayor a 8,5, que es altamente probable que ocurra en un futuro cercano y destruya gran parte de la ciudad capital. Los daños y pérdidas humanas y materiales para la población serían muy grandes y los impactos para el conjunto del funcionamiento de la metrópoli y del país también serían muy altos, dado que Lima es el centro político, financiero y comercial del país y existe alta dependencia del resto del país.

La población que se ubica en las laderas de los distritos Lima Norte, no tiene acceso a servicios básicos, como agua y desagüe y están expuestos debido a la calidad de sus viviendas a graves riesgos como son: caída de rocas, colapso de muros y terrazas auto-construidas, así como serias dificultades en el conocimiento de zonas seguras para ponerse a salvo en áreas despejadas. Problemas como el crecimiento poblacional, la falta de oferta de vivienda y la falta de planificación urbana por las municipalidades son las causas de la proliferación de asentamientos humanos en laderas empinadas y zonas de niebla, lo que aumenta los riesgos de daños físicos, pérdida de vidas humanas y la destrucción de viviendas e infraestructura social en caso de suscitarse un evento natural.

1.5. ANTECEDENTES

La historia sísmica del Perú ha mostrado que su borde occidental presenta un alto índice de ocurrencia de eventos sísmicos y de acuerdo a su magnitud, muchos de ellos han producido daños importantes en ciudades y localidades distribuidas cerca de la zona costera. La ocurrencia de efectos secundarios como asentamientos, licuación de suelos, derrumbes, caídas de roca y tsunamis propiciaron el incremento de pérdidas humanas y materiales en el área epicentral (Silgado, 1978; Dorbath et al, 1990; Tavera y Buforn, 2001). El Perú es un país reconocido mundialmente como de alto potencial sísmico, y de ello es el resultado de nuestra geomorfología en la cual sobresalen cordilleras, quebradas, cañones, valles, lagunas, paisajes, etc. De acuerdo a la historia sísmica, se tiene referencia de la ocurrencia de más de 50 terremotos con magnitudes mayores a 7.0 Mw, produciendo en su mayoría efectos netamente locales. (Figura N° 1).

Figura N° 1. Eventos históricos a lo largo de la costa del Perú



Fuente: Sladen et al., 2010.

Marco tectónico global

La Nueva Tectónica Global (Isacks et al., 1968) presenta un enfoque objetivo del movimiento de placas y la generación de sismos en la Tierra. Tal es así, que físicamente se comprenden las causas y la forma en que la energía se acumula en zonas muy restringidas de la Tierra y de qué manera ocurren los diferentes tipos de sismos. La explicación más ampliamente aceptada del origen del movimiento de las placas recae en el requerimiento de un **equilibrio termo-mecánico de los materiales de la Tierra**. La parte superior del manto está en contacto con la corteza, que se encuentra a menor temperatura, mientras la parte inferior está en contacto con el núcleo externo, que se encuentra a mayor temperatura. Obviamente, un gradiente de temperatura debe existir dentro del manto. La variación de la densidad del manto con la temperatura produce la situación inestable de tener un material más denso (más frío) apoyándose sobre la cima de un material menos denso (más caliente).

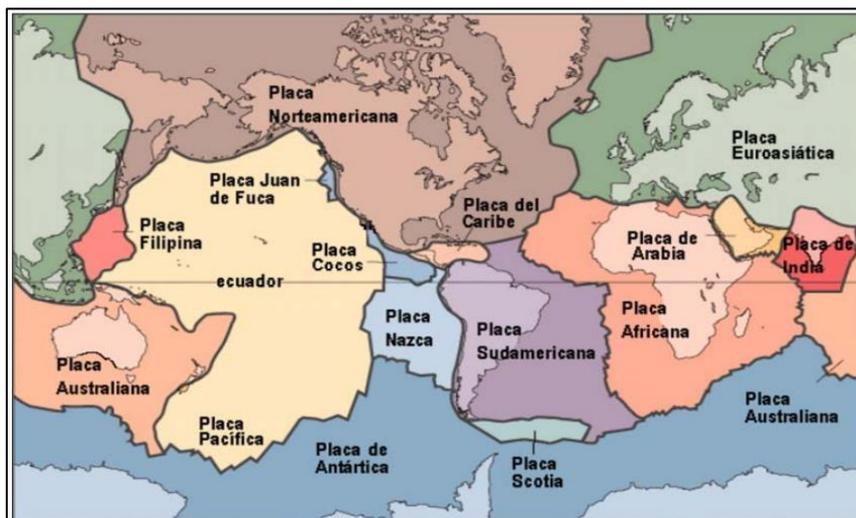
Eventualmente, el material más denso empieza a sumergirse bajo la acción de la gravedad y el material menos denso empieza a ascender. El material descendido gradualmente se calienta y se vuelve menos denso; eventualmente, se moverá lateralmente y empezará a ascender otra vez. Secuencialmente, el material enfriado empezará a sumergirse. Este proceso es conocido como **convección**. La corriente de convección semi fundida del manto, impone esfuerzos de corte en el fondo de las placas, desplazándolas lentamente en varias direcciones a través de la superficie de la Tierra. Tras la comprobación de que las placas oceánicas se generan en las dorsales y se consumen en las zonas de subducción, y la ubicación precisa de los sismos, se ha llegado a concluir que la superficie terrestre está formada por grandes placas y otras de menores dimensiones como puede apreciarse en **la Figura N° 2** en la que se aprecian las principales placas tectónicas de la Tierra. Finalmente, se ha observado que la mayor actividad sismo tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de estas placas y como producto de la interacción de éstas se generan eventos sísmicos de gran magnitud.

Según los estudios realizados por Handschumacher en 1976, la placa de Nazca proviene de una placa más antigua que se encontraba en subducción y es conocida como placa Farallón, producto de una división se dio origen a la placa de Cocos (la componente norte) y a la placa de Nazca (la componente sur). Se ha observado que la mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de estas placas. El frotamiento mutuo de estas placas es lo que produce los terremotos, por lo que la localización de éstos delimitará los bordes de las mismas. La margen continental occidental de Sudamérica, donde la placa oceánica de Nazca es subducida por debajo de la placa continental Sudamericana, es uno de los mayores bordes de placa en la tierra.

Los límites o bordes de las placas raramente coinciden con las márgenes continentales, pudiendo ser de tres tipos:

1. Según cordilleras axiales, donde las placas divergen una de otra y en donde se genera un nuevo suelo oceánico.
2. Según fallas de transformación a lo largo de las cuales las placas se deslizan una respecto a otra.
3. Según zonas de subducción, en donde las placas convergen y una de ellas se sumerge bajo el borde delantero de la suprayacente.

Figura N° 2. Principales placas tectónicas de la Tierra



Fuente: Monroy, A, Bolaños, M, 2004.

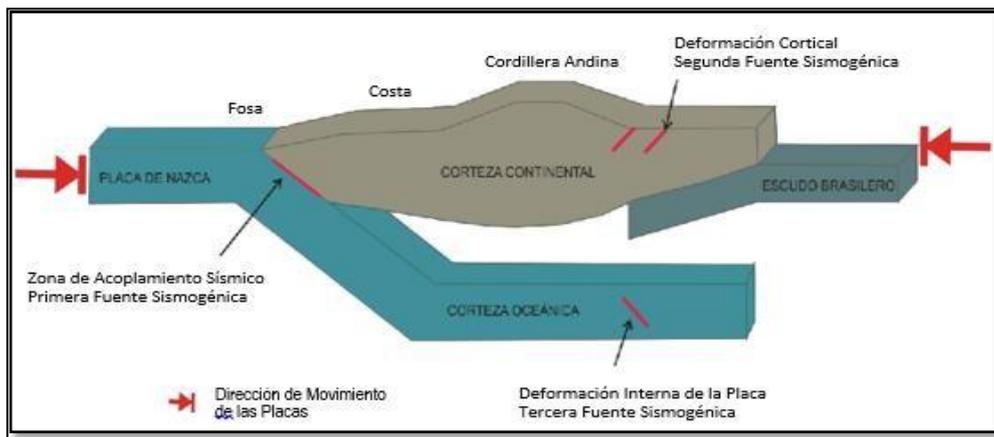
Fuentes sísmogénicas en el Perú

Los sismos también conocidos como terremotos, son fenómenos que provocan sacudidas bruscas y pasajeras de la corteza terrestre que pueden tener de segundos hasta varios minutos de duración dependiendo de la magnitud del sismo. Estos fenómenos se producen por la reactivación de fallas geológicas, cuya ruptura en profundidad (foco o hipocentro) generan la liberación de energía acumulada el cual se propagan en forma de ondas sísmicas los que dan lugar a grandes deformaciones y roturas del terreno, también viene a ser un detonante para generar fenómenos de remoción en masa, licuefacción de suelos, actividad volcánica y tsunamis, que en la mayoría de casos generan pérdidas humanas y económicas.

En ese contexto las fuentes sísmogénicas permiten definir la existencia de al menos cuatro tipos de eventos sísmicos:

- Sismos intraplaca oceánica (fosa peruano-chilena),
- Sismos interplaca (el proceso de colisión entre las placas de Nazca y Sudamericana),
- Sismos corticales, durante este proceso, la corteza ha desarrollado la formación de importantes fracturas y/o fallas geológicas que muchas veces han alcanzado longitudes de decenas de kilómetros,
- Sismos de profundidad intermedia y profunda, se producen como producto de la deformación interna de la placa oceánica que subduce por debajo del continente.

Figura N° 3. Geometría de la subducción y la ubicación de las principales fuentes sísmogénicas en Perú

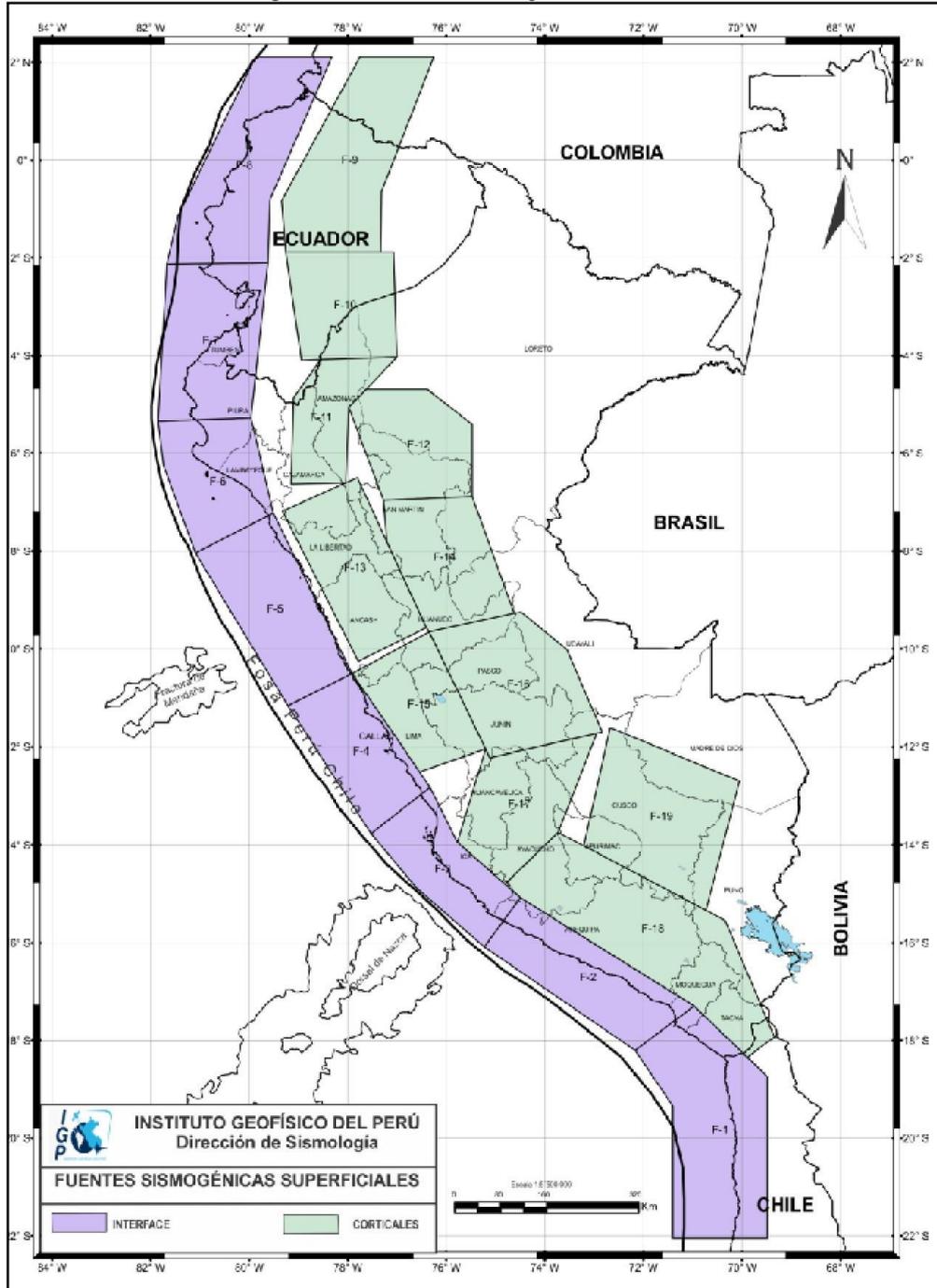


Fuente: IGP – Instituto Geofísico del Perú.

El Perú por su ubicación presenta dos tipos fuentes sísmogénicas:

- Sismos interplaca**, son los que están asociados directamente al contacto de dos placas, y Perú se ubica en una zona de margen continental activo (subducción) donde la placa oceánica se introduce por debajo de la placa continental, este proceso se comporta como una mega falla activa que llega a generar sismos con magnitudes superiores a 8° (Chile 1960 M9.5°, Indonesia 2004 M9.3°); los efectos cosísmicos vienen a ser los tsunamis (Camaná-Arequipa 2001) fenómenos de remoción en masa (Yungay-Ancash 1970) y licuefacción de suelos (Pisco-Ica 2007).
- Sismos intraplaca** o corticales, a diferencia de los sismos interplaca, estos se dan dentro de una placa tectónica (placa sudamericana) debido a la reactivación de fallas geológicas. Pueden provocar hasta sismos de 7.5°, el área de influencia no es extenso como los sismos interplaca, esta depende de la magnitud, la litología y la distancia al epicentro, pero al ser en su mayoría sismos superficiales generan grandes daños, deformaciones y roturas del terreno, al igual que movimientos en masa y licuefacción de suelos y/o asentamientos y actividad volcánica.

Figura N° 4. Fuentes sismogénicas de subducción



Fuente: IGP – Instituto Geofísico del Perú.

Antecedentes de sismos en la costa central del Perú

La ciudad de Lima está expuesta a un alto nivel de peligro sísmico, debido a la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana, cuyos bordes convergen a pocos kilómetros del litoral peruano-chileno. Dentro de los sismos históricos ocurridos en la zona central del Perú y que de alguna forma han afectado a la ciudad de Lima, tenemos los siguientes (CISMID & UNI, 2011):

- El sismo del 9 de julio de 1586, con intensidades de IX MMI en Lima y VI MMI en Ica, profundidad de 60 Km, magnitud de 8.1 Ms.

Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDU
 C.G.P. N° 366

- El sismo del 13 de noviembre de 1655, con intensidades de IX MMI en el Callao y VIII MMI en Lima.
- El sismo del 12 de mayo de 1664, con intensidades de X MMI en Ica, VIII MMI en Pisco y IV MMI en Lima.
- El sismo del 20 de octubre de 1687, con intensidades de IX MMI en Cañete, VIII MMI en Ica y VII MMI en Lima.
- El sismo del 10 de febrero de 1716, con intensidades de IX MMI en Pisco y V MMI en Lima.
- Sismo del 28 de octubre de 1746 a las 22:30 horas: Destrucción de casi la totalidad de casas y edificios en Lima y Callao. Intensidad de X (MMI) en Chancay y Huaral, IX –X (MMI) en Lima, Barranca y Pativilca.
- El sismo del 30 de marzo de 1828, con intensidad de VII MMI en Lima.
- El sismo del 04 de marzo de 1904, con intensidad de VII - VIII MMI en Lima.
- Sismo del 24 de mayo de 1940 a las 11:35 horas: Intensidad de VIII (MMI) en Lima, VI (MMI) en el Callejón de Huaylas, V (MMI) en Trujillo.
- El sismo del 17 de octubre de 1966, con intensidad VII MMI en Lima.
- El sismo del 03 de octubre de 1974, con intensidad de VIII MMI en Lima y VII MMI en Cañete.
- El sismo del 18 de abril de 1993, con intensidad de VI MMI en Lima y V MMI en Cañete y Chimbote.
- El 15 de agosto del 2007 ocurrió un sismo con origen en la zona de convergencia de las placas, el cual fue denominado como “el sismo de Pisco” debido a que su epicentro fue ubicado a 60 km. al Oeste de la ciudad de Pisco. Este sismo tuvo una magnitud de momento sísmico $M_w=7.9$ de acuerdo con el Instituto Geofísico del Perú y de 8.0 según el Nacional Earthquake Center (NEIC). El sismo produjo daños importantes en un gran número de viviendas de la ciudad de Pisco (aproximadamente el 80%) y menor en las localidades aledañas, llegándose a evaluar una intensidad del orden de VII en la escala de Mercalli Modificada (MM) en las localidades de Pisco, Chincha y Cañete, V y VI en la ciudad de Lima.

Antecedentes sísmicos en el departamento de Lima

Lima tiene una larga historia de sismos. El más grande terremoto fue el de 1746 de 3 000 casas existentes en la ciudad, sólo quedaron 25 en pie. En el puerto del Callao, debido al tsunami ocurrido después del sismo, de un total de 4000 personas sólo sobrevivieron 200. Otro terremoto importante ocurrió en 1940, de 8.2 grados Richter, causó 179 muertos y 3 500 heridos.

En el siguiente cuadro se presentan los eventos sísmicos históricos más significativos los que de alguna forma han afectado la zona de estudio, donde se ha identificado magnitudes hasta 8.4 en el año de 1746 para el departamento de Lima.

Cuadro N° 1. Eventos sísmicos más significativos para el departamento de Lima

Fecha aaaa/mm/dd	Prof. Km.	Mag. (Ms. mb. MI. Mw.)	Departamento	Fuente
1586/07/10	60	8.1	Lima	Silgado (1985) Dorbath et al.(1990)
1687/10/20	30	8.2	Lima	Silgado (1985) Dorbath et al.(1990)
1725/01/07	40	7.7	Lima	Silgado (1985)
1746/10/29	30	8.4	Lima	Silgado (1983) Dorbath et al.(1990) Beck y Nishenko (1990)
1897/09/20	70	7.7	Lima	Tavera et al. (2010d)

1904/03/04	60	7.0	Lima	Tavera et al. (2010d)
1940/05/24	50	8.2	Lima	Silgado (1978) Dorbath et al.(1990)
1948/05/28	55	6.7	Lima	Silgado (1977)
1951/01/31	50	5.5	Lima	Tavera et al. (2010d)
1952/08/03	30	5.7	Lima	Tavera et al. (2010d)
1966/10/17	38	7.5	Lima	Lomnitz y Cabre (1968) Silgado (1977) Beck y Nishenko (1990)
1974/01/05	98	6.6	Lima	Tavera et al. (2010d)
1974/10/03	13	7.5	Lima	IGP (1974) Herrera y Giullani (1975) Espinoza et al. (1977) Glesecke et al. (1980)
1991/04/29	60	5.7	Lima	Tavera et al. (2010d)
1993/04/18	107	6.3	Lima	Huánuco-P y Zamudio (1993)
1999/05/06	43	4.9	Lima	Tavera et al. (2010d)
2008/03/29	50	5.4	Lima	Tavera y Bernal (2008b)
2013/11/25	59	5.8	Lima	Tavera et al. (2013d)
2014/11/15	23	5.8	Lima	Tavera et al. (2014d)
2016/12/01	10	6.0	Lima	Tavera et al. (2016b)

Fuente: Catálogo general de isosistas para sismos peruanos – IGP-2016.

Figura N° 5. Mapa de isosistas de principales sismos ocurridos en Lima

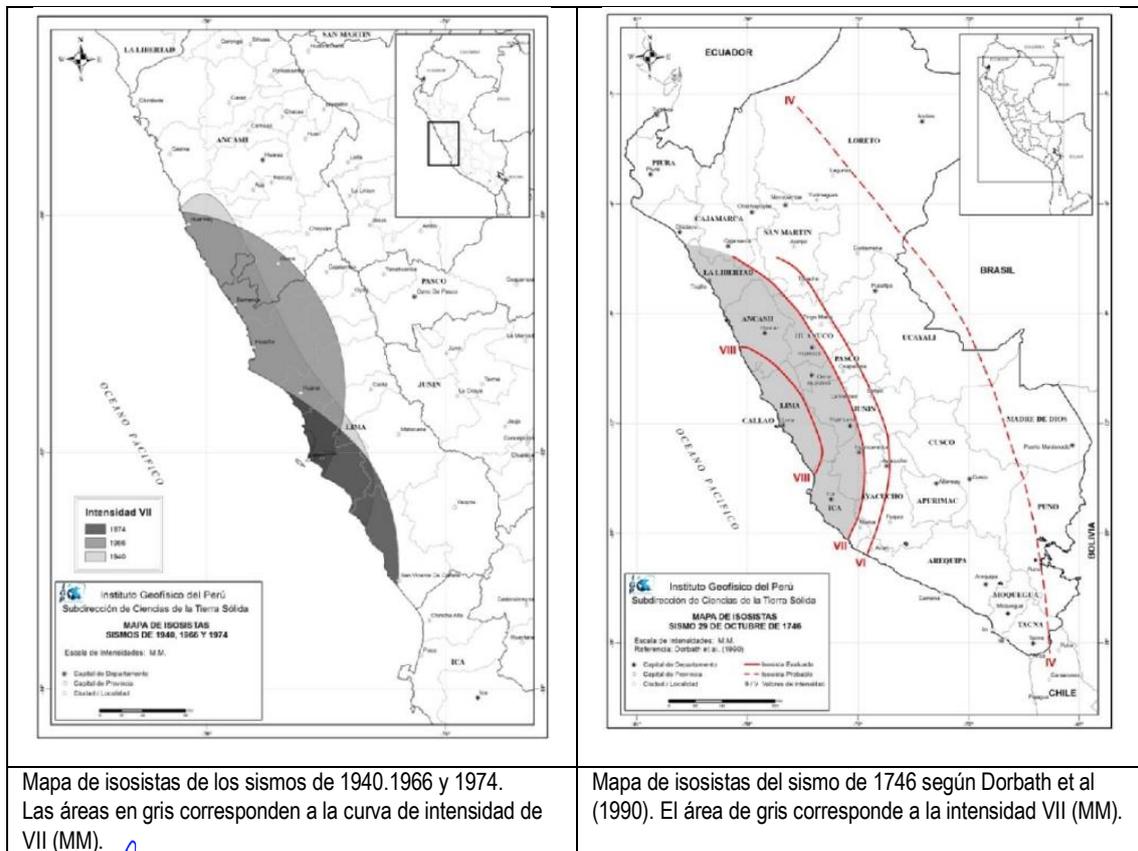


Figura N° 6. Mapa de isosistas de principales sismos ocurridos en Lima

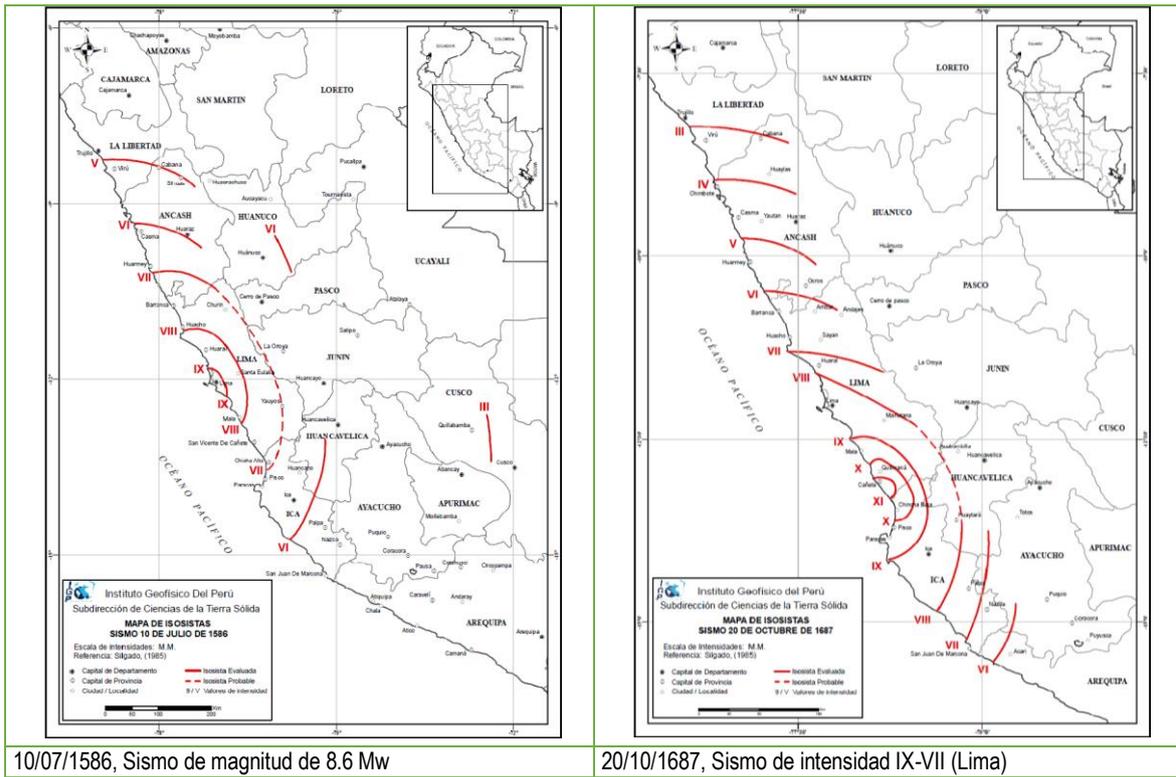
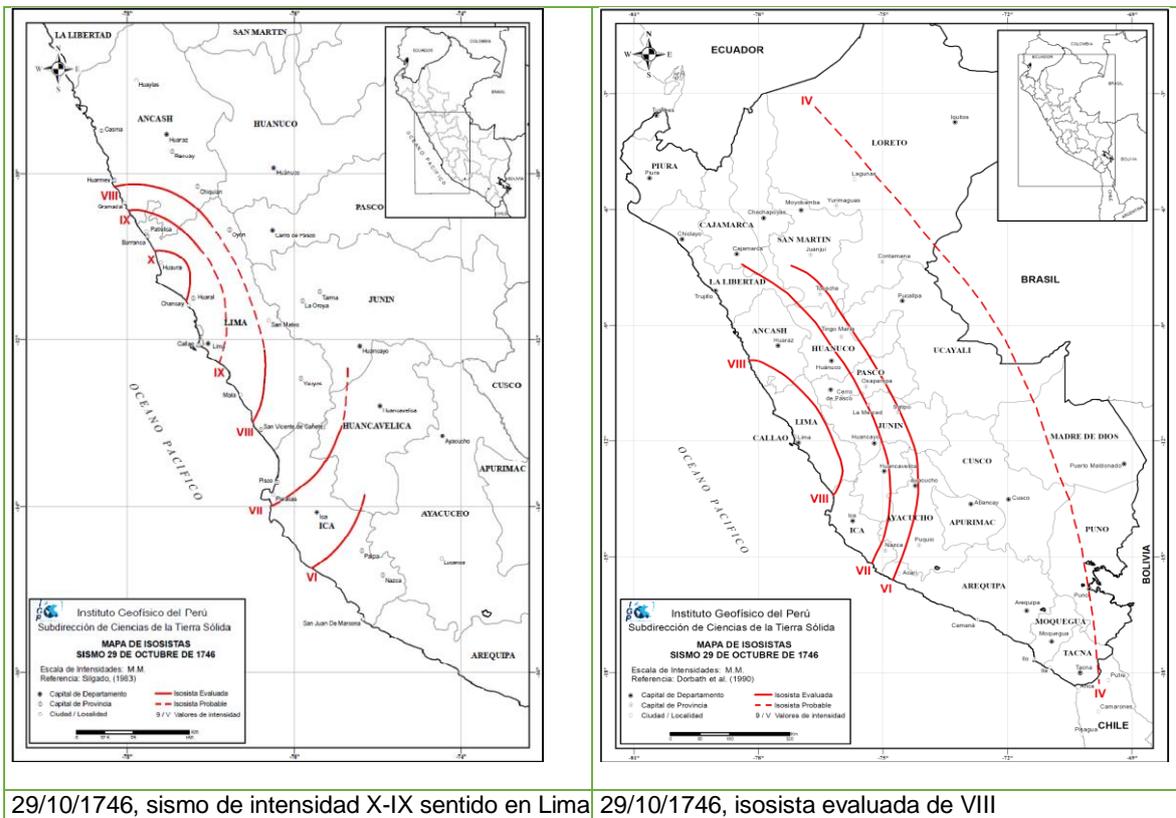
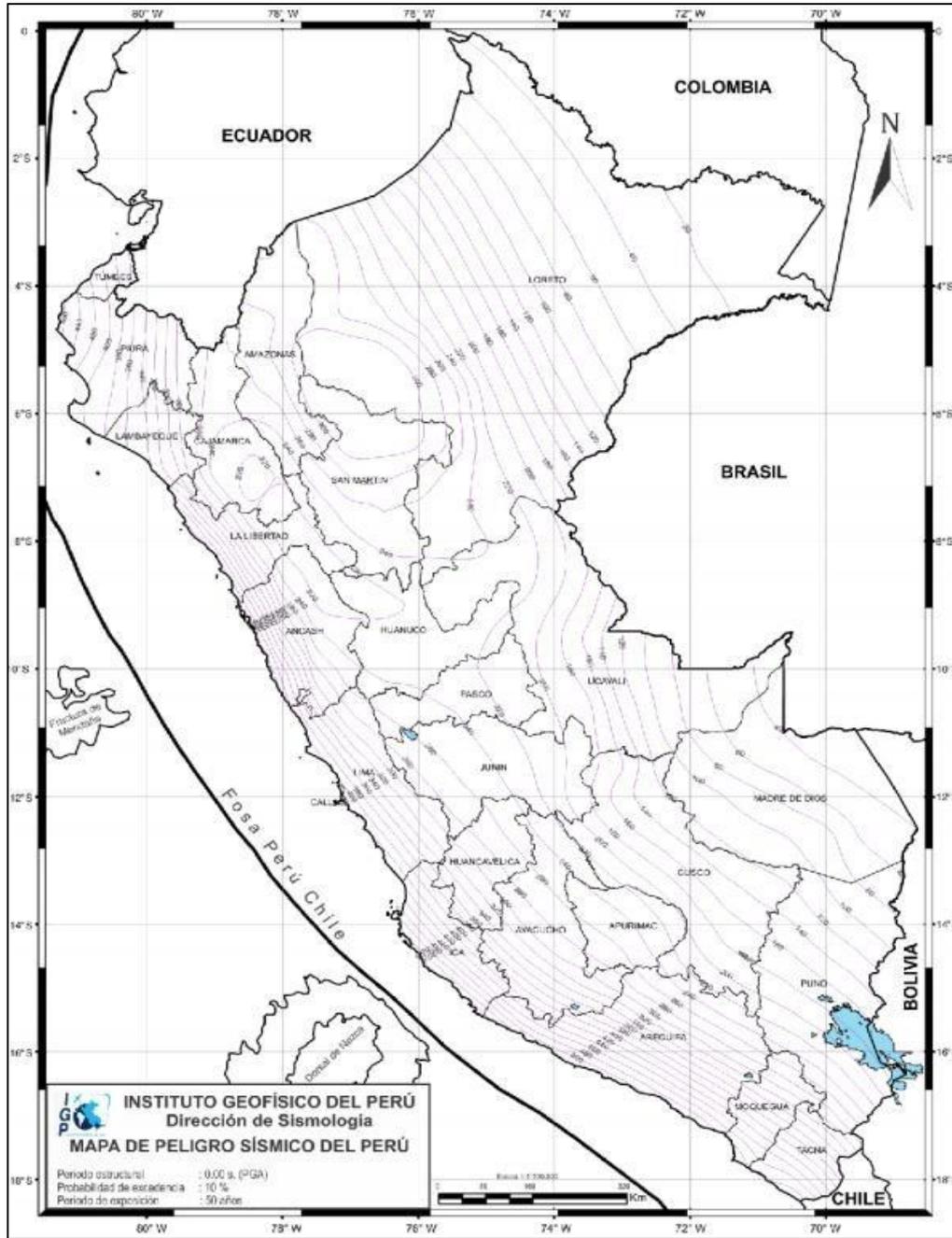


Figura N° 7. Mapa de isosistas de principales sismos ocurridos en Lima



Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
 C.G.P. N° 366

Figura N° 8. Mapa de peligro sísmico para el Perú considerando un periodo de retorno de 50 años con el 10% de excedencia. Los valores de aceleración se expresan en gals.



Fuente: IGP - Tavera et. al, 2014.

1.6. MARCO NORMATIVO

- Política de Estado N° 32 del Acuerdo Nacional – Gestión del Riesgo de Desastres.
- 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 Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable. Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos – Autoridad Nacional del Agua.
-
- Decreto Supremo N° 115 – 2022 – PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2022-2030.
- Decreto Supremo 038-2021-PCM, que aprueba Política Nacional de GRD al 2050.
- Decreto Supremo N° 046-2012-PCM, que aprueba los “Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres, de las entidades del Estado en los tres niveles de gobierno”.
- Decreto Supremo N° 027-2017-PCM, de fecha 17 de marzo de 2017, que declara el Estado de Emergencia en 15 distritos de la provincia de Lima del departamento de Lima (Lima Metropolitana), en 03 distritos de la Provincia Constitucional del Callao, y en 24 distritos de 07 provincias del departamento de Lima (Lima Provincias), por desastre a consecuencia de intensas lluvias.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29896 – Ley de Reasentamiento Poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, 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.
- Resolución Ministerial N° 043-2019-Vivienda, Norma Técnica E30, Diseño Sismorresistente del RNE.

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El distrito de Los Olivos está situado al Norte de Lima Cercado en la provincia de Lima, departamento de Lima, es uno de los ocho distritos que conforman la Mancomunidad Municipal Lima Norte. El área de estudio se encuentra ubicada dentro de sus límites distritales.

Cuadro N° 2. Área de Estudio - Asentamientos Humanos del distrito de Los Olivos

Departamento	Provincia	Distrito	Nombre de Asentamiento Humano
LIMA	LIMA	LOS OLIVOS	LOS ÁNGELES

Fuente: Equipo Técnico.

2.1.1. LÍMITES

El distrito de Los Olivos, tiene sus límites distritales delimitados y son los siguientes:

- Por el Norte : Con el distrito de Puente Piedra, sobre el cauce formado por el río Chillón.
- Por el Sur : Con el distrito de San Martín de Porres.
- Por el Este : Con los distritos de Independencia y Comas.
- Por el Oeste : Con el distrito de San Martín Porres.

2.1.2. ÁREA DE ESTUDIO

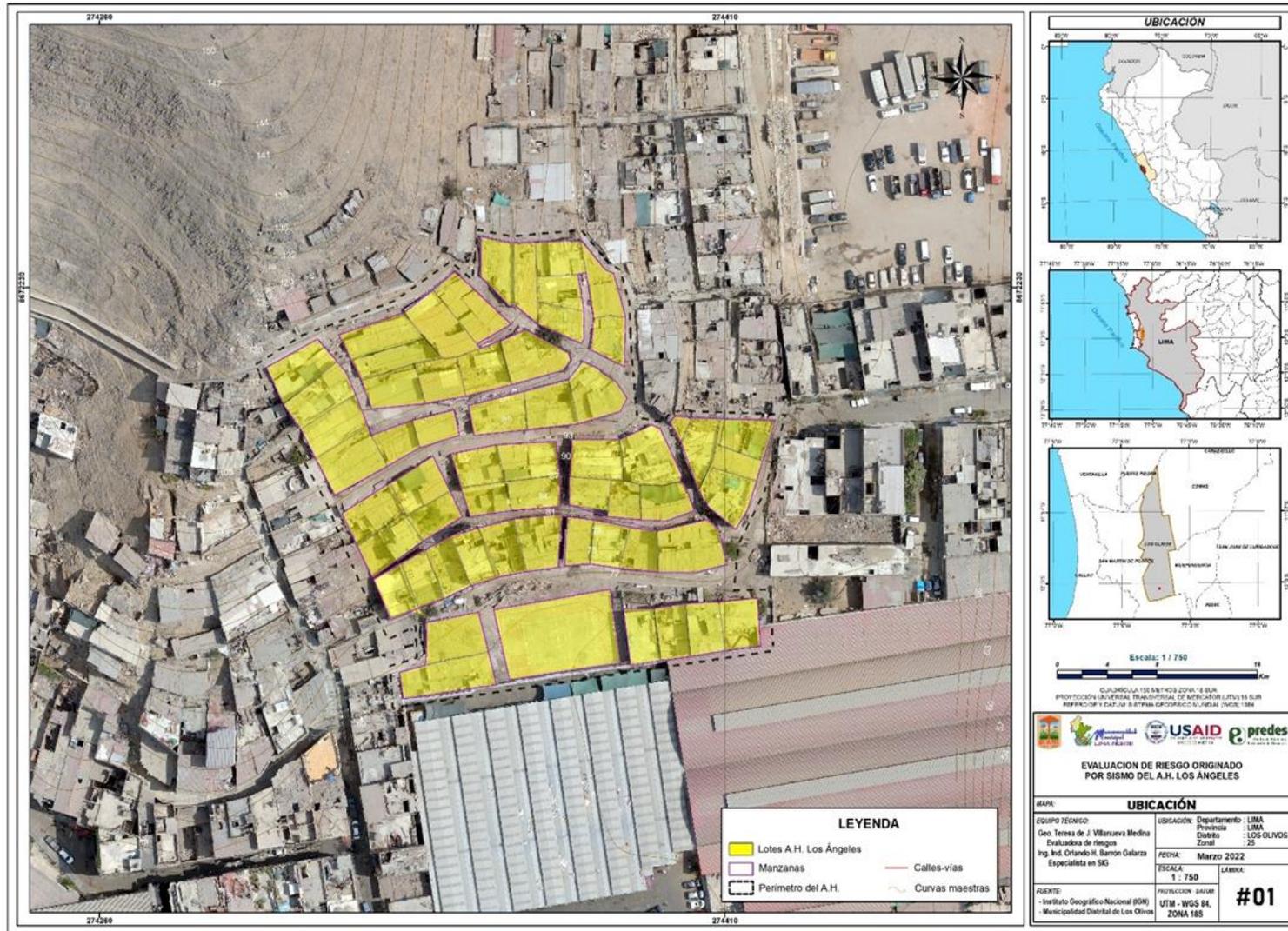
- Los Asentamientos Humanos que comprenden el área de estudio tienen las siguientes coordenadas.

Cuadro N° 3. Coordenadas geográficas de los Asentamientos Humanos del área de estudio

Asentamiento Humano	Coordenadas geográficas	
	Latitud Sur	Longitud Oeste
LOS ÁNGELES	-12°.00'37071S	-77.0723165 O

Fuente: Equipo Técnico.

Figura N° 9. Mapa de ubicación de los Asentamientos Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos.



Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDJ
 C.G.P. N° 366

Fuente: Equipo Técnico.

2.2. VÍAS DE ACCESO

Desde la Plaza de Armas de Lima, por la Av. Panamericana Norte -rumbo al Norte-, luego a mano izquierda por la Av. Angélica Gamarra hasta la Av. Taurija, seguir recto hasta la Calle Gorriones, una cuadra, luego a mano derecha una cuadra por Calle E, y luego una cuadra a mano izquierda ingresar a la Calle Collasuyo.

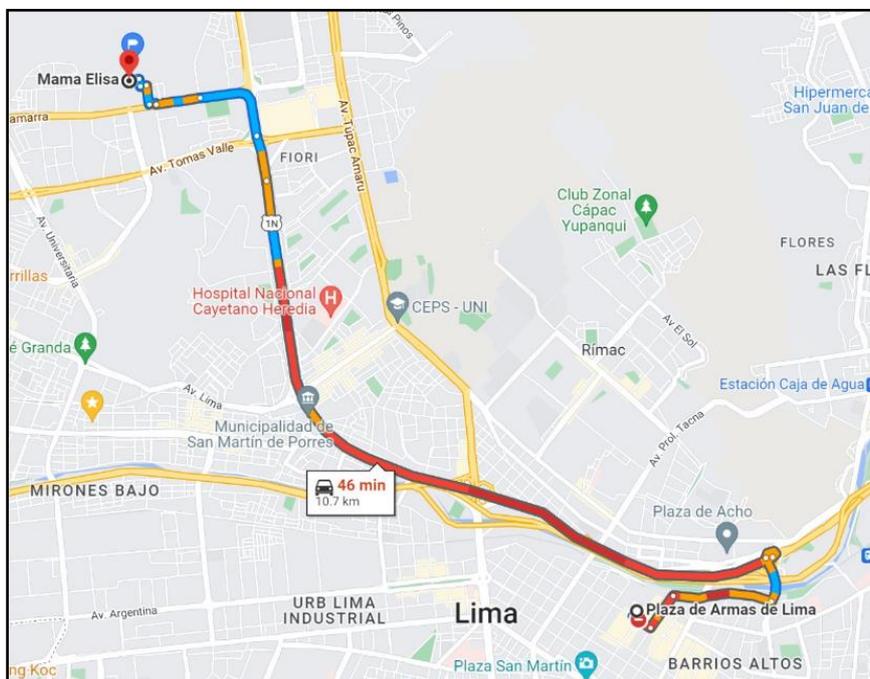
2.2.1. DURACIÓN DE TIEMPO DE VIAJE:

Cuadro N° 4. Tiempos estimados de viaje

Ruta	Distancia	Carretera	Tiempo estimado de viaje en auto (aprox.)
Centro de Lima - Los Olivos	8.8 Km.	Asfaltada	46 min.

Fuente: Equipo Técnico.

Figura N° 10. Mapa del recorrido



Fuente: Google Maps.

2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL A. H. LOS ÁNGELES

Según encuesta realizada por PREDES en el año 2022, se señala que el A. H. Los Ángeles cuenta con las siguientes características socioeconómicas:

2.3.1. POBLACIÓN

a) Población Total

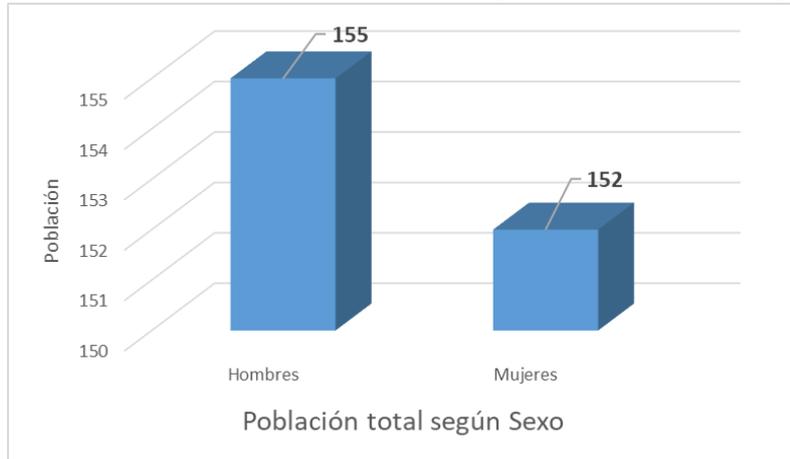
El A. H. Los Ángeles cuenta con una población de 307 habitantes, entre hombres y mujeres.

Cuadro N° 5. Características de la población según sexo del A. H. Los Ángeles

Características de la población según sexo	Población total	Porcentaje (%)
Hombres	155	50%
Mujeres	152	50%
TOTAL	307	100%

Fuente: PREDES

Gráfico N° 1. Características de la población según sexo del A. H. Los Ángeles



Fuente: PREDES

b) Población según grupo de edades

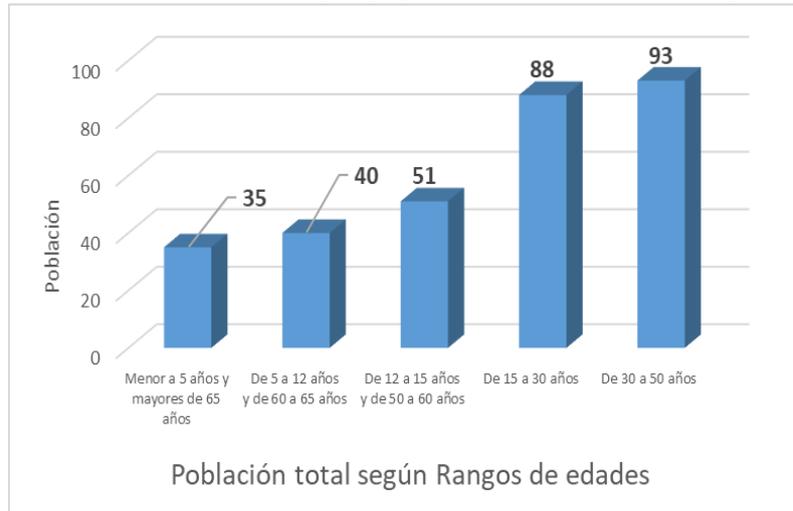
La distribución de la población por grupo etario del A. H. Los Ángeles, se distribuye tal y como señala el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6. Población según grupos de edades del A. H. Los Ángeles

Edades	Población	Porcentaje (%)
Menores de 5 años	35	11%
De 6 a 17 años	40	13%
De 18 a 44 años	51	17%
De 45 a 64 años	88	29%
De 65 a más años	93	30%
TOTAL	307	100%

Fuente: PREDES

Gráfico N° 2. Población según grupo de edades del A. H. Los Ángeles



Fuente: PREDES

2.3.2. VIVIENDA

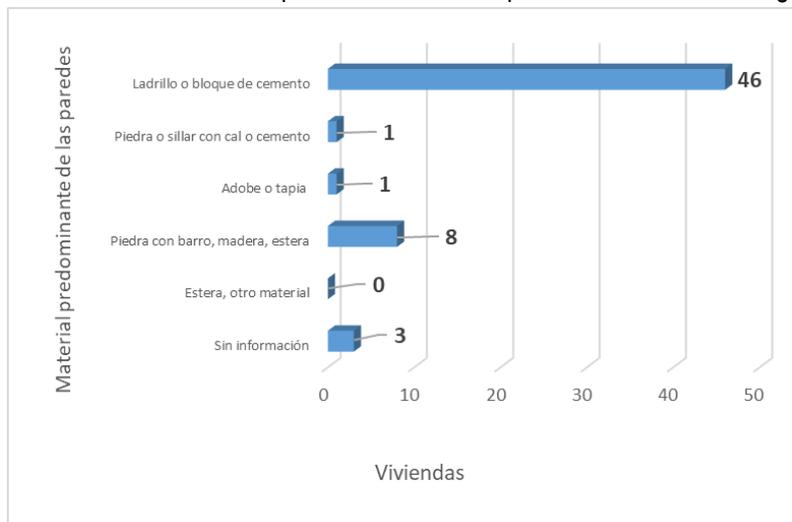
El A. H. Los Ángeles cuenta con 59 viviendas, de las cuales el 78% presentan paredes hechas con ladrillo o bloque de cemento, y un 14% con paredes de piedra con barro, madera, estera.

Cuadro N° 7. Material predominante de las paredes del A. H. Los Ángeles

Material predominante en las paredes	Viviendas	Porcentaje (%)
Sin información	3	5%
Estera, otro material	0	0%
Piedra con barro, madera, estera	8	14%
Adobe o tapia	1	2%
Piedra o sillar con cal o cemento	1	2%
Ladrillo o bloque de cemento	46	78%
TOTAL	59	100%

Fuente: PREDES

Gráfico N° 3. Material predominante de las paredes del A. H. Los Ángeles



Fuente: PREDES

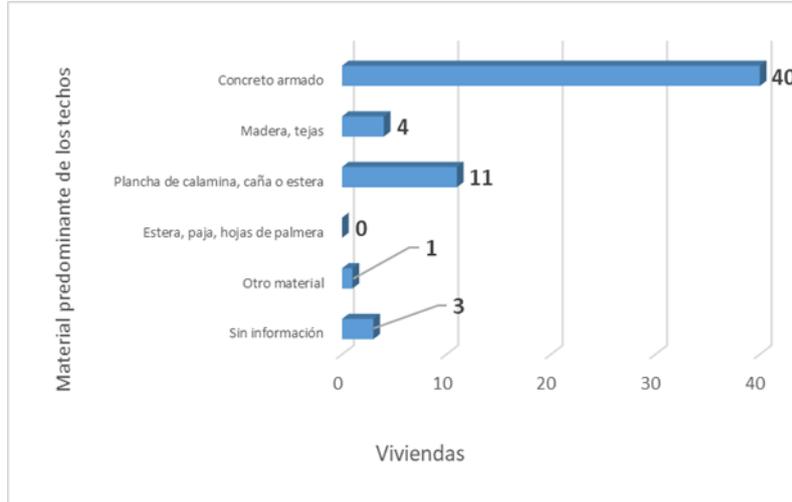
Del mismo modo, podemos observar que el material predominante de los techos de viviendas, un 68% es concreto armado, y un 19% de las viviendas presentan techos con plancha de calamina, caña o estera.

Cuadro N° 8. Material predominante de los techos del A. H. Los Ángeles

Material predominante de los techos	Viviendas	Porcentaje (%)
Sin información	3	5%
Otro material	1	2%
Estera, paja, hojas de palmera	0	0%
Plancha de calamina, caña o estera	11	19%
Madera, tejas	4	7%
Concreto armado	40	68%
TOTAL	59	100%

Fuente: PREDES

Gráfico N° 4. Material predominante de los techos del A. H. Los Ángeles



Fuente: PREDES

2.3.3. SERVICIO BÁSICOS

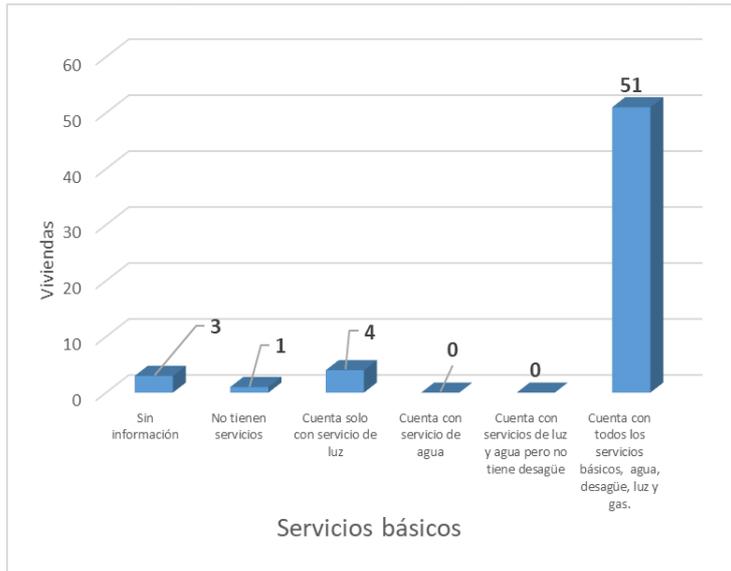
Cerca al 86% de las viviendas tienen todos los servicios básicos: agua, desagüe, luz y gas.

Cuadro N° 9. Tipo de abastecimiento de agua del A. H. Los Ángeles

Servicios básicos	Viviendas	Porcentaje (%)
Sin información	3	5%
No tienen servicios	1	2%
Cuenta solo con servicio de luz	4	7%
Cuenta con servicio de agua	0	0%
Cuenta con servicios de luz y agua, pero no tiene desagüe	0	0%
Cuenta con todos los servicios básicos, agua, desagüe, luz y gas.	51	86%
TOTAL	59	100%

Fuente: PREDES

Gráfico N° 5. Tipo de abastecimiento de agua del A. H. Los Ángeles



Fuente: PREDES

2.3.4. EDUCACIÓN

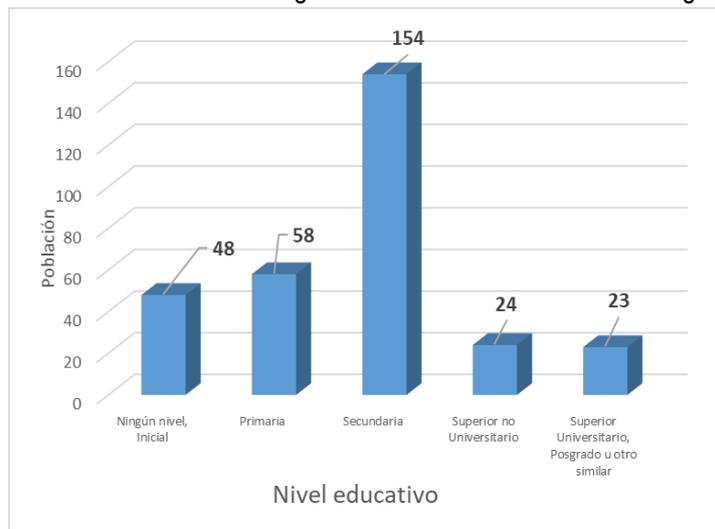
Podemos señalar que un 19% se encuentran cursando la primaria y un 50% se encuentran cursando la secundaria, mientras que cerca de 15% presentan educación superior.

Cuadro N° 10. Población según nivel educativo del A. H. Los Ángeles

Nivel educativo	Población	Porcentaje (%)
Ningún nivel, Inicial	48	16%
Primaria	58	19%
Secundaria	154	50%
Superior no Universitario	24	8%
Superior Universitario, posgrado u otro similar	23	7%
TOTAL	78	100%

Fuente: PREDES

Gráfico N° 6. Población según nivel educativo del A. H. Los Ángeles



Fuente: PREDES

2.4. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DEL A. H. LOS ÁNGELES

2.4.1. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

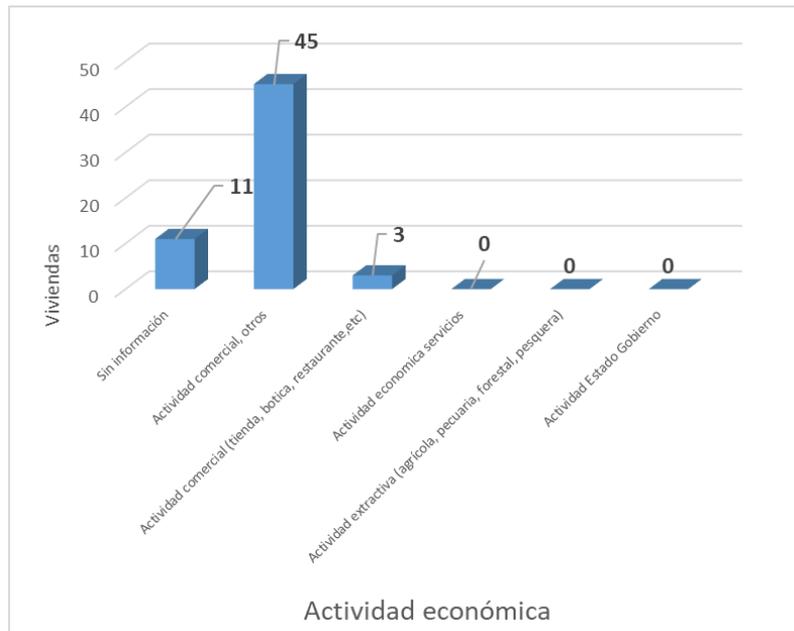
Un 76% de población del A. H. Los Ángeles tienen como actividad económica “otros” y un 5% se dedica a la actividad comercial: tienda, botica, restaurante, etc.

Cuadro N° 11. Actividad económica de su centro de labor del A. H. Los Ángeles

Actividad económica	Viviendas	Porcentaje (%)
Sin información	11	19%
Actividad comercial, otros	45	76%
Actividad comercial (tienda, botica, restaurante, etc.)	3	5%
Actividad económica servicios	0	0%
Actividad extractiva (agrícola, pecuaria, forestal, pesquera)	0	0%
Actividad Estado Gobierno	0	0%
TOTAL	59	100%

Fuente: PREDES

Gráfico N° 7. Población según actividad económica del A. H. Los Ángeles



Fuente: PREDES.

2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - AMBIENTALES

2.5.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

GEOLÓGÍA

Según el estudio realizado por INGEMMET, Boletín Serie H, hidrogeología N° 12, del año 2021 y el Boletín Serie L: Geología del Cuadrángulo de Chancay N° 33 del año 2021, caracteriza a las unidades geológicas de la cuenca del río Chillón en secuencias de rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, cuyas edades varían desde el Cretácico Inferior hasta el Cuaternario reciente.

Formación Ventanilla

Los afloramientos ubicados en las lomas costaneras tienen una preferencia en la dirección N-S, y encuentran algunos afloramientos al sur de Los Olivos e Independencia. La formación Ventanilla está dividida en tres miembros, donde el miembro inferior está constituido de lutitas tobáceas abigarradas, limolitas y arcillas abigarradas (15 m. a 20 m.). El miembro medio posee un espesor aproximado de 100 m. de material volcánico piroclástico, donde predominan las andesitas y dacitas masivas porfíricas o granulares gris verdosas, junto con andesitas afaníticas y microporfíricas. El miembro superior de 150 m. es una secuencia mayormente sedimentaria, conformada por una intercalación de areniscas feldespáticas con areniscas limolíticas, con niveles delgados de limolitas, lutitas y areniscas cuarzosas, donde se observan algunos horizontes de volcánicos afaníticos grises. La edad de esta formación podría estar en el Berriasian - Valanginiano (Palacios et al., 1992).

Familia Ancón (Ki-a3)

La edad de esta formación es Berriasiana, Palacios et al., (1993) se refieren como formación Ancón a la secuencia volcánica que aflora en los alrededores de los balnearios de Santa Rosa y Ancón. La parte inferior de la formación Ancón consiste de una potente secuencia de brechas piroclásticas, intercaladas con derrames andesíticos, aglomerados y esporádicas intercalaciones sedimentarias, y la parte superior de derrames andesíticos porfíricos. Las brechas andesíticas piroclásticas de esta formación son de color gris verdoso a claro, constituidas por fragmentos líticos de andesitas subangulosas, que alcanzan diámetros hasta de 8 cm. incluidos en una matriz microporfírica. Corresponde a las formaciones volcánico sedimentarias, del cretácico inferior, litológicamente está compuesta por lavas andesíticas, brechas, areniscas volcanoclásticas de grano medio a grueso, con laminación horizontal a convoluta, y algunos niveles de aglomerados con clastos de andesita.

Depósito aluvial-fluvial (Qh-alf1)

Los depósitos aluviales son inconsolidados corresponde al cuaternario holoceno, que han sido acumulados por la combinación de procesos aluvionales y fluviales. Están ubicados principalmente en las márgenes de ríos y quebradas principales formando terrazas a diferentes niveles. Así como abanicos antiguos de gran dimensión. Estos depósitos están ampliamente distribuidos con la mayor ocupación de territorio de la región Lima, abarcando un área de 4342.44 km². Estos depósitos están constituidos por capas de grava gruesa y fina, bien clasificada y menos clasificada (en las quebradas), con elementos redondeados y asociados con capas de arena, limo y arena arcillosa en proporciones variables. Los clastos son redondeados a subredondeados. Son susceptibles a flujos de detritos, a la erosión fluvial (socavamiento en el pie de terrazas) se producen algunos derrumbes y hasta deslizamientos pequeños en márgenes de ríos y quebradas. Teniendo en cuenta la importancia de los depósitos aluviales Plio-Cuaternarios en Lima Metropolitana y el Callao sobre el cual se asienta la mayor parte de la ciudad, cuyos depósitos alcanzan centenares de metros de espesor, coinciden con los cauces y la desembocadura de los principales colectores fluviales (Chillón, Rímac y Lurín). Estos depósitos están constituidos por conglomerados en una matriz de arenas y arcillas que engloban gravas, cantos y bloques (Villacorta et al., 2015). Localmente los depósitos fluviales corresponden al cuaternario, compuestos litológicamente por bloques rocosos heterométricos y heterogéneos, redondeados a subredondeados, con matriz de arcillas, limos y arenas.

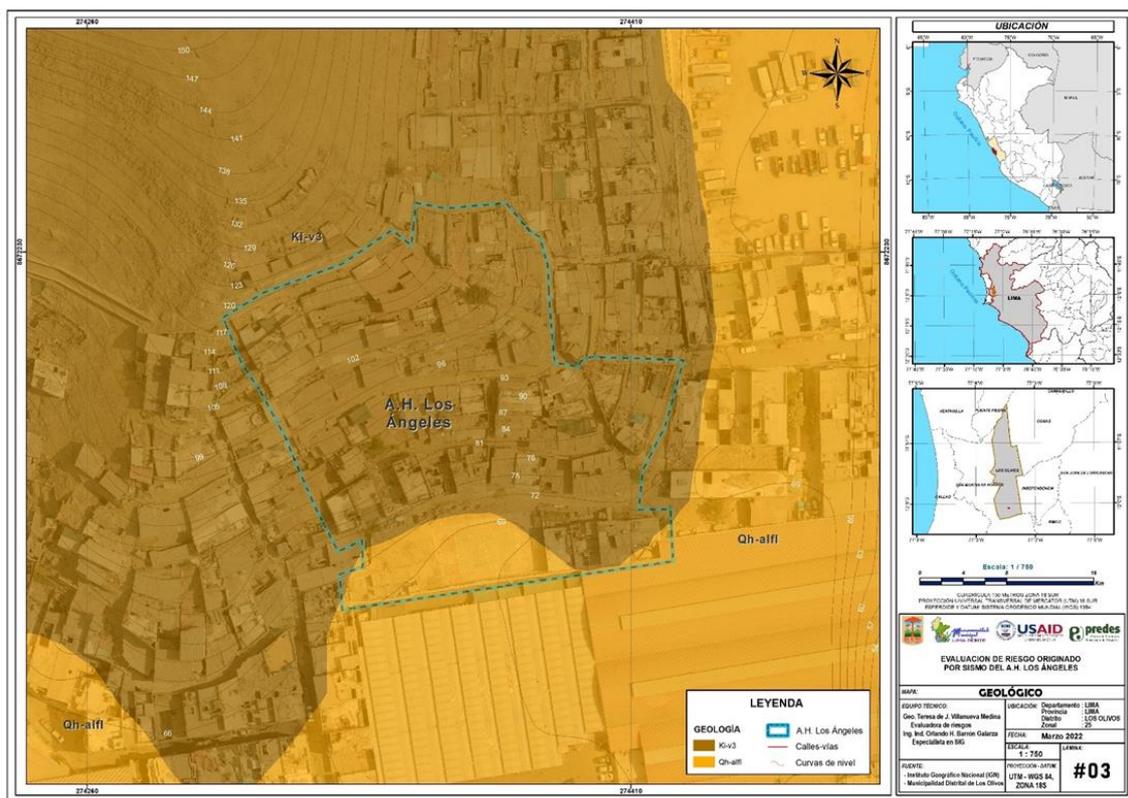
Depósito fluvial (Qh-fl)

Los depósitos fluviales constituyen los materiales ubicados en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación constituidos por arenas gruesas a finas, cuarzosas, subredondeadas. Geomorfológicamente están asociados a las llanuras de inundación, y son susceptibles a erosión e inundación fluvial. Estos depósitos quedan normalmente expuestos en periodos cuando baja el nivel de las aguas. Son removidos estacionalmente; forman barras longitudinales a manera de islas. De acuerdo a su dimensión pueden ser utilizados como material para defensas ribereñas y como materiales de construcción. Localmente los depósitos fluviales corresponden al cuaternario, compuestos litológicamente por bloques rocosos heterométricos y heterogéneos, redondeados a subredondeados, con matriz de arcillas, limos y arenas.

Depósito fluvial reciente (Qh-flr)

Corresponden a la era del Cenozoico, sistema cuaternario del holoceno, constituido por bloques rocosos heterométricos y heterogéneos, redondeados a subredondeados, con matriz de arcillas, limos y arenas. De la misma manera constituidos que los depósitos fluviales.

Figura N° 11. Mapa geológico del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.



Fuente: Equipo Técnico.

Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDJ
 C. G. P. N° 366

2.5.2. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

GEOMORFOLOGÍA

La clasificación se tomó INGEMMET, Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N°76- Peligro Geológico en la región Lima, 2020.

La geomorfología es una disciplina científica que se ocupa de la descripción, análisis e interpretación espacio temporal de las formas del relieve y los depósitos recientes asociados (formaciones superficiales). Los estudios sobre ella en nuestro país han tenido gran interés, especialmente por el tratamiento de los valles fluviales (a nivel nacional) y, recientemente, por el actual cambio climático que afecta a la Tierra. Los mapas geomorfológicos, como herramientas para el análisis de los peligros naturales, se consideran indispensables al estar relacionados con procesos geodinámicos.

Gráfico N° 8. Formación de colina volcánico – sedimentaria que contiene al A. H Los Ángeles, distrito de Los Olivos.



Fuente: Equipo Técnico

- **Relieve de colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs).**

Esta formación corresponde al cerro Mulería, Huaca de Pro y Los Olivos, compuestos por afloramientos volcánico –sedimentario, cuyas características según el estudio geológico de INGEMMET indica que se distinguen rocas con edades comprendidas entre el Jurásico superior (de hace 154-145 Ma) y el Pleistoceno (de hace 1.7 Ma). Las rocas más antiguas afloran en los relieves exhumados por el encajamiento de la red de drenaje (Morro Solar, cerro El Pino, cerro Mulería, cerros de Oquendo, cerro Culebras y cerros de Ventanilla, entre otros) y las primeras estribaciones andinas, sus pendientes fuertes a muy fuertes expuestas a constantes procesos denudativos.

- **Terrazas Altas (Ta)**

Se caracterizan por presentar una topografía esencialmente llana, pero con mayor frecuencia de ondulaciones, debido a una mayor duración de la actividad erosiva. Estas superficies geomórficas han quedado en posiciones topográficas elevadas debido a deformaciones tectónicas.

Gráfico N° 9. Depósitos inconsolidados acumulados en ladera de colina, del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos.



Fuente: Equipo Técnico

- **Talud con depósito coluvial de detritos (V-d).**

Son depósitos inconsolidados acumulados al pie de las laderas de montañas, colinas o acantilados, en forma de talud de detritos irregulares de origen coluvial, de edad reciente, que descienden hacia los valles principales o quebradas tributarias. Por encontrarse cerca de su fuente de origen, presentan una naturaleza litológica homogénea; sin embargo, su granulometría es variable con fragmentos angulosos y su grado de compacidad es bajo, no consolidado. En el caso se principalmente menor a 5° de pendiente.

Gráfico N° 10. Viviendas ubicadas en el talud coluvial que forma el Asentamiento Humano Los Ángeles, distrito de Los Olivos.



Fuente: Equipo Técnico

- **Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd).**

Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial. Se encuentra interstratificada y no es posible separarla como unidades individuales. Estos se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas con pendientes medias de 5° a 15° o acantilados de valles. Los depósitos coluviales se encuentran conformados por bloques rocosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, acumulados al pie de taludes escarpados, en forma de conos. Los bloques angulosos más gruesos se depositan en la base, y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice. Carecen de relleno. Son sueltos sin cohesión, conforman taludes de reposo poco estables. Los principales agentes formadores son el intemperismo, la gravedad, movimientos sísmicos, derrumbes y vuelcos.

Gráfico N° 11. Viviendas ubicadas en el pie de monte del asentamiento humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos.



Fuente: Equipo Técnico

- **Llanura o planicie aluvial (PI-a).**

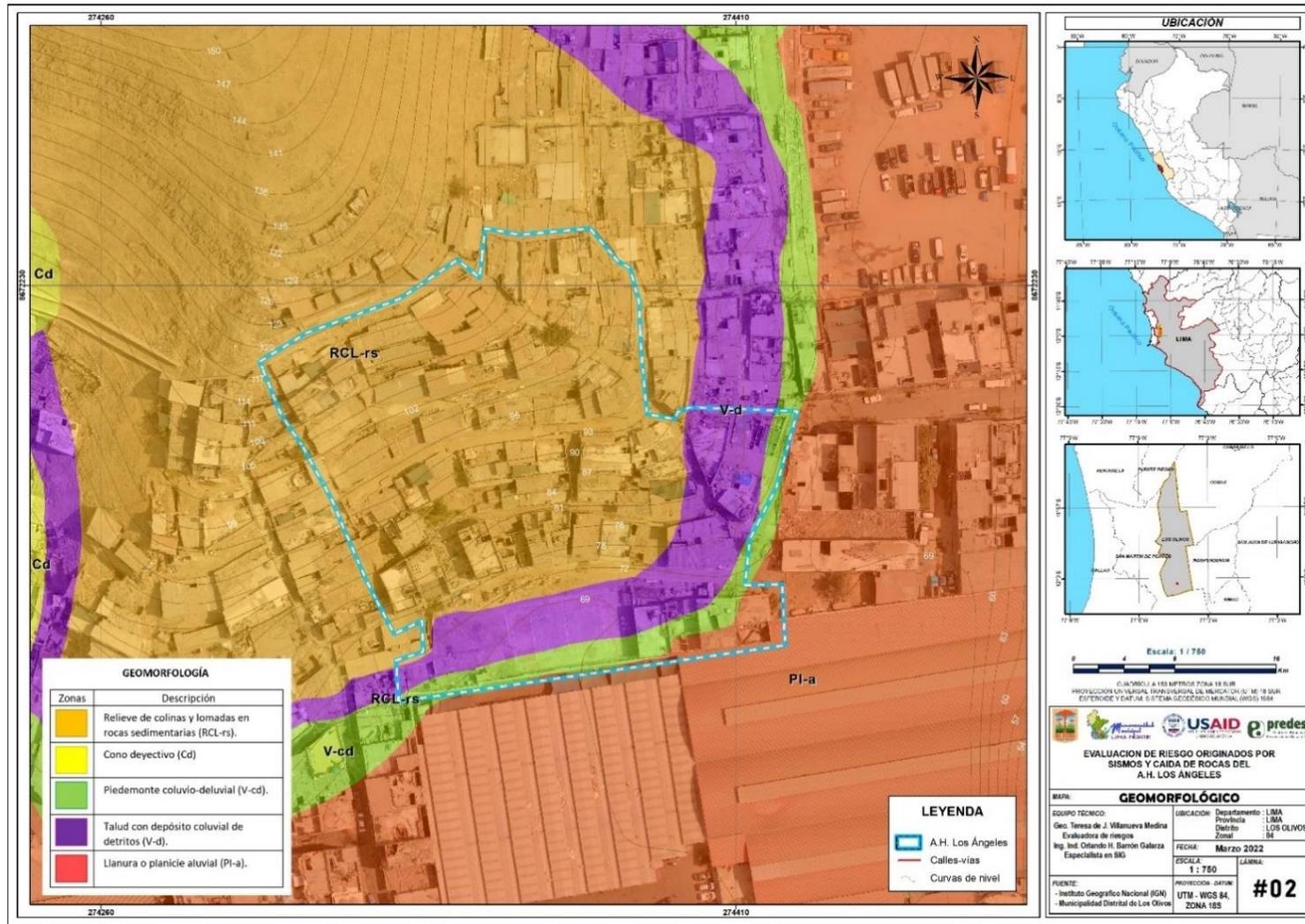
Está comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la cordillera Occidental. Se asocia a la planicie costanera y los conos deyeativos antiguos. Constituye una sucesión de abanicos aluviales antiguos que, en vista horizontal, se asemejan a conos con acumulación de material heterogéneo y de diferente tamaño (gravas, arenas, limos y arcillas), y, en vista de perfil, muestran una forma cóncava hacia arriba. Son frecuentemente acumulados en regiones semiáridas por torrentes de ríos o quebradas estacionales o intermitentes cuando la carga de sedimentos que transportan disminuye hacia un sector llano y abierto, con un marcado cambio de pendiente. Esta última, generalmente, oscila entre 2 y 15 %, correspondiendo a pendientes bajas y muy bajas.

Gráfico N° 12. Viviendas ubicadas en la llanura o planicie aluvial, en la zona del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos.



Fuente: Equipo Técnico

Figura N° 12. Mapa geomorfológico del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima



Teresa de Jesús Villanueva Medina
Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 0927-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. CARACTERÍSTICAS GEODINÁMICAS

2.5.3.1. Procesos geodinámicos

La geodinámica abarca el estudio de los procesos y cambios físicos que ocurren constantemente sobre la superficie de la Tierra. Estas transformaciones son posibles debido a la intervención de agentes internos y externos que crean, forman, degradan y modelan la superficie terrestre.

Esta rama de la geología se subdivide en:

2.5.3.2. Geodinámica interna

Los procesos de geodinámica superficial dan lugar a diversas geofomas que están sometidas a procesos de intemperismo y meteorización conducente a la ocurrencia de movimientos en masa. Estos movimientos están relacionados a los siguientes parámetros intrínsecos (Santacama, 2001): litología, pendientes, geomorfología, cobertura vegetal y drenaje; y como agentes detonantes intervienen las precipitaciones, los sismos y la actividad antrópica.

2.5.3.3. Geodinámica externa

La geodinámica externa estudia la acción de los procesos exógenos sobre la superficie de la Tierra. En tal sentido, las precipitaciones pluviales son las de mayor incidencia en la geodinámica del territorio, pues constituyen el principal factor detonante de los movimientos en masa (MM), como los deslizamientos, derrumbes y caída de rocas; los cuales a su vez afectan la seguridad física de los centros poblados donde ocurren este tipo de eventos.

La geodinámica interna y externa presente en la zona de estudio, es la responsable de modelar la superficie, creando geofomas.

Los procesos geodinámicos que ocurren en la zona de estudio son los siguientes:

Cuadro N° 12. Procesos geodinámicos

Geodinámica interna	Geodinámica externa
<ul style="list-style-type: none">• Movimientos sísmicos• Tsunamis• Vulcanismo	<ul style="list-style-type: none">• Deslizamiento de roca o suelo• Caída de rocas• Derrumbes• Erosión eólica

Fuente: Equipo Técnico

2.5.4. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

La geotecnia estudia las características y propiedades mecánicas de las rocas, materiales y los suelos sobre los que se emplazarán las ciudades y las obras públicas de ingeniería (edificaciones, diques, túneles, carreteras, presas, trazados de ferrocarril, puentes, etc.). Su finalidad es asegurar que los factores geológicos condicionantes como las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, cumplan con los mejores requisitos para el emplazamiento de estas.

2.5.4.1. Caracterización geotécnica de suelos

Los estudios geotécnicos tienen por finalidad analizar y cuantificar las características físicas de los suelos, siendo su comportamiento geotécnico relevante al momento de utilizarlo como elemento de medida para el soporte de una estructura determinada (cimentaciones). Los suelos se pueden clasificar utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), así como conocer su capacidad portante.

2.5.4.2. Amplificación sísmica

La amplificación sísmica y el daño observado durante la ocurrencia de sismos de gran magnitud, presentan gran variabilidad de un lugar a otro, aún en distancias relativamente cortas, siendo posibles explicarlas mayoritariamente por las variaciones locales del tipo de suelo y la topografía. El fenómeno de amplificación local de las ondas sísmicas asociado principalmente a las propiedades geotécnicas del subsuelo y profundidad del basamento rocoso se suele denominar “efecto de sitio” o simplemente “amplificación del suelo”. De este modo, el daño causado por sismos es fuertemente dependiente de las condiciones locales del terreno y, por tanto, la caracterización del subsuelo es un tema de considerable interés en ingeniería¹.

2.5.4.3. Factores de amplificación

Son valores estadísticos representativos formulados con base a espectros elásticos de sismos fuertes registrados en diferentes localizaciones del mundo y considerando una probabilidad de excedencia del orden del 10%. Newmark y Hall (1973).

Cuadro N° 13. Factores de amplificación

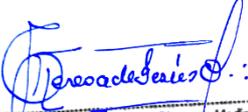
Amortiguamiento respecto al crítico %	Factores de amplificación del movimiento del terreno		
	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración
0	2.5	4	6.4
0.5	2.2	3.6	5.2
1	2	3.2	5.2
2	1.8	2.8	4.3
5	1.4	1.9	2.6
7	1.2	1.5	1.9
10	1.1	1.3	1.5
20	1	1.1	1.2

Fuente: Newmark y Hall, 1973.

2.5.4.4. Espectros de diseño

Las normas sísmicas recurren al concepto de “Espectro normalizado de respuesta”, para permitir un fácil cálculo, y con aproximación a la realidad “suficiente”, de las fuerzas sísmicas actuantes sobre una estructura. Este espectro es en realidad una gráfica que representa la respuesta (aceleración vibratoria) a la que responde una estructura con un periodo natural conocida, frente a un sismo. Generalmente la información en ordenadas es en realidad un cociente entre la aceleración “de respuesta” del edificio y la aceleración “de base” del sismo. Los espectros de diseño deben ser representativos de la zona de estudio, si no existen registros sísmicos para los lugares de estudio, el espectro de diseño se calcula con movimientos registrados en otros sitios con condiciones similares de:

- Magnitud
- Distancia epicentral
- Mecanismo de falla
- Geología de la trayectoria
- Condiciones locales de suelo en el sitio


Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2019-CENEPREDJ
C.G.P. N° 366

¹ Evaluación geodinámica externa y análisis dinámico de los suelos en el distrito de Sachaca (Arequipa) usando métodos geofísicos - Lisbeth Eliana Bejarano Pinto – Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

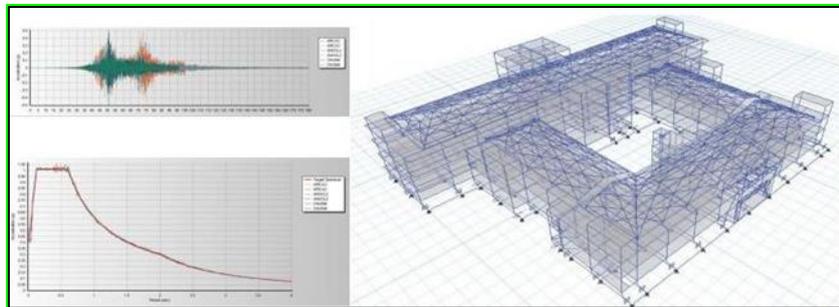
2.5.4.5. Amplitudes máximas

Durante mucho tiempo un parámetro de escala clave en la especificación del movimiento del suelo para fines de ingeniería ha sido la aceleración máxima (pico). Estos valores máximos, o pico, de la aceleración se usan para reducir la escala no sólo de los sismogramas, sino también para establecer el límite de altas frecuencias de los espectros de respuesta del suelo.

2.5.4.6. Análisis estructural y terremotos

El análisis sísmico de estructuras ordinarias se realiza generalmente a través de un espectro de diseño. Para las estructuras que exhiben un comportamiento no lineal se suele preferir la integración directa de la expresión de movimiento en conjunción con la simulación de registros de aceleración apropiados. Dichos análisis requieren movimientos sísmicos que deben ser caracterizados, por medio de espectros de respuesta que proporcionen las amplitudes máximas esperadas para diferentes frecuencias del movimiento.

Gráfico N° 13. Análisis sísmico de estructuras ordinarias realizado con un espectro de diseño cuya aceleración máxima se ajusta a las amplitudes relativas establecidas en la Norma Sismorresistente E.030



Fuente: Tesis Bach. Ernesto Febres Bedia – UNSA- asesor: Ing. Hernando Tavera, 2019.

La finalidad es evaluar el comportamiento dinámico de los suelos (CDS) teniendo en cuenta que la intensidad de las sacudidas sísmicas varía considerablemente a distancias cortas y áreas pequeñas. Diversos estudios muestran, que los suelos ante la incidencia de ondas sísmicas asociadas a movimientos débiles y/o fuertes, responden de acuerdo a sus condiciones locales, pudiendo estos modificar el contenido frecuencial de las ondas y/o generar amplificaciones de las ondas sísmicas (Hartzell, 1992; Beresnev et al., 1995; Bard 1995; Lermo y Chávez-García, 1993, 1994 a,b; Bard y Sesame, 2001; Bernal, 2002).

2.5.4.7. Norma técnica de edificaciones E.030

El terremoto de Áncash de 1970 marca el principio de la normativa sismorresistente en el Perú con la publicación del nuevo Reglamento Nacional de Construcciones. El mapa de zonificación vigente se obtiene a partir del mapa de iso-aceleraciones estimado por Tavera et. al (2014) y corresponde a las máximas horizontales del suelo que se distribuyen paralelas a la línea de costa, coincidente con la línea de subducción que produce la confluencia de las placas de Nazca y sudamericana, por ello es que en general, los valores de aceleración disminuyen hacia el interior del país, incrementándose cerca de sistemas de fallas activas intraplaca y hacia la región sur del Perú, para ser coherente con las zonas de mayor ocurrencia de los grandes sismos ocurridos en el pasado. Por ejemplo, los altos valores observados en Ica y Arequipa tienen relación con los sismos de 1942 (8.0 Mw) y 1996 (7.7 Mw) en Nazca, 2001 (8.2 Mw) en Arequipa y 2007 en Pisco (8.0 Mw).

2.5.4.8. Zonificación sísmica según la norma E.030

Tomando en cuenta la Zonificación Sísmica según la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones y las condiciones mecánicas y dinámicas de los suelos que se presenta para nuestra zona de estudio, a su vez considerando el tipo de suelo que mejor describa las condiciones locales. La Norma E.030, establece que los suelos pueden ser clasificados en cuatro tipos:

Cuadro N° 14. Tipo de suelo según la Norma E.030

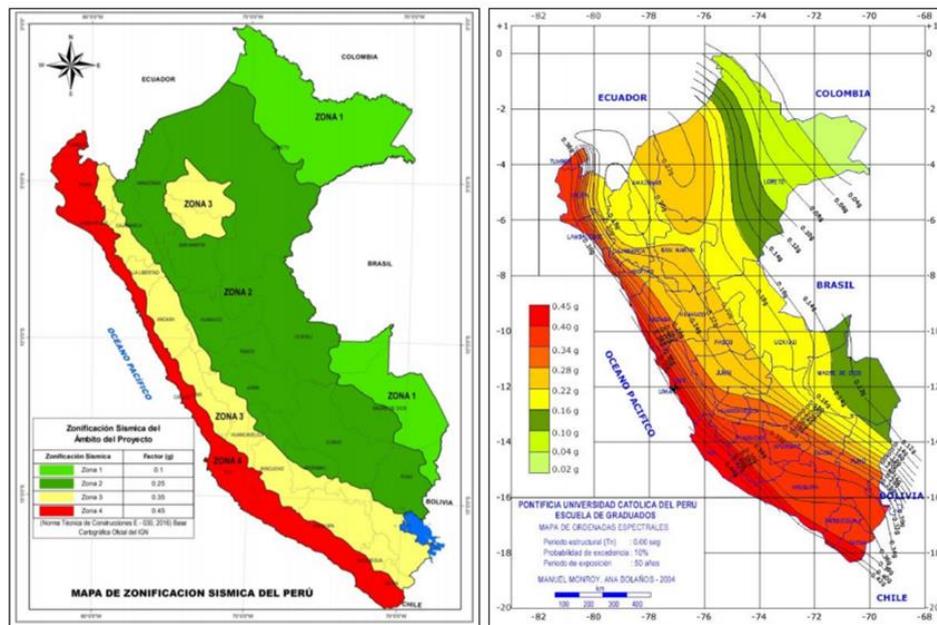
Tipo	Descripción
S ₁	Suelos duros
S ₂	Suelos intermedios
S ₃	Suelos flexibles
S ₄	Suelos de condiciones excepcionales

Fuente: Norma E. 030.

De acuerdo con el Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E.30 "DISEÑO SISMORESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, aprobada por D.S. N° 011-2006-VIVIENDA, modificada por D.S. N° 002-2014-VIVIENDA, norma publicada por el diario El Peruano, el 24 de enero de 2016 con D.S. N° 003-2016-VIVIENDA. El territorio nacional se ha considerado dividirlo en cuatro zonas, basado en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmico y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica; la zonificación del territorio nacional es la siguiente:

- **Zona 1:** Esta es una zona con riesgo sísmico débil, intensidad de V a menos grados en la escala de Mercalli Modificada.
- **Zona 2:** es la segunda zona con peligrosidad sísmica moderada, intensidad de VI a VII grados en la escala de Mercalli Modificada.
- **Zona 3:** En esta zona pueden ocurrir sismos de intensidad VII, con elevación local hasta IX grados en escala Mercalli Modificada.
- **Zona 4:** En esta zona pueden ocurrir sismos de intensidad VIII, con elevación local hasta X grados en escala Mercalli Modificada.

Figura N° 13. Mapa de Zonificación Sísmica del Perú



Fuente: Norma Técnica E-30 “Diseño Sismoresistente”

Para cada zona se asigna un factor Z. El área a evaluar se encuentra ubicada en la Zona 4 (Z=0.45), correspondiente a la provincia de Lima, Departamento de Lima.

Cuadro N° 15. Factores de zona “Z”

Zona	Factor (aceleración máxima horizontal)
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: CISMID.

2.5.4.9. Zonificación - Sísmica

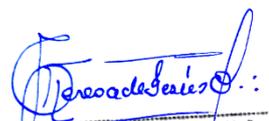
Para este estudio, la zonificación sísmica – geotécnica se realiza en función de las características mecánicas y dinámicas de los suelos que conforman el terreno de cimentación del área de estudio y de las consideraciones dadas por la Norma E-030 Diseño Sismorresistente. En tal sentido se establece 5 zonas de las cuáles el estudio considera únicamente dos de las cuyas características son:

Zona I

Esta zona incluye a las gravas de compacidad media a densa y a las formaciones rocosas con diferentes grados de fracturación en caso estas se encuentren habitadas, estos materiales se registran en gran parte del área de estudio. También se incluye en esta zona a las arenas de compacidad densa y a los limos y arcillas de consistencia dura que se encuentran de manera focalizada en el área de estudio. El tipo de suelo de cimentación descrito en esta zona presenta las mejores características geotécnicas para la cimentación de edificaciones convencionales. La capacidad de carga admisible en esta zona varía entre 2.0 y 4.0 kg/cm² si se desplanta sobre la grava, y mayor a 5.0 kg/cm² si se desplanta sobre la roca ligeramente alterada o sana. En el caso que se desplante sobre las arenas, limos o arcillas se recomienda considerar valores cercanos a los 2.0 kg/cm². Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos. 5.3.2.

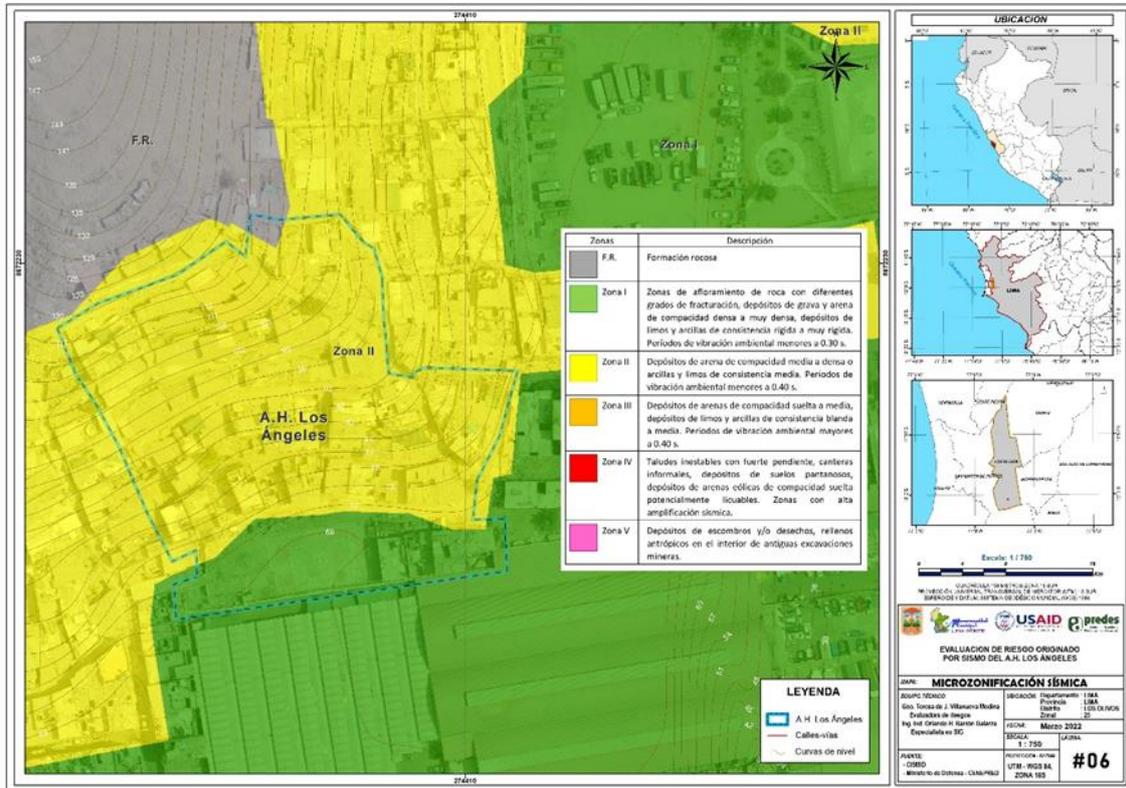
Zona II

Esta zona se encuentra en mayor medida en el sector central del área de estudio e incluye predominantemente a las arenas de compacidad media y a los limos y arcillas de consistencia media, también se incluye en esta zona a algunas gravas que se encuentran de manera localizada en algunos sectores; y rodeadas por las arenas y los finos dentro de esta zona. Por debajo de las arenas y los finos se encuentran las gravas. Los tipos de material descritos en esta zona presentan características geotécnicas favorables para la cimentación de edificaciones convencionales. La capacidad de carga admisible en esta zona varía entre 1.0 y 2.0 kg/cm² si se desplanta sobre la arena, y entre 0.7 y 1.0 kg/cm² si se desplanta sobre los limos o arcillas. Se considera que la cimentación debe estar asentada sobre terreno natural y bajo ninguna circunstancia sobre materiales de rellenos.


Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
C.G.P. N° 366

2.5.4.10. Mapa de microzonificación sísmica

Figura N° 14. Mapa de microzonificación sísmica del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.



Fuente: CISMID – CENEPRED.

2.5.5. CARACTERÍSTICAS GEOFÍSICAS

Dirigida al estudio de la geodinámica interna, mediante la aplicación de técnicas y metodologías orientadas a conocer el comportamiento dinámico del suelo y/o sus propiedades físicas. El registro de esta información y su interpretación, permite conocer el periodo natural de vibración del suelo y el factor de amplificación, parámetros que definen su comportamiento dinámico ante la ocurrencia de eventos sísmicos.

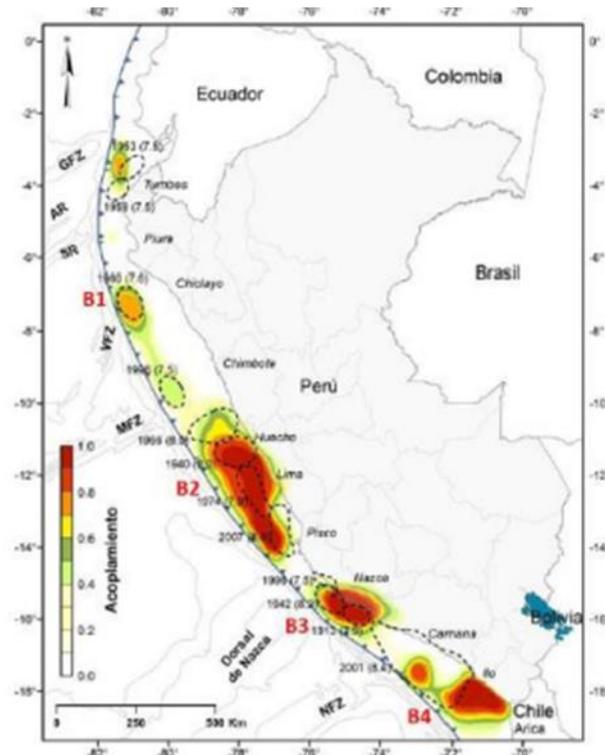
2.5.5.1. Zonas de máximo acoplamiento sísmico (ZMAS)

Con el desarrollo de la instrumentación geofísica, los nuevos equipos GPS son capaces de monitorear y registrar con precisión los desplazamientos mínimos de la corteza terrestre tomando como referencia un punto estático. Para el pronóstico de sismos, debe entenderse que dentro de una zona de subducción como la que se desarrolla en el borde occidental del Perú, la placa Sudamericana avanza continuamente sobre la de Nazca a una velocidad que depende del estado de los esfuerzos regionales actuantes, la misma que sería fácilmente monitoreada y conocida usando datos provenientes de equipos GPS (Tavera, 2020). En este escenario, si las superficies de contacto entre estas dos placas fueran completamente lisas, los desplazamientos se realizarían a una velocidad constante y generando probablemente sismos de magnitud menor, y sin riesgo para las poblaciones cercanas. Pero en realidad, sobre las superficies de contacto de ambas placas existen las asperezas que evitan que las placas se desplacen, siendo estas áreas las responsables de la deformación que se produce en el borde occidental de la placa Sudamericana con el consecuente retroceso y levantamiento de la corteza (Tavera, 2020).

En la región central A-1, existen dos ZMAS que en conjunto forman un área cuyo eje mayor tiene una longitud de 350 km. paralelo a la zona costera. Esta área ZMAS estaría acumulando deformación desde el año 1746, fecha en que ocurrió, quizás el sismo de mayor magnitud en el territorio peruano (Chlieh et al., 2011).

Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
 C.G.P. N° 366

Figura N° 15. Distribución de ZMAS en el borde occidental del Perú



Fuente: Villegas-Lanza et. al (2016)

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 (Mw 8.8).

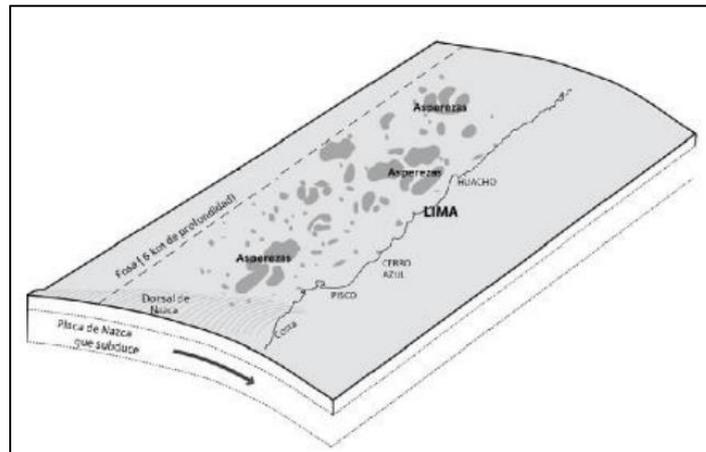
Villegas-Lanza et al. (2016) realizan un estudio integral para todo el borde costero del Perú utilizando datos GPS recolectados hasta el año 2015. Los resultados obtenidos por estos autores permiten tener una visión global de los vectores de velocidad de deformación cortical, siendo estos mayores en las zonas costeras de las regiones centro y sur del Perú con una orientación próxima a E-O, lo cual indica que la acumulación de esfuerzos es mayor que las áreas circundantes (Tavera, 2020).

2.5.6. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

2.5.6.1. Asperidades sísmicas

En zonas de subducción, la superficie de contacto entre dos placas no se encuentra en un estado uniforme de distribución de esfuerzos y deformación acumulada, sino que existe una continua liberación de energía en forma de sismos sobre algunas áreas, dejando otras con mayor acumulación de deformación llamadas asperidades. El tamaño de la asperidad o asperidades definen la magnitud del sismo y las dimensiones del área total de la ruptura (Tavera, 2020).

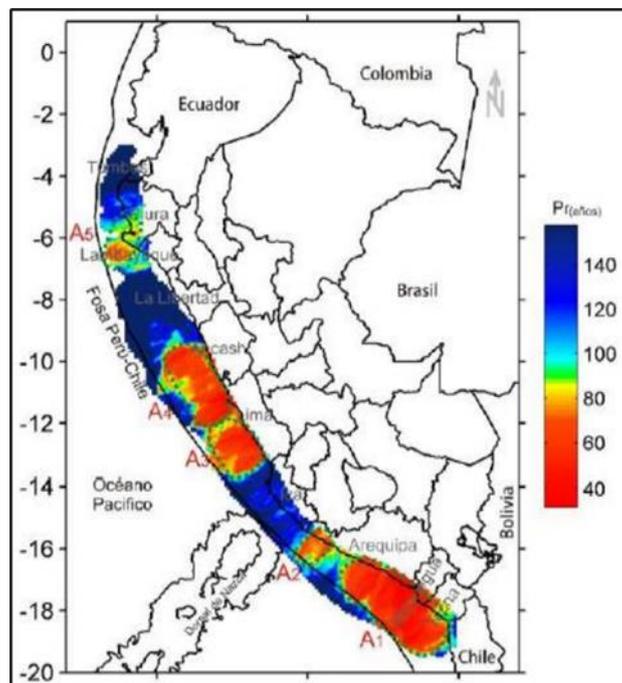
Gráfico N° 14. Esquema que muestra la superficie de contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana en la cual se observa la presencia de asperezas (áreas de color gris) con diferentes dimensiones



Fuente: Tavera (2020).

En el ámbito de la zona central del país, se ubican las asperezas A3 y A4, las cuales se encuentran en la zona costera de la región Lima y el Callao, y estarían asociadas a la deformación acumulada desde el año de 1746, fecha en que ocurrió probablemente uno de los sismos de mayor magnitud en el Perú. De acuerdo con las dimensiones de dichas áreas, el sismo podría presentar una magnitud de Mw 8.8.

Figura N° 16. Distribución espacial de las principales asperezas identificadas en el borde occidental del Perú.



Fuente: Tavera (2020).

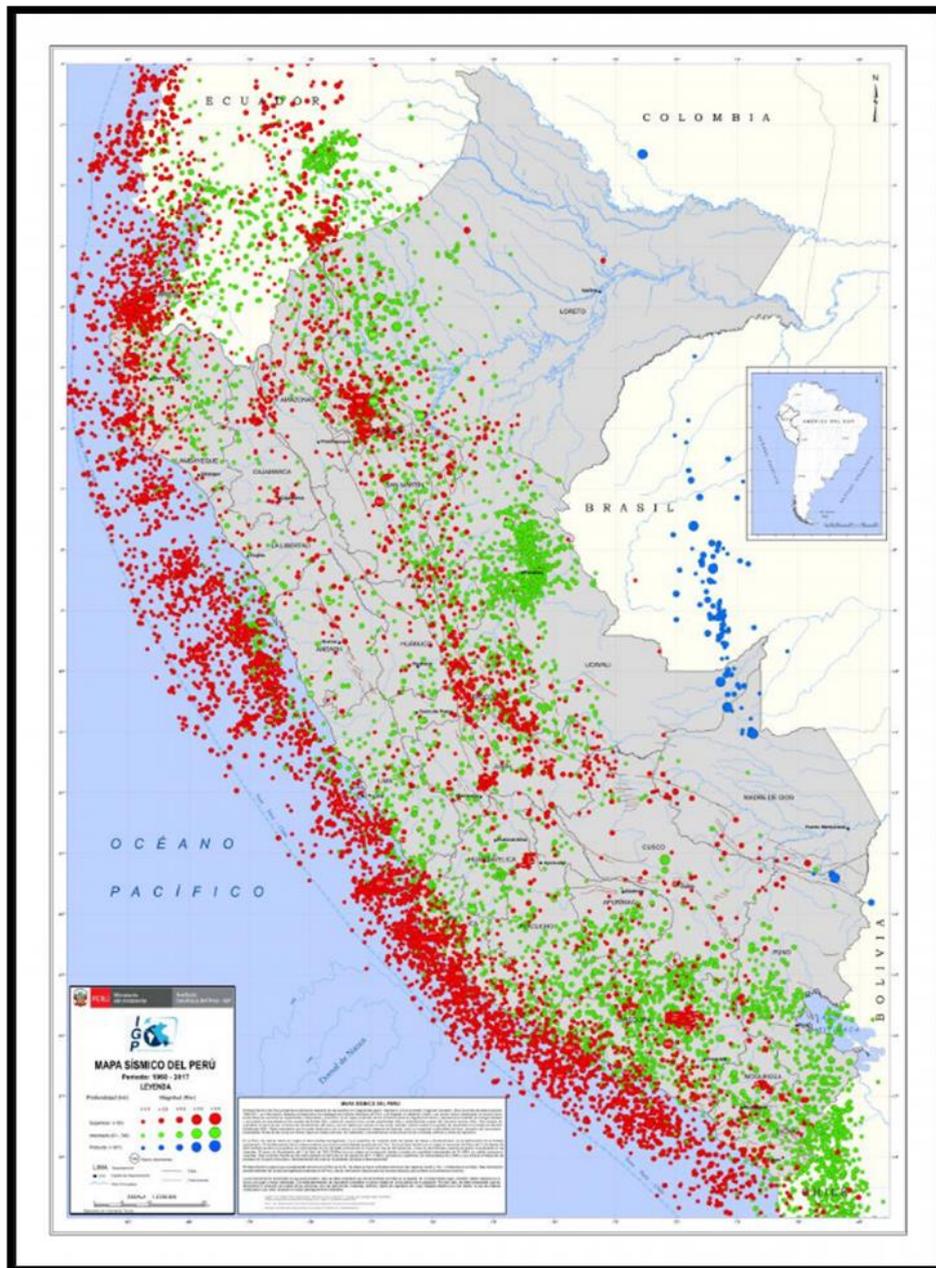
Geógrafa Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
C.G.P. N° 366

2.5.6.2. Mapa de sismicidad

El mapa de sismicidad del Perú presenta la distribución espacial de los eventos con magnitudes igual o mayores a 4.0 en la escala "magnitud momento" (Mw) ocurridos durante el periodo 1960-2017. 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 y representa la cantidad de energía liberada y que puede ser expresada en las escalas de Richter (ML), ondas de volumen (mb), ondas superficiales (Ms) y recientemente a partir del momento sísmico (Mw). Debe entenderse que el poder destructivo de un sismo y/o terremoto depende de factores como su magnitud, profundidad del foco, duración del movimiento, propiedades físicas de las rocas por donde viajan las ondas sísmicas, los materiales y características constructivas de las viviendas, edificios y obras de ingeniería.

Figura N° 17. Mapa de sismicidad del Perú



Fuente: IGP.

2.5.6.3. Microzonificación sísmica

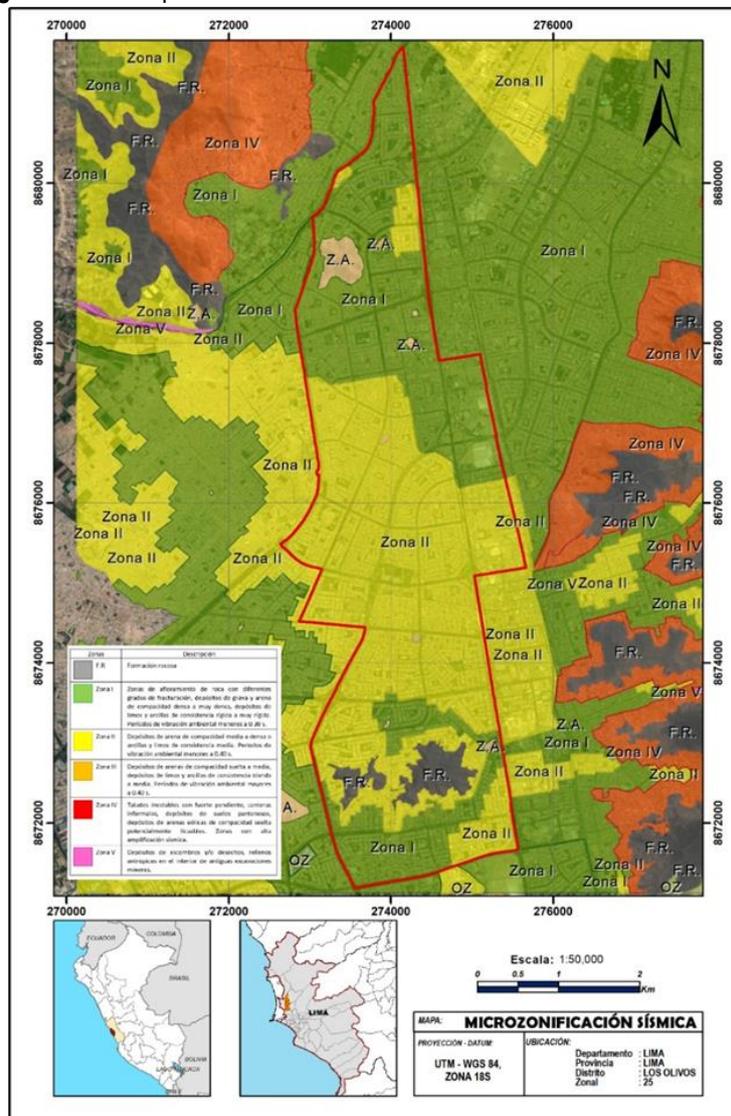
Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de los sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y

otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

2.5.6.4. Mapa de microzonificación sísmica del distrito de Los Olivos

El estudio de microzonificación sísmica del distrito de Los Olivos realizado por CISMID en el año de 2014, se desarrolló de manera multidisciplinaria y suministra información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales. En el estudio se analiza las características geológicas y los peligros geológicos, se evalúa el peligro sísmico para estimar estadísticamente la aceleración máxima horizontal (PGA) en roca y suelo. Las características geotécnicas y dinámicas del suelo, son plasmadas en los mapas de microzonificación geotécnica y de isoperíodos respectivamente. Mediante la superposición de los mapas de peligros geológicos, microzonificación geotécnica e isoperíodos se obtiene el mapa de microzonificación sísmica, el cual constituye en un gran instrumento para la planificación y desarrollo urbano, a su vez para la reconstrucción después de un desastre sísmico, es decir en la gestión prospectiva y correctiva del riesgo.

Figura N° 18. Mapa de microzonificación sísmica del distrito de Los Olivos.



Fuente: CISMID – UNI, 2014.

Teresa de Jesús Vilanueva Medina
Geog. Teresa de Jesús Vilanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
 C. G. P. N° 366

2.5.7. CARACTERÍSTICAS DE PENDIENTE

PENDIENTE

La clasificación se tomó INGEMMET, Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N°76- Peligro Geológico en la región Lima, 2020.

La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y, particularmente, de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable. Es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante y para el análisis de la susceptibilidad a tales procesos.

Se puede decir que es más fácil que ocurran movimientos en masa en laderas y cauces cuya pendiente principal varía entre media a fuerte (5° - 25°). También es más alta la erosión de laderas (laminar, surcos y cárcavas) en colinas o montañas, (como el caso del cerro Mulería), ya que a mayor pendiente se facilita el escurrimiento superficial y, por ende, la erosión hídrica o pluvial. Sin embargo, algunos procesos lentos como la reptación de suelos y ocasionales deslizamientos ocurren con un mínimo de pendiente. El caso de las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros factores netamente geomorfológicos y dinámicos, es usual en terrenos de muy baja a baja pendiente.

- **Pendiente muy baja ($<1^{\circ}$)**

Son terrenos llanos que se distribuyen a lo largo de las zonas de planicies costeras: disectadas o elevadas y valles fluviales o glaciares. Comprende el 4.81 % del área de la región. Los principales poblados que se ubican dentro de estos terrenos son Barranca, Puerto Supe, Huaura, Los Olivos, Lima, Lurín, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, Chilca y Lunahuaná. Estos terrenos están sujetos a arenamientos, erosiones fluviales y marinas e inundaciones de tipo fluvial y pluvial (especialmente cuando se presenta el fenómeno El Niño).

- **Pendiente baja (1° - 5°)**

En los terrenos ligeramente inclinados con baja pendiente se encuentran planicies antiguas, terrazas altas, conos deyeativos, valles fluviales o glaciares y numerosas laderas de lomadas y colinas bajas, entre el borde litoral y las estribaciones de la cordillera occidental. Se ubican en la cuenca baja y valles de los ríos Cañete, Chilca, Lurín, Mala, Rímac, Chillón, Chancay, Supe, Pativilca y Fortaleza en la parte occidental de la región. Los principales poblados son Huaral, Ate Vitarte, Cañete, Quilmaná. En estos terrenos se desarrollan ampliamente las zonas agrícolas. Comprenden el 11.54 % del área total y están sujetos a la ocurrencia de arenamientos, erosión fluvial e inundaciones.

- **Pendiente media (5° - 15°)**

Comprende el 18.87 % del área total. Presenta una buena distribución en depósitos aluviales antiguos y terrazas que se hayan en ambos márgenes de los principales ríos y afluentes de Lima, y en zonas de montañas y colinas de la cordillera occidental. Dentro de este rango de pendiente se encuentran ubicados los poblados de Cieneguilla, Zúñiga, Chosica, Andajes, Oyón, entre otros. Están sujetos a reptación de suelos, deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos.

- **Pendiente fuerte (15° - 25°)**

Los terrenos con pendiente fuerte ocupan una amplia distribución y están distribuidos indistintamente en las laderas de la cordillera occidental, así como alineamientos en valles tributarios a la zona de montañas, también conformando las laderas superiores y cima de los cerros Marcahuasi, Carhuachayo, Callanguiri, Sayhua, Yanama. En este rango de pendiente se han desarrollado por ejemplo los poblados de Lachaqui, Canta, Pirca. Ocupa el 22.11 % del área total de la región. Estos terrenos con pendiente fuerte son susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos y movimientos complejos.

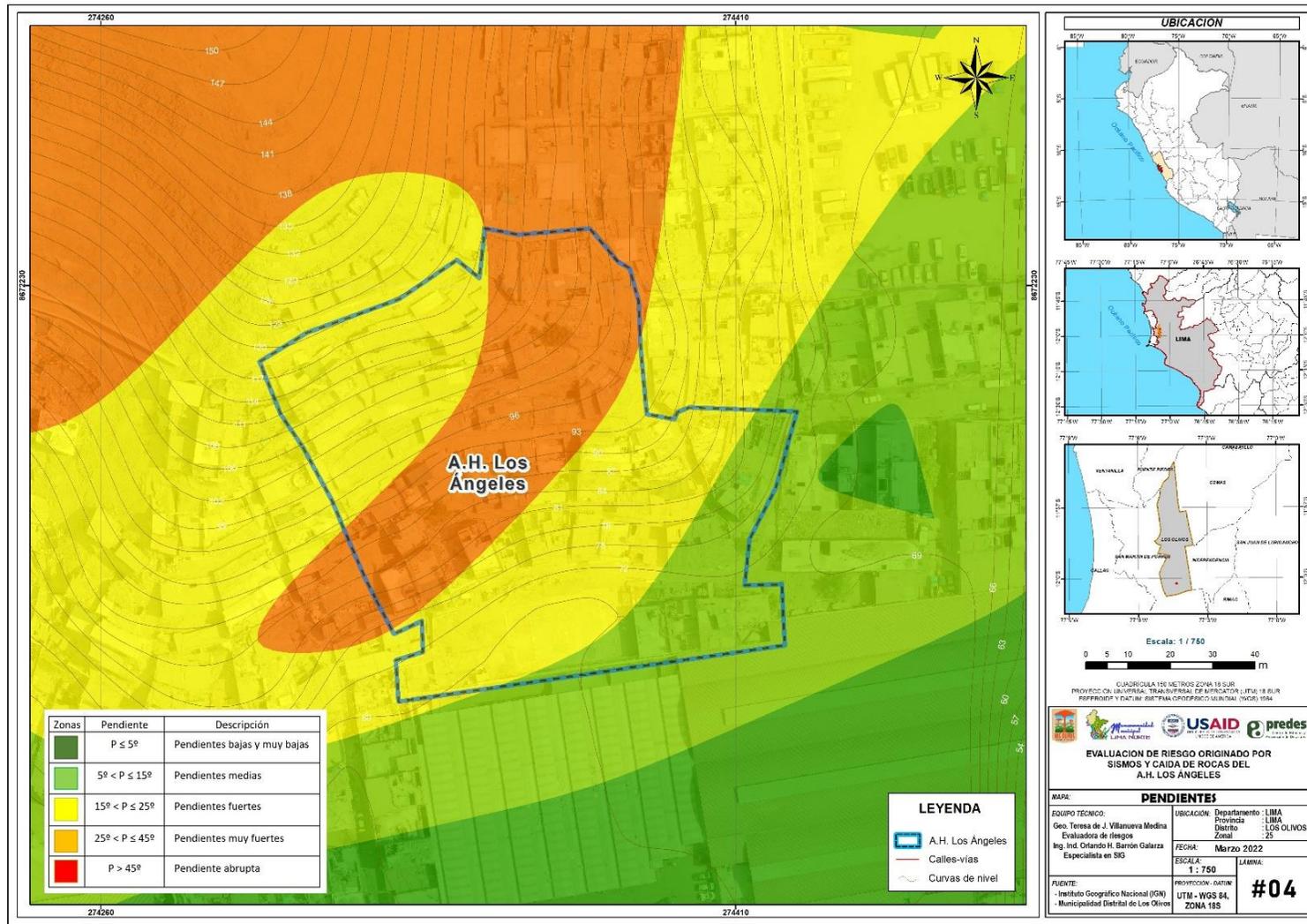
- **Pendiente muy fuerte (25°-45°)**

Presenta mayor extensión en la región y se distribuye, principalmente, en las laderas de montañas de la cordillera occidental. Conforman también las laderas de los cerros de la cordillera La Viuda y Raura, nevados Huacshanm Puyoc, Rasac, Auxilio y Anticoná (límite con Junín), y cuencas medias y altas de la región Lima. Comprende el 40.76 % del área total. Los deslizamientos, movimientos complejos, avalancha de rocas, huaicos y erosión de laderas ocurren en terrenos con pendiente muy fuerte.

- **Pendiente abrupta (> 45°)**

Presenta una distribución muy reducida, equivalente al 1.91 % del área total, y se encuentra localizada indistintamente en zonas escarpadas, barrancos, desfiladeros y valles encañados ubicados, por lo general, en las cabeceras de los ríos Cañete, Lurín, Chillón y, en menor importancia, en la parte baja, como es el caso de los acantilados localizados en el borde litoral o las paredes de terrazas antiguas, elevadas por procesos de tectonismo. Las principales poblaciones que se desarrollan en estos terrenos son San Mateo, Asis, Tomas, Huancaya y Vitis. En estos dos últimos se forman cañones, al sureste de la región; y los nevados de la cordillera de Huayhuash, que limitan con las regiones de Huánuco, Pasco y Junín. Las caídas de rocas, avalancha de rocas y derrumbes se inventariaron en terrenos con pendientes abruptas.

Figura N° 19. Mapa de pendiente del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima



Fuente: Equipo Técnico.

Teresa de Jesús Villanueva Medina
Geo. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
C.G.P. N° 366

2.5.8. CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE SUELO

SUELO

El suelo puede tener varias definiciones: Desde el punto de vista ingenieril, el material que constituye la corteza terrestre se divide en dos categorías: suelo y roca. Suelo es el agregado natural de granos minerales que pueden separarse mediante medios mecánicos, como por ejemplo la agitación en agua. En cambio, roca es el agregado natural de minerales que están conectados por fuerzas permanentes y cohesivas de carácter fuerte y permanente. Las dos definiciones difieren en los términos “fuerte” y “permanente”, que son muy subjetivos y, por tanto, están sujetos a interpretaciones diferentes. Desde el punto de vista geológico, suelo es el material producido por los efectos de la meteorización o alteración sobre las rocas de la superficie de la tierra y está dividido en estratos u horizontes. En cambio, roca es el material constitutivo de la corteza terrestre, formado en general por una asociación de minerales y que presenta una cierta homogeneidad estadística; en general, es dura y coherente, pero a veces es plástica (por ejemplo, la arcilla) o móvil (como ejemplo, la arena). En todas estas definiciones se observa que el concepto suelo describe algo que es dinámico.

TIPO DE SUELO

El estudio de microzonificación sísmica del distrito de Los Olivos realizados por CISMID el año 2014 basado en información recopilada y resultados de ensayos de mecánica de suelos siguiendo la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la clasificación visual del material encontrado en campo, contempla las siguientes características de cada uno de estos tipos de suelo según el material que se describen a continuación:

– Formación rocosa

Las formaciones rocosas identificadas en el área de estudio, son materiales conformados principalmente por unidades lito estratigráficas de la formación Puente Inga y Volcánico Santa Rosa. Se encuentran emplazados en un pequeño sector topográficamente elevado, ubicado próximo a la intersección de las avenidas Huandoy y Marañón; también se encuentran al sur del área de estudio una zona considerable frente a la avenida Angélica Gamarra. Son materiales que presentan diversos grados de fracturamiento y afectados por procesos físicos.

– Gravos

Son materiales que pertenecen a depósitos aluviales y fluviales, de bordes sub-redondeados a redondeados y de humedad baja. Se encuentran emplazados, principalmente, en la superficie de las formaciones rocosas y en gran parte del área de estudio, a partir de 0.30 m. de profundidad, y por debajo de los materiales superficiales como arenas, limos y arcillas.

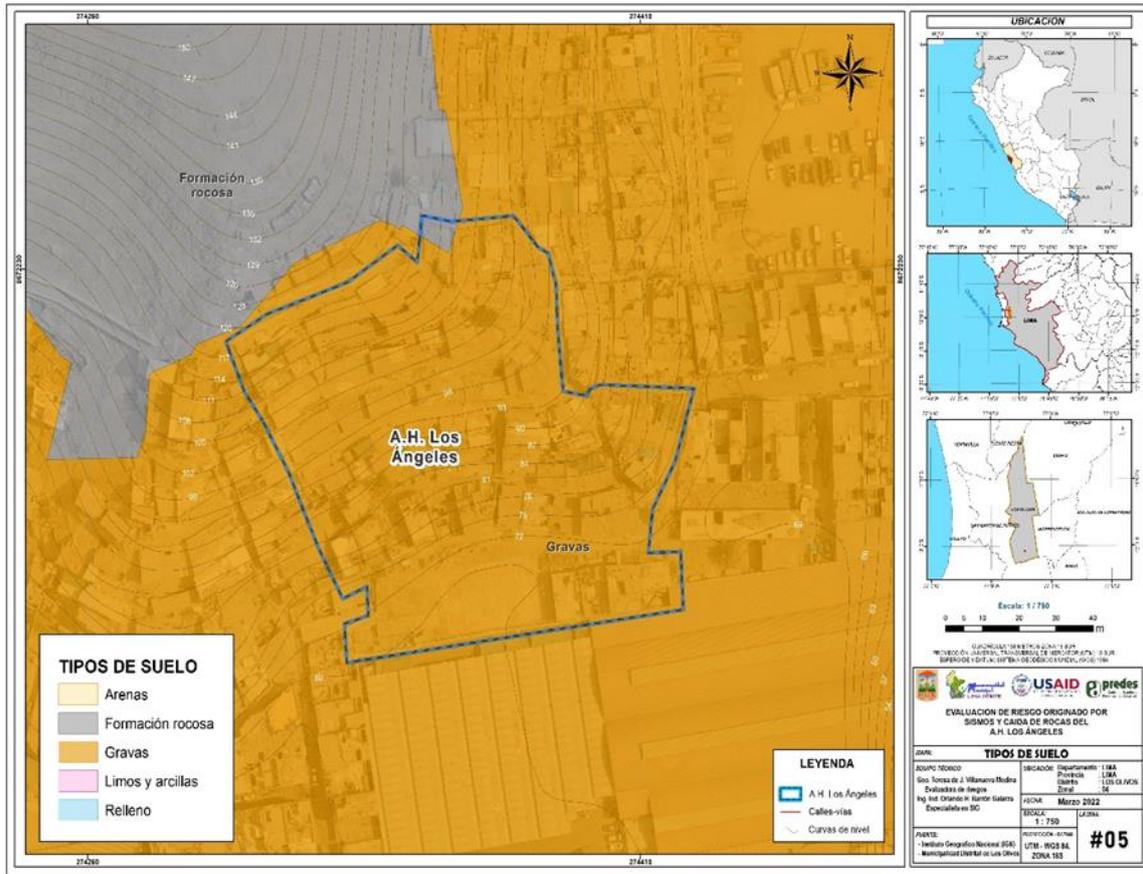
– Arenas

Son materiales que pertenecen a depósitos aluviales y fluviales. Subyaciendo a este material se registra la presencia de materiales gravosos con intercalaciones de arenas, limos y arcillas. Se encuentran emplazados en sectores específicos del área de estudio.

– Limos y arcillas

Son materiales finos superficiales, emplazados en una zona importante del área de estudio. Subyaciendo a este material se encuentra la grava.

Figura N° 20. Mapa de tipo de suelo del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima



Fuente: Equipo Técnico.

2.5.9. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

2.5.9.1. Clima

En la cuenca del río Chillón se pueden distinguir 4 tipos de climas: zona desértica semicálida con deficiencia de lluvia todo el año y húmeda (46.26%) en la parte baja de la cuenca, zona de clima semifrígido lluvioso y húmeda (22.06%) en la parte alta de la cuenca, zona semiseca templada con deficiencia de lluvia en otoño, invierno, primavera y húmedo (16.46%) en la parte media de la cuenca y zona semiseca semifría con deficiencia de lluvia en otoño, invierno, primavera y húmedo (15.23%) en la parte media alta de la cuenca. Según el SENAMHI, el Perú posee veintisiete climas, según el Sistema de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite (1931), de los cuáles la zona correspondiente al distrito de Los Olivos le corresponde la clasificación: E (d) B1H3, es decir posee un clima árido con deficiencia de lluvia y humedad en todas las estaciones.

Gráfico N° 15. Clasificación climática del distrito de Los Olivos



Fuente: SENAMHI

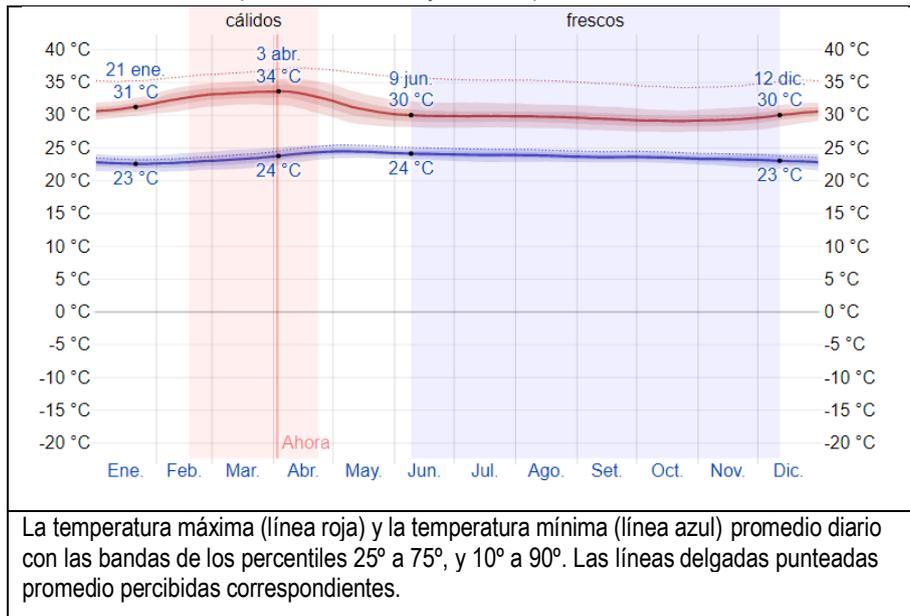
En Los Olivos, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es ventosa y parcialmente nublada y es muy caliente y opresivo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 23 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 21 °C o sube a más de 36 °C.

2.5.9.2. Temperatura

La temporada calurosa dura 2.2 meses, del 17 de febrero al 23 de abril, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 33 °C. El mes más cálido del año en Los Olivos es abril, con una temperatura máxima promedio de 33 °C y mínima de 24 °C.

La temporada fresca dura 6.1 meses, del 9 de junio al 12 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 30 °C. El mes más frío del año en Los Olivos es octubre, con una temperatura mínima promedio de 24 °C y máxima de 29 °C.

Gráfico N° 16. Temperatura máxima y mínima promedio del distrito de Los Olivos

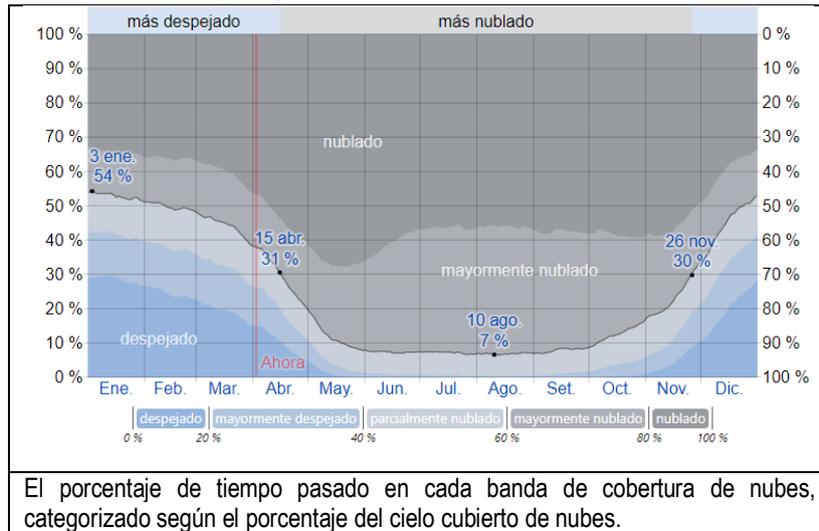


Fuente: Weatherspark.com

2.5.9.3. Nubosidad

En Los Olivos, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Los Olivos comienza aproximadamente el 26 de noviembre; dura 4.7 meses y se termina aproximadamente el 15 de abril. El mes más despejado del año en Los Olivos es enero, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 53 % del tiempo. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 15 de abril; dura 7.3 meses y se termina aproximadamente el 26 de noviembre. El mes más nublado del año en Los Olivos es agosto, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 93 % del tiempo.

Gráfico N° 17. Categorías de nubosidad en el distrito de Los Olivos



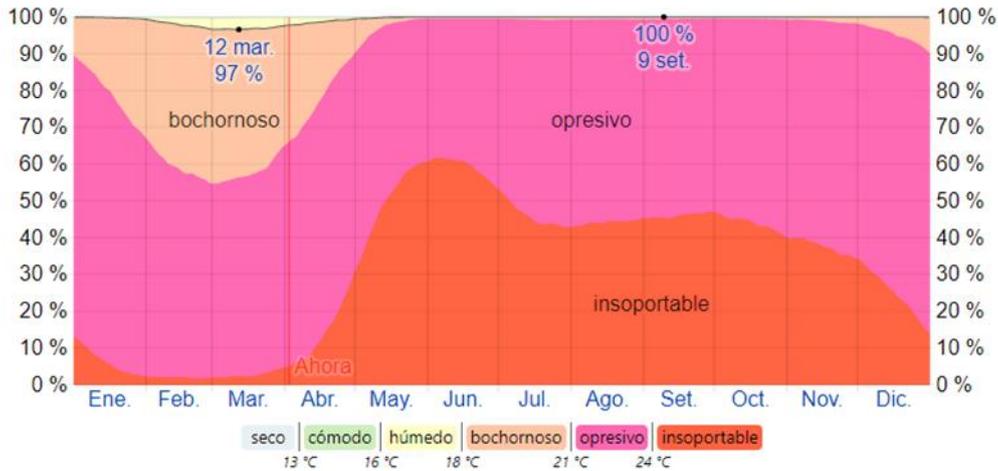
Fuente: Weatherspark.com

2.5.9.4. Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Los Olivos, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece entre el 2 % del 98 %.

Gráfico N° 18. Niveles de comodidad de la humedad en el distrito de Los Olivos



El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Fuente: Weatherspark.com

2.5.9.5. Viento

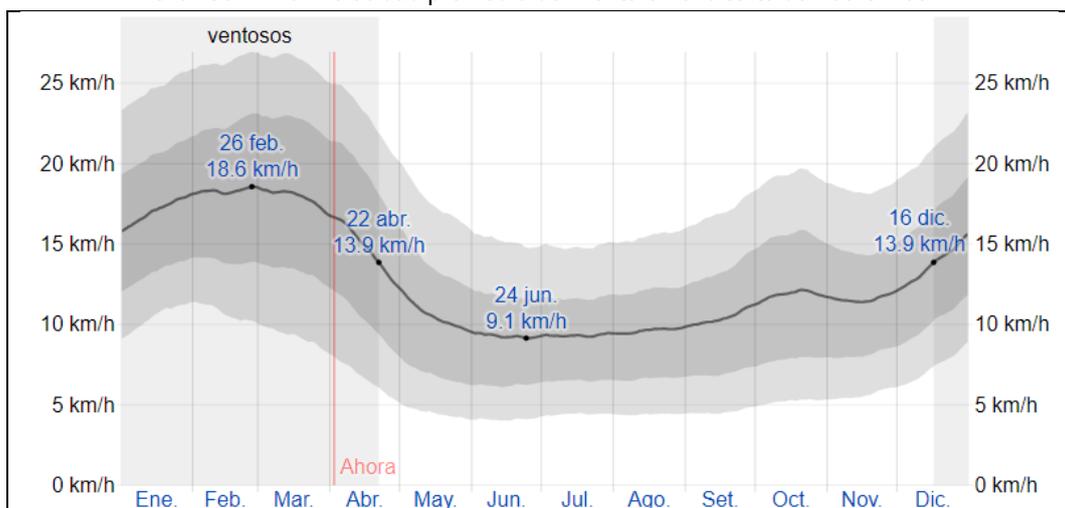
Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Los Olivos tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4.2 meses, del 16 de diciembre al 22 de abril, con velocidades promedio del viento de más de 13.9 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Los Olivos es febrero, con vientos a una velocidad promedio de 18.3 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7.8 meses, del 22 de abril al 16 de diciembre. El mes más calmado del año en Los Olivos es junio, con vientos a una velocidad promedio de 9.3 kilómetros por hora.

Gráfico N° 19. Velocidad promedio del viento en el distrito de Los Olivos



El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscura), con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°.

Fuente: Weatherspark.com

La dirección predominante promedio por hora del viento en Los Olivos varía durante el año. El viento con más frecuencia viene del Oeste durante 4.1 semanas, del 24 de mayo al 22 de junio y durante 3.2 meses, del 9 de agosto al 16 de noviembre, con un porcentaje máximo del 63 % en 12 de octubre. El viento con más frecuencia viene del norte durante 1.6 meses, del 22 de junio al 9 de agosto y durante 6.3 meses, del 16 de noviembre al 24 de mayo, con un porcentaje máximo del 50 % en 18 de julio.

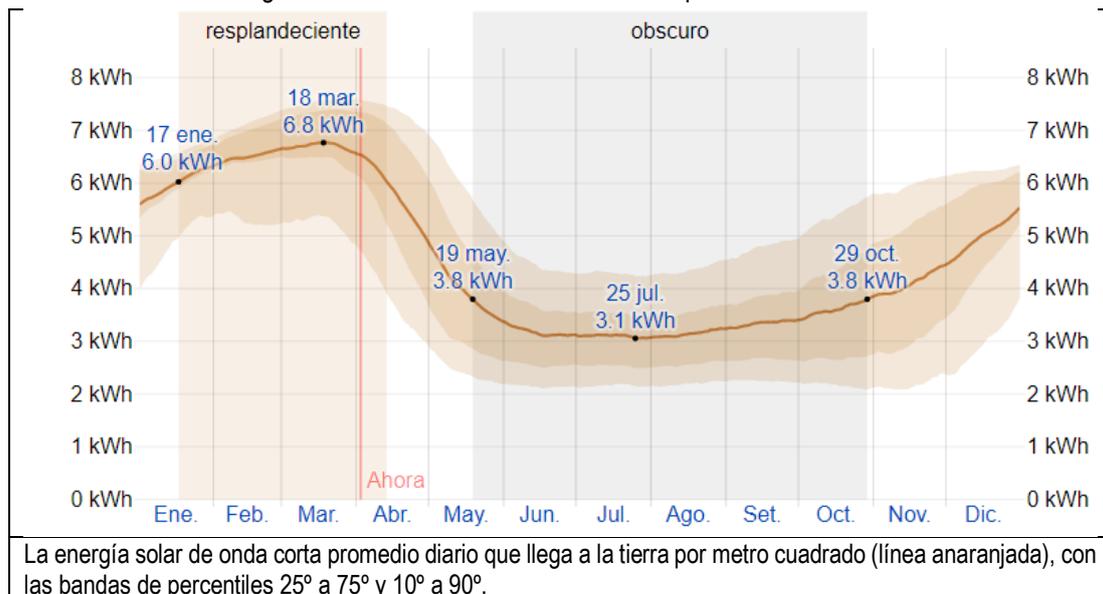
2.5.9.6. Energía solar

Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diario total que llega a la superficie de la tierra en un área amplia, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta.

La energía solar de onda corta promedio diario tiene variaciones estacionales considerables durante el año. El período más resplandeciente del año dura 2.9 meses, del 17 de enero al 13 de abril, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 6.0 kWh. El mes más resplandeciente del año en Los Olivos es marzo, con un promedio de 6.7 kWh.

El periodo más oscuro del año dura 5.3 meses, del 19 de mayo al 29 de octubre, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado de menos de 3.8 kWh. El mes más oscuro del año en Los Olivos es julio, con un promedio de 3.1 kWh.

Gráfico N° 20. Energía solar de onda corta incidente diario promedio en el distrito de Los Olivos



La energía solar de onda corta promedio diario que llega a la tierra por metro cuadrado (línea anaranjada), con las bandas de percentiles 25° a 75° y 10° a 90°.

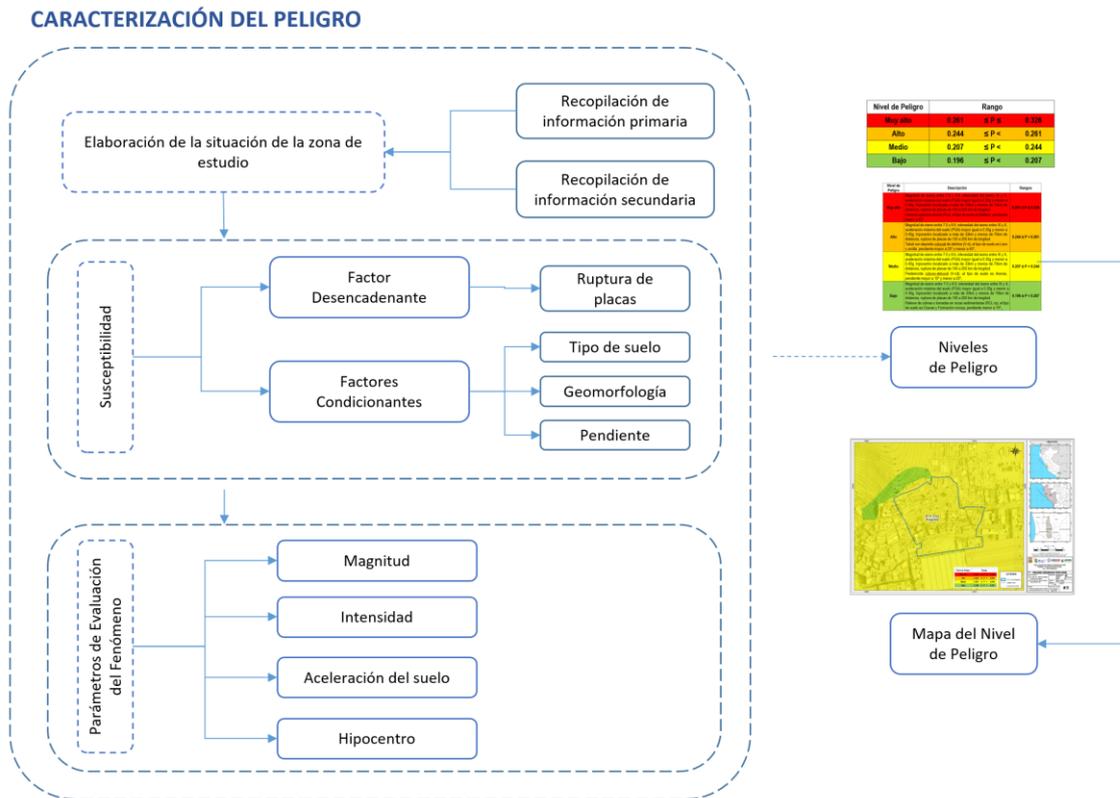
Fuente: Weatherspark.com

CAPÍTULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de sismo, se utilizó la siguiente metodología descrita en el gráfico.

Gráfico N° 21. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales, 2da. Versión – CENEPRED.

3.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

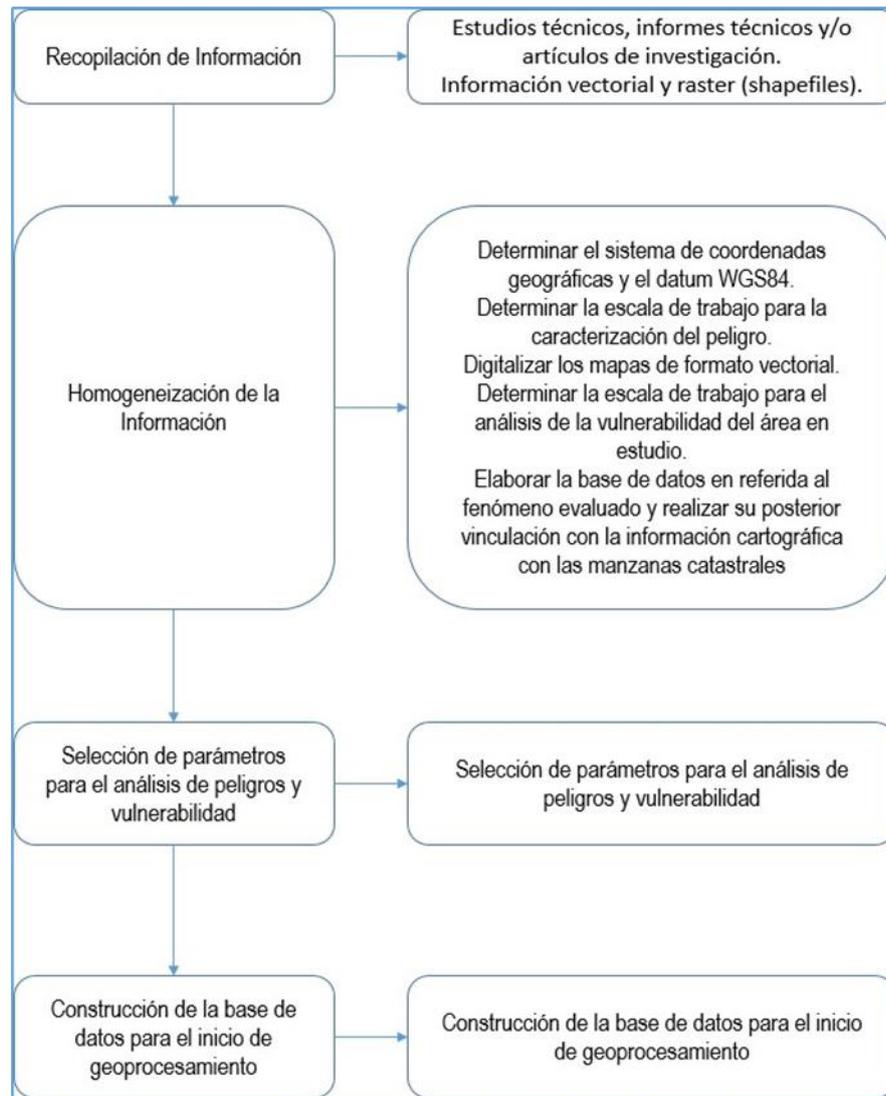
Se ha realizado la recopilación de información disponible y el respectivo análisis de los estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI, MINAM), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, climatología, suelos, geología y geomorfología del distrito de Los Olivos y de las zonas evaluadas.

3.3. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

El manual de evaluación de riesgos originado por fenómenos naturales (2da versión), define el peligro como 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.

Para identificar los peligros por sismos se ha realizado el análisis de la información proporcionada por las entidades técnico-científicas y estudios publicados acerca del sector, a su vez se llevó a cabo el trabajo de campo donde se constató la configuración actual del ámbito de estudio y su impacto en el Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, provincia y departamento de Lima.

Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
 C.G.P. N° 366



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales, 2da. Versión – CENEPRED.

3.4. CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

Según el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, CENEPRED, 2da. Versión, peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos.

El territorio peruano está sometido a una constante actividad sísmica, debido a la interacción de las placas Sudamericana y Nazca, escenario considerado como la primera fuente sismogénica en el Perú debido a la frecuencia de sismos y por dar origen a los eventos de mayor magnitud. La segunda fuente, la constituye la zona continental, cuya deformación ha dado origen a la formación de fallas de diversas longitudes con la consecuente ocurrencia de sismos de magnitudes menores (Cahill et al, 1992; Tavera et al, 2001). Históricamente, la ocurrencia de sismos en la zona de estudio, se constituye como el principal detonante de eventos geodinámicos como los movimientos en masa.

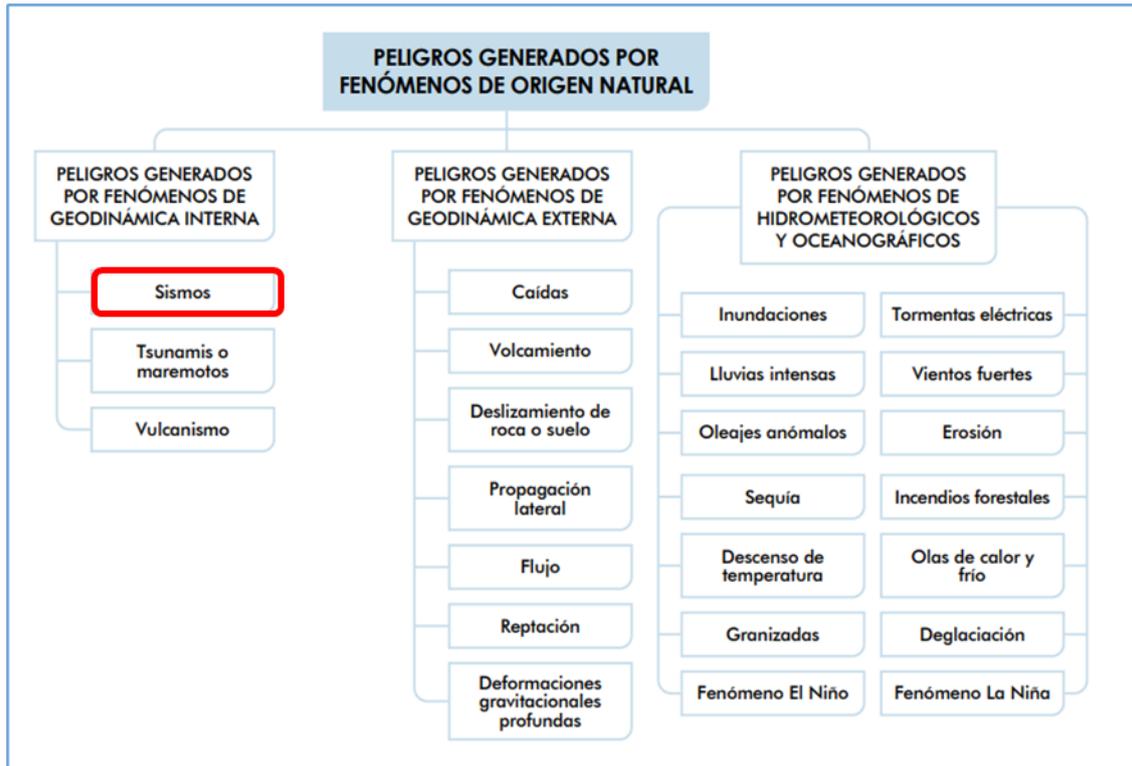
En el Asentamiento Humano Los Ángeles, se pueden identificar los peligros generados por geodinámica interna como sismos, dadas las condiciones y características geomorfológicas y geológicas que presentan.

Cuadro N° 16. Identificación de los peligros

Generación de peligro	Peligro	Condición
Geodinámica Interna	Sismo	Proceso de convergencia de las placas de Nazca (oceánica) y la Sudamericana continental - Tipo de suelo. Distancia al epicentro, profundidad del hipocentro, intensidad.

Fuente: Equipo Técnico.

Gráfico N° 22. Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales, 2da. Versión – CENEPRED.

3.5. PELIGRO POR SISMO

3.5.1. CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO SISMICO

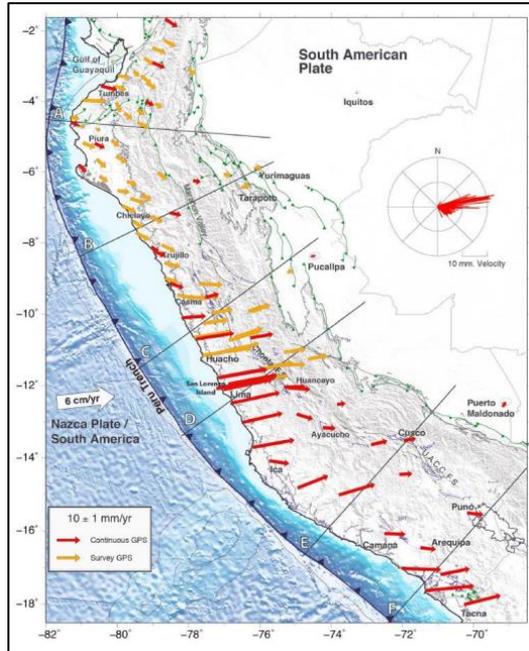
La caracterización sísmica de la costa peruana, ha sido estudiada por diversas instituciones nacionales e internacionales, usando metodologías variadas siendo las principales las desarrolladas por el Instituto Geofísico del Perú y el Instituto de Investigación de Francia (IRD). Son 3 las principales metodologías que enmarcan al escenario sísmico para el largo del borde occidental del Perú tenemos:

La primera metodología, está relacionada a las lagunas sísmicas, se basa en el análisis de las áreas de ruptura, originada por eventos sísmicos pasados y sus consecuentes lagunas sísmicas, las cuales se definen como áreas donde en el pasado se dieron eventos de gran magnitud y es posible la ocurrencia de otro de similares características. De acuerdo a Tavera (2014), se ha identificado la presencia de una laguna sísmica en la región central del Perú que vendría acumulando energía sísmica desde el año 1746 (hace 270 años). Los sismos que ocurrieron en los años 1940, 1966, 1970 y 1974, con magnitudes menores o iguales a 8.0 Mw, no habrían liberado el total de la energía sísmica acumulada en dicha región. (Figura N° 16).

La segunda metodología, está relacionada a las asperezas sísmicas, se han identificado frente a la costa de la región central de Perú (A3 –A4), tal como lo muestra la (Figura N° 15). Estarían asociadas al terremoto de 1746. De acuerdo a las dimensiones ambas asperezas, la liberación de energía acumulada en esta zona podría generar un sismo de magnitud 8.8 Mw. Según esta metodología se tendría una probabilidad mayor a 70% de producir sismos importantes en los próximos 75 años. Esta metodología se basa en los algoritmos propuestos por Wiemer y Zúñiga (1994), donde identifican la probabilidad de ocurrencia de sismos de una determinada magnitud. Condori y Tavera (2012), construyeron el catálogo sísmico del Perú, donde está la presencia de 5 áreas que se interpretan como asperezas, cuyas dimensiones permitieron estimar la magnitud de los sismos que se generaría en cada una de ellas.

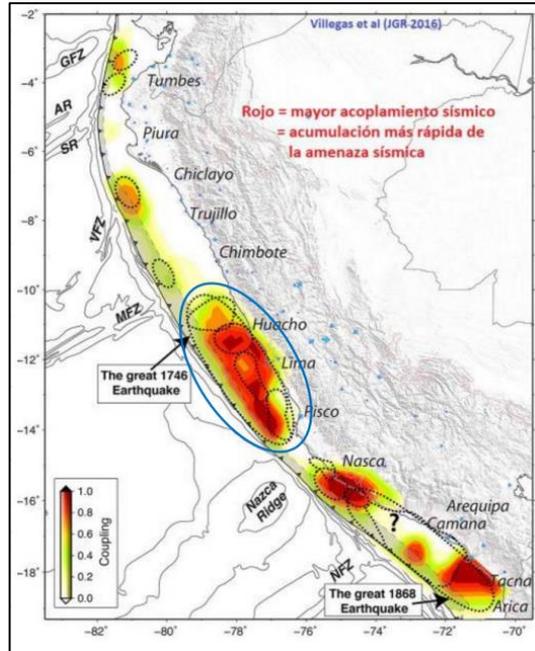
La tercera metodología, se basa en el sistema de posicionamiento global (GPS), que evalúa los movimientos de la superficie terrestre con un nivel de precisión inferior al milímetro, los cuales están asociados al proceso de acumulación de energía y deformación que se produce en la zona de contacto de las placas tectónicas (asperezas) y que se propagan a la superficie de la corteza terrestre, estas zonas darán lugar a los futuros terremotos. Para la región central se han identificado dos áreas de acoplamiento siendo la ubicada al norte, la de mayor tamaño. Ambas parecen estar conectadas formando una zona con longitud, paralela a la costa, de 350 km. La magnitud del sismo ha sido estimada entre 8.5 – 8.7 Mw. Estas áreas están asociadas al terremoto de 1746. Un reciente estudio realizado por Villegas – Lanza et al. (2016). Indican que la zona acoplada con mayor dimensión se ubica frente a la costa de la región central del Perú, abarcando una longitud de 470 km, la cual al liberar toda la energía sísmica acumulada hasta la fecha, podría generar un sismo de magnitud entre 8.6 – 8.8 Mw.

Figura N° 21. Mapa de deformación de la corteza terrestre medido con GPS para el Perú



Fuente: Villegas – Lanza et al., 2016.

Figura N° 22. Mapa de acoplamiento sísmico para la zona de subducción del Perú modelada a partir de datos GPS



Fuente: Villegas – Lanza et al., 2016.

Se concluye de las metodologías descritas, la evidencia de una zona de acumulación de energía sísmica frente a la región central de Perú, cuyas estimaciones de magnitud serían similares al terremoto de 1746. Siendo así, estos sismos además de generar aceleraciones y/o sacudimientos del suelo del orden de 500 – 900 cm/s² (Pulido et al., 2015), produciría un tsunami cuyas olas presentarían varios metros de altura y cientos metros de inundación afectando de manera severa la zona costera de la región central del Perú, el cual afectaría principalmente ciudades ubicadas en la costa de las regiones de Lima, Áncash e Ica.

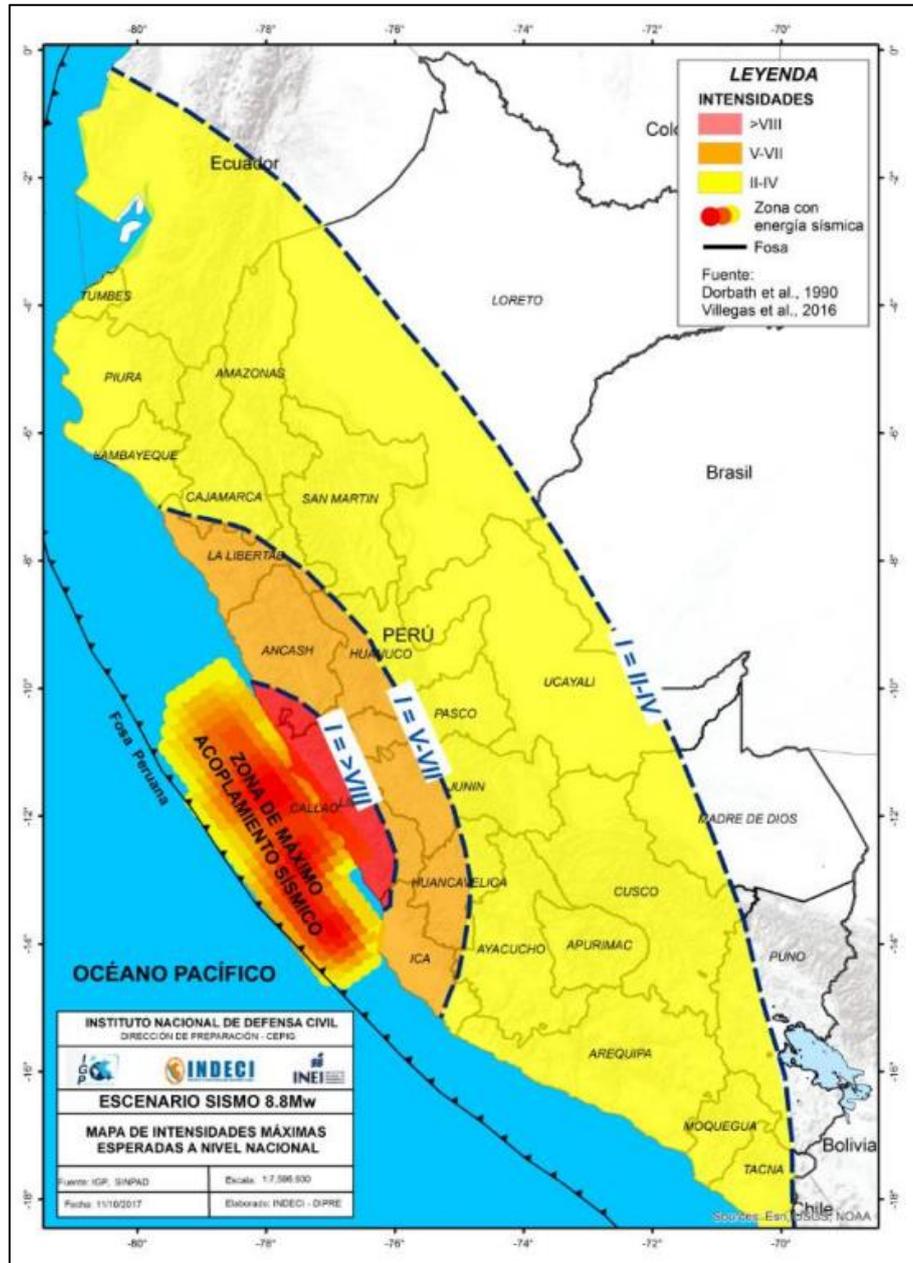
3.5.2. Escenario tendencial

Gran parte de las provincias y distritos ubicados en la zona occidental de la región de 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, asentamientos y otros peligros asociados como tsunamis, movimientos en masa, derrame de sustancias químicas (puerto Callao), incendios, explosiones, entre otros².


Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
C.G.P. N° 366

² Publicación realizada por INDECI – DIPRE “Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw.”, 2017

Figura N° 23. Áreas de intensidades sísmicas que produciría un sismo de 8.8 Mw, similares a las del terremoto de 1746.

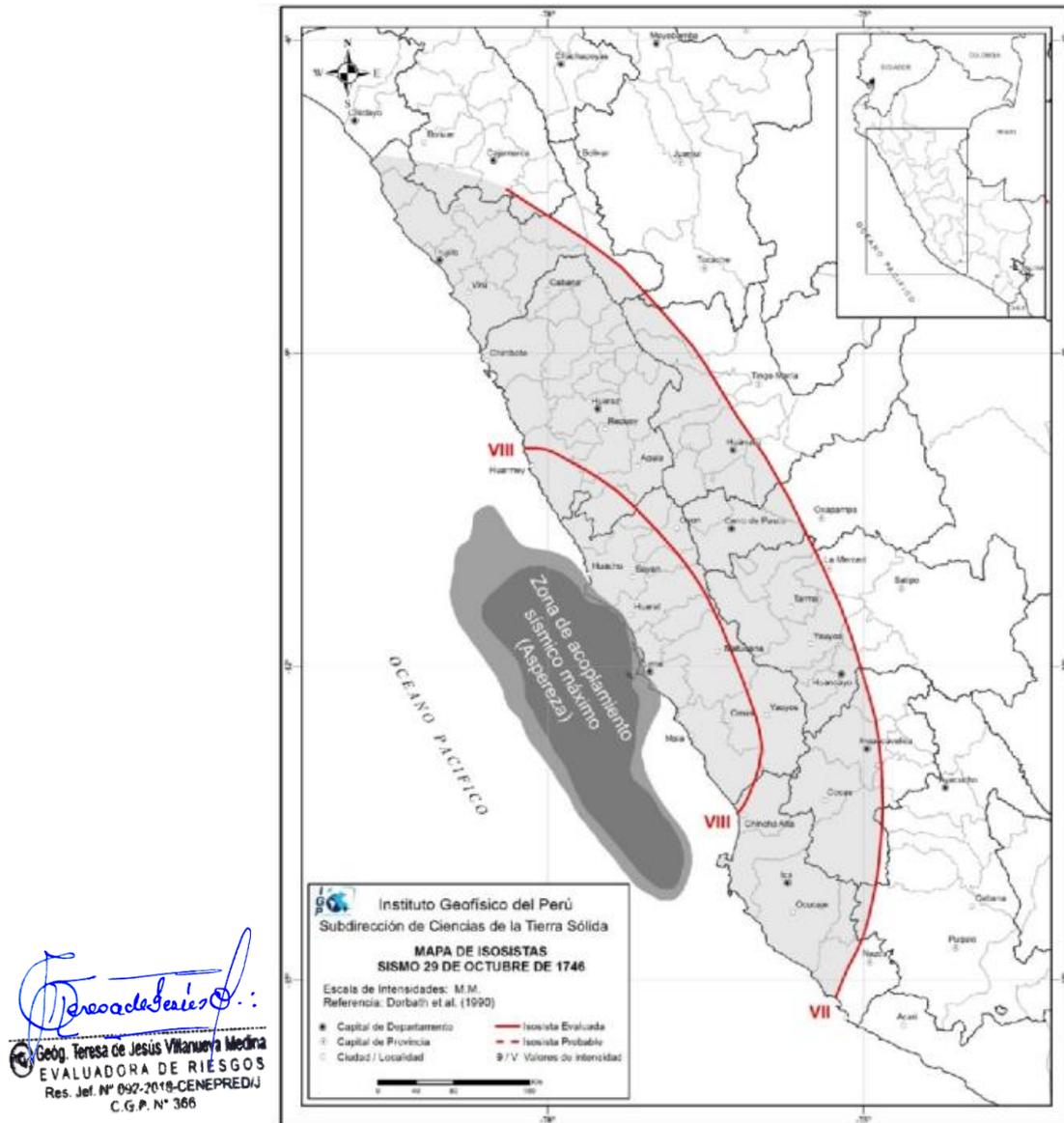


Fuente: IGP – INDECI – INEI.

Recientemente, investigaciones realizadas usando datos sísmicos y geodésicos (finales del año 2017), han permitido confirmar la existencia de un área de máximo acoplamiento sísmico de aproximadamente 400 km. de longitud por 200 km. de ancho, que indudablemente daría origen, en la zona costera de la región central del Perú, a un terremoto de magnitud mayor a M8.8, que podría generar que los suelos del Callao y Lima Metropolitana se sacudan con aceleraciones del orden de 600 a 800 cm/seg². 10 veces más que Pisco en el año de 2007.

Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 097-2018-CENEPRED/J
 C.G.P. N° 366

Figura N° 24. Mapa de isosistas del sismo de 1746 y zona de acoplamiento sísmico



Fuente: Estimación de riesgos por exposición a partir de mapas de isosistas – Tavera, IGP.

3.5.3. Parámetros del peligro sísmico

Para caracterizar el peligro en nuestra área de estudio, se consideran los parámetros que definen como factores condicionantes: grado de pendiente, unidades geomorfológicas y tipo de suelo (determinado por el estudio de microzonificación sísmica, los cuáles han sido detallados en el numeral 2.9 correspondiente a las características físicas-ambientales del presente estudio), el factor desencadenante: ruptura de placas y los parámetros de evaluación: magnitud, intensidad, aceleración del suelo y profundidad del hipocentro, cuyo análisis y cálculos correspondientes nos identificará los niveles de peligrosidad sísmica para la zona de estudio. En este ítem desarrollaremos al parámetro de evaluación y los factores desencadenantes:

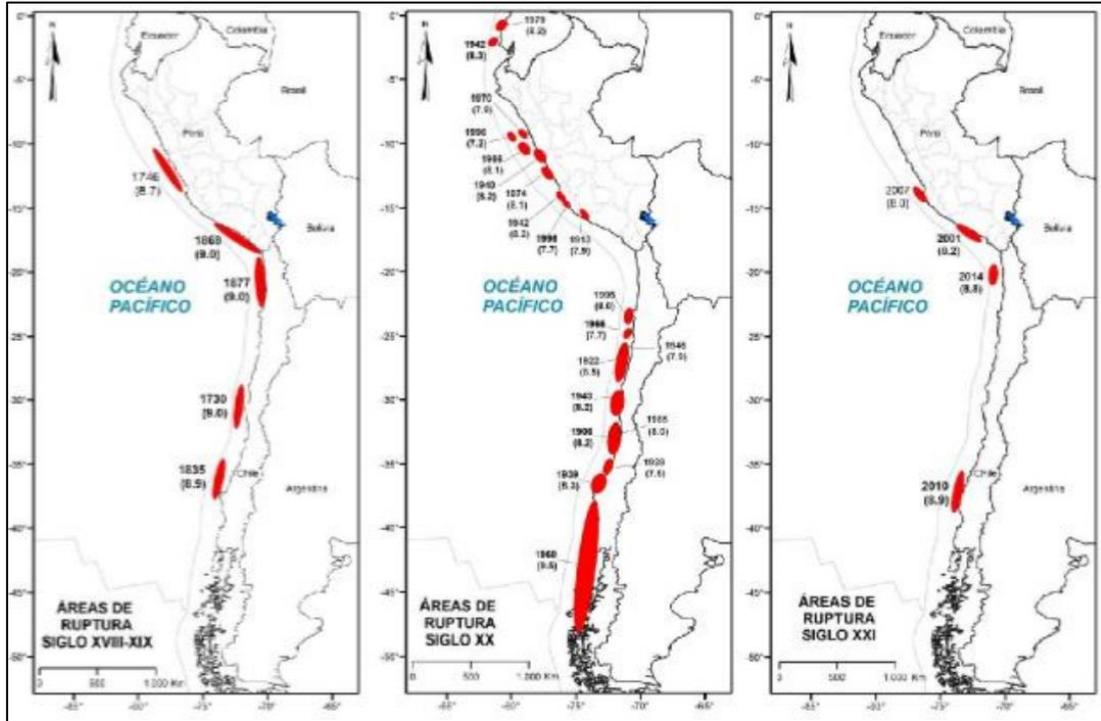
3.5.3.1. Ruptura de placas

De acuerdo con la distribución espacial de las áreas de ruptura en el borde occidental del Perú, para la región centro se ha identificado la presencia de una laguna sísmica que probablemente viene acumulando deformación desde el año 1746, fecha en que habría ocurrido, quizás el evento sísmico de mayor magnitud en el Perú. Los sismos ocurridos en los años 1940, 1966, 1970, 1974 y 2007 presentaron magnitudes

iguales o menores a 8.0 (Mw) por lo tanto, no habrían liberado el total de la energía aún acumulada en la región central (Tavera, 2020).

En el análisis del factor desencadenante se consideró el rango de 100 a 200 km. cuyo origen es ocasionado por la colisión de placas tectónicas entre 100 a 200 km. en el borde occidental del país, con efecto de subducción liberando una energía de magnitud entre 7 – 8.9 (Mw).

Figura N° 25. Principales áreas de ruptura de sismos históricos ocurridos en el borde occidental



Fuente: Tavera & Bernal (2005).

3.5.3.2. Magnitud sísmica

Se tomó como base referencial al sismo histórico ocurrido en el año 1746, cuyo silencio sísmico es de gran relevancia para la costa centro y norte, que presentó su epicentro a 160 km., en el mar frente al borde occidental de la región central del Perú. Según Dorbath et al (1990), habría presentado una magnitud del orden de 8.8 Mw. Silgado (1978) considera a este sismo como el más grande en magnitud y daños evidenciados desde la llegada de los españoles.

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico según lo indicado por el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, 2da Versión. Para el presente análisis se consideró como parámetro de evaluación a la magnitud sísmica según la escala de Richter como lo indica el siguiente cuadro:

Cuadro N° 17. Escala de magnitud sísmica de Richter Magnitud Local (ML)

Magnitud Escala Richter	Descripción
Mayor a 9.0	Grandes terremotos
De 7.0 a 8.9	Sismo mayor
De 5.5 a 6.9	Pueden causar daños mayores en la localidad
De 3.5 a 5.4	Sentido por mucha gente
Menor a 3.4	No es sentido en general pero es registrado en sismo

Fuente: PREDES.

3.5.3.3. Intensidad sísmica

Conocer la escala de intensidad del sismo con que se presentó en el lugar, es decir, su tamaño de manera cualitativa, siendo la más utilizada la propuesta por Guillermo Mercalli en el siglo XIX (Escala de Mercalli Modificada) y en detalle, esta escala considera los efectos del sismo en las personas, objetos, construcciones y en el terreno. Esta información, permite mostrar en mapas la distribución espacial de los grados de intensidad y luego de ser evaluados, se obtienen los mapas de isosistas o mapas de valores similares de intensidad unidos con líneas.

Los mapas de isosistas han permitido conocer diversos parámetros físicos que definen los procesos que se desarrollan alrededor de los sismos como el grado de fracturamiento de rocas, la respuesta dinámica de los suelos y los patrones de atenuación de la intensidad (Gasperini, 2001). Del mismo modo, la intensidad sísmica ha sido usada para estimar los valores espectrales de la aceleración para sismos históricos (Boatwrigth et al., 2006); además de ser útil para los proyectos de planificación del crecimiento urbano de ciudades (Musson y Henni, 2001).

Cuadro N° 18. Descripción cualitativa para grado de la Escala de Mercalli Modificada (intensidad sísmica)

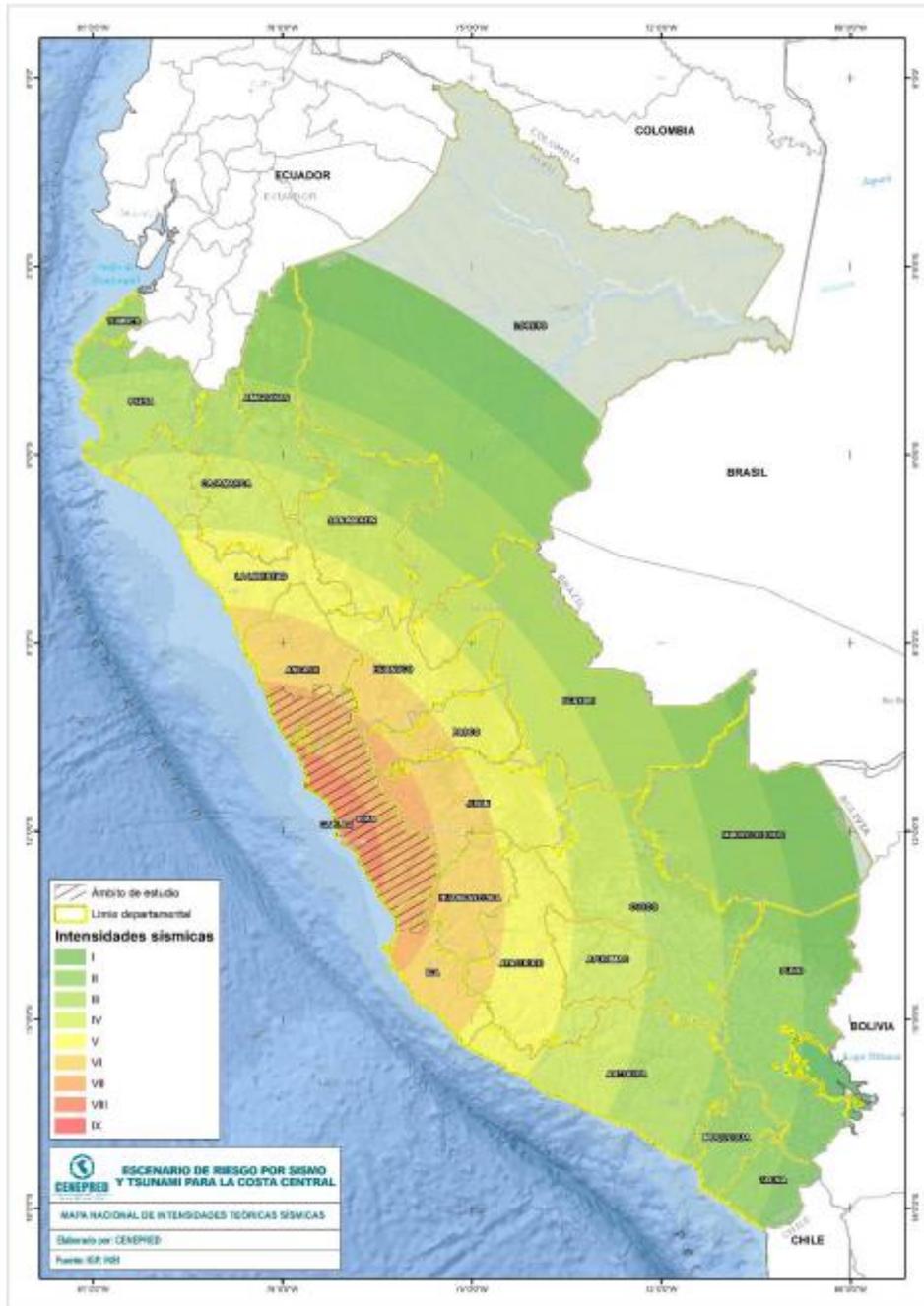
GRADO	DESCRIPCIÓN
I	No sentido excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Sentido solo por muy pocas personas en reposo, especialmente en pisos altos. Objetos suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido por personas dentro de edificaciones, especialmente las ubicadas en pisos superiores. Muchas personas no se dan cuenta que se trata de un sismo. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como las producidas por el paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos se despiertan. Ventanas y puertas son agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunas ventanas y puertas de vidrio se rompen; grietas en el revestimiento de algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algunos muebles pesados se mueven; algunos casos de caída de revestimientos y paredes inestables. Daño leve.
VII	Muchas personas corren al exterior. Daño significativo en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; caída de paredes inestables. Notado por personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras de diseño especial; considerable en edificios corrientes sólidos con colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Paredes separadas de la estructura. Caída de paredes inestables, rimeros de fábricas, columnas, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Posibles procesos de licuación de suelos. Cambios en niveles de agua en pozos. Conductores en automóviles entorpecidos. En zonas costeras generación de tsunamis. En zonas andinas y subandinas, presencia de deslizamientos.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical; grande en edificios sólidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas. Procesos de licuación de suelos. En zonas costeras generación de tsunamis y procesos de licuación de suelos. En zonas andinas y subandinas, presencia de deslizamientos.
X	Algunos edificios bien construidos en madera, destruidos; la mayoría de las obras de estructura de ladrillo, destruidas con los cimientos; suelo muy agrietado. Carriles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. En zonas costeras generación de tsunamis de gran envergadura y procesos de licuación de suelos. En zonas andinas y subandinas, presencia de deslizamientos.
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Carriles muy retorcidos. En zonas costeras generación de tsunamis y procesos de licuación de suelos. En zonas andinas y subandinas, presencia de deslizamientos.
XII	Destrucción total.

Fuente: Estimación de riesgos por exposición a partir de mapas de isosistas – Tavera, IGP.

MAPA DE INTENSIDADES SÍSMICAS

Para el presente escenario se ha considerado el mapa de intensidades sísmicas teóricas, el cual cobertura el ámbito de estudio definido por el MINSA. Además, para comprender la descripción de los niveles de intensidades, los cuales pertenecen a la escala de Mercalli Modificada (MM), que describe detalladamente la implicación de cada grado.

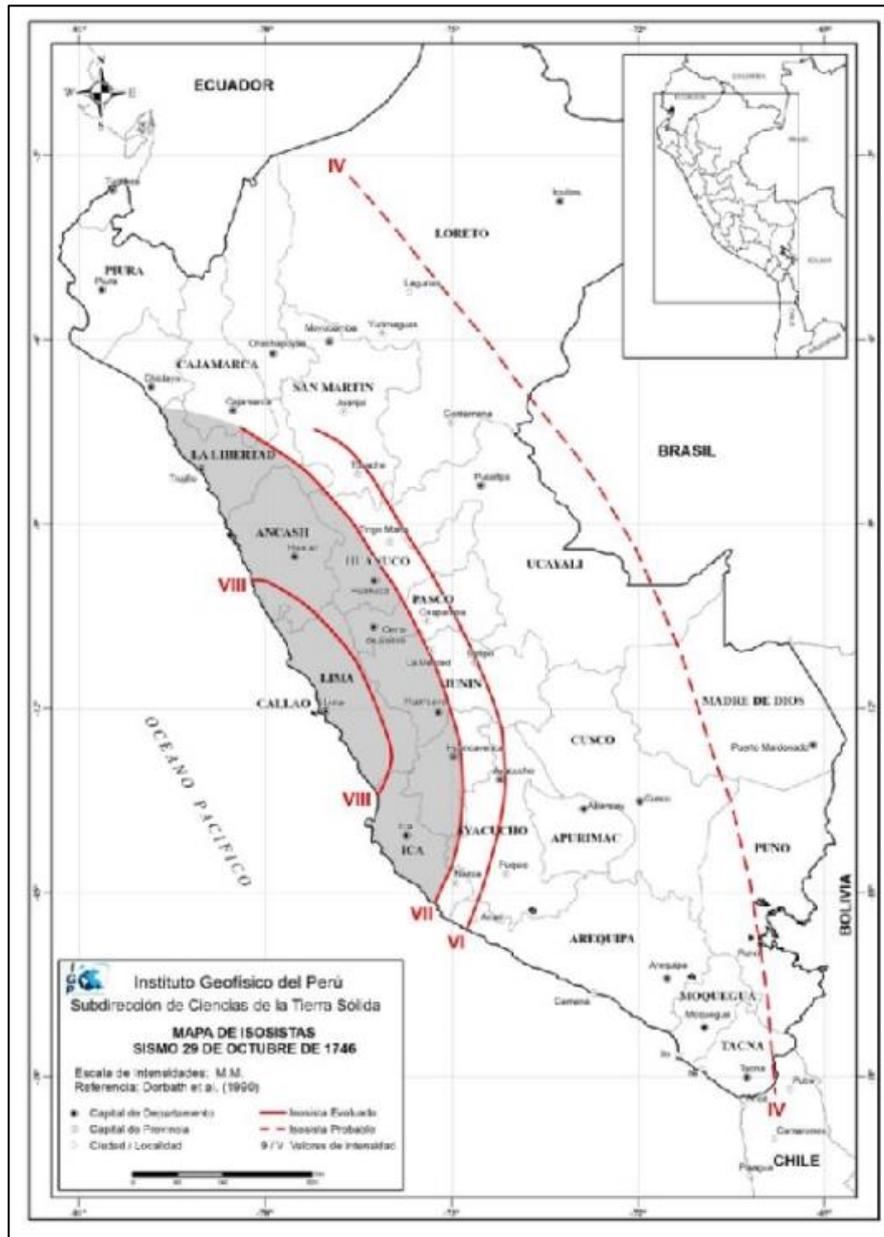
Figura N° 26. Mapa de intensidades para el escenario de riesgo sísmico



Fuente: CENEPRED con datos del IGP.-2017.

Teresa de Jesús Villanueva Medina
Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
C.G.P. N° 366

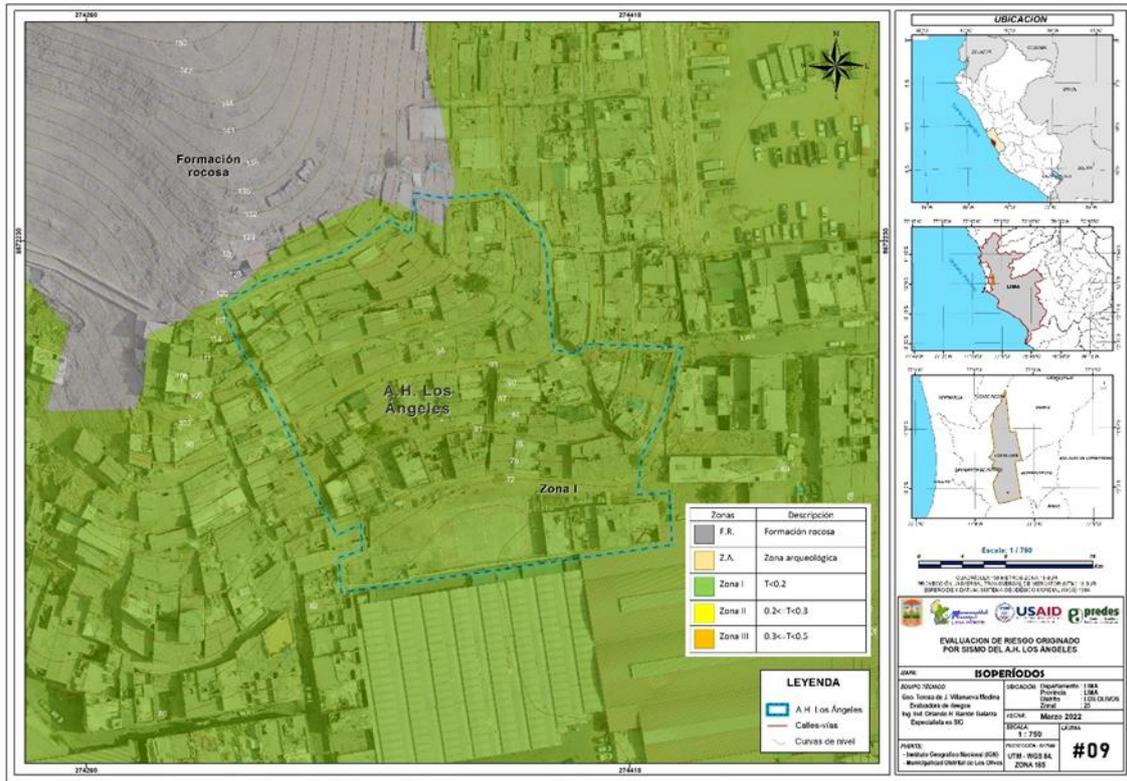
Figura N° 27. Mapa de isosistas del sismo de 1746



Mapa de isosistas del sismo de 1746 según Dorbath et al (1990). El área gris corresponde a la intensidad VII (MM).

Fuente: Estimación de riesgos por exposición a partir de mapas de isosistas – Tavera, IGP.

Figura N° 28. Mapa de isoperíodos del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.



Fuente: Equipo Técnico.

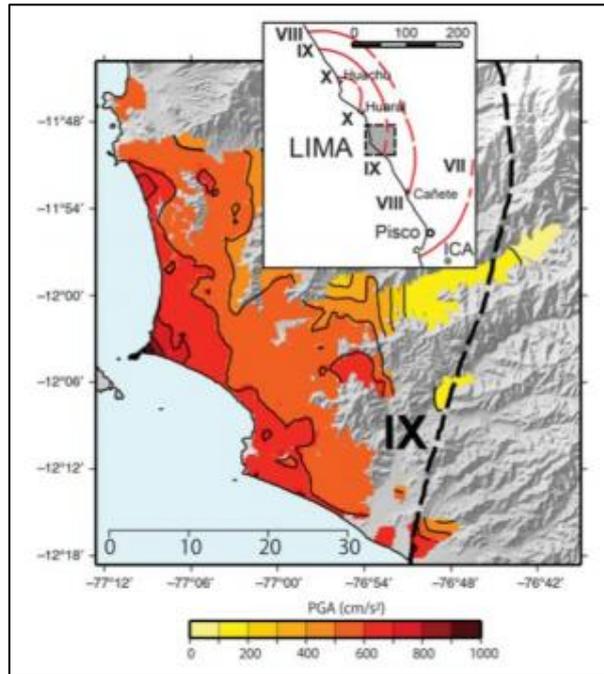
3.5.3.4. Aceleración máxima del suelo (PGA)

Evalúa estimando el valor de la aceleración horizontal máxima esperada para la superficie del suelo por efecto del sismo en una zona geográfica determinada. La fuerza máxima que experimenta una estructura durante un sismo depende de la aceleración máxima del suelo. Para conocer el nivel de aceleración o sacudimiento del suelo que podría experimentar Lima y Callao, se usa el mapa de aceleraciones propuesta por Pullido et al. (2015) para un sismo de magnitud 8.8 Mw – 8.9 Mw³.

Geografía y Urbanismo S.A.
 Geog. Teresa de Jesús Villarroya Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

³ Publicación realizada por INDECI – DIPRE “Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw.” - 2017

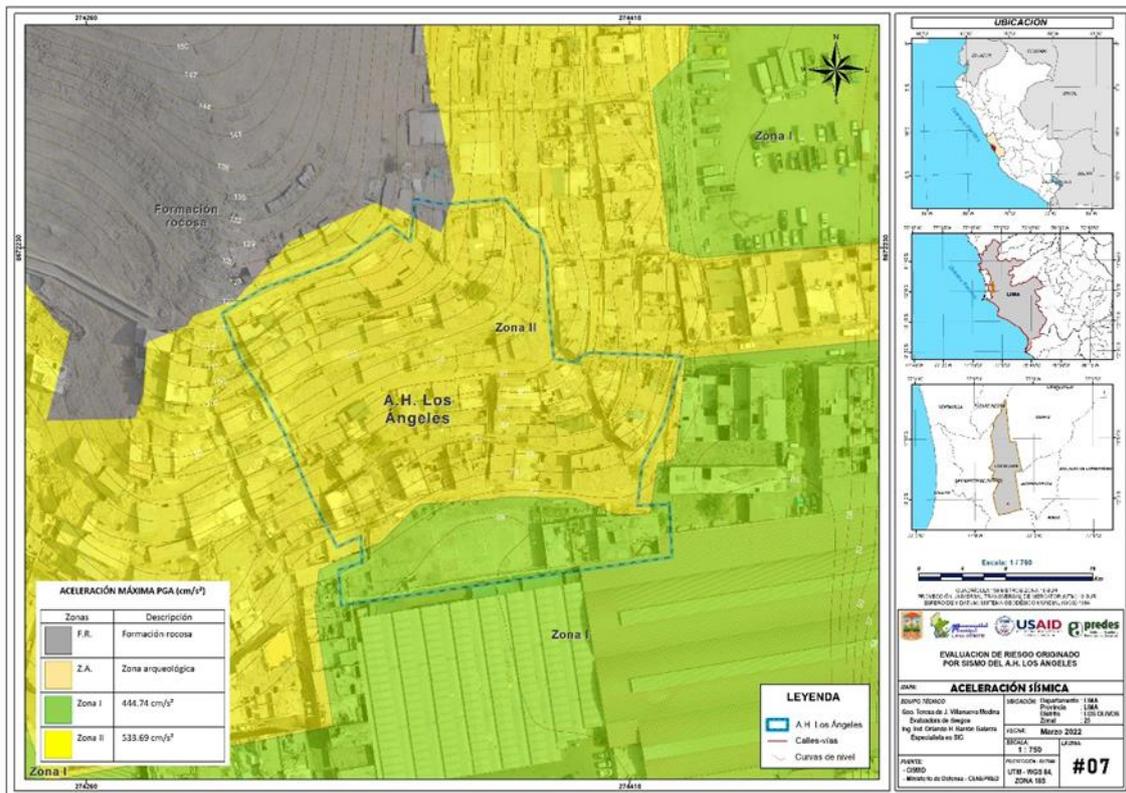
Figura N° 29. Aceleración máxima para Lima Metropolitana y Callao, tomando en cuenta el acoplamiento sísmico existente en la costa central de Perú (Pulido et al., 2015).



Fuente: INDECI – CEPIG, 2017.

Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDJ
 C.G.P. N° 366

Figura N° 30. Mapa de aceleración sísmica del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.

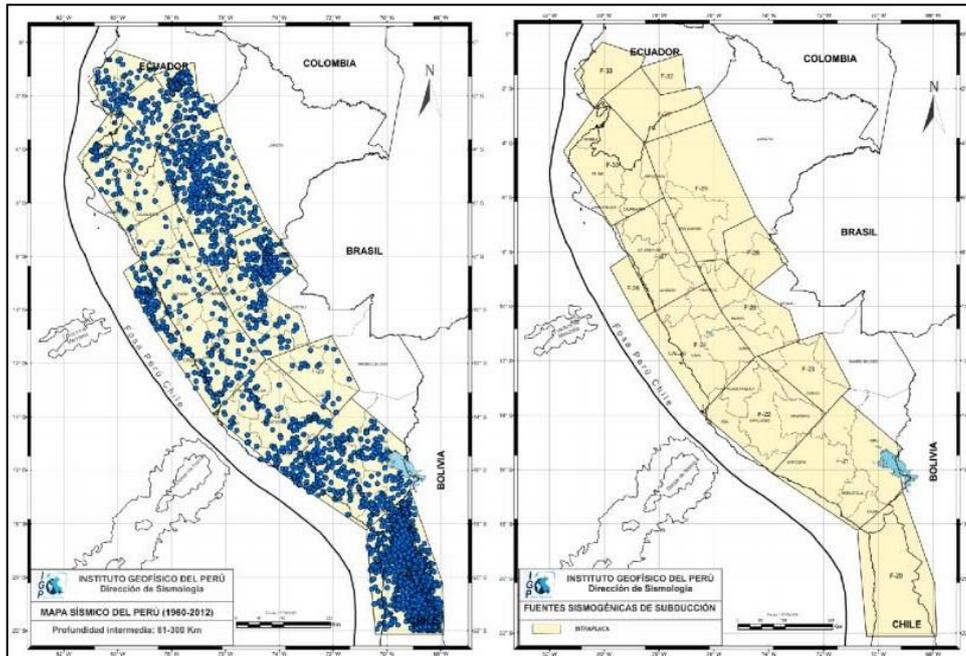


Fuente: Equipo Técnico.

3.5.3.5. Hipocentro

En el Perú la distribución de los sismos en función a la profundidad de sus focos, ha permitido configurar la geometría del proceso de subducción de la placa oceánica bajo la continental. Una característica importante de esta geometría es que cambia su forma al pasar de una subducción de tipo horizontal (región norte y centro) a una de tipo normal (región sur) a la altura de la latitud 14°S. Este cambio en el modo de la subducción es debido a que la placa oceánica soporta una contorsión (Deza, 1972; Grange et al, 1984; Rodríguez y Tavera, 1991; Cahill y Isacks, 1993; Tavera y Buform, 1998).

Figura N° 31. Mapa de fuentes sismogénicas continentales y de subducción



Fuente: IGP.

La profundidad del hipocentro es el punto donde la tierra libera la energía de un sismo, es el origen de las ondas sísmicas. Para el presente estudio hemos considerado los siguientes valores de profundidad del hipocentro. Cabe indicar que los sismos de tipo superficial generan grandes daños, deformaciones y roturas del terreno, al igual que movimientos en masa y licuefacción de suelos y/o asentamientos.

Cuadro N° 19. Escala para el Hipocentro

Descripción
Menor a 33 km.
De 33 a 70 km.
De 70 a 150 km.
De 150 a 300 km.
Mayor a 300 km.

Fuente: PREDES.

Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDJ
 C.G.P. N° 366

3.5.3.6. Variables del peligro sísmico

El cuadro siguiente, muestra las variables que se han analizado para ayudar a caracterizar el peligro sísmico. Se ha considerado como variables las características geológicas, geomorfológicas, el registro de isoperiodos; así mismo, se ha tomado en cuenta los antecedentes de la sismicidad local, dato que ayuda a determinar el factor desencadenante, se ha tomado el proceso de ruptura de placas y como parámetros de evaluación la magnitud, intensidad, aceleración del suelo e hipocentro.

Los factores condicionantes permiten determinar las características físicas del área de estudio y el factor desencadenante tiene una participación significativa en la activación del peligro, por lo cual, las variables consideradas para establecer el peligro sísmico permiten establecer coeficientes y valores para precisar los rangos del peligro sísmico.

Cuadro N° 20. Variables del peligro sísmico

FACTOR	PARÁMETRO
Factores condicionantes	Pendiente
	Geomorfología
	Tipo de Suelo
Factor Desencadenante	Ruptura de Placas
Parámetros de evaluación	Magnitud
	Intensidad
	Aceleración del suelo
	Hipocentro

Fuente: Equipo Técnico

3.5.4. PONDERACION DE LOS PARÁMETROS DEL PELIGRO SÍSMICO

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico y lo indicado por el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, 2da Versión.

3.5.4.1. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Para determinar los parámetros de evaluación, se tomó como base lo indicado por el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, 2da Versión.

Cuadro N° 21. Parámetros de evaluación

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	P	N° DE PARÁMETROS
MAGNITUD	P1	4
INTENSIDAD	P2	
ACELERACION DEL SUELO	P3	
HIPOCENTRO	P4	

Fuente: Equipo Técnico.

a) MAGNITUD

Cuadro N° 22. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación: MAGNITUD

MAGNITUD	Mayor a 9.0	7.0 a 8.9	5.5 a 6.9	3.5 a 5.4	Menor igual a 3.4
Mayor a 9.0	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
7.0 a 8.9	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
5.5 a 6.9	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
3.5 a 5.4	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Menor igual a 3.4	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.92	6.75	12.50	20.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.08	0.05

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 23. Matriz de normalización del parámetro de evaluación: MAGNITUD.

MAGNITUD	Mayor a 9.0	7.0 a 9.0	5.5 a 6.9	3.5 a 5.4	Menor igual a 3.4	Vector priorización
Mayor a 9.0	0.460	0.511	0.444	0.400	0.350	0.433
7.0 a 9.0	0.230	0.255	0.296	0.320	0.300	0.280
5.5 a 6.9	0.153	0.128	0.148	0.160	0.200	0.158
3.5 a 5.4	0.092	0.064	0.074	0.080	0.100	0.082
Menor igual a 3.4	0.066	0.043	0.037	0.040	0.050	0.047

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 24. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de evaluación: Magnitud

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0,012
RC	0,011

Fuente: Equipo Técnico

b) INTENSIDAD

Cuadro N° 25. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación: INTENSIDAD

INTENSIDAD	XI y XII	IX y X	VI, VII, VIII	III, IV y V	I y II
XI y XII	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
IX y X	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
VI, VII, VIII	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
III, IV y V	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
I y II	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.92	6.75	12.50	20.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.08	0.05

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 26. Matriz de normalización del parámetro de evaluación: INTENSIDAD

INTENSIDAD	XI y XII	IX y X	VI, VII, VIII	III, IV y V	I y II	Vector priorización
XI y XII	0.460	0.511	0.444	0.400	0.350	0.433
IX y X	0.230	0.255	0.296	0.320	0.300	0.280
VI, VII, VIII	0.153	0.128	0.148	0.160	0.200	0.158
III, IV y V	0.092	0.064	0.074	0.080	0.100	0.082
I y II	0.066	0.043	0.037	0.040	0.050	0.047

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 27. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de evaluación: Intensidad

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.012
RC	0.011

Fuente: Equipo Técnico.

c) ACELERACIÓN MÁXIMA DEL SUELO (PGA)

Cuadro N° 28. Matriz de comparación de pares del arámetro de evaluación: PGA

PGA	PGA ≥ 0.45 g	0.35 g ≤ PGA < 0.45g	0.25 g ≤ PGA < 0.35g	0.10 g ≤ PGA < 0.25g	PGA < 0.10g
PGA ≥ 0.45 g	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
0.35 g ≤ PGA < 0.45g	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
0.25 g ≤ PGA < 0.35g	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
0.10 g ≤ PGA < 0.25g	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
PGA < 0.10g	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: Equipo Técnico.

Cuadro N° 29. Matriz de normalización del parámetro de evaluación: PGA

PGA	PGA ≥ 0.45 g	0.35 g ≤ PGA < 0.45g	0.25 g ≤ PGA < 0.35g	0.10 g ≤ PGA < 0.25g	PGA < 0.10g	Vector priorización
PGA ≥ 0.45 g	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
0.35 g ≤ PGA < 0.45g	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
0.25 g ≤ PGA < 0.35g	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
0.10 g ≤ PGA < 0.25g	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
PGA < 0.10g	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 30. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de evaluación:PGA

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0,012
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0,010

Fuente: Equipo Técnico.

d) HIPOCENTRO

Cuadro N° 31. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación: HIPOCENTRO

HIPOCENTRO	Menor a 33 km	de 33 a 70 km	de 70 a 150 km	de 150 a 300 km	mayor a 300 km
Menor a 33 km	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
de 33 a 70 km	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
de 70 a 150 km	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
de 150 a 300 km	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
mayor a 300 km	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 32. Matriz de normalización del parámetro de evaluación: HIPOCENTRO

HIPOCENTRO	Menor a 33 km	de 33 a 70 km	de 70 a 150 km	de 150 a 300 km	Mayor a 300 km	Vector priorización
Menor a 33 km	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
de 33 a 70 km	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
de 70 a 150 km	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
de 150 a 300 km	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 300 km	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 33. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de evaluación: Hipocentro

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.061
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.054

Fuente: Equipo Técnico.

e) PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Cuadro N° 34. Matriz de comparación de pares de los parámetros de evaluación

PARÁMETRO	MAGNITUD	INTENSIDAD	ACELERACIÓN DEL SUELO	HIPOCENTRO
MAGNITUD	1.000	2.000	3.000	4.000
INTENSIDAD	0.500	1.000	2.000	3.000
ACELERACIÓN DEL SUELO	0.333	0.500	1.000	2.000
HIPOCENTRO	0.250	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.083	3.833	6.500	10.000
1/SUMA	0.480	0.261	0.154	0.100

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 35. Matriz de normalización de los parámetro de evaluación

PARÁMETRO	MAGNITUD	INTENSIDAD	ACELERACIÓN DEL SUELO	HIPOCENTRO	Vector priorización
MAGNITUD	0.480	0.522	0.462	0.400	0.466
INTENSIDAD	0.240	0.261	0.308	0.300	0.277
ACELERACIÓN DEL SUELO	0.160	0.130	0.154	0.200	0.161
HIPOCENTRO	0.120	0.087	0.077	0.100	0.096

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 36. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los parámetros de evaluación

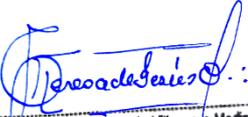
ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.010
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.012

Fuente: Equipo Técnico.

3.5.4.2. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia por sismo, en el Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, se consideraron los factores desencadenantes y condicionantes:

Cuadro N° 37. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad por sismo


 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2019-CENEPRED/J
 C.G.P. N° 366

Factor desencadenante	Factores condicionantes
Ruptura de placas	Pendiente
	Geomorfología
	Tipo de suelo

Fuente: Equipo Técnico.

La metodología a utilizar tanto para la evaluación del peligro, como para el análisis de la vulnerabilidad, es el procedimiento de análisis jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por fenómenos naturales, 2da. versión. (CENEPRED, 2014).

3.5.4.2.1. ANÁLISIS DEL FACTOR DESENCADENANTE

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

a) Parámetro: RUPTURA DE PLACAS

Cuadro N° 38. Matriz de comparación de pares factor desencadenante: Ruptura de placas

RUPTURA DE PLACAS (LONGITUD KM)	DE 200 A 500 KM	100 a 200 KM	50 a 100 KM	25 a 50 KM	0 a 25 KM
DE 200 A 500 KM	1,00	3,00	4,00	6,00	8,00
100 a 200 KM	0,33	1,00	3,00	4,00	6,00
50 a 100 KM	0,25	0,33	1,00	3,00	4,00
25 a 50 KM	0,17	0,25	0,33	1,00	2,00
0 a 25 KM	0,13	0,17	0,25	0,50	1,00
SUMA	1,88	4,75	8,58	14,50	21,00
1/SUMA	0,53	0,21	0,12	0,07	0,05

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 39. Matriz de normalización factor desencadenante: Ruptura de placas

RUPTURA DE PLACAS LONGITUD KM)	DE 200 A 500 KM	100 a 200 KM	50 a 100 KM	25 a 50 KM	0 a 25 KM	Vector priorización
DE 200 A 500 KM	0.533	0.632	0.466	0.414	0.381	0.485
100 a 200 KM	0.178	0.211	0.350	0.276	0.286	0.260
50 a 100 KM	0.133	0.070	0.117	0.207	0.190	0.143
25 a 50 KM	0.089	0.053	0.039	0.069	0.095	0.069
0 a 25 KM	0.067	0.035	0.029	0.034	0.048	0.043

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 40. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el factor desencadenante: Ruptura de placas

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.044
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.010

Fuente: Equipo Técnico.

3.5.4.2.2. ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetro: Geomorfología

Cuadro N° 41. Matriz de comparación de pares del parámetro GEOMORFOLOGÍA

GEOMORFOLOGÍA	Llanura o planicie aluvial (PI-a)	Talud con depósito coluvial de detritos (V-d)	Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	Cono deyectivo (Cd)	Relieve de colinas o lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)
Llanura o planicie aluvial (PI-a)	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Talud con depósito coluvial de detritos (V-d)	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
Cono deyectivo (Cd)	0.25	0.33	0.33	1.00	2.00
Relieve de colinas o lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)	0.14	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.23	4.03	6.58	11.50	19.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 42. Matriz de normalización de pares del parámetro GEOMORFOLOGÍA

GEOMORFOLOGÍA	Llanura o planicie aluvial (PI-a)	Talud con depósito coluvial de detritos (V-d)	Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	Cono deyectivo (Cd)	Relieve de colinas o lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)	Vector priorización
Llanura o planicie aluvial (PI-a)	0.449	0.496	0.456	0.348	0.368	0.423
Talud con depósito coluvial de detritos (V-d)	0.225	0.248	0.304	0.261	0.263	0.260
Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)	0.150	0.124	0.152	0.261	0.211	0.179
Cono deyectivo (Cd)	0.112	0.083	0.051	0.087	0.105	0.088
Relieve de colinas o lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)	0.064	0.050	0.038	0.043	0.053	0.050

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 43. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro geomorfología

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	
RC	0.020

Fuente: Equipo Técnico.

b) Parámetro: TIPO DE SUELO

Cuadro N° 44. Matriz de comparación de pares del parámetro TIPO DE SUELO

TIPO DE SUELO	Rellenos	Limos y arcillas	Arenas	Gravas	FR - Formación rocosa
Rellenos	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Limos y arcillas	0.33	1.00	2.00	4.00	5.00
Arenas	0.25	0.50	1.00	5.00	7.00
Gravas	0.20	0.25	0.20	1.00	3.00
FR - Formación rocosa	0.17	0.20	0.14	0.33	1.00
SUMA	1.95	4.95	7.34	15.33	22.00
1/SUMA	0.51	0.20	0.14	0.07	0.05

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 45. Matriz de normalización de pares del parámetro TIPO DE SUELO

TIPO DE SUELO	Rellenos	Limos y arcillas	Arenas	Gravas	FR - Formación rocosa	Vector priorización
Rellenos	0.513	0.606	0.545	0.326	0.273	0.452
Limos y arcillas	0.171	0.202	0.272	0.261	0.227	0.227
Arenas	0.128	0.101	0.136	0.326	0.318	0.202
Gravas	0.103	0.051	0.027	0.065	0.136	0.076
FR - Formación rocosa	0.085	0.040	0.019	0.022	0.045	0.043

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 46. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro tipo de suelo

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.108
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.097

Fuente: Equipo Técnico.

c) Parámetro: PENDIENTE

Cuadro N° 47. Matriz de comparación de pares del parámetro PENDIENTE

PENDIENTE	>45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	<5°
>45°	1,00	2,00	3,00	5,00	7,00
25°-45°	0,50	1,00	2,00	4,00	5,00
15°-25°	0,33	0,50	1,00	3,00	4,00
5°-15°	0,20	0,25	0,33	1,00	2,00
<5°	0,14	0,20	0,25	0,50	1,00
SUMA	2,18	3,95	6,58	13,50	19,00
1/SUMA	0,46	0,25	0,15	0,07	0,05

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 48. Matriz de normalización de pares del parámetro PENDIENTE

PENDIENTE	>45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	<5°	Vector priorización
>45°	0.460	0.506	0.456	0.370	0.368	0.432
25°-45°	0.230	0.253	0.304	0.296	0.263	0.269
15°-25°	0.153	0.127	0.152	0.222	0.211	0.173
5°-15°	0.092	0.063	0.051	0.074	0.105	0.077
<5°	0.066	0.051	0.038	0.037	0.053	0.049

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 49. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro PENDIENTE

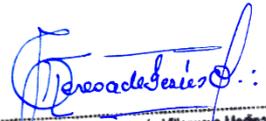
ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.020
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.018

Fuente: Equipo Técnico.

d) ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Cuadro N° 50. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante

FACTORES CONDICIONANTES	TIPO DE SUELO	GEOMORFOLOGÍA	PENDIENTE
TIPO DE SUELO	1.000	2.000	4.000
GEOMORFOLOGÍA	0.500	1.000	2.000
PENDIENTE	0.250	0.500	1.000
SUMA	1.750	3.500	7.000
1/SUMA	0.571	0.286	0.143


 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 51. Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante

FACTORES CONDICIONANTES	TIPO DE SUELO	GEOMORFOLOGÍA	PENDIENTE	Vector priorización
TIPO DE SUELO	0.571	0.571	0.571	0.571
GEOMORFOLOGÍA	0.286	0.286	0.286	0.286
PENDIENTE	0.143	0.143	0.143	0.143

Fuente: Equipo Técnico.

Cuadro N° 52. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los parámetros utilizados en el factor condicionante

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.000
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.000

Fuente: Equipo Técnico.

3.5.5. DEFINICIÓN DE ESCENARIO POR PELIGRO SÍSMICO

La construcción del escenario de peligro sísmico se elaboró en base al análisis de información realizado para la presente evaluación de riesgo por sismo, a su vez se tomó en cuenta el postulado del Ing. Tavera, para un escenario probable de sismo en la ciudad de Lima que cuenta con un largo registro sísmico, donde según el IGP el evento sísmico del año 1746, es considerado el más grande terremoto, en el cual, de 3 000 casas existentes en la ciudad, sólo quedaron 25 en pie. En el puerto del Callao, debido al tsunami ocurrido después del sismo, de un total de 4 000 personas sólo sobrevivieron 200.

De acuerdo con la distribución espacial de las áreas de ruptura en el borde occidental del Perú, para la región centro se ha identificado la presencia de una laguna sísmica que probablemente viene acumulando deformación desde el año 1746, fecha en que habría ocurrido, quizás el evento sísmico de mayor magnitud en el Perú. Los sismos ocurridos en los años 1940, 1966, 1970, 1974 y 2007 presentaron magnitudes iguales o menores a M8.0; por lo tanto, no habrían liberado el total de la energía aún acumulada en la región central (Tavera, 2020).

Como resultado del análisis se plantea el siguiente escenario: Se ha considerado el escenario más crítico de sismo cuyo origen sería ocasionado por la colisión de placas tectónicas en el borde occidental del país, con efecto de subducción liberando una energía de magnitud de momento de 8.8 (Mw) en la escala de Richter, con intensidades entre IX- X (MM) en la escala de Mercalli Modificada, cuyas consecuencias serían daños severos en la totalidad de edificios, muchas edificaciones son desplazadas de su cimentación, el suelo resulta considerablemente fracturado, con aceleración sísmica de $0.35 \text{ g} \leq \text{PGA} < 0.45\text{g}$, una profundidad hipocentral en el rango de 33 km. y 70 km., produciendo ruptura de placas continentales a una distancia aproximada de entre 100 a 200 km. del ámbito de estudio, lo cual desencadenaría deslizamientos, licuación de suelos, movimientos en masa y tsunami en la costa como efectos asociados a sismos de gran magnitud, ocasionando daños estructurales importantes de severos a graves en los elementos expuestos, dentro de sus dimensiones física, social, económica y ambiental. Todas las consideraciones se toman frente al pronóstico de escenario sísmico similar al del año 1746.

3.5.6. NIVELES DE PELIGRO SÍSMICO

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis jerárquico.

Cuadro N° 53. Niveles de peligro sísmico

Nivel de Peligro	Rango		
Muy alto	0.261	$\leq P \leq$	0.326
Alto	0.244	$\leq P <$	0.261
Medio	0.207	$\leq P <$	0.244
Bajo	0.196	$\leq P <$	0.207

Fuente: Equipo Técnico

3.5.7. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO SISMICO

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de peligros obtenido:

Cuadro N° 54. Estratificación del nivel de peligro sismico

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Muy alto	Magnitud de sismo entre 7.0 y 8.9, intensidad del sismo IX y X, aceleración máxima del suelo (PGA) mayor igual a 0.35g y menor a 0.45g, hipocentro localizado a más de 33 km. y menos de 70 km. de distancia, ruptura de placas de 100 a 200 km. de longitud. Llanura o planicie aluvial (PI-a), el tipo de suelo es relleno, pendiente mayor a 45°.	$0.261 \leq P \leq 0.326$
Alto	Magnitud de sismo entre 7.0 y 8.9, intensidad del sismo entre IX y X, aceleración máxima del suelo (PGA) mayor igual a 0.35g y menor a 0.45g, hipocentro localizado a más de 33 km. y menos de 70 km. de distancia, ruptura de placas de 100 a 200 km. de longitud. Talud con depósito coluvial de detritos (V-d), el tipo de suelo es limo y arcilla, pendiente mayor a 25° y menor a 45°.	$0.244 \leq P < 0.261$

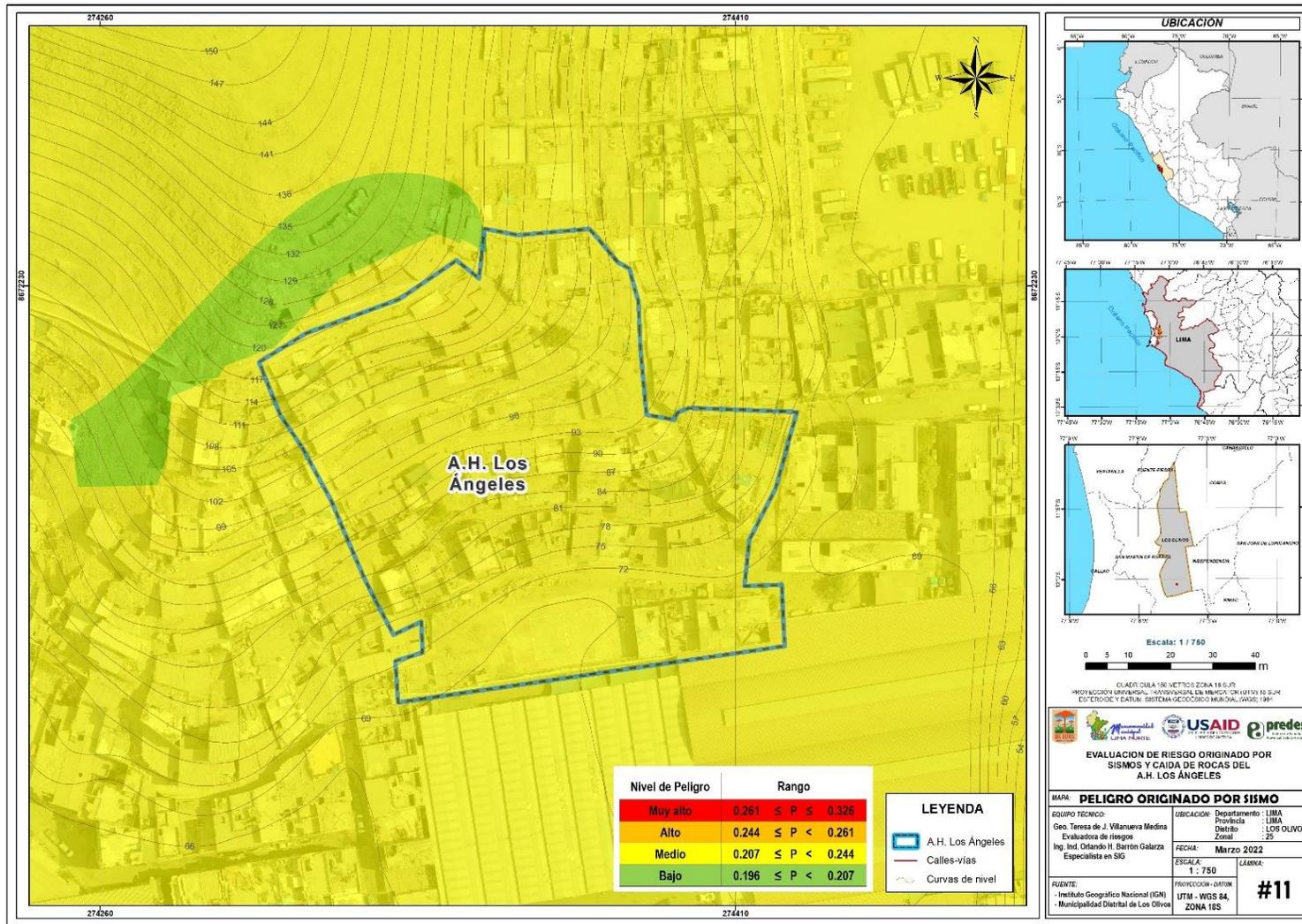
Medio	Magnitud de sismo entre 7.0 y 8.9, intensidad del sismo entre IX y X, aceleración máxima del suelo (PGA) mayor igual a 0.35g y menor a 0.45g, hipocentro localizado a más de 33 km. y menos de 70 km. de distancia, ruptura de placas de 100 a 200 km. de longitud. Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd), el tipo de suelo es arenas, pendiente mayor a 15° y menor a 25°.	$0.207 \leq P < 0.244$
Bajo	Magnitud de sismo entre 7.0 y 8.9, intensidad del sismo entre IX y X, aceleración máxima del suelo (PGA) mayor igual a 0.35g y menor a 0.45g, hipocentro localizado a más de 33 km. y menos de 70 km. de distancia, ruptura de placas de 100 a 200 km. de longitud. Relieve de colinas o lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs), el tipo de suelo es gravas y formación rocosa, pendiente menor a 15°.	$0.196 \leq P < 0.207$

Fuente: Equipo Técnico.


 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDJ
 C.G.P. N° 366

3.5.8. MAPA DE PELIGRO SÍSMICO

Figura N° 32. Mapa de peligro por sismo del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.



Teresa de Jesús Villanueva Medina
Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2019-CENEPREDJ
C.G.P. N° 366

Fuente: Equipo Técnico.

3.6. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

En el área de influencia del Asentamiento Humanos Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, se encuentran los elementos expuestos susceptibles ante el impacto de los peligros por sismos, los cuáles han sido identificados con apoyo de la información recogida en campo y mediante los registros de instituciones técnico-científicas, lo que se muestran a continuación.

A. Población

La población que se encuentra ubicada en el área del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, son considerados como elementos expuestos ante el impacto de los peligros ante sismos.

Cuadro N° 55. Elementos expuestos susceptibles en la población

Asentamiento Humano	Población	
	Hombres	Mujeres
LOS ÁNGELES	155	152
Total	307	

Fuente: Equipo Técnico

B. Vivienda

El Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, cuenta con 59 viviendas, de las cuáles el mayor porcentaje están construidas con material de concreto.

Cuadro N° 56. Elementos expuestos susceptibles en el sector vivienda

Asentamiento Humano	Lotes
LOS ÁNGELES	59
Total	59

Fuente: Equipo Técnico

C. Educación

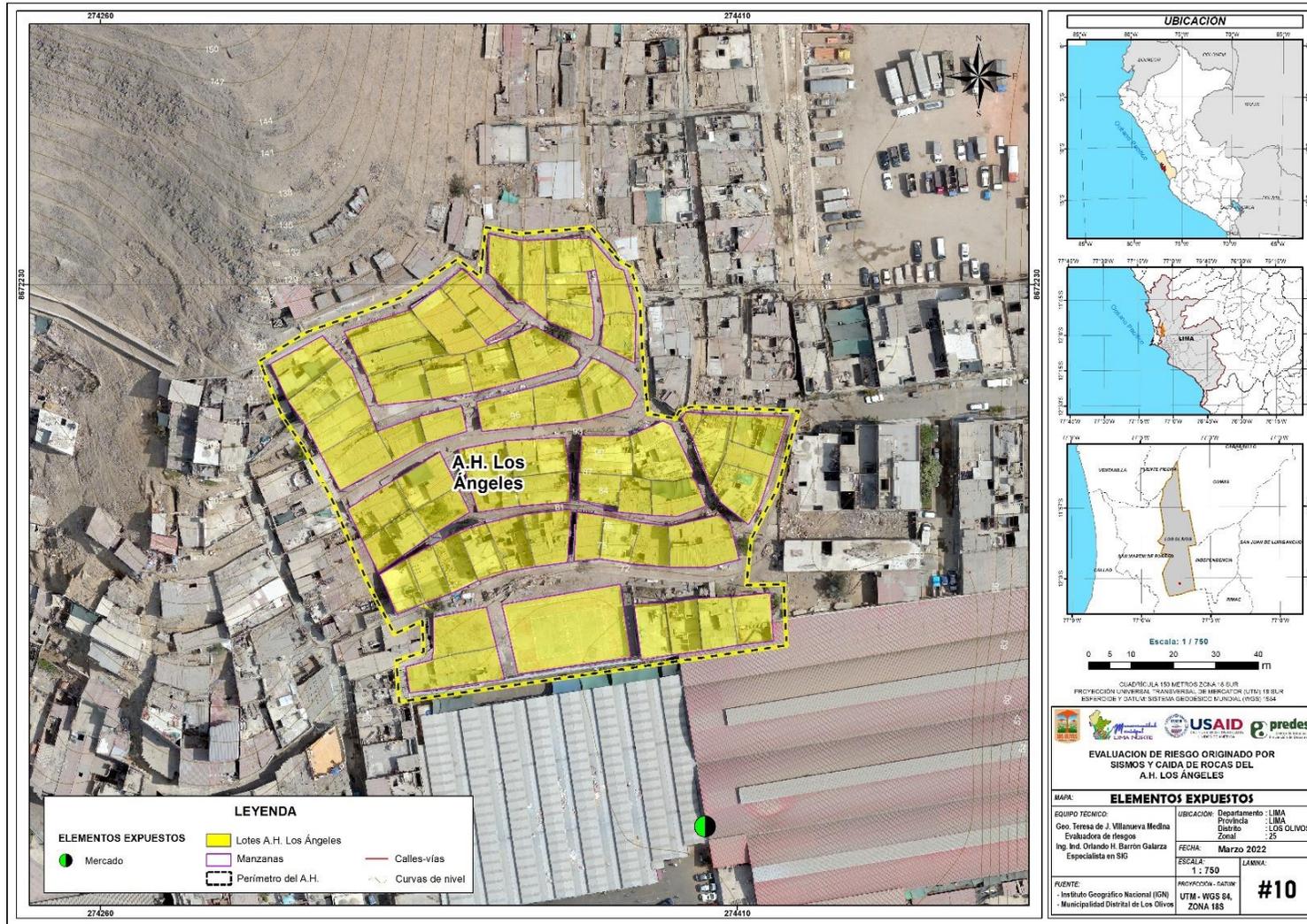
El Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, no se encuentran identificadas Instituciones Educativas, pero si a sus alrededores las cuáles están contenidas en el mapa de elementos expuestos.

D. Salud

En el Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, no se encuentran establecimientos de salud.

3.7. MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Figura N° 33. Mapa de elementos expuestos por sismo del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.



Teresa de Jesús Villanueva Medina
Geo. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 042-2018-CENEPREDIJ
C. G. P. N° 366

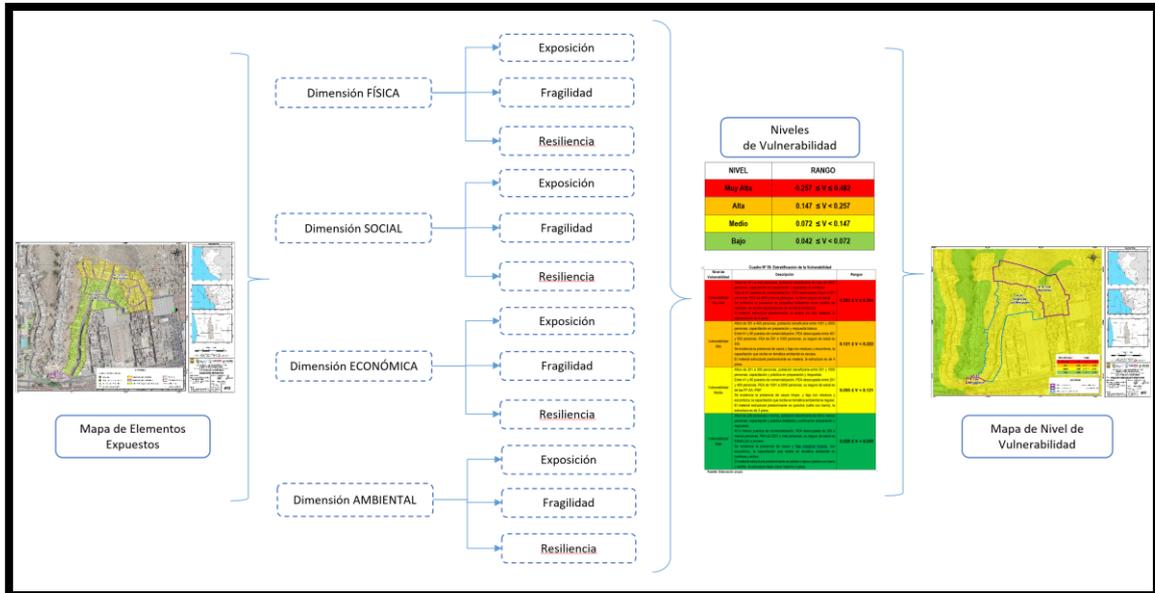
Fuente: Equipo Técnico.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.1. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utiliza la siguiente metodología como se muestra en el gráfico.

Gráfico N° 23. Metodología del análisis de la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia del Asentamiento Humano Los Ángeles, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en las dimensiones física, social, económica y ambiental, utilizando los parámetros para ambos casos.

4.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN FÍSICA

Cuadro N° 57. Parámetros a utilizar en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión física

Dimensión física		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
(NV) Número de viviendas (NP) Número de pisos	(MP) Material paredes (MT) Material techos (TV) Tipo de vivienda	(EC) Estado de conservación

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSIÓN FÍSICA DE LA VULNERABILIDAD

a) Parámetro: Número de viviendas (NV)

Cuadro N° 58. Matriz de comparación de pares del parámetro número de viviendas

NÚMERO DE VIVIENDAS	Mayor a 59 viviendas	De 46 a 59 viviendas	De 31 a 45 viviendas	De 16 a 30 viviendas	Menor igual a 15 viviendas
Mayor a 59 viviendas	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
De 46 a 59 viviendas	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
De 31 a 45 viviendas	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
De 16 a 30 viviendas	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Menor igual a 15 viviendas	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.09	3.92	7.75	12.50	20.00
1/SUMA	0.48	0.26	0.13	0.08	0.05

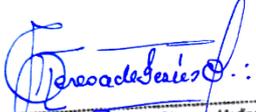
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 59. Matriz de normalización de pares del parámetro número de viviendas

NÚMERO DE VIVIENDAS	Mayor a 59 viviendas	De 46 a 59 viviendas	De 31 a 45 viviendas	De 16 a 30 viviendas	Menor igual a 15 viviendas	Vector priorización
Mayor a 59 viviendas	0.478	0.511	0.516	0.400	0.350	0.451
De 46 a 59 viviendas	0.239	0.255	0.258	0.320	0.300	0.274
De 31 a 45 viviendas	0.119	0.128	0.129	0.160	0.200	0.147
De 16 a 30 viviendas	0.096	0.064	0.065	0.080	0.100	0.081
Menor igual a 15 viviendas	0.068	0.043	0.032	0.040	0.050	0.047

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 60. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro número de viviendas


 Geógr. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CEPREDEJ
 C.G.P. N° 366

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
 RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.017
RC	0.015

Fuente: Elaboración propia

b) Parámetro: Número de pisos (NP)

Cuadro N° 61. Matriz de comparación de pares del parámetro número de pisos

NÚMERO DE PISOS	Cinco a más pisos	Cuatro pisos	Tres pisos	Dos pisos	Un piso
Cinco a más pisos	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Cuatro pisos	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Tres pisos	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00

Dos pisos	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Un piso	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.80	4.84	8.70	15.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 62. Matriz de normalización de pares del parámetro número de pisos

NÚMERO DE PISOS	Cinco a más pisos	Cuatro pisos	Tres pisos	Dos pisos	Un piso	Vector priorización
Cinco a más pisos	0.555	0.619	0.575	0.452	0.348	0.510
Cuatro pisos	0.185	0.206	0.230	0.323	0.304	0.250
Tres pisos	0.111	0.103	0.115	0.129	0.217	0.135
Dos pisos	0.079	0.041	0.057	0.065	0.087	0.066
Un piso	0.069	0.029	0.023	0.032	0.043	0.040

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 63. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro número de pisos

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.037
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.033

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN FÍSICA DE LA VULNERABILIDAD

c) Parámetro: Material predominante de las paredes (MP)

Cuadro N° 64. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en las paredes

MATERIAL PREDOMINANTE DE LAS PAREDES	Estera, otro material	Piedra con barro, madera, estera	Adobe o tapia	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento
Estera, otro material	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Piedra con barro, madera, estera	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Adobe o tapia	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Piedra o sillar con cal o cemento	0.17	0.20	0.33	1.00	2.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.84	7.53	15.50	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia


 Geog. Teresa de Jesus Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

Cuadro N° 65. Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante en las paredes

MATERIAL PREDOMINANTE DE LAS PAREDES	Estera, otro material	Piedra con barro, madera, estera	Adobe o tapia	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento	Vector priorización
Estera, otro material	0.490	0.520	0.531	0.387	0.348	0.455
Piedra con barro, madera, estera	0.245	0.260	0.265	0.323	0.304	0.280
Adobe o tapia	0.122	0.130	0.133	0.194	0.217	0.159
Piedra o sillar con cal o cemento	0.082	0.052	0.044	0.065	0.087	0.066
Ladrillo o bloque de cemento	0.061	0.037	0.027	0.032	0.043	0.040

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 66. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro material predominante en las paredes

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

IC

0.024

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

RC

0.022

Fuente: Elaboración propia

d) Parámetro: Material predominante de los techos (MT)

Cuadro N° 67. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en las techos

MATERIAL PREDOMINANTE DE LOS TECHOS	Otro material	Estera, paja, hojas de palmera	Plancha de calamina, caña o estera con torta de barro	Madera, tejas	Concreto armado
Otro material	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Estera, paja, hojas de palmera	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
Plancha de calamina, caña o estera con torta de barro	0.25	0.50	1.00	2.00	5.00
Madera, tejas	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
Concreto armado	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.84	7.70	14.50	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 68. Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante en los techos

MATERIAL PREDOMINANTE DE LOS TECHOS	Otro material	Estera, paja, hojas de palmera	Plancha de calamina, caña o estera con torta de barro	Madera, tejas	Concreto armado	Vector priorización
Otro material	0.490	0.520	0.519	0.414	0.348	0.458
Estera, paja, hojas de palmera	0.245	0.260	0.260	0.345	0.304	0.283
Plancha de calamina, caña o estera con torta de barro	0.122	0.130	0.130	0.138	0.217	0.148
Madera, tejas	0.082	0.052	0.065	0.069	0.087	0.071
Concreto armado	0.061	0.037	0.026	0.034	0.043	0.040

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 69. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro material predominante en los techos

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

IC	0.020
RC	0.018

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

Fuente: Elaboración propia

e) **Parámetro: Tipo de vivienda (TV)**

Cuadro N° 70. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de vivienda

TIPO DE VIVIENDA	No destinado para habitación, otro tipo	Choza o cabaña, Vivienda improvisada	Vivienda en quinta, Vivienda en casa vecindad	Departamento en edificio	Casa independiente
No destinado para habitación, otro tipo	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Choza o cabaña, Vivienda improvisada	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Vivienda en quinta, Vivienda en casa vecindad	0.25	0.50	1.00	2.00	5.00
Departamento en edificio	0.17	0.20	0.50	1.00	2.00
Casa independiente	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.88	4.84	7.70	14.50	23.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 71. Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de vivienda

TIPO DE VIVIENDA	No destinado para habitación, otro tipo	Choza o cabaña, Vivienda improvisada	Vivienda en quinta, Vivienda en casa vecindad	Departamento en edificio	Casa independiente	Vector priorización
No destinado para habitación, otro tipo	0.533	0.619	0.519	0.414	0.348	0.487
Choza o cabaña, Vivienda improvisada	0.178	0.206	0.260	0.345	0.304	0.259
Vivienda en quinta, Vivienda en casa vecindad	0.133	0.103	0.130	0.138	0.217	0.144
Departamento en edificio	0.089	0.041	0.065	0.069	0.087	0.070
Casa independiente	0.067	0.029	0.026	0.034	0.043	0.040

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 72. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro tipo de vivienda

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.034
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.031

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN FÍSICA DE LA VULNERABILIDAD

f) Parámetro: Estado de conservación de la vivienda (EC)

Cuadro N° 73. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación de la vivienda

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VIVIENDA	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Muy mala	1.00	3.00	5.00	6.00	7.00
Mala	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Regular	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
Buena	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Muy buena	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.84	4.92	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.54	0.20	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 74. Matriz de normalización de pares del parámetro estado de conservación de la vivienda

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VIVIENDA	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Vector priorización
Muy mala	0.543	0.610	0.571	0.444	0.350	0.504
Mala	0.181	0.203	0.229	0.296	0.300	0.242
Regular	0.109	0.102	0.114	0.148	0.200	0.135
Buena	0.090	0.051	0.057	0.074	0.100	0.075
Muy buena	0.078	0.034	0.029	0.037	0.050	0.045

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 75. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro estado de conservación de la vivienda

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.033
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.030

Fuente: Elaboración propia

4.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

Cuadro N° 76. Parámetros a utilizar en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social

Dimensión social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
(HB) Número de habitantes	(GE) Grupo etareo (ND) Discapacidad (SB) Acceso a servicios básicos	(NE) Nivel educativo (SG) Tipo de seguro salud (PS) Acceso a progr. sociales

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA VULNERABILIDAD

a) Parámetro: Número de habitantes (HB) (único parámetro)

Cuadro N° 77. Matriz de comparación de pares del parámetro número de habitantes

NÚMERO DE HABITANTES	Mayor a 307 habitantes	De 240 a 307 habitantes	De 161 a 240 habitantes	De 81 a 160 habitantes	Menor igual a 80 habitantes
Mayor a 307 habitantes	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
De 240 a 307 habitantes	0.33	1.00	3.00	5.00	8.00
De 161 a 240 habitantes	0.25	0.33	1.00	3.00	6.00
De 81 a 160 habitantes	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Menor igual a 80 habitantes	0.11	0.13	0.17	0.50	1.00
SUMA	1.84	4.66	8.50	16.50	26.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 78. Matriz de normalización de pares del parámetro número de habitantes

NÚMERO DE HABITANTES	Mayor a 307 habitantes	De 240 a 307 habitantes	De 161 a 240 habitantes	De 81 a 160 habitantes	Menor igual a 80 habitantes	Vector priorización
Mayor a 307 habitantes	0.544	0.644	0.471	0.424	0.346	0.486
De 240 a 307 habitantes	0.181	0.215	0.353	0.303	0.308	0.272
De 161 a 240 habitantes	0.136	0.072	0.118	0.182	0.231	0.148
De 81 a 160 habitantes	0.078	0.043	0.039	0.061	0.077	0.059
Menor igual a 80 habitantes	0.060	0.027	0.020	0.030	0.038	0.035

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 79. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro número de habitantes

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.048
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.043

Fuente: Elaboración propia

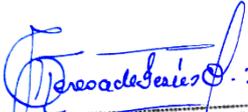
4.3.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA VULNERABILIDAD

b) Parámetro: Grupo etáreo (GE)

Cuadro N° 80. Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etáreo

GRUPO ETÁREO	Menor a 5 años y mayores de 65 años	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años
Menor a 5 años y mayores de 65 años	1.00	3.00	4.00	5.00	6.00
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
De 15 a 30 años	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
De 30 a 50 años	0.17	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.95	4.78	8.58	13.33	19.00
1/SUMA	0.51	0.21	0.12	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

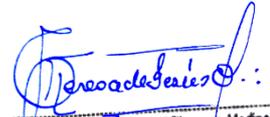

 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDU
 C.G.P. N° 366

Cuadro N° 81. Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etéreo

GRUPO ETÁREO	Menor a 5 años y mayores de 65 años	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años	Vector priorización
Menor a 5 años y mayores de 65 años	0.513	0.627	0.466	0.375	0.316	0.459
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.171	0.209	0.350	0.300	0.263	0.259
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.128	0.070	0.117	0.225	0.211	0.150
De 15 a 30 años	0.103	0.052	0.039	0.075	0.158	0.085
De 30 a 50 años	0.085	0.042	0.029	0.025	0.053	0.047

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 82. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro grupo etéreo


 Geógr. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
 C. G. P. N° 366

ÍNDICE DE CONSISTENCIA
 RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.080
RC	0.072

Fuente: Elaboración propia

c) Parámetro: Discapacidad (ND)

Cuadro N° 83. Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad

DISCAPACIDAD	Mental o intelectual	Visual	Para usar brazos y piernas	Para oír y/o para hablar	No tiene
Mental o intelectual	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Visual	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Para usar brazos y piernas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Para oír y/o para hablar	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
No tiene	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.50	23.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 84. Matriz de normalización de pares del parámetro discapacidad

DISCAPACIDAD	Mental o intelectual	Visual	Para usar brazos y piernas	Para oír y/o para hablar	No tiene	Vector priorización
Mental o intelectual	0.555	0.642	0.524	0.424	0.348	0.499
Visual	0.185	0.214	0.315	0.303	0.304	0.264
Para usar brazos y piernas	0.111	0.071	0.105	0.182	0.217	0.137
Para oír y/o para hablar	0.079	0.043	0.035	0.061	0.087	0.061
No tiene	0.069	0.031	0.021	0.030	0.043	0.039

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 85. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro discapacidad

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.053
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.048

Fuente: Elaboración propia

d) Parámetro: Acceso a servicios básicos (SB)

Cuadro N° 86. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios básicos

ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS	No tienen servicios	Cuenta solo con servicio de luz	Cuenta con servicio de agua	Cuenta con servicios de luz y agua, pero no tiene desagüe	Cuenta con todos los servicios básicos, agua, desagüe, luz y gas.
No tienen servicios	1.00	3.00	4.00	8.00	9.00
Cuenta solo con servicio de luz	0.33	1.00	2.00	6.00	8.00
Cuenta con servicio de agua	0.25	0.50	1.00	3.00	6.00
Cuenta con servicios de luz y agua pero no tiene desagüe	0.13	0.17	0.33	1.00	3.00
Cuenta con todos los servicios básicos, agua, desagüe, luz y gas.	0.11	0.13	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.82	4.79	7.50	18.33	27.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.13	0.05	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 87. Matriz de normalización de pares del parámetro acceso a servicios básicos

ACCESO A SERVICIOS BÁSICOS	No tienen servicios	Cuenta solo con servicio de luz	Cuenta con servicio de agua	Cuenta con servicios de luz y agua, pero no tiene desagüe	Cuenta con todos los servicios básicos, agua, desagüe, luz y gas.	Vector priorización
No tienen servicios	0.550	0.626	0.533	0.436	0.333	0.496
Cuenta solo con servicio de luz	0.183	0.209	0.267	0.327	0.296	0.256
Cuenta con servicio de agua	0.137	0.104	0.133	0.164	0.222	0.152
Cuenta con servicios de luz y agua, pero no tiene desagüe	0.069	0.035	0.044	0.055	0.111	0.063
Cuenta con todos los servicios básicos, agua, desagüe, luz y gas.	0.061	0.026	0.022	0.018	0.037	0.033

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 88. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro acceso a servicios básicos

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.051
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.045

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA VULNERABILIDAD

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

e) Parámetro: Nivel educativo (NE)

Cuadro N° 89. Matriz de comparación de pares de los parámetros del nivel educativo

NIVEL EDUCATIVO	Ningún nivel, Inicial	Primaria	Secundaria	Superior no Universitario	Superior Universitario, posgrado u otro similar
Ningún nivel, Inicial	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Primaria	0.33	1.00	2.00	6.00	7.00
Secundaria	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Superior no Universitario	0.17	0.17	0.33	1.00	3.00
Superior Universitario, posgrado u otro similar	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.81	7.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.13	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 90. Matriz de normalización de pares de los parámetros del nivel educativo

NIVEL EDUCATIVO	Ningún nivel, Inicial	Primaria	Secundaria	Superior no Universitario	Superior Universitario, posgrado u otro similar	Vector priorización
Ningún nivel, Inicial	0.533	0.624	0.531	0.367	0.333	0.478
Primaria	0.178	0.208	0.265	0.367	0.292	0.262
Secundaria	0.133	0.104	0.133	0.184	0.208	0.152
Superior no Universitario	0.089	0.035	0.044	0.061	0.125	0.071
Superior Universitario, posgrado u otro similar	0.067	0.030	0.027	0.020	0.042	0.037

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 91. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro del nivel educativo

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.019
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia

f) **Parámetro: Tipo de seguro (SG)**

Cuadro N° 92. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro

TIPO DE SEGURO	No tiene	SIS	EsSalud	FFAA - PNP	Seguro privado, otro
No tiene	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
SIS	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
EsSalud	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
FFAA - PNP	0.17	0.20	0.33	1.00	2.00
Seguro privado, otro	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.88	4.68	8.53	15.50	23.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 93. Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de seguro

TIPO DE SEGURO	No tiene	SIS	EsSalud	FFAA - PNP	Seguro privado, otro	Vector priorización
No tiene	0.533	0.642	0.469	0.387	0.348	0.476
SIS	0.178	0.214	0.352	0.323	0.304	0.274
EsSalud	0.133	0.071	0.117	0.194	0.217	0.147
FFAA - PNP	0.089	0.043	0.039	0.065	0.087	0.064
Seguro privado, otro	0.067	0.031	0.023	0.032	0.043	0.039

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 94. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro tipo de seguro

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.051
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.046

Fuente: Elaboración propia



Geog. Teresa de Jesús Villarueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
C.G.P. N° 366

g) **Parámetro: Acceso a programas sociales (PS)**

Cuadro N° 95. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a programas sociales

ACCESO A PROGRAMAS SOCIALES	Ninguno	Papilla o yapita, Cuna más, canasta alimentaria	Vaso de leche, comedor popular, desayuno o almuerzo	Juntos, Pensión 65, otros	Techo propio o Mi vivienda
Ninguno	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Papilla o yapita, Cuna más, canasta alimentaria	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Vaso de leche, comedor popular, desayuno o almuerzo	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Juntos, Pensión 65, otros	0.17	0.20	0.33	1.00	2.00
Techo propio o Mi vivienda	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.88	4.68	8.53	15.50	23.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 96. Matriz de normalización de pares del parámetro acceso a programas sociales

ACCESO A PROGRAMAS SOCIALES	Ninguno	Papilla o yapita, Cuna más, canasta alimentaria	Vaso de leche, comedor popular, desayuno o almuerzo	Juntos, Pensión 65, otros	Techo propio o Mi vivienda	Vector priorización
Ninguno	0.533	0.642	0.469	0.387	0.348	0.476
Papilla o yapita, Cuna más, canasta alimentaria	0.178	0.214	0.352	0.323	0.304	0.274
Vaso de leche, comedor popular, desayuno o almuerzo	0.133	0.071	0.117	0.194	0.217	0.147
Juntos, Pensión 65, otros	0.089	0.043	0.039	0.065	0.087	0.064
Techo propio o Mi vivienda	0.067	0.031	0.023	0.032	0.043	0.039

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 97. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro acceso a programas sociales

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.051
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.046

Fuente: Elaboración propia

4.4. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

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

Cuadro N° 98. Parámetros de la dimensión económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
(ACT) Actividad principal	(RACT) Rama de la actividad	(ING) Nivel de Ingreso (RT) Régimen de tenencia

Fuente: Elaboración propia

4.4.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA DE LA VULNERABILIDAD

a) Parámetro: Actividad principal (ACT)

Cuadro N° 99. Matriz de comparación de pares del parámetro actividad principal

ACTIVIDAD PRINCIPAL	Actividad comercial, otros	Actividad comercial (tienda, botica, restaurante, etc.)	Actividad económica servicios	Actividad extractiva (agrícola, pecuaria, forestal, pesquera)	Actividad Estado Gobierno
Actividad comercial, otros	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Actividad comercial (tienda, botica, restaurante, etc.)	0.33	1.00	2.00	3.00	5.00
Actividad económica servicios	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Actividad extractiva (agrícola, pecuaria, forestal, pesquera)	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
Actividad Estado Gobierno	0.13	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.88	5.03	7.83	12.50	19.00
1/SUMA	0.53	0.20	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 100. Matriz de normalización de pares del parámetro actividad principal

ACTIVIDAD PRINCIPAL	Actividad comercial, otros	Actividad comercial (tienda, botica, restaurante, etc.)	Actividad económica servicios	Actividad extractiva (agrícola, pecuaria, forestal, pesquera)	Actividad Estado Gobierno	Vector priorización
Actividad comercial, otros	0.533	0.596	0.511	0.480	0.421	0.508
Actividad comercial (tienda, botica, restaurante, etc.)	0.178	0.199	0.255	0.240	0.263	0.227
Actividad económica servicios	0.133	0.099	0.128	0.160	0.158	0.136
Actividad extractiva (agrícola, pecuaria, forestal, pesquera)	0.089	0.066	0.064	0.080	0.105	0.081
Actividad Estado Gobierno	0.067	0.040	0.043	0.040	0.053	0.048

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 101. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro actividad principal

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.014
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.012

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA DE LA VULNERABILIDAD

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:

b) Parámetro: Rama de la actividad (RACT)

Cuadro N° 102. Matriz de comparación de pares del parámetro rama de la actividad

RAMA DE LA ACTIVIDAD	Trabajador desempleado, Sin ocupación	Dedicado a quehaceres del hogar, trabajador familiar no remunerado, estudiante, jubilado	Trabajador dependiente; trabajador del hogar	Trabajador independiente	Empleador
Trabajador desempleado, Sin ocupación	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Dedicado a quehaceres del hogar, trabajador familiar no remunerado, estudiante, jubilado	0.33	1.00	2.00	3.00	5.00
Trabajador dependiente; trabajador del hogar	0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Trabajador independiente	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
Empleador	0.13	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.88	5.03	7.83	12.50	19.00
1/SUMA	0.53	0.20	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 103. Matriz de normalización de pares del parámetro rama de la actividad

ACTIVIDAD PRINCIPAL	Actividad comercial, otros	Actividad comercial (tienda, botica, restaurante, etc)	Actividad económica servicios	Actividad extractiva (agrícola, pecuaria, forestal, pesquera)	Actividad Estado Gobierno	Vector priorización
Actividad comercial, otros	0.533	0.596	0.511	0.480	0.421	0.508
Actividad comercial (tienda, botica, restaurante, etc)	0.178	0.199	0.255	0.240	0.263	0.227
Actividad económica servicios	0.133	0.099	0.128	0.160	0.158	0.136
Actividad extractiva (agrícola, pecuaria, forestal, pesquera)	0.089	0.066	0.064	0.080	0.105	0.081
Actividad Estado Gobierno	0.067	0.040	0.043	0.040	0.053	0.048

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 104. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro rama de la actividad

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.014
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.012

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA DE LA VULNERABILIDAD

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

c) Parámetro: Nivel de ingreso (ING)

Cuadro N° 105. Matriz de comparación de pares del parámetro nivel de ingreso

NIVEL DE INGRESO	> 3000	> 1200 - <= 3000	> 264 <= 1200	> 149 - <= 264	<= 149
> 3000	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
> 1200 - <= 3000	0.33	1.00	2.00	3.00	6.00
> 264 <= 1200	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
> 149 - <= 264	0.17	0.33	0.33	1.00	2.00
<= 149	0.13	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.88	5.00	7.53	13.50	22.00
1/SUMA	0.53	0.20	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 106. Matriz de normalización de pares del parámetro nivel de ingreso

NIVEL DE INGRESO	> 3000	> 1200 - <= 3000	> 264 <= 1200	> 149 - <= 264	<= 149	Vector priorización
> 3000	0.533	0.600	0.531	0.444	0.364	0.494
> 1200 - <= 3000	0.178	0.200	0.265	0.222	0.273	0.228
> 264 <= 1200	0.133	0.100	0.133	0.222	0.227	0.163
> 149 - <= 264	0.089	0.067	0.044	0.074	0.091	0.073
<= 149	0.067	0.033	0.027	0.037	0.045	0.042

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 107. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro nivel de ingreso

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.033
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.030

Fuente: Elaboración propia

d) Parámetro: Régimen de tenencia (RT)

Cuadro N° 108. Matriz de comparación de pares del parámetro régimen de Tenencia

RÉGIMEN DE TENENCIA	Otro	Cedida por el centro de trabajo, cedida por otro hogar o institución	Alquilada	Propia, por invasión	Propia pagándola a plazos, propia totalmente pagada
Otro	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Cedida por el centro de trabajo, cedida por otro hogar o institución	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Alquilada	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Propia, por invasión	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00
Propia pagándola a plazos, propia totalmente pagada	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.93	4.92	7.75	12.50	20.00
1/SUMA	0.52	0.20	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 109. Matriz de normalización de pares del parámetro régimen de tenencia

RÉGIMEN DE TENENCIA	Otro	Cedida por el centro de trabajo, cedida por otro hogar o institución	Alquilada	Propia, por invasión	Propia pagándola a plazos, propia totalmente pagada	Vector priorización
Otro	0.519	0.610	0.516	0.400	0.350	0.479
Cedida por el centro de trabajo, cedida por otro hogar o institución	0.173	0.203	0.258	0.320	0.300	0.251
Alquilada	0.130	0.102	0.129	0.160	0.200	0.144
Propia, por invasión	0.104	0.051	0.065	0.080	0.100	0.080
Propia pagándola a plazos, propia totalmente pagada	0.074	0.034	0.032	0.040	0.050	0.046

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 110. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro régimen de tenencia

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.031
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.027

Fuente: Elaboración propia

4.5. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

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

Cuadro N° 111. Parámetros de la dimensión ambiental

Dimensión ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
(CRS) Cercanía a residuos sólidos	(MRS) Manejo de residuos sólidos	(CNORM) Cumplimiento de la normativa ambiental

Fuente: Elaboración propia

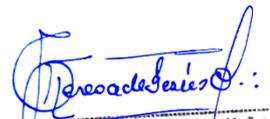
4.5.1. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE LA VULNERABILIDAD

a) Parámetro: Cercanía a residuos sólidos (CRS)

Cuadro N° 112. Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a residuos sólidos

CERCANÍA A LOS RESIDUOS SÓLIDOS	Muy cercana 0 – 50m	Cercana 50m – 100m	Medianamente cerca 100m – 150m	Alejada 150m – 200m	Muy alejada > 200 m
Muy cercana 0 – 50 m	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Cercana 50m – 100m.	0.33	1.00	2.00	3.00	6.00
Medianamente cerca 100m – 150 m	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Alejada 150m – 200 m	0.20	0.33	0.33	1.00	2.00
Muy alejada > 200 m	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.93	5.00	7.53	12.50	21.00
1/SUMA	0.52	0.20	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia


 Geog. Teresa de Jesus Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

Cuadro N° 113. Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía a residuos sólidos

CERCANÍA A LOS RESIDUOS SÓLIDOS	Muy cercana 0 – 50m	Cercana 50m – 100m	Medianamente e cerca 100m – 150m	Alejada 150m – 200m	Muy alejada > 200 m	Vector priorización
Muy cercana 0 – 50 m	0.519	0.600	0.531	0.400	0.333	0.477
Cercana 50m – 100m	0.173	0.200	0.265	0.240	0.286	0.233
Medianamente cerca 100m – 150 m	0.130	0.100	0.133	0.240	0.238	0.168
Alejada 150m – 200 m	0.104	0.067	0.044	0.080	0.095	0.078
Muy alejada > 200 m	0.074	0.033	0.027	0.040	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 114. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro cercanía a residuos sólidos

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.043
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.038

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE LA VULNERABILIDAD

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

b) Parámetro: Manejo de residuos sólidos (MRS)

Cuadro N° 115. Matriz de comparación de pares del parámetro manejo de residuos sólidos

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	Sin manejo	Deposita en contenedores de basura	Selecciona orgánico e inorgánico	Camión recolector de basura	Arrojo de basura fuera del A. H.
Sin manejo	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Deposita en contenedores de basura	0.33	1.00	2.00	3.00	6.00
Selecciona orgánico e inorgánico	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Camión recolector de basura	0.20	0.33	0.33	1.00	2.00
Arrojo de basura fuera del A. H.	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.93	5.00	7.53	12.50	21.00
1/SUMA	0.52	0.20	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 116. Matriz de normalización de pares del parámetro manejo de residuos sólidos

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	Sin manejo	Deposita en contenedores de basura	Selecciona orgánico e inorgánico	Camión recolector de basura	Arrojo de basura fuera del A. H.	Vector priorización
Sin manejo	0.519	0.600	0.531	0.400	0.333	0.477
Deposita en contenedores de basura	0.173	0.200	0.265	0.240	0.286	0.233
Selecciona orgánico e inorgánico	0.130	0.100	0.133	0.240	0.238	0.168
Camión recolector de basura	0.104	0.067	0.044	0.080	0.095	0.078
Arrojo de basura fuera del A. H.	0.074	0.033	0.027	0.040	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 117. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro manejo de residuos sólidos

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.043
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.038

Fuente: Elaboración propia

4.5.3. ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE LA VULNERABILIDAD

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

c) Parámetro: Cumplimiento de la normativa ambiental (CNORM)

Cuadro N° 118. Matriz de comparación de pares del parámetro cumplimiento de la normativa ambiental

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL	Desconocen la existencia de normatividad de conservación ambiental	Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental y no cumplen	Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, cumpliéndola mayoritariamente.	Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, respetándola y cumpliéndola totalmente
Desconocen la existencia de normatividad de conservación ambiental	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental y no cumplen	0.33	1.00	2.00	3.00	6.00
Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, cumpliéndola mayoritariamente.	0.17	0.33	0.33	1.00	2.00
Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, respetándola y cumpliéndola totalmente	0.13	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.88	5.00	7.53	13.50	22.00
1/SUMA	0.53	0.20	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 119. Matriz de normalización de pares del parámetro cumplimiento de la normativa ambiental

CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL	Desconocen la existencia de normatividad de conservación ambiental	Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental y no cumplen	Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, cumpliéndola mayoritariamente.	Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, respetándola y cumpliéndola totalmente	Vector priorización
Desconocen la existencia de normatividad de conservación ambiental	0.533	0.600	0.531	0.444	0.364	0.494
Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental y no cumplen	0.178	0.200	0.265	0.222	0.273	0.228
Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	0.133	0.100	0.133	0.222	0.227	0.163
Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, cumpliéndola mayoritariamente.	0.089	0.067	0.044	0.074	0.091	0.073
Conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, respetándola y cumpliéndola totalmente	0.067	0.033	0.027	0.037	0.045	0.042

Fuente: Elaboración propia

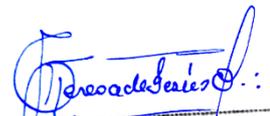
Cuadro N° 120. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro cumplimiento de la normativa ambiental

ÍNDICE DE CONSISTENCIA

RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1

IC	0.033
RC	0.030

Fuente: Elaboración propia


 Geóg. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

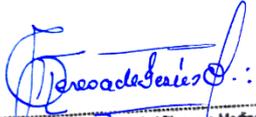
4.6. NIVELES DE VULNERABILIDAD

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el proceso de análisis jerárquico.

Cuadro N° 121. Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO
Muy Alta	$0.257 \leq V \leq 0.482$
Alta	$0.147 \leq V < 0.257$
Medio	$0.072 \leq V < 0.147$
Bajo	$0.042 \leq V < 0.072$

Fuente: Elaboración propia


Geógr. Teresa Ce Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
C.G.P. N° 366

4.7 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

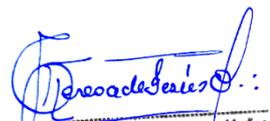
En el siguiente cuadro se muestra la matriz de vulnerabilidad obtenido:

Cuadro N° 122. Estratificación de la Vulnerabilidad

Nivel De Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	<p>El número de viviendas del área total de estudio es mayor a 59, las viviendas tienen cinco o más pisos, el material de las paredes es principalmente estera u otro material, el material de los techos es otros (poco clasificable), el tipo de vivienda no está destinado para habitación, el estado de conservación de la vivienda es muy mala, no tienen servicios básicos,</p> <p>El área de estudio tiene una población mayor a 307 habitantes, con personas menores de 5 años y mayores de 65 años, con personas que presentan discapacidad mental o intelectual, sin educación o sólo inicial, sin seguro de salud, sin acceso a programas sociales, su actividad principal es comercial u otros, son trabajadores desempleados o sin ocupación.</p>	$0.257 \leq R \leq 0.482$
Vulnerabilidad Alta	<p>El área de estudio tiene entre 46 y 59 viviendas, las viviendas tienen 4 pisos, el material de las paredes es piedra con barro o madera, el material de los techos es estera, paja, u hojas de palmera, el tipo de vivienda es choza o cabaña o vivienda improvisada, el estado de conservación de la vivienda es mala, sólo cuentan con servicio de luz.</p> <p>El área de estudio tiene una población de entre 240 y 307 habitantes, con personas de 5 a 12 años y de 60 a 65 años, con personas que presentan discapacidad visual, con educación primaria, con SIS como seguro de salud, con acceso a programas sociales: papilla, yapita, cuna más y/o canasta alimentaria, su actividad principal es comercial (tienda, botica, restaurante, etc), se dedican a quehaceres del hogar o labores familiares no remuneradas.</p>	$0.147 \leq R < 0.257$
Vulnerabilidad Media	<p>El área de estudio tiene entre 31 y 45 viviendas, las viviendas tienen 3 pisos, el material de las paredes es adobe o tapia, el material de los techos es plancha de calamina, caña o estera con torta de barro, es vivienda en quinta o casa vecindad, el estado de conservación de la vivienda es regular, cuenta con servicio de agua,</p> <p>El área de estudio tiene una población de entre 161 a 240 habitantes, con personas de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, con personas que presentan discapacidad para utilizar brazos y piernas, con educación secundaria, con EsSalud como seguro de salud, con acceso a programas sociales: vaso de leche, comedor popular, su actividad económica principal es servicios, son trabajadores dependientes o del hogar.</p>	$0.072 \leq R < 0.147$

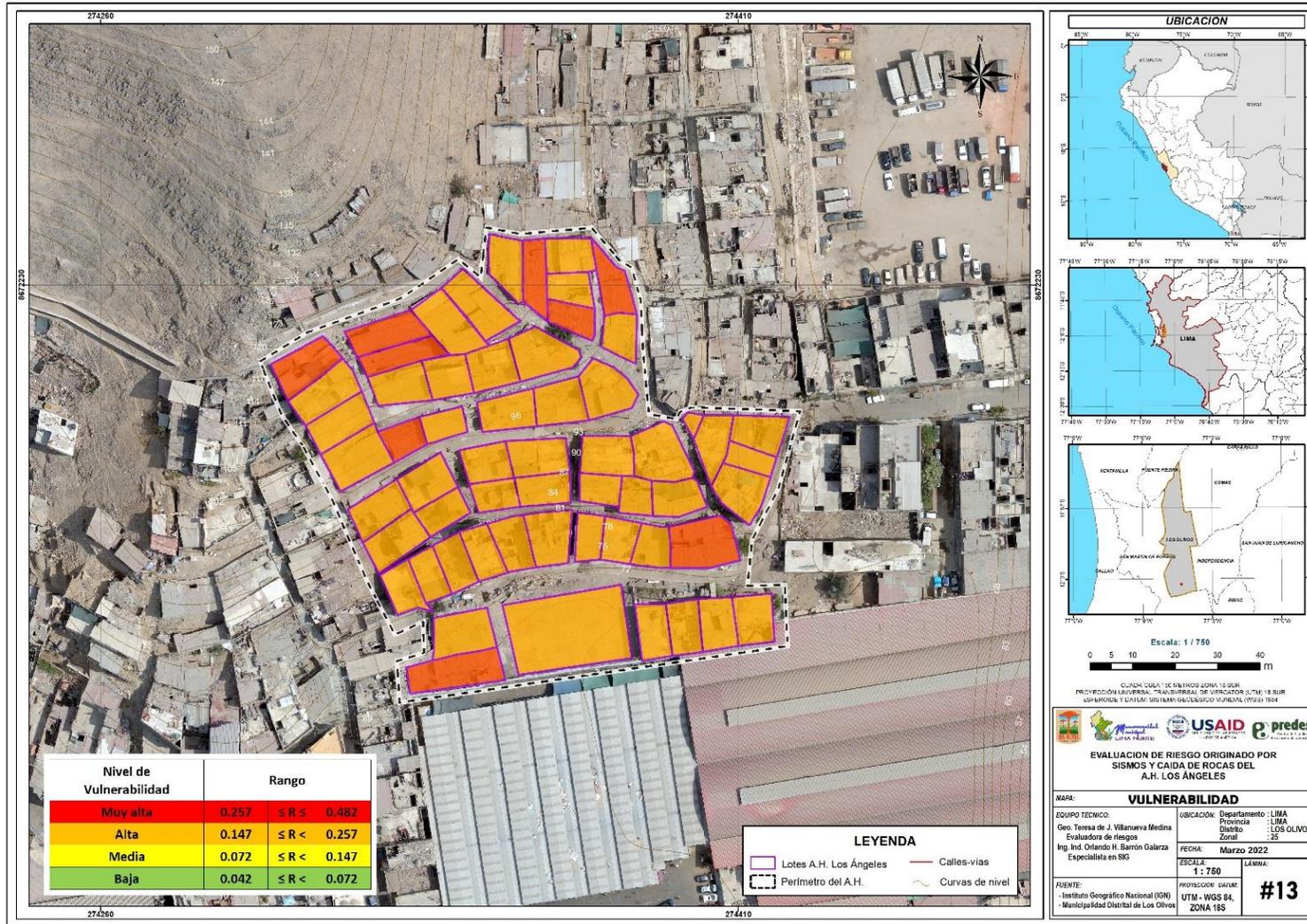
Vulnerabilidad Baja	<p>El área de estudio tiene 30 viviendas o menos, las viviendas tienen 2 pisos o menos, el material de las paredes es piedra o sillar con cal o cemento, o ladrillo o bloque de cemento, el material de los techos es madera, tejas o concreto armado, el tipo de vivienda es departamento en edificio o casa independiente, el estado de conservación de la vivienda es entre buena y muy buena, cuentan con servicios de agua y luz sin desagüe y con todos los servicios básicos: agua, desagüe, luz y gas,</p> <p>El área de estudio tienen una población menor a 160 habitantes, con personas de entre 15 a 30 años y de 30 a 50 años de edad, con personas que presentan discapacidad para oír y/o hablar o sin discapacidad, con educación técnica superior, superior universitaria, posgrado o similar, con seguro de salud de FFAA-PNP o privado, con acceso a programas sociales: juntos, pensión 65, techo propio y/o mi vivienda y otros, su actividad principal es extractiva (agrícola, pecuaria, forestal o pesquera) o de gobierno, son trabajadores independientes o empleadores.</p>	$0.042 \leq R < 0.072$
----------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia


Geog. Teresa de Jesús Villarreal Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
C.G.P. N° 366

4.7. MAPA DE VULNERABILIDAD

Figura N° 34. Mapa de vulnerabilidad del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.



Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geó. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDJ
 C.G.P. N° 366

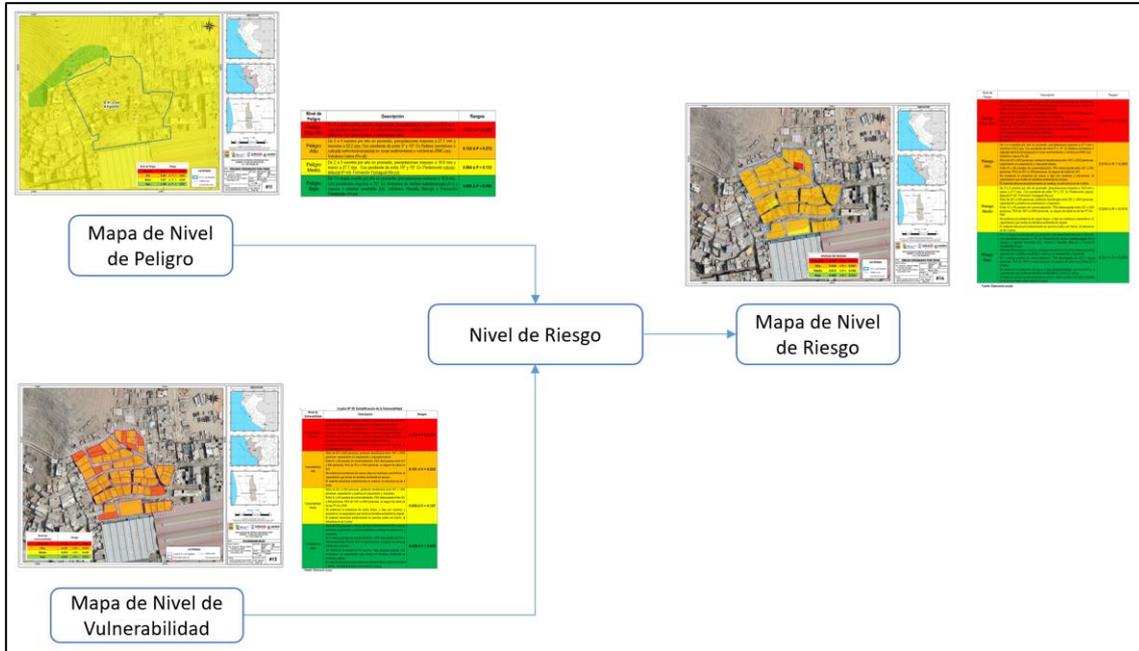
Fuente: Equipo Técnico.

CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

5.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO

Para determinar el cálculo del riesgo de la zona de influencia, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico N° 24. Flujograma para estimar los niveles del riesgo



Fuente: Equipo Técnico

5.2. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO POR SISMO

5.2.1. NIVELES DEL RIESGO POR SISMO

Los niveles de riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Ángeles, se detallan a continuación:

Cuadro N° 123. Niveles del riesgo por sismo

Nivel del Riesgo	Rango
Muy alto	$0.067 \leq R \leq 0.157$
Alta	$0.036 \leq R < 0.067$
Media	$0.015 \leq R < 0.036$
Baja	$0.008 \leq R < 0.015$

Fuente: Equipo Técnico

Teresa de Jesús Medina
 Geóg. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

5.2.2. MATRIZ DE RIESGO POR SISMO

La matriz de riesgo por sismo en los Asentamiento Humano Los Ángeles, es el siguiente:

Cuadro N° 124. Matriz del riesgo por sismo

PMA	0.326	0.023	0.048	0.084	0.157
PA	0.261	0.019	0.038	0.067	0.126
PM	0.244	0.018	0.036	0.063	0.118
PB	0.207	0.015	0.030	0.053	0.100
		0.072	0.147	0.257	0.482
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Equipo Técnico



5.2.3. ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO POR SISMO

Cuadro N° 125. Estratificación del riesgo por sismo

Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Muy alto	<p>Magnitud de sismo entre 7.0 y 8.9, intensidad del sismo IX y X, aceleración máxima del suelo (PGA) mayor igual a 0.35g y menor a 0.45g, hipocentro localizado a más de 33 km. y menos de 70 km. de distancia, ruptura de placas de 100 a 200 km. de longitud.</p> <p>Llanura o planicie aluvial (Pl-a), el tipo de suelo es Relleno, pendiente mayor a 45°.</p> <p>El número de viviendas del área total de estudio es mayor a 59, las viviendas tienen cinco o más pisos, el material de las paredes es principalmente estera u otro material, el material de los techos es otros (poco clasificable), el tipo de vivienda no está destinado para habitación, el estado de conservación de la vivienda es muy mala, no tienen servicios básicos,</p> <p>El área de estudio tiene una población mayor a 307 habitantes, con personas menores de 5 años y mayores de 65 años, con personas que presentan discapacidad mental o intelectual, sin educación o sólo inicial, sin seguro de salud, sin acceso a programas sociales, su actividad principal es comercial u otros, son trabajadores desempleados o sin ocupación.</p>	$0.067 \leq R \leq 0.157$
Alta	<p>Magnitud de sismo entre 7.0 y 8.9, intensidad del sismo entre IX y X, aceleración máxima del suelo (PGA) mayor igual a 0.35g y menor a 0.45g, hipocentro localizado a más de 33 km. y menos de 70 km. de distancia, ruptura de placas de 100 a 200 km. de longitud.</p> <p>Talud con depósito coluvial de detritos (V-d), el tipo de suelo es Limo y arcilla, pendiente mayor a 25° y menor a 45°.</p> <p>El área de estudio tiene entre 46 y 59 viviendas, las viviendas tienen 4 pisos, el material de las paredes es piedra con barro o madera, el material de los techos es estera, paja, u hojas de palmera, el tipo de vivienda es choza o cabaña o vivienda improvisada, el estado de conservación de la vivienda es mala, sólo cuentan con servicio de luz.</p> <p>El área de estudio tiene una población de entre 240 y 307 habitantes, con personas de 5 a 12 años y de 60 a 65 años, con personas que presentan discapacidad visual, con educación primaria, con SIS como seguro de salud, con acceso a programas sociales: papilla, yapita, cuna más y/o canasta alimentaria, su actividad principal es comercial (tienda, botica, restaurante, etc), se dedican a quehaceres del hogar o labores familiares no remuneradas.</p>	$0.036 \leq R < 0.067$

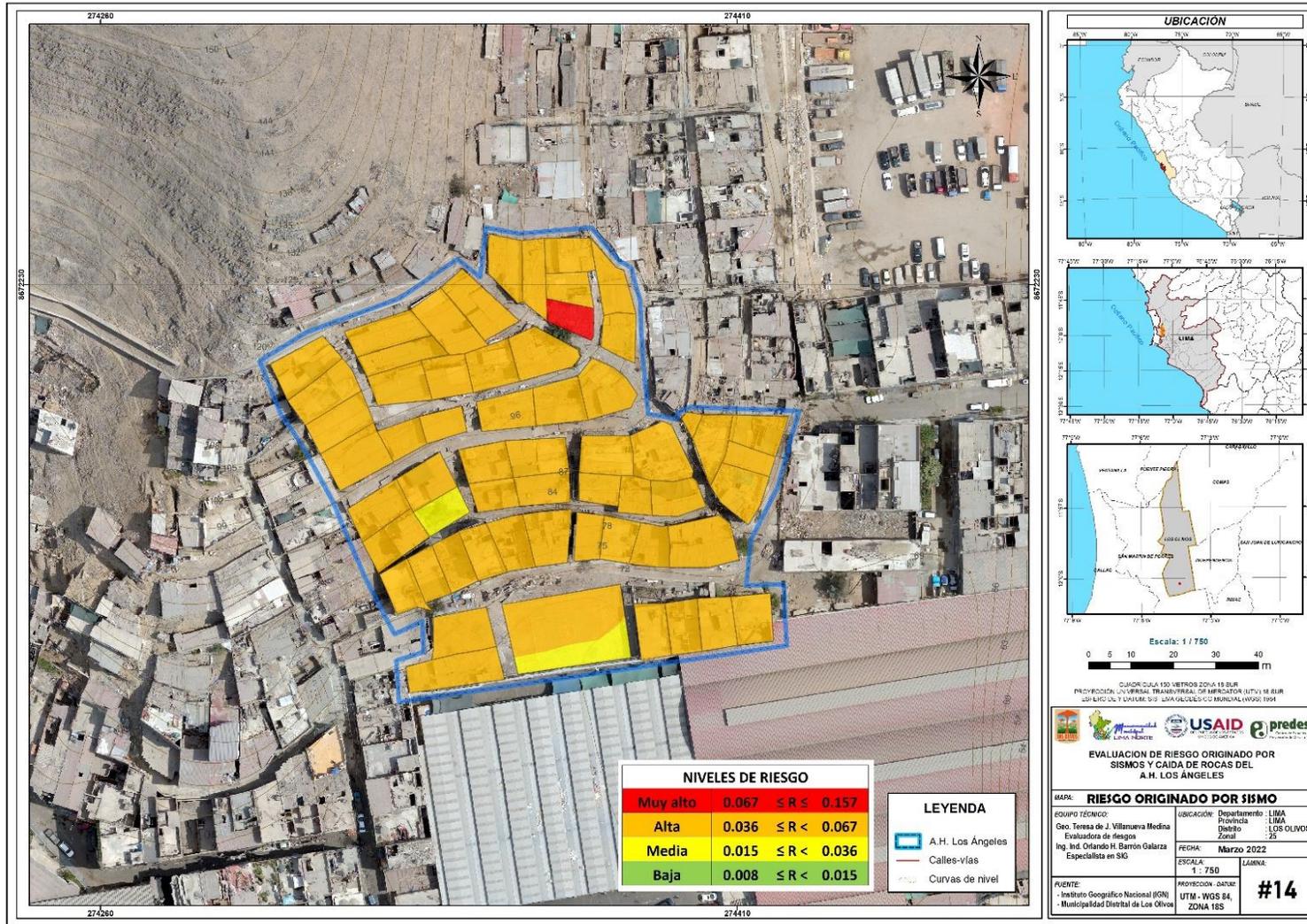
<p>Media</p>	<p>Magnitud de sismo entre 7.0 y 8.9, intensidad del sismo entre IX y X, aceleración máxima del suelo (PGA) mayor igual a 0.35g y menor a 0.45g, hipocentro localizado a más de 33 km. y menos de 70 km. de distancia, ruptura de placas de 100 a 200 km. de longitud.</p> <p>Piedemonte coluvio-deluvial (V-cd), el tipo de suelo es Arenas, pendiente mayor a 15° y menor a 25°.</p> <p>El área de estudio tiene entre 31 y 45 viviendas, las viviendas tienen 3 pisos, el material de las paredes es adobe o tapia, el material de los techos es plancha de calamina, caña o estera con torta de barro, es vivienda en quinta o casa vecindad, el estado de conservación de la vivienda es regular, cuenta con servicio de agua,</p> <p>El área de estudio tiene una población de entre 161 a 240 habitantes, con personas de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, con personas que presentan discapacidad para utilizar brazos y piernas, con educación secundaria, con EsSalud como seguro de salud, con acceso a programas sociales: vaso de leche, comedor popular, su actividad económica principal es servicios, son trabajadores dependientes o del hogar.</p>	<p>0.015 ≤ R < 0.036</p>
<p>Baja</p>	<p>Magnitud de sismo entre 7.0 y 8.9, intensidad del sismo entre IX y X, aceleración máxima del suelo (PGA) mayor igual a 0.35g y menor a 0.45g, hipocentro localizado a más de 33 km. y menos de 70 km. de distancia, ruptura de placas de 100 a 200 km. de longitud.</p> <p>Relieve de colinas o lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs), el tipo de suelo es Gravas y Formación rocosa, pendiente menor a 15°.</p> <p>El área de estudio tiene 30 viviendas o menos, las viviendas tienen 2 pisos o menos, el material de las paredes es piedra o sillar con cal o cemento, o ladrillo o bloque de cemento, el material de los techos es madera, tejas o concreto armado, el tipo de vivienda es departamento en edificio o casa independiente, el estado de conservación de la vivienda es entre buena y muy buena, cuentan con servicios de agua y luz sin desagüe y con todos los servicios básicos: agua, desagüe, luz y gas,</p> <p>El área de estudio tienen una población menor a 160 habitantes, con personas de entre 15 a 30 años y de 30 a 50 años de edad, con personas que presentan discapacidad para oír y/o hablar o sin discapacidad, con educación técnica superior, superior universitaria, posgrado o similar, con seguro de salud de FFAA-PNP o privado, con acceso a programas sociales: Juntos, Pensión 65, Techo propio y/o Mi Vivienda y otros, su actividad principal es extractiva (agrícola, pecuaria, forestal o pesquera) o de gobierno, son trabajadores independientes o empleadores.</p>	<p>0.008 ≤ R < 0.015</p>

Fuente: Equipo Técnico


 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

5.2.4. MAPA DE RIESGO POR SISMO

Figura N° 35. Mapa de riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Ángeles



Teresa de Jesús Villanueva Medina
 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDJ
 C.G.P. N° 366

Fuente: Equipo Técnico

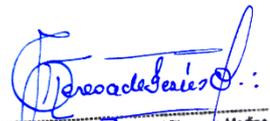
5.2.5. CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS POR SISMO

En este punto de la evaluación de riesgo, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el Asentamiento Humano Los Ángeles, a consecuencia del impacto del peligro por un sismo mayor a 7.9 Mw. El monto total ascendería a **S/. 17'466,491.80** de los cuales **S/. 17'220,991.80** corresponde a los daños probables y **S/. 245,500.00** corresponde a las pérdidas probables.

Cuadro N° 126. Efectos probables en el Asentamiento Humano Los Ángeles ante riesgo por sismo

Efectos probables	Cantidad	Costo Unitario S/.	Daños probables	Pérdidas probables	Total
Daños probables					
Viviendas de 5 pisos	20	382,275.00	7'645,500.00		7'645,500.00
Viviendas de 4 pisos	20	305,820.00	6'116,400.00		6'116,400.00
Viviendas de 3 pisos	14	229,365.00	3'211,110.00		3'211,110.00
Viviendas de 2 pisos	1	152,910.00	152,910.00		152,910.00
Viviendas de 1 piso	1	76,455.00	76,455.00		76,455.00
Viviendas construidas con material precario (*)	2	9,308.40	18,616.80		18,616.80
Pérdidas probables					
Costos de adquisición de carpas	130	500.00		65,000.00	65,000.00
Costos de adquisición de módulos de viviendas	18	8,000.00		144,000.00	144,000.00
Gastos de atención de emergencia	73	500.00		36,500.00	36,500.00
Total			17'220,991.8	245,500.00	17'466,491.8

Fuente: Equipo Técnico


 Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

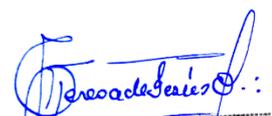
5.2.6. ZONIFICACIÓN DEL RIESGO POR SISMO

Se definen los siguientes criterios:

Cuadro N° 127. Zonificación del riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Ángeles

Leyenda	Pérdidas y daños previsibles en caso de uso para asentamientos humanos	Implicancias para el ordenamiento territorial
Riesgo muy Alto	Las personas están en peligro tanto dentro como fuera de sus casas. Existen grandes probabilidades de destrucción repentina de edificios y/o casas. Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una frecuencia elevada o con intensidad fuerte. En este caso, las personas están en peligro afuera de los edificios.	Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas deben ser reasentadas, o protegidas con importantes obras de protección.
Riesgo Alto	Las personas están en peligro afuera de los edificios, pero no o casi no adentro. Se debe contar con daños en los edificios, pero no destrucción repentina de éstos, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar.	Zona de reglamentación, en la cual se puede permitir la de manera restringida, la expansión y densificación de asentamientos humanos, siempre y cuando existan y se respeten reglas de ocupación del suelo y normas de construcción apropiadas. Construcciones existentes que no cumplan con las reglas y normas deben ser reforzadas, protegidas o desalojadas y reasentadas.
Riesgo Medio	El peligro para las personas es Regular. Los edificios pueden sufrir daños moderados o leves, pero puede haber fuertes daños al interior de los mismos.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual la población debe ser sensibilizada ante la ocurrencia de este tipo de peligro, a nivel moderado y poco probable, para el conocimiento y aplicación de reglas de comportamiento apropiadas ante el peligro.
Riesgo Bajo	El peligro para las personas y sus intereses económicos son de baja magnitud, con probabilidades de ocurrencia mínimas.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual los usuarios del suelo deben ser sensibilizados ante la existencia de peligros muy poco probables, para que conozcan y apliquen reglas de comportamiento apropiadas ante la ocurrencia del evento.
Riesgo Inexistente	Los indicadores del peligro son inexistentes.	Zonas de asentamientos humanos e inversiones sociales, económicas entre otros.

Fuente: Equipo Técnico

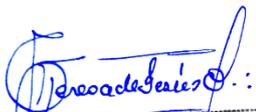

 Geog. Teresa de Jesus Villanueva Medina
 EVALUADORA DE RIESGOS
 Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
 C.G.P. N° 366

5.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO

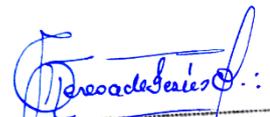
5.3.1. Medidas de orden estructural

La autoridad competente tomará en consideración el presente informe de evaluación de riesgo en la aplicación de las medidas correctivas para la prevención y reducción del riesgo frente a sismos de orden estructural dentro de las que se consideran las siguientes:

- Como medida de prevención frente a sismos, identificar y colocar la señal de zonas seguras y de reunión del Asentamiento Humano Los Ángeles, así como elaborar los planos de evacuación e implementar la señalética respectiva, colocarlas en un lugar visible indicando las vías de evacuación las cuáles deben estar en todo momento despejadas.
- Se recomienda la limpieza del talud y eliminación de los depósitos de rocas y material residual suelto en los caminos de la parte alta del Asentamiento Humano Los Ángeles.
- Se recomienda la limpieza de los caminos entre los sectores de viviendas del asentamiento humano donde se evidencia acumulación de residuos de material residual producto de la autoconstrucción en el lugar, manteniéndolo despejado en caso de producirse una emergencia.
- Se recomienda el afirmado de caminos del asentamiento que se mantengan libres en caso de evacuación por sismo.
- Se recomienda el asesoramiento técnico constructivos por especialistas siguiendo las normas técnicas para viviendas sismo resistente según la Norma Técnica de Edificaciones E.030 y el Reglamento Nacional de Construcciones para la Habilitación Urbana en Laderas.
- Se recomienda la evaluación de las pircas y muros de contención, por profesionales especialistas, así como también se tomen las medidas correctivas en estas edificaciones para evitar los riesgos de desprendimiento y caída de rocas producto de un sismo realizando el aseguramiento y reforzamientos de los mismos en base al asesoramiento ingenieril para el tipo de material y pendiente existente.
- Se recomienda la aplicación de prácticas sobre el manejo de laderas mediante terrazas para evitar la erosión y desprendimiento de rocas, próximas a las viviendas producto de un sismo de gran magnitud.
- Colocar muros de contención para las edificaciones en el límite del asentamiento humano con la loza deportiva, así como muros de protección como medida de seguridad así prevenir el riesgo de accidentes de los transeúntes y pobladores.


Geógr. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
C.G.P. N° 366

- Implementar las inspecciones de seguridad de edificaciones que disminuyan el riesgo de colapso de pircas y derrumbes, a consecuencias de un sismo de gran magnitud. Así también como las inspecciones de evaluación de riesgos en inmuebles.
- Se recomienda realizar prácticas y capacitaciones que la municipalidad considere en el marco de la GRD, con el apoyo de personal especializado frente al riesgo por sismos en su población.
- Fortalecer la capacidad de gestión de autoridades, funcionarios y técnicos de la Municipalidad especialmente el cumplimiento de funciones y competencias asignadas según marco normativo vigente y política nacional de gestión de riesgo de desastre.
- Fortalecer las capacidades de la población en materia de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo de desastres. Detallando en ellos la identificación y señalización de las rutas de evacuación y zonas seguras, así como también poner en situación de resguardo a la población en condición de vulnerabilidad y priorizar su evacuación en estas prácticas, en miras de incrementar la resiliencia, con miras a afrontar el peligro sísmico y caída de rocas de manera cooperativa y organizada.
- Comprometer a la población en su propia seguridad, sensibilizándolos frente al riesgo de sismo dándoles a conocer las medidas de prevención y reducción.
- Tomar en cuenta la Zonificación Sísmica según la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones y las condiciones mecánicas y dinámicas de los suelos que se presenta en la zona de estudio.
- Realizar el asesoramiento técnico adecuado para la colocación de muros de contención y pircas, según lo indicado como normas técnicas para la estabilización de taludes, que sigan los métodos adecuados de diseño y construcción.
- Realizar un estudio de las redes de drenaje subterráneo en el Asentamiento Humano Los Ángeles.


Geógr. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
C.G.P. N° 366

CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

6.1. ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO

6.1.1. Valoración de consecuencias

Cuadro N° 128. Valoración de consecuencias

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	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	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: Equipo Técnico

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo, es decir, posee el **nivel 3 –Alto**.

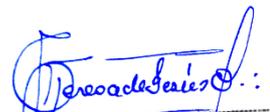
6.1.2. Valoración de frecuencia de ocurrencia

Cuadro N° 129. Valoración de la frecuencia de ocurrencia

Valor	Probabilidad	Descripción
4	Muy Alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Equipo Técnico

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento de sismo, puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias, es decir, posee el **nivel 3 – Alta**.


Geógr. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDIJ
C.G.P. N° 366

6.1.3. Matriz de consecuencia y daños

Cuadro N° 130. Nivel de consecuencia y daños

Consecuencias	Nivel	Zona de Consecuencias y daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Fuente: Equipo Técnico

De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es Alto.

6.1.4. Medidas cualitativas de consecuencias y daños

Cuadro N° 131. Medidas cualitativas de consecuencias y daño

Valor	Descriptor	Descripción
4	Muy Alta	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieros importantes
2	Media	Requiere tratamiento médico, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieros altas.
1	Baja	Tratamiento de primeros auxilios, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieros altas.

Fuente: Equipo Técnico

De lo anterior se obtiene que las medidas cualitativas de consecuencias y daño, estarán orientadas a lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieros importantes, por lo que se desprende que su grado es ALTO.

6.1.5. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Cuadro N° 132. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente 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: Equipo Técnico

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Ángeles es de **nivel 3 – Inaceptable**.

6.1.6. Matriz de aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

Cuadro N° 133. Nivel de consecuencia y daños

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibles	Riesgo Inadmisibles
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibles
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: Equipo Técnico

6.2. CONTROL DEL RIESGO

6.2.1. Prioridad de intervención

Cuadro N° 134. Prioridad de intervención

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisibles	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Equipo Técnico

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es II, es decir de carácter INACEPTABLE para el Asentamiento Humano Los Ángeles, del cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.


Geog. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPREDJ
C.G.P. N° 366

CONCLUSIONES

De lo expuesto en el presente informe para la determinación del riesgo por **SISMO** se pudo determinar el nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo, como podemos apreciar a continuación:

Se identificó un nivel de PELIGRO, de nivel ALTO en el área de estudio del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, ante el peligro por SISMO.

Luego de calcular la vulnerabilidad social, económica, física y ambiental, se obtuvo una VULNERABILIDAD total de nivel MUY ALTA y ALTA, para el Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.

Se concluye que el nivel del RIESGO sísmico para el Asentamiento Humano Los Ángeles es ALTO, identificando 1 lote con nivel MUY ALTO, el que tendrá que ser evaluado a detalle.

BIBLIOGRAFÍA

- Actualización del escenario por sismo, tsunami y exposición en la región central del Perú - MINAM-IGP-CTS. Hernando Tavera. Lima – Perú, Enero, 2017.
- Catálogo General de Isosistas para Sismos Peruanos - MINAM-IGP-SCTS. Por: Hernando Tavera, Consuelo Agüero y Efraín Fernández. Lima, 2016.
- CENEPRED. 2020. Escenario de riesgo por sismo de gran magnitud seguido de tsunami frente a la costa central del Perú. San Isidro-Lima.
- Estimación del Riesgo por Exposición a partir de Mapas de Isosistas en Perú - MINAM-IGP-CTS. 2017. Hernando Tavera, Ademir Cuya. Lima – Perú, Febrero, 2017.
- Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica, ANA, Diciembre 2019.
- Evaluación del Peligro Asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú- MINAM-IGP. Hernando Tavera. Lima – Perú, 2014.
- Geología del Cuadrángulo de Chancay, Boletín N° 33 - Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000) -INGEMMET, 2021. Yuly Mamani Pachari, Claudia Fabián Quispe, Javier Jacay Huarache.
- Hidrogeología de la cuenca del río Chillón, Boletín N° 12 - Serie H: Hidrogeología -INGEMMET, 2021. Jose Moreno Herrera, Jose Farfán Meza, Fluquer Peña Laureano, Elmer Condori Quispe, Fabien Paul Renou, Karen Dueñas Olivera, John Ccopa Alegre.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo de Población, Vivienda e infraestructura Pública.
- INDECI. Ley N° 29664, Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD): <https://www.gob.pe/institucion/indeci/informes-publicaciones/2370524-ley-n-29664-ley-del-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-sinagerd>
- INDECI. Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050: <https://www.gob.pe/institucion/indeci/informes-publicaciones/1732590-politica-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-al-2050>
- Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales, 2da. Versión – CENEPRED, 2014.

- Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA.
- Municipalidad Distrital de Los Olivos, "Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres por sismos", 2019 – 2022 –.
- Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" del Numeral 111.2 Estructuras, del Título 111 Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA.
- Informe Técnico: Microzonificación Sísmica del distrito de Los Olivos, CISMID-UNI, Mayo. 2014.
- Resolución Ministerial RM- 350-2021-VIVIENDA, Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, la Sierra y la Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2022,
- SENAMHI, 1988. Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.
- SIGRID. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/>
- Subdirección de Sistematización de Información sobre Escenarios de Riesgo de Desastres (INDECI), 2017. Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8Mw.


Geógr. Teresa de Jesús Villanueva Medina
EVALUADORA DE RIESGOS
Res. Jef. N° 092-2018-CENEPRED/J
C.G.P. N° 366

ANEXOS



.En esta vista se aprecia el ingreso principal del A. H Los Angeles donde se necesita el mantenimiento de los accesos caminos y escaleras.



.En esta vista se aprecia el acceso a la vivienda límite con el A. H Los Angeles donde se necesita de la supervisión técnicas constructivas que salvaguarden la seguridad de la población.



.En esta vista se aprecia uno de los accesos al A. H Los Angeles donde se recomienda la limpieza y mantenimiento, en caso de un sismo de gran magnitud como el que está pronosticado.



.En esta vista se aprecia el área del límite del A. H Los Angeles donde se requiere de la colocación de muros de protección como medida seguridad para los pobladores y transeúntes.



.En esta vista se aprecia el tipo de empicado existente, donde se requiere del asesoramiento técnico especializado para prevenir posibles caídas de rocas y derrumbes como concatenante a un sismo de gran magnitud.



.En esta vista se aprecia el estado de los accesos y caminos del A. H Los Angeles donde se requiere de la limpieza de los mismos retiro del material residual producto de la auto-construcción.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1. Eventos sísmicos más significativos para el departamento de Lima	13
Cuadro N° 2. Área de estudio - asentamientos humanos del distrito de Los Olivos.....	18
Cuadro N° 3. Coordenadas geográficas de los asentamientos humanos del área de estudio.....	18
Cuadro N° 4. Tiempos estimados de viaje.....	20
Cuadro N° 5. Características de la población según sexo del A. H. Los Ángeles	21
Cuadro N° 6. Población según grupos de edades del A. H. Los Ángeles.....	21
Cuadro N° 7. Material predominante de las paredes del A. H. Los Ángeles.....	22
Cuadro N° 8. Material predominante de los techos del A. H. Los Ángeles	23
Cuadro N° 9. Tipo de abastecimiento de agua del A. H. Los Ángeles.....	23
Cuadro N° 10. Población según nivel educativo del A. H. Los Ángeles.....	24
Cuadro N° 11. Actividad económica de su centro de labor del A. H. Los Ángeles.....	25
Cuadro N° 17. Escala de magnitud sísmica de Richter Magnitud Local (ML).....	59
Cuadro N° 18. Descripción cualitativa para grado de la Escala de Mercalli Modificada (intensidad sísmica)	60
Cuadro N° 19. Escala para el hipocentro.....	65
Cuadro N° 20. Variables del peligro sísmico.....	66
Cuadro N° 21. Parámetros de evaluación	66
Cuadro N° 22. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación: MAGNITUD	66
Cuadro N° 23. Matriz de normalización del parámetro de evaluación: MAGNITUD.....	67
Cuadro N° 24. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del pProceso de análisis jerárquico para el parámetro de evaluación: Magnitud	67
Cuadro N° 25. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación: INTENSIDAD.....	67
Cuadro N° 26. Matriz de normalización del parámetro de evaluación: INTENSIDAD	68
Cuadro N° 27. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de evaluación: Intensidad	68
Cuadro N° 28. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación: PGA.....	68
Cuadro N° 29. Matriz de normalización del parámetro de evaluación: PGA.....	68
Cuadro N° 30. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de evaluación:PGA.....	69
Cuadro N° 31. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación: HIPOCENTRO.....	69
Cuadro N° 32. Matriz de normalización del parámetro de evaluación: HIPOCENTRO	69
Cuadro N° 33. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro de evaluación: Hipocentro.....	69
Cuadro N° 34. Matriz de comparación de pares de los parámetros de evaluación.....	69
Cuadro N° 35. Matriz de normalización de los parámetro de evaluación	70
Cuadro N° 36. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los parámetros de evaluación.....	70
Cuadro N° 37. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad por sismo.....	70
Cuadro N° 38. Matriz de comparación de pares factor desencadenante: Ruptura de placas	70
Cuadro N° 39. Matriz de normalización factor desencadenante: Ruptura de placas.....	71
Cuadro N° 40. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el factor desencadenante: Ruptura de placas	71
Cuadro N° 41. Matriz de comparación de pares del parámetro GEOMORFOLOGÍA.....	71
Cuadro N° 42. Matriz de normalización de pares del parámetro GEOMORFOLOGÍA	72
Cuadro N° 43. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro geomorfología	72
Cuadro N° 44. Matriz de comparación de pares del parámetro TIPO DE SUELO	72
Cuadro N° 45. Matriz de normalización de pares del parámetro TIPO DE SUELO.....	73

Cuadro N° 46. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro tipo de suelo.....	73
Cuadro N° 47. Matriz de comparación de pares del parámetro PENDIENTE.....	73
Cuadro N° 48. Matriz de normalización de pares del parámetro PENDIENTE.....	73
Cuadro N° 49. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro PENDIENTE.....	74
Cuadro N° 50. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante.....	74
Cuadro N° 51. Matriz de normalización de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante.....	74
Cuadro N° 52. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los parámetros utilizados en el factor condicionante.....	74
Cuadro N° 53. Niveles de peligro sísmico.....	75
Cuadro N° 54. Estratificación del nivel de peligro sísmico.....	75
Cuadro N° 55. Elementos expuestos susceptibles en la población.....	78
Cuadro N° 56. Elementos expuestos susceptibles en el sector vivienda.....	78
Cuadro N° 57. Parámetros a utilizar en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión física.....	80
Cuadro N° 58. Matriz de comparación de pares del parámetro número de viviendas.....	81
Cuadro N° 59. Matriz de normalización de pares del parámetro número de viviendas.....	81
Cuadro N° 60. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro número de viviendas.....	81
Cuadro N° 61. Matriz de comparación de pares del parámetro número de pisos.....	81
Cuadro N° 62. Matriz de normalización de pares del parámetro número de pisos.....	82
Cuadro N° 63. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro número de pisos.....	82
Cuadro N° 64. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en las paredes.....	82
Cuadro N° 65. Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante en las paredes.....	83
Cuadro N° 66. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro material predominante en las paredes.....	83
Cuadro N° 67. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en los techos.....	83
Cuadro N° 68. Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante en los techos.....	84
Cuadro N° 69. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro material predominante en los techos.....	84
Cuadro N° 70. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de vivienda.....	84
Cuadro N° 71. Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de vivienda.....	85
Cuadro N° 72. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro tipo de vivienda.....	85
Cuadro N° 73. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación de la vivienda.....	85
Cuadro N° 74. Matriz de normalización de pares del parámetro estado de conservación de la vivienda.....	85
Cuadro N° 75. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro estado de conservación de la vivienda.....	86
Cuadro N° 76. Parámetros a utilizar en los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social.....	86
Cuadro N° 77. Matriz de comparación de pares del parámetro número de habitantes.....	86
Cuadro N° 78. Matriz de normalización de pares del parámetro número de habitantes.....	87
Cuadro N° 79. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro número de habitantes.....	87
Cuadro N° 80. Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etéreo.....	87
Cuadro N° 81. Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etéreo.....	88
Cuadro N° 82. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro grupo etéreo.....	88

Cuadro N° 83. Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad	88
Cuadro N° 84. Matriz de normalización de pares del parámetro discapacidad	88
Cuadro N° 85. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro discapacidad	89
Cuadro N° 86. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios básicos	89
Cuadro N° 87. Matriz de normalización de pares del parámetro acceso a servicios básicos	89
Cuadro N° 88. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro acceso a servicios básicos	90
Cuadro N° 89. Matriz de comparación de pares de los parámetros del nivel educativo	90
Cuadro N° 90. Matriz de normalización de pares de los parámetros del nivel educativo	90
Cuadro N° 92. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro.....	91
Cuadro N° 93. Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de seguro	91
Cuadro N° 94. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro tipo de seguro.....	91
Cuadro N° 95. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a programas sociales	92
Cuadro N° 96. Matriz de normalización de pares del parámetro acceso a programas sociales.....	92
Cuadro N° 97. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro acceso a programas sociales	93
Cuadro N° 98. Parámetros de la dimensión económica	93
Cuadro N° 99. Matriz de comparación de pares del parámetro actividad principal	93
Cuadro N° 100. Matriz de normalización de pares del parámetro actividad principal.....	94
Cuadro N° 101. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro actividad principal	94
Cuadro N° 102. Matriz de comparación de pares del parámetro rama de la actividad.....	94
Cuadro N° 103. Matriz de normalización de pares del parámetro rama de la actividad	95
Cuadro N° 104. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro rama de la actividad.....	95
Cuadro N° 105. Matriz de comparación de pares del parámetro nivel de ingreso	95
Cuadro N° 106. Matriz de normalización de pares del parámetro nivel de ingreso	96
Cuadro N° 107. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro nivel de ingreso	96
Cuadro N° 108. Matriz de comparación de pares del parámetro régimen de tenencia	96
Cuadro N° 109. Matriz de normalización de pares del parámetro régimen de tenencia	96
Cuadro N° 110. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro régimen de tenencia	97
Cuadro N° 111. Parámetros de la dimensión ambiental.....	97
Cuadro N° 112. Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a residuos sólidos	97
Cuadro N° 113. Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía a residuos sólidos	97
Cuadro N° 114. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro cercanía a residuos sólidos.....	98
Cuadro N° 115. Matriz de comparación de pares del parámetro manejo de residuos sólidos	98
Cuadro N° 116. Matriz de normalización de pares del parámetro manejo de residuos sólidos	99
Cuadro N° 117. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro manejo de residuos sólidos.....	99
Cuadro N° 118. Matriz de comparación de pares del parámetro cumplimiento de la normativa ambiental	99
Cuadro N° 119. Matriz de normalización de pares del parámetro cumplimiento de la normativa ambiental	100
Cuadro N° 120. Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para los descriptores del parámetro cumplimiento de la normativa ambiental	100
Cuadro N° 121. Niveles de vulnerabilidad	101
Cuadro N° 122. Estratificación de la vulnerabilidad.....	102

Cuadro N° 123. Niveles del riesgo por sismo	105
Cuadro N° 124. Matriz del riesgo por sismo	106
Cuadro N° 125. Estratificación del riesgo por sismo	106
Cuadro N° 126. Efectos probables en el Asentamiento Humano Los Ángeles ante riesgo por sismo	109
Cuadro N° 127. Zonificación del riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Ángeles.....	110
Cuadro N° 128. Valoración de consecuencias.....	114
Cuadro N° 129. Valoración de la frecuencia de ocurrencia	114
Cuadro N° 130. Nivel de consecuencia y daños	115
Cuadro N° 131. Medidas cualitativas de consecuencias y daño	115
Cuadro N° 132. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.....	115
Cuadro N° 133. Nivel de consecuencia y daños	116
Cuadro N° 134. Prioridad de intervención	116

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Características de la población según sexo del A. H. Los Ángeles	21
Gráfico N° 2. Población según grupo de edades del A. H. Los Ángeles	22
Gráfico N° 3. Material predominante de las paredes del A. H. Los Ángeles.....	22
Gráfico N° 4. Material predominante de los techos del A. H. Los Ángeles	23
Gráfico N° 5. Tipo de abastecimiento de agua del A. H. Los Ángeles.....	24
Gráfico N° 6. Población según nivel educativo del A. H. Los Ángeles	24
Gráfico N° 7. Población según actividad económica del A. H. Los Ángeles.....	25
Gráfico N° 8. Formación de colina volcánico – sedimentaria que contiene al A. H Los Ángeles, distrito de Los Olivos	28
Gráfico N° 9. Depósitos inconsolidados acumulados en ladera de colina, del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos.....	29
Gráfico N° 10. Viviendas ubicadas en el talud coluvial que forma el Asentamiento Humano Los Ángeles, distrito de Los Olivos.....	29
Gráfico N° 11. Viviendas ubicadas en el pie de monte del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos.....	30
Gráfico N° 12. Viviendas ubicadas en la llanura o planicie aluvial, en la zona del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos.	30
Gráfico N° 13. Análisis sísmico de estructuras ordinarias realizado con un espectro de diseño cuya aceleración máxima se ajusta a las amplitudes relativas establecidas en la Norma Sismorresistente E.030	34
Gráfico N° 14. Esquema que muestra la superficie de contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana en la cual se observa la presencia de asperezas (áreas de color gris) con diferentes dimensiones	40
Gráfico N° 15. Clasificación climática del distrito de Los Olivos.....	48
Gráfico N° 16. Temperatura máxima y mínima promedio del distrito de Los Olivos	48
Gráfico N° 17. Categorías de nubosidad en el distrito de Los Olivos	49
Gráfico N° 18. Niveles de comodidad de la humedad en el distrito de Los Olivos	50
Gráfico N° 19. Velocidad promedio del viento en el distrito de Los Olivos	50
Gráfico N° 20. Energía solar de onda corta incidente diario promedio en el distrito de Los Olivos.....	51
Gráfico N° 21. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad	52
Gráfico N° 22. Flujograma general del proceso de análisis de información. ¡Error! Marcador no definido.	
Gráfico N° 23. Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales.....	54
Gráfico N° 25. Flujograma para estimar los niveles del riesgo	105

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. Eventos históricos a lo largo de la costa del Perú.....	9
Figura N° 2. Principales placas tectónicas de la tierra.....	10
Figura N° 3. Geometría de la subducción y la ubicación de las principales fuentes sismogénicas en Perú	11
Figura N° 4. Fuentes sismogénicas de subducción.....	12
Figura N° 5. Mapa de isosistas de principales sismos ocurridos en Lima	14
Figura N° 6. Mapa de isosistas de principales sismos ocurridos en Lima	15
Figura N° 7. Mapa de isosistas de principales sismos ocurridos en Lima	15
Figura N° 8. Mapa de peligro sísmico para el Perú considerando un periodo de retorno de 50 años con el 10% de excedencia. Los valores de aceleración se expresan en gals.	16
Figura N° 9. Mapa de ubicación del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos.....	19
Figura N° 10. Mapa del recorrido	20
Figura N° 11. Mapa geológico del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.....	27
Figura N° 12. Mapa geomorfológico del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.....	31
Figura N° 13. Mapa de zonificación sísmica del Perú	36
Figura N° 14. Mapa de microzonificación sísmica del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos del distrito de Los Olivos.	38
Figura N° 15. Distribución de ZMAS en el borde occidental del Perú.....	39
Figura N° 16. Distribución espacial de las principales asperezas identificadas en el borde occidental del Perú.	40
Figura N° 17. Mapa de sismicidad del Perú.....	41
Figura N° 18. Mapa de mMicrozonificación sísmica del distrito de Los Olivos.....	42
Figura N° 19. Mapa de pendiente del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.....	45
Figura N° 20. Mapa de tipo de suelo del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.....	47
Figura N° 21. Mapa de deformación de la corteza terrestre medido con GPS para el Perú	56
Figura N° 22. Mapa de acoplamiento sísmico para la zona de subducción del Perú modelada a partir de datos GPS.....	56
Figura N° 23. Áreas de intensidades sísmicas que produciría un sismo de 8.8Mw, similares a las del terremoto de 1746.	57
Figura N° 24. Mapa de isosistas del sismo de 1746 y zona de acoplamiento sísmico	58
Figura N° 25. Principales áreas de ruptura de sismos históricos ocurridos en el borde occidental.....	59
Figura N° 26. Mapa de intensidades para el escenario de riesgo sísmico.....	61
Figura N° 27. Mapa de isosistas del sismo de 1746.....	62
Figura N° 28. Mapa de isoperiodos del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos....	63
Figura N° 29. Aceleración máxima para Lima Metropolitana y Callao, tomando en cuenta el acoplamiento sísmico existente en la costa central de Perú (Pulido et al., 2015).	64
Figura N° 30. Mapa de aceleración sísmica del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.....	64
Figura N° 31. Mapa de fuentes sismogénicas continentales y de subducción.....	65
Figura N° 32. Mapa de peligro por sismo del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.....	77
Figura N° 33. Mapa de elementos expuestos por sismo del Asentamiento Humano Los Ángeles del distrito de Los Olivos.....	79
Figura N° 34. Mapa de vulnerabilidad del Asentamiento Humano Los Ángeles, del distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.....	104
Figura N° 35. Mapa de riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Ángeles.....	108