

2018

**EVALUACIÓN DE RIESGO POR SISMOS EN EL  
ASENTAMIENTO HUMANO LOS GIRASOLES, SECTOR  
PACHACUTEC, DISTRITO DE VENTANILLA, PROVINCIA  
CONSTITUCIONAL DEL CALLAO, REGIÓN CALLAO.**



**LOS GIRASOLES**

ING. JULIO CESAR LAZO MUÑOZ  
ARQ. ANA YSABEL POLANCO AGUILAR

**EVALUACIÓN DE RIESGO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LOS  
GIRASOLES, SECTOR PACHACUTEC, DISTRITO DE  
VENTANILLA, PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL  
CALLAO – REGIÓN CALLAO.**

**Profesionales Responsables**

Ing. Julio Cesar Lazo Muñoz

Arq. Ana Ysabel Polanco Aguilar

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>I. ASPECTOS GENERALES</b> .....	<b>6</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.3 IMPORTANCIA.....	6
1.4 ANTECEDENTES.....	7
1.5 MARCO NORMATIVO.....	7
<b>II. CARACTERÍSTICAS GENERALES</b> .....	<b>8</b>
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	8
2.2 VIAS DE ACCESO.....	8
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	11
2.3.1 POBLACIÓN.....	11
2.3.2 VIVIENDA.....	12
2.3.3 AGUA POTABLE.....	13
2.3.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	14
2.3.5 TIPO DE ALUMBRADO.....	15
2.3.6 SALUD.....	15
2.4 CONDICIONES GEOLÓGICAS.....	16
2.5 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS.....	19
2.6 CONDICIONES DE INTENSIDADES SISMICAS.....	22
2.7 PENDIENTES DE TERRENO.....	23
2.8 CLIMA.....	25
2.8.1 Temperatura.....	25
<b>III. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO</b> .....	<b>26</b>
3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.....	26
3.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO POR SISMOS.....	27
3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISMOS.....	27
3.2.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	47
3.2.3 METODOLOGÍA.....	47
3.2.4 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.....	47
3.2.5 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE LOS SISMOS.....	50
3.2.5.1 PONDERACIÓN FACTORES CONDICIONANTES.....	50
3.2.5.2 PONDERACIÓN FACTOR DESENCADENANTE.....	54
3.2.6 DEFINICIÓN DE ESCENARIO.....	54
3.2.7 NIVELES DE PELIGRO.....	55
3.2.6 MAPA DE PELIGRO POR SISMOS.....	56
3.3 ELEMENTOS EXPUESTOS.....	57
<b>IV. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD</b> .....	<b>58</b>
4.1 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	58
4.1.1 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	58
4.1.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	61
4.2 NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	64
4.3 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	64
4.4 MAPA DE VULNERABILIDAD.....	65

<b>V. CÁLCULO DE RIESGO</b> .....	<b>66</b>
5.1 METODOLOGÍA .....	66
5.2 NIVELES DE RIESGO POR SISMO .....	67
5.3 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR SISMO .....	68
5.4 MAPA DE RIESGO POR SISMO .....	69
5.5 CÁLCULOS DE POSIBLES PÉRDIDAS .....	70
5.6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS .....	71
<b>VI. CONTROL DEL RIESGO</b> .....	<b>72</b>
6.1 ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO POR SISMO .....	72
6.1.1 Valoración de consecuencias .....	72
6.1.2 Valoración de frecuencia.....	72
6.1.3 Nivel de consecuencia y daños.....	72
6.1.4 Aceptabilidad y/o Tolerancia .....	73
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>74</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>77</b>

## INTRODUCCIÓN

El presente Informe de evaluación del riesgo por fenómenos de origen natural, permite analizar el impacto potencial de los fenómenos naturales identificados en el área de influencia en caso de presentarse estos fenómenos dados un determinado escenario de riesgo que se plantea en este estudio.

La ocurrencia de los desastres producto de los fenómenos naturales, es uno de los factores que mayor destrucción causa debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física relacionados con el factor de exposición a estos fenómenos naturales del ser humano 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 predio denominado Asentamiento Humano los Girasoles 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 de los peligros, en el cual se identifican sus áreas de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de sus niveles, representándose en los mapas de peligro.

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

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo por sismo en el predio denominado asentamiento Humano los Girasoles y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad.

En el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo.

Finalmente, se establecen las conclusiones y recomendaciones.

El presente informe trata de determinar y establecer los niveles de riesgo, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo (en función de los umbrales para los peligros identificados), aplicando los procedimientos basados en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, así como de los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres aprobado con Resolución Ministerial \*N°334-2012-PCM del 26 de diciembre del 2012.

## **I. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar los niveles de riesgo por sismo en el Asentamiento Humano Los Girasoles, Sector Pachacútec, Distrito de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao, Región Callao.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

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

### **1.3 IMPORTANCIA**

- Permite adoptar medidas preventivas y de mitigación/reducción de desastres, parámetros fundamentales en la Gestión de los Desastres, a partir de la identificación de peligros de origen natural o inducidos por las actividades del hombre y del análisis de la vulnerabilidad.
- Contribuye en la cuantificación del nivel de daño y los costos sociales y económicos del sistema de agua potable, alcantarillado y de tratamiento de aguas residuales frente a un peligro potencial.
- Proporciona una base para la planificación de las medidas de prevención específica, reduciendo la vulnerabilidad.
- Constituye un elemento de juicio fundamental para el diseño y adopción de medidas de prevención específica, como la preparación/educación de la población para una respuesta adecuada durante una emergencia y crear una cultura de prevención.
- Permite racionalizar los potenciales humanos y los recursos financieros, en la prevención y atención de los desastres.
- Constituye una garantía para la inversión en los casos de proyectos específicos de desarrollo.

## 1.4 ANTECEDENTES

### ANTECEDENTES DE SISMOS

Lima Metropolitana y el Callao muestran un índice alto de pérdidas asociadas a sismos en el periodo reciente, como lo muestran los registros históricos desde el siglo XVI (IGP, 2005). Debido a la cercanía de las costas del Perú a la zona de subducción, es decir a causa de la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana.

Lima y el Callao han soportado a lo largo de su historia eventos naturales desastrosos como terremotos y tsunamis. Los más importantes fueron los terremotos de 1586, 1609, 1655, 1687, 1746, 1940, 1966 y 1974, que causaron pánico y destrucción de viviendas e infraestructura, especialmente en zonas donde las condiciones geológicas son menos favorables y donde viven las poblaciones más pobres y por ende más vulnerables (Ver anexo 1).

Con el terremoto y tsunami del 28 de octubre de 1746 dejó en pie solamente 25 viviendas de las dos mil existentes y causó 4800 muertos (aproximadamente el 80% de la población), así mismo, quedaron varados y destruidos 19 barcos (Atlas regional del Perú, Tomo 14: Lima y Callao, 2004).

En el caso de Lima Metropolitana y el Callao se han registrado evidencias de licuefacción de suelos durante la generación de los sismos de octubre de 1746, mayo de 1940, octubre de 1966 y octubre de 1974 (IGP, 2005). Algunos sectores susceptibles a licuefacción son Lomo de Corvina en Villa El Salvador, algunos de La Molina y donde haya depósitos antropógenos mal compactados.

La concepción del presente estudio, es identificar este tipo de amenazas, medir el grado de vulnerabilidad de la población y las infraestructuras existentes, y presentar el posible escenario de riesgo con los respectivos niveles.

## 1.5 MARCO NORMATIVO

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- 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° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- 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° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

## II. CARACTERÍSTICAS GENERALES

### 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El predio del Asentamiento Humano los Girasoles del Proyecto Especial Ciudad Pachacútec se encuentra ubicado en el extremo sur del distrito de Ventanilla (Lima), en la provincia del Callao y de la provincia Constitucional del Callao (Región Callao). Según el siguiente detalle:

#### UBICACIÓN POLÍTICA:

<b>Predio</b>	:	Asentamiento Humano los Girasoles.
<b>DISTRITO</b>	:	Callao
<b>PROVINCIA</b>	:	Callao
<b>REGIÓN</b>	:	Callao

#### EXTENSIÓN

El predio del asentamiento humano los girasoles del Proyecto Especial Ciudad Pachacútec, tiene una extensión de 7160 Hectáreas aproximadamente.

#### COORDENADAS UTM

El predio del asentamiento humano los girasoles del Proyecto Especial Ciudad Pachacútec, se encuentra comprendido entre las siguientes coordenadas UTM :

**Oeste** : 8689800 m

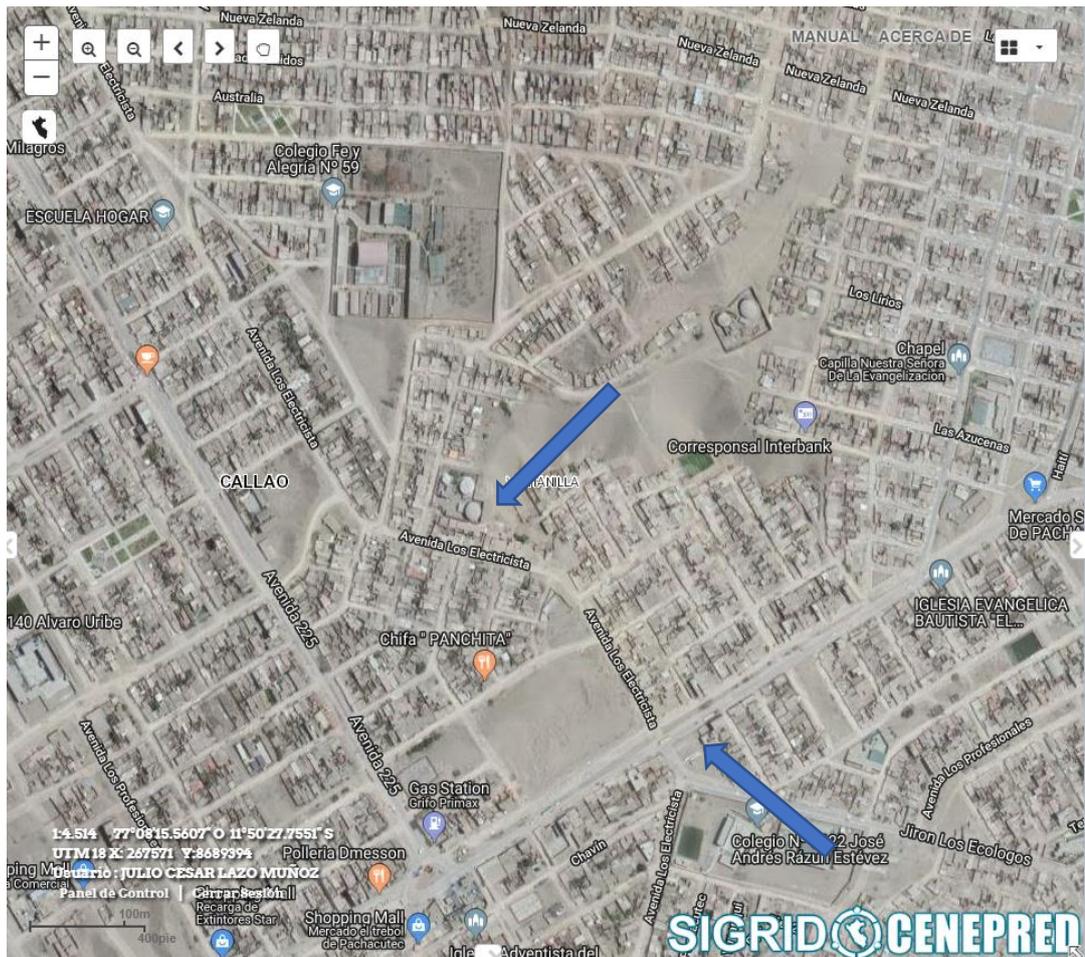
**Norte** : 267.600 m

### 2.2 VIAS DE ACCESO

Las principales vías de acceso al predio del asentamiento humano los Girasoles del Proyecto Especial Ciudad Pachacútec son los siguientes:

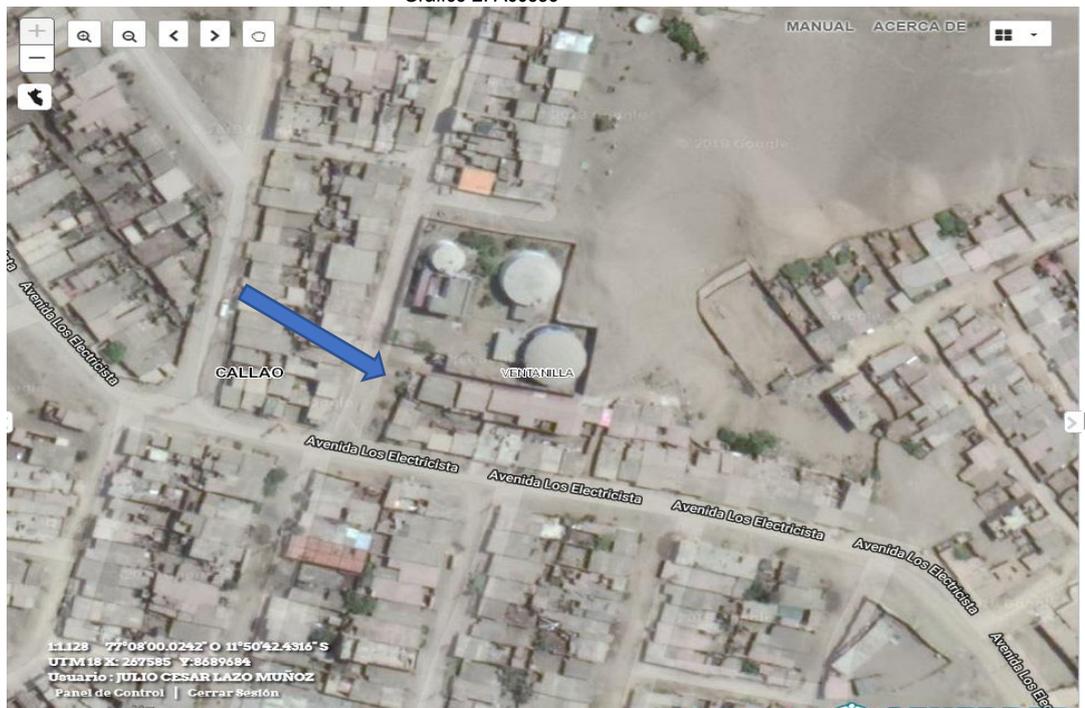
1. Av. Principal Pedro Beltrán (para personas que vienen del distrito de Ventanilla – Ciudad de Pachacútec).
2. Av. Los Electricistas tomando Jr. Los ecológicos y Pasaje Las Palmeras

Gráfico 1. Acceso al Asentamiento Humano los Girasoles



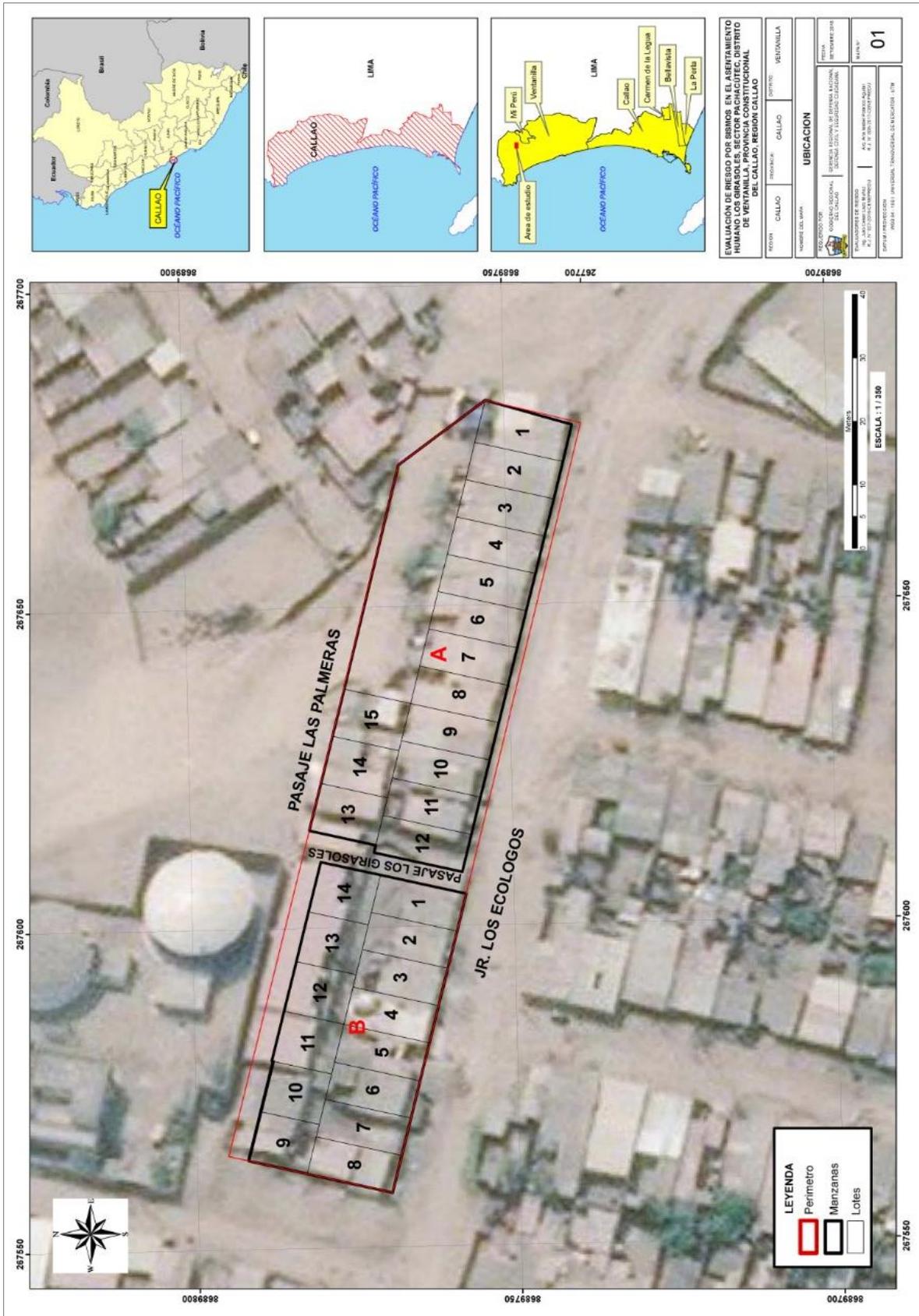
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Acceso



Fuente: Elaboración propia

MAPA 1 - MAPA DE UBICACIÓN



Fuente: Elaboración propia

## 2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

### 2.3.1 POBLACIÓN

#### A. POBLACIÓN SEGÚN SEXO

La Población del Asentamiento Humano Los Girasoles, según la encuesta de Vulnerabilidad realizada por Elaboración propia se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1. Población del Predio del Asentamiento Humano los Girasoles, según sexo

Sexo	Población total	%
Hombres	56	56.00
Mujeres	44	44.00
Total de población	100	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Población del Predio del Asentamiento Humano los Girasoles, según sexo



Fuente: Elaboración propia

#### B. POBLACIÓN SEGÚN GRUPO DE EDADES

La población del Predio del Asentamiento Humano los Girasoles, por tener una población del 37% con edades de 30 a 44 años.

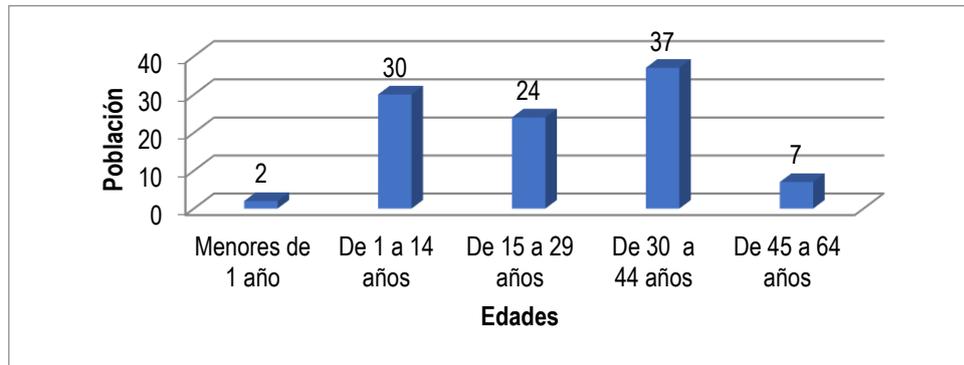
En la siguiente tabla, se muestra a la población según grupo etario.

Tabla 2. Población según Grupo de Edades

Edades	Cantidad	%
Menores de 1 año	2	2.00
De 1 a 14 años	30	30.00
De 15 a 29 años	24	24.00
De 30 a 44 años	37	37.00
De 45 a 64 años	7	7.00
Total de población	100	100.00

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Población según Grupo de Edades



Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2 VIVIENDA

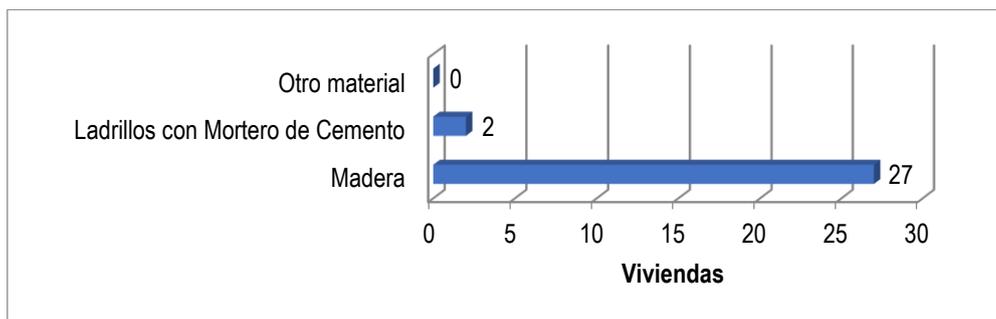
Realizadas las acciones de campo, se realizó una encuesta de vulnerabilidad a nivel de lote, de las cuales se detallan que el Asentamiento Humano Los Girasoles, Cuenta con 29 viviendas, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3. Material predominante de paredes

Material de Paredes	Viviendas	%
Madera	27	93.10
Ladrillos con Mortero de Cemento	2	6.90
Otro material	0	0.00
<b>Total de viviendas</b>	<b>29</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Material predominante de paredes



Fuente: Elaboración propia.

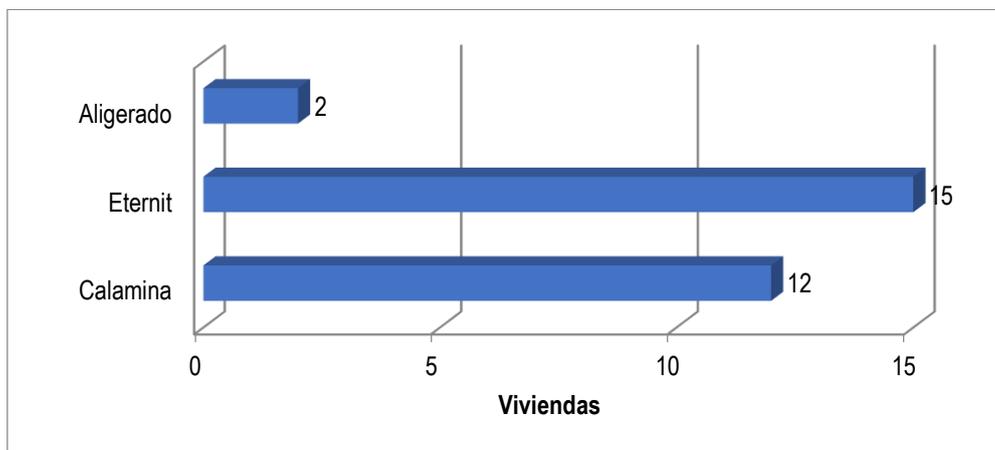
El material predominante de techos con el porcentaje más significativo del 51.72% con 15 viviendas tienen como techo Eternit, seguidamente con el 41.38% con 12 viviendas que tienen como material predominante de plancha de calamina y finalmente, en menores porcentajes del 6.90% se encuentra las viviendas que tienen como techos aligerados.

Tabla 4. Material predominante de techos

Material de Techos	Viviendas	%
Plancha de Calamina	12	41.38
Eternit	15	51.72
Aligerado	2	6.90
Total de viviendas	29	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4. Material predominante de techos



Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3 AGUA POTABLE

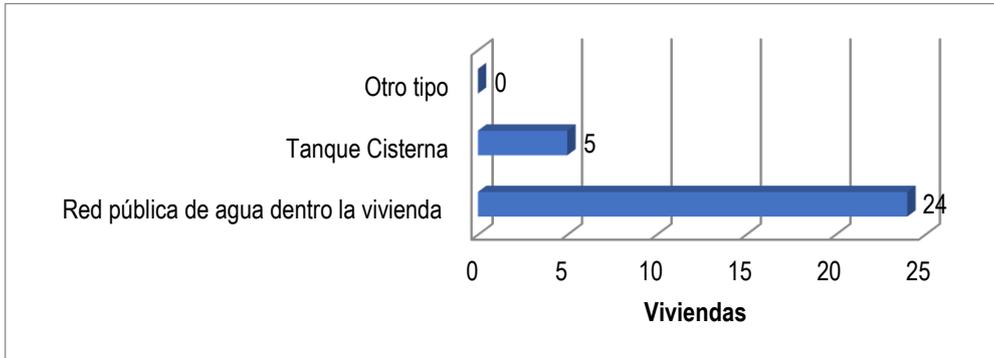
EL agua potable, desagüe, alumbrado seguro salud, y todo lo referido a características de la población, se realizó una encuesta de vulnerabilidad a nivel de lote, de las cuales se detallan que el Asentamiento Humano Los Girasoles.

Tabla 5. Abastecimiento de agua en viviendas

Viviendas con abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública de agua dentro la vivienda	24	82.76
Tanque Cisterna	5	17.24
Otro tipo	0	0.00
Total de viviendas	29	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Abastecimiento de agua en viviendas



Fuente: Elaboración propia

### 2.3.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS

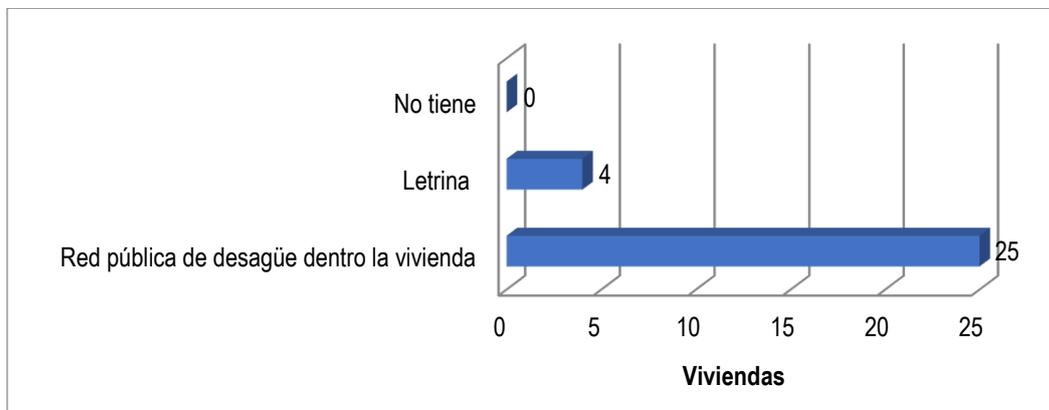
En cuanto a los servicios higiénicos en el predio del asentamiento humano los girasoles de acuerdo a nuestro censo, el 86.21% de las viviendas utiliza Red Pública de desagüe dentro de la vivienda y el 13.79% utilizan letrina como servicios higiénicos.

Tabla 6. Disponibilidad de Servicios Higiénicos

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe dentro la vivienda	25	86.21
Letrina	4	13.79
No tiene	0	0.00
<b>Total de viviendas</b>	<b>29</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Disponibilidad de Servicios Higiénicos



Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.5 TIPO DE ALUMBRADO

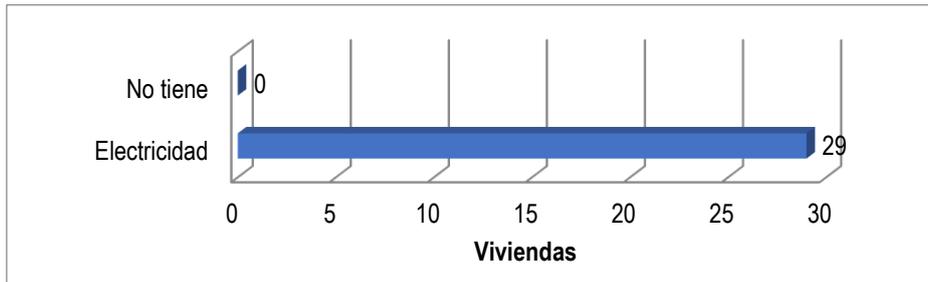
De acuerdo con la tabla 8, en el predio del asentamiento humano los Girasoles el 100% de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica.

Tabla 7. Tipo de Alumbrado

Tipo de Alumbrado	Cantidad	%
Electricidad	29	100.00
No tiene	0	0.00
<b>Total, de viviendas</b>	<b>29</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7. Tipo de Alumbrado



Fuente: Elaboración propia

### 2.3.6 SALUD

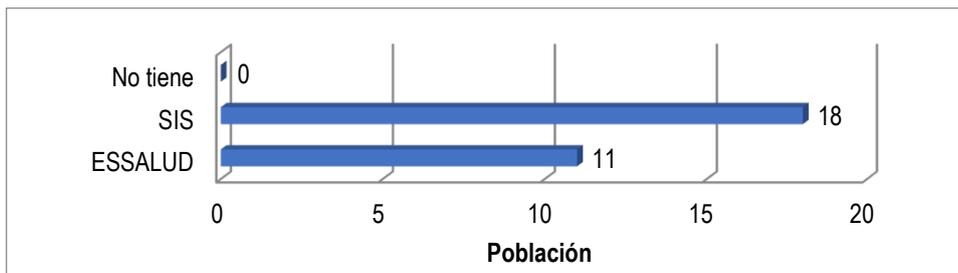
De acuerdo a los datos e información Elaboración propia en cuanto al tipo de seguro de la población del predio del asentamiento humano los girasoles, el 62.07% tiene seguro de salud por SIS y el 37.93 % por ESSALUD.

Tabla 8. Tipo de seguro de salud de la Población

Seguro de Salud	Población	%
ESSALUD	11	37.93
SIS	18	62.07
No tiene	0	0.00
<b>Total de población</b>	<b>29</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8. Tipo de seguro de salud de la Población



## **2.4 CONDICIONES GEOLÓGICAS**

El predio del Asentamiento Humano Los Girasoles, se encuentran ubicado geológicamente entre los Depósitos Aluviales (Qp-al), los cuales cubren en gran parte toda el área de estudio en forma de mantos o cubiertas delgadas de arena . (INGEMMET, boletín N° A-43- Geología de los Cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica- 1992).

### **FORMACIÓN PUENTE INGA (Ki-pi)**

Sobreyace concordantemente a los volcánicos de Santa Rosa e infrayace a la formación Ventanilla.

Se caracteriza por presentar horizontes lenticulares de lutitas tobáceas blandas, muy fosilíferas, finamente estratificadas, fácilmente visibles en láminas delgadas, suaves al tacto y pigmentadas por oxidaciones limoníticas, que se intercalan con derrames volcánicos.

### **VOLCÁNICO ANCÓN (Ki-va)**

Unidad geológica que aflora al oeste del área de estudio, Palacios et al. (1993) mencionó que el volcánico Ancón es un equivalente lateral de las formaciones Puente Inga y Ventanilla. Refiriéndose como volcánico Ancón a la secuencia volcánica que aflora en los alrededores de los balnearios de los Girasoles y Ancón. La parte inferior del volcánico 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 las rocas predominantes, de color gris verdoso a claro, constituidos por fragmentos líticos de andesitas subangulosos, que alcanzan diámetros hasta de 8 cm. Envueltos en una matriz microporfírica; observándose a la lupa (fragmentos), plagioclasas y minerales máficos que reaccionan al ácido. Intemperizan en bloques nodulares de hasta un metro de diámetro, dando un suelo gris amarillento en lomas onduladas. La edad del Volcánico Ancón es Berriasiana, siendo el equivalente lateral de las Formaciones Puente Inga y Ventanilla.

### **DEPÓSITOS ALUVIALES (Qp-al)**

Estos depósitos están constituidos por materiales acarreados por los ríos que bajan de la vertiente occidental andina cortando a las rocas terciarias, mesozoicas y Batolito Costanero, tapizando el piso de los valles, habiéndose depositado una parte en el trayecto y gran parte a lo largo y ancho de sus abanicos aluviales, dentro de ellos tenemos: aluviales pleistocénicos (más antiguos) y aluviales recientes.

## DEPÓSITOS EÓLICOS (Qr-e)

Estos tipos de depósitos se encuentran emplazados en casi todas las proximidades de la costa, ingresando a diferentes distancias tierra adentro, siguiendo la topografía local y la dirección preferencial de los vientos.

Dichos depósitos están acumulados tanto sobre rocas in situ como en llanuras aluviales, pero tienden a alcanzar su mayor grosor en los taludes y en los lugares donde se presentan ligeros desniveles.

Los materiales eólicos tienen su procedencia en las arenas de playa formadas por la acción de las olas o de los sedimentos llevados al mar por los ríos y distribuidos por las corrientes marginales a lo largo del litoral.

La arena es transportada continuamente tierra adentro por los vientos predominantes alcanzando en tierra firme una penetración máxima de 13 Kms.

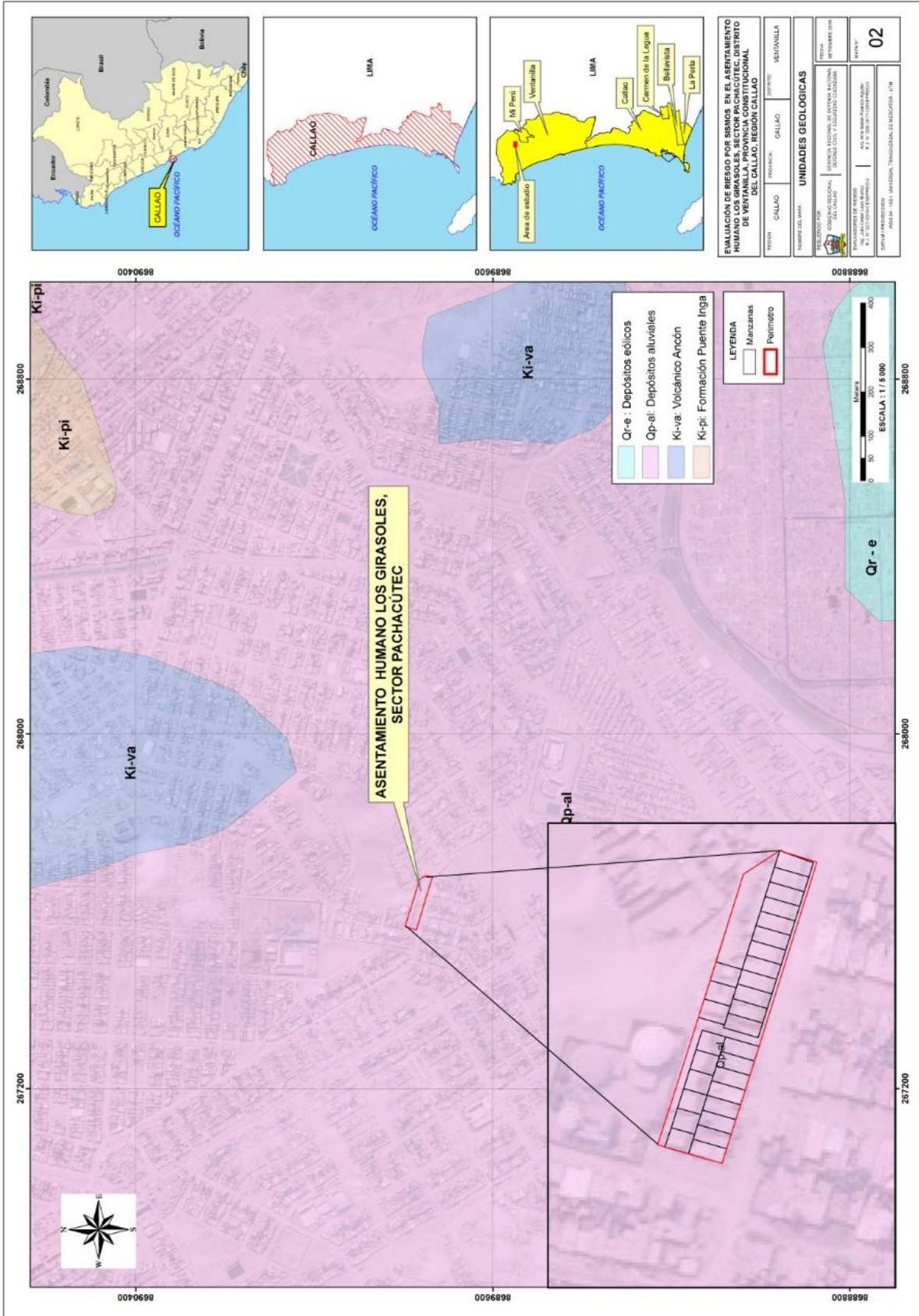
Las arenas eólicas se distribuyen en forma de mantos o cubiertas delgadas, en forma de dunas longitudinales y barcanes, en los que es común observar procesos de fusión de pequeños médanos para formar barcanes grandes.

Gráfico 9. Depósitos eólicos en laderas de colinas



Fuente: Elaboración propia

MAPA 2 - MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS



Fuente: Elaboración propia, Adaptado del INGEMMET.

## 2.5 CONDICIONES GEOMORFOLÓGICAS

El área de estudio donde se ubica el predio del asentamiento humano los Girasoles del Proyecto Especial Ciudad Pachacútec, se encuentran entre las unidades geomorfológicas de colinas bajas, lomadas y planicies onduladas, las cuales están cubiertas en gran parte por depósitos eólicos.

### PLANICIES ONDULADAS CON COBERTURA EOLICAS

Unidad geomorfológica que abarca la parte media del área de estudio, está comprendida entre las colinas y lomadas. Constituyen amplias superficies ligeramente onduladas de muy poca pendiente que están cubiertas por depósitos eólicos, consistente en arenas muy finas, las que han sido trasladados hasta la formación geomorfológica por acción del viento.

Gráfico 10 - Vista de planicies onduladas



Fuente: Elaboración propia

### COLINAS BAJAS

Son relieves moderadamente accidentados de fuerte pendiente y poca altura. Las pendientes mayormente están comprendidas entre 25° y 45° y por lo general, la altura de las elevaciones topográficas no es mayor a 100 m sobre el nivel de las llanuras circundantes.

Las colinas del área corresponden principalmente a rocas volcánicas de la unidad Volcánico Ancón el cual está cubierto por depósitos eólicos. Por lo general las colinas tienen una cobertura de arenas eólicas y mantos de intemperismo de varios decímetros a varios metros de espesor, que tiende a reducir las pendientes de las colinas y enmascarar los accidentes rocosos.

Gráfico 11 - Vista de colinas, en sus laderas se asientan viviendas



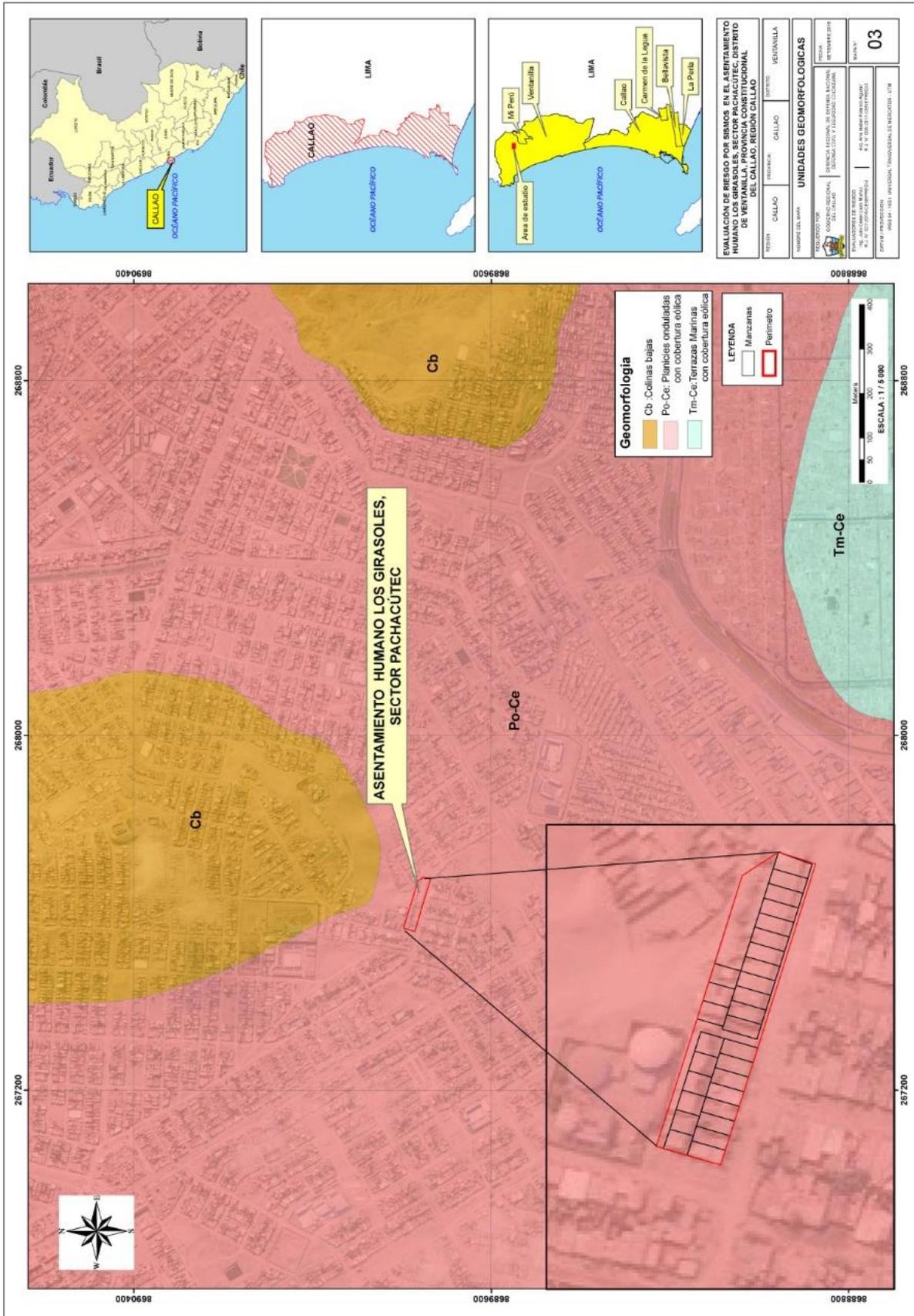
Fuente: Elaboración propia

### **TERRAZAS MARINAS CON COBERTURA EOLICA**

Son relieves ligeramente accidentados de mediana pendiente y de poca altura. Las pendientes mayormente están comprendidas entre  $15^\circ$  y  $25^\circ$  y por lo general, la altura de las elevaciones topográficas no es mayor a 50 m sobre el nivel de las llanuras circundantes.

Las lomadas presentan una topografía subordinada a la litología de las unidades geológicas y a la cobertura eólica que las cubren.

MAPA 3 - MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

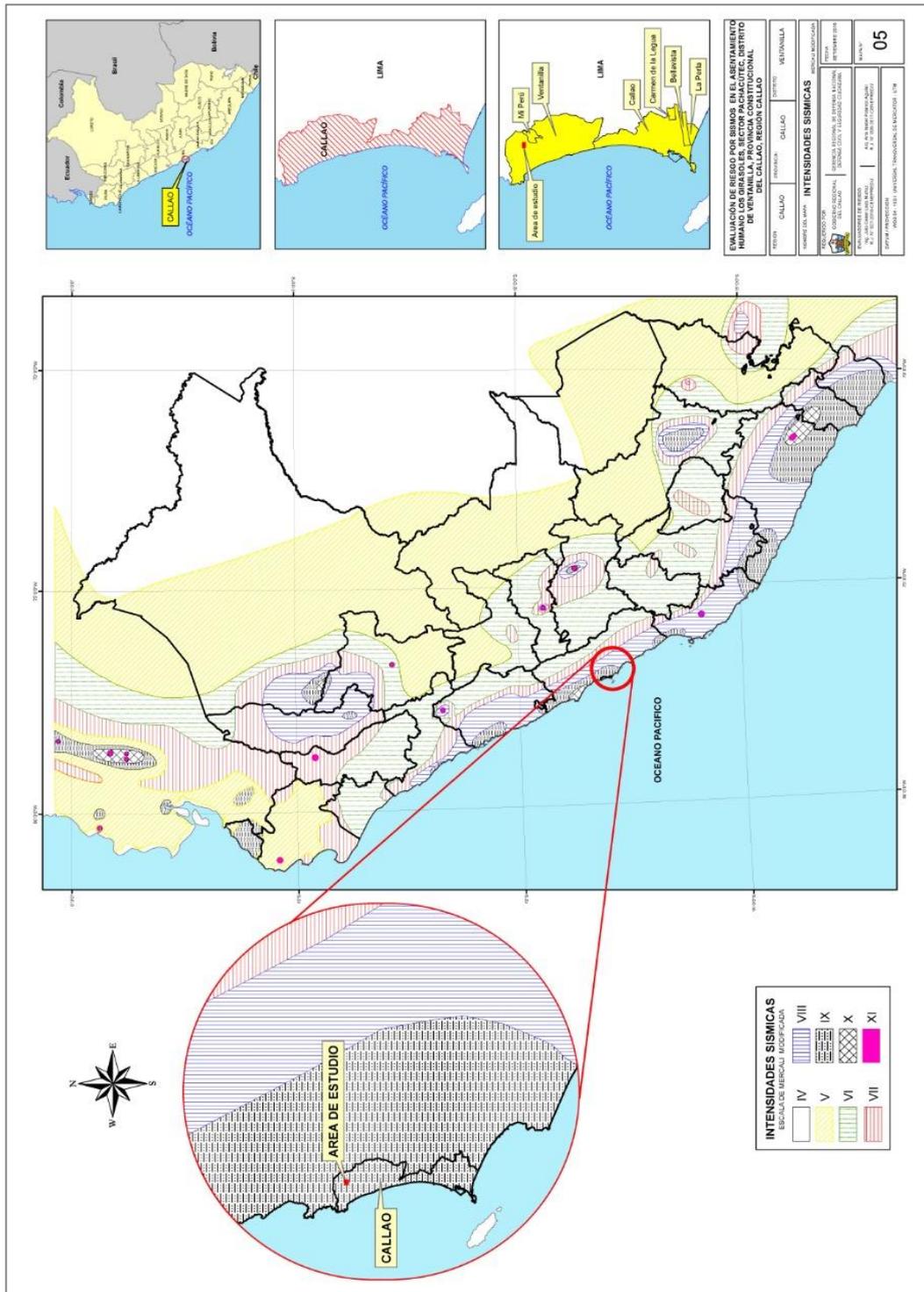


Fuente: Elaboración propia, Adaptado del ZEE – CALLAO e INGEMMET

## 2.6 CONDICIONES DE INTENSIDADES SISMICAS

Según el estudio “Distribución de Máximas Intensidades sísmicas observadas en el Perú” realizado por la UNI como parte del proyecto SISRA– CERESIS (Centro Regional de Sismología para América del Sur), en el cual se han representado los contornos de intensidades máximas y puntos de valores extremos o valores máximos de intensidades sísmicas cuyas isosistas no se conocen. Este mapa tiene una similitud con el mapa de Zonificación sísmica del Perú de las normas de diseño sismo-resistente.

MAPA 4 - MAPA DE INTENSIDADES SÍSMICAS



Fuente: Elaboración propia, Adaptado “Distribución de Máximas Intensidades sísmicas observadas en el Perú” UNI CERESIS

## 2.7 PENDIENTES DE TERRENO

El ámbito de estudio presenta una superficie que va desde terrenos llanos o inclinados con pendiente suave, terrenos con pendiente moderada y terrenos con pendiente fuerte, según los rangos establecidos a continuación.

	0° a 5°	Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave
	5° a 10°	Pendiente moderada
	10° a 20°	Pendiente fuerte
	20° a 45°	Pendiente muy fuerte
	>45°	Pendiente muy escarpada

El ámbito de estudio no presenta pendientes muy escarpadas ( $> 45^\circ$ ). Tal como se observa en las siguientes vistas y en el mapa de pendientes elaborado.

Pendiente de Terrenos llanos y/o  
inclinados con pendiente suave en  
manzana B

(0° a 5°)



Pendiente moderada en manzana A

(5° a 10°)



Pendiente fuerte en manzana A y B

(10° a 20°)





## 2.8 CLIMA

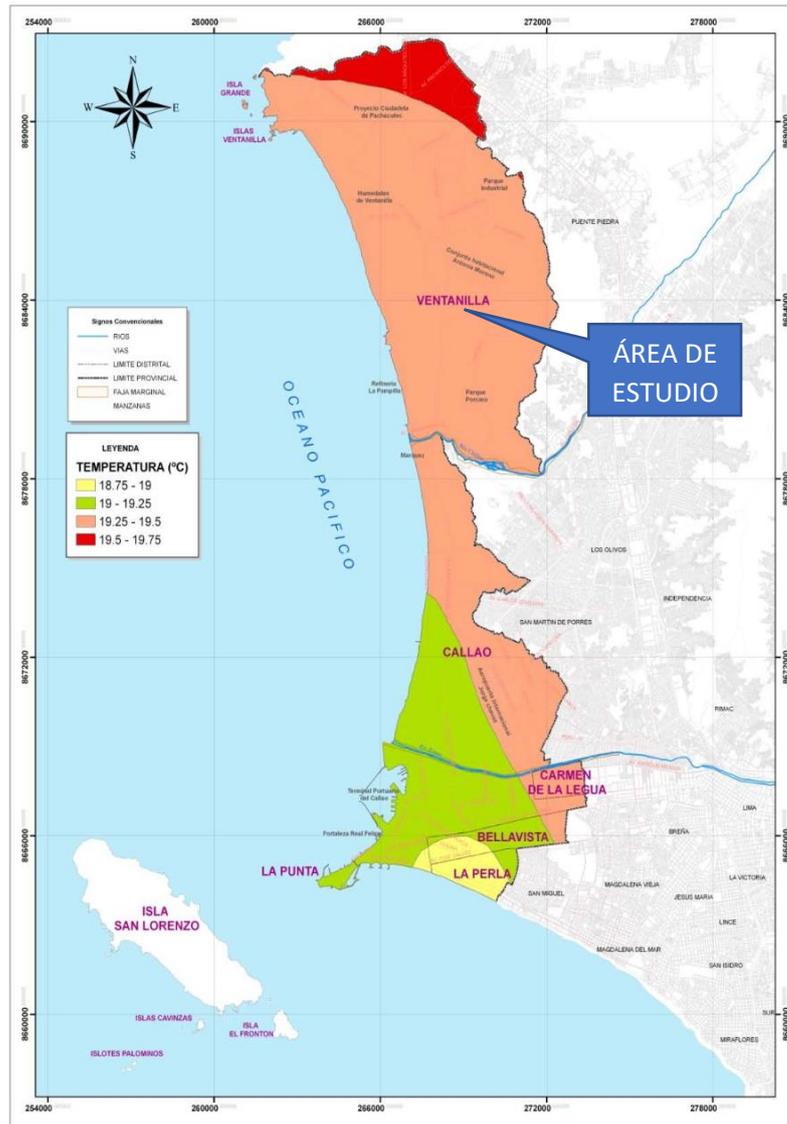
En base al Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 1988), desarrollado a través del Sistema de Clasificación de Climas de Warren Thornthwaite, la zona de estudio, se caracteriza por ser una zona desértica semicálida, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, y con humedad relativa calificada como húmeda (E(d) B'1 H3).

### 2.8.1 Temperatura

La temperatura máxima normal anual varía entre 20-24°C, mientras que la temperatura mínima para la estación de invierno es de 12°C y 16°C.

La precipitación promedio en el sector, de acuerdo al mapa de precipitación anual para un periodo lluvioso (septiembre-mayo) elaborado por SENAMHI es menor a 200 mm. Valor similar para el periodo de precipitación acumulado para el evento “El Niño” 1997/98 (SENAMHI 2003). Los valores mínimos están cercanos al litoral y cubre parte de los distritos de La Punta, La Perla, Bellavista y Callao zona Sur (antes del río Rímac) y van en aumento a medida que nos acercamos a la zona Este en Carmen de la Legua – Reynoso, finalmente en la zona Norte del Callao en Ventanilla (parte del predio del asentamiento humano los Girasoles) hasta cubrir el máximo.

MAPA 6. MAPA DE TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL



Fuente: ZEE – CALLAO 201 1

### III. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

#### 3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

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

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

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

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

Gráfico 12 - Clasificación de los Peligros



Fuente: CENEPRED

Esta clasificación ha permitido ordenar los fenómenos de origen natural en tres grupos, la clasificación indicada:

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

Debido a la ubicación del Perú, en el Cinturón de Fuego del Pacífico (zona altamente sísmica), se evaluará el nivel de peligrosidad por sismo.

En síntesis:

**PELIGRO** : SISMOS  
**TIPO** : PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL  
**ORIGEN** : GEODINÁMICA INTERNA

## 3.2 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGRO POR SISMOS

### 3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISMOS

La ubicación geográfica del Perú, dentro del contexto geotectónico mundial “Cinturón de Fuego Circun-Pacífico” y la existencia de la placa tectónica de Nazca, que se introduce por debajo de la Placa Sudamericana; permiten a nuestro país ubicarlo en la región con un alto índice de sismicidad, esto se demuestra por los continuos movimientos telúricos producidos en la actualidad y los registros catastróficos ocurridos en la historia.

El proceso de convergencia y subducción de la placa de Nazca (oceánica) por debajo de la Sudamericana (continental) con velocidades promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999), se desarrolla en el borde occidental del Perú.

Este proceso da origen a sismos de diversas magnitudes y focos, ubicados a diferentes profundidades, todos asociados a la fricción de ambas placas (oceánica y continental), a la deformación de la corteza a niveles superficiales y a la deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera.

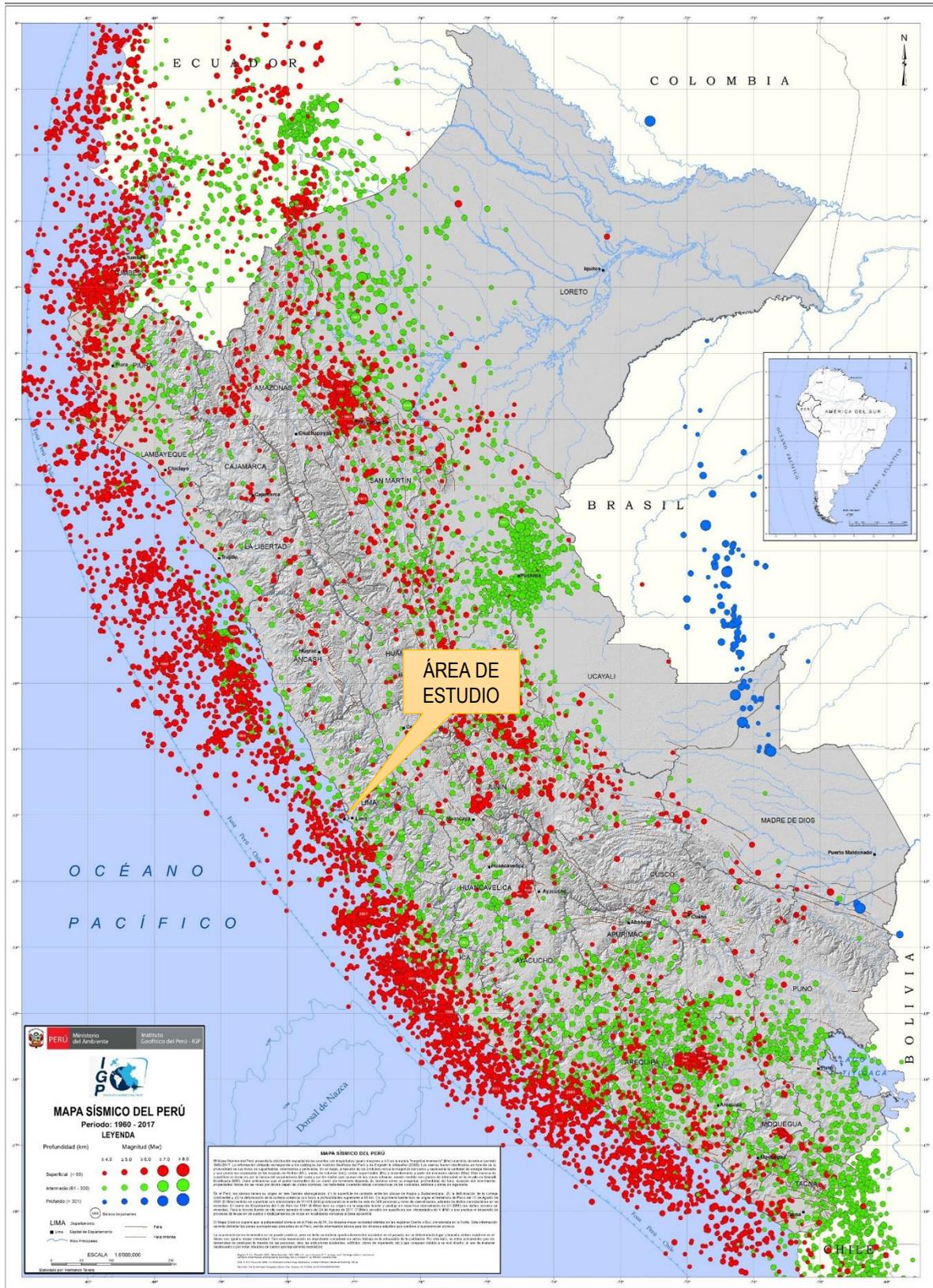
La distribución espacial de esta sismicidad ha permitido definir la existencia de tres principales fuentes sismogénicas (Gráfico 21):

- La superficie de fricción entre las placas de Nazca y Sudamericana, presente en el borde occidental del Perú (entre la fosa y la línea de costa), da origen a los sismos más importantes, en cuanto a su magnitud ( $M_w > 8.0$ ) e intensidad de sacudimiento del suelo. Muchos de estos eventos fueron acompañados de tsunamis que incrementaron el daño, principalmente en zonas costeras.

Los recientes sismos de Arequipa del 2001 y Pisco 2007, produjeron importantes niveles de sacudimiento del suelo, llegándose a medir aceleraciones del orden de 0.4 g, lo suficiente para producir daños en viviendas frágiles o ubicadas en suelos inestables. Estos sismos produjeron tsunamis con olas de hasta 8 metros que llegaron a la costa en tiempo aproximado de 15 minutos.

- La segunda fuente, considera la deformación de la corteza continental con la presencia de fallas geológicas de diversas geometrías y dimensiones. Esta fuente da origen a eventos sísmicos con magnitudes de hasta 6.5  $M_w$ , produciendo daños en áreas reducidas, pero con importantes niveles de sacudimiento del suelo. Eventos recientes son los ocurridos en 1990 y 1991 (6.5  $M_w$ ) en la región del Alto Mayo (San Martín), acompañados de deslizamiento e importantes procesos de licuación de suelos.
- La tercera fuente, agrupa a los sismos que se producen por la deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la cordillera de los Andes, a niveles de profundidad del orden de 100 km a más. Esta fuente da origen a eventos sísmicos con magnitudes hasta de 7.0  $M_w$  y en general, producen procesos de licuación de suelos en valles de las zonas andinas y subandinas. Por ejemplo, el evento ocurrido en el año 2005 (7.0  $M_w$ ) en Yurimaguas (Loreto).

Gráfico 13. Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 y 2017



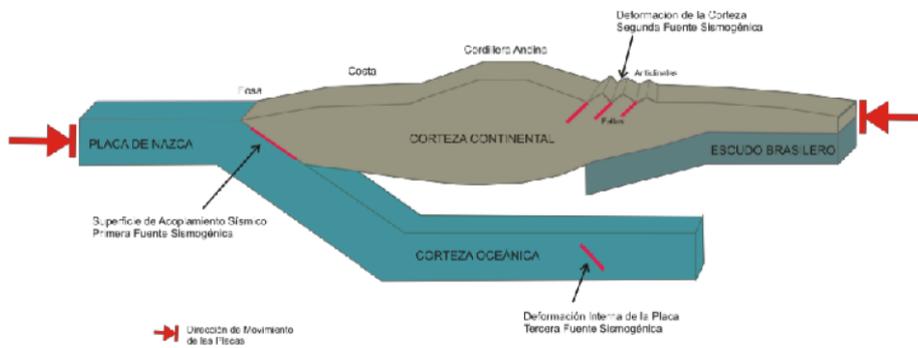
Fuente: IGP 2017

El gráfico 13 Mapa Sísmico del Perú muestra los sismos ocurridos para el periodo 1960 y 2017. La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos, con número inscrito en su interior, indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos (Tavera 2017).

El gráfico 14 muestra un esquema tectónico para las regiones norte-centro del Perú y que explica la interacción de las principales unidades geodinámicas que participan en la continua deformación del territorio peruano.

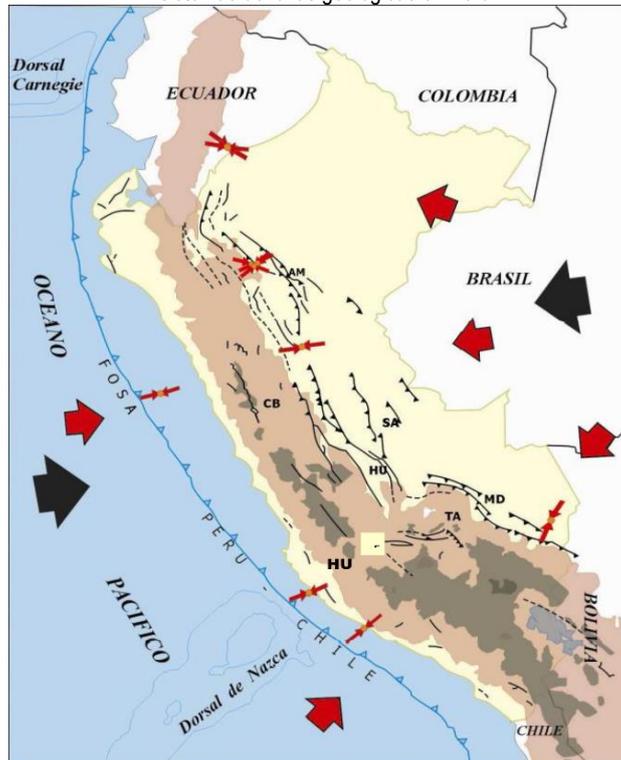
La colisión de las placas Nazca y Sudamericana produce el levantamiento de la cordillera y la ocurrencia de sismos de variada magnitud en la superficie de acoplamiento sísmico. En las regiones norte-centro, el escudo brasilero produce el plegamiento de las capas superficiales para formar anticlinales y fallas geológicas (Gráfico 23).

Gráfico 14. Esquema que muestra la geometría de la subducción y la ubicación de las principales fuentes sísmogénicas en la parte norte - centro del Perú.



Fuente: IGP 2014

Gráfico 15. Esquema sismotectónico en superficie y distribución de los principales sistemas de fallas geológicas en Perú



Fuente: IGP 2014

El gráfico 15: Esquema sismotectónico en superficie y distribución de los principales sistemas de fallas geológicas en Perú. Las flechas rojas pequeñas y grandes indican la dirección de la deformación local y regional. Las flechas negras corresponden a la dirección de convergencia de placas (Nazca y Sudamericana). AM, sistema de fallas del Alto Mayo; CB, sistema de fallas de la Cordillera Blanca; SA, sistema de fallas de Satipo; HU, sistema de fallas del Huaytapallana; MD, sistema de fallas de Madre de Dios y TA, sistema de fallas de Tambomachay.

### **Distribución espacial de los sismos**

Cuando se analiza en detalle la distribución espacial de la sismicidad en el Perú, se debe dar mayor atención a los sismos de foco superficial, debido a que ellos, por ocurrir cerca de la superficie, representan ser de mayor peligro para las áreas pobladas. En el caso del Perú, toda la zona costera y en el interior del continente, principalmente la zona subandina.

Según la historia sísmica del Perú, los sismos que han causado mayores daños en superficie, presentaron magnitudes aproximadas mayores a 7.0 Mw y niveles de sacudimiento superiores a intensidades VII (MM).

De estos sismos, los más importantes, en cuanto a daños producidos en superficie, fueron los de 1586 y 1746 que causaron la destrucción en la ciudad de Lima, principal ciudad de Sudamérica.

En la región sur del Perú los eventos de 1604 y 1868 también produjeron daños cuantiosos en las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna y Arica (Chile).

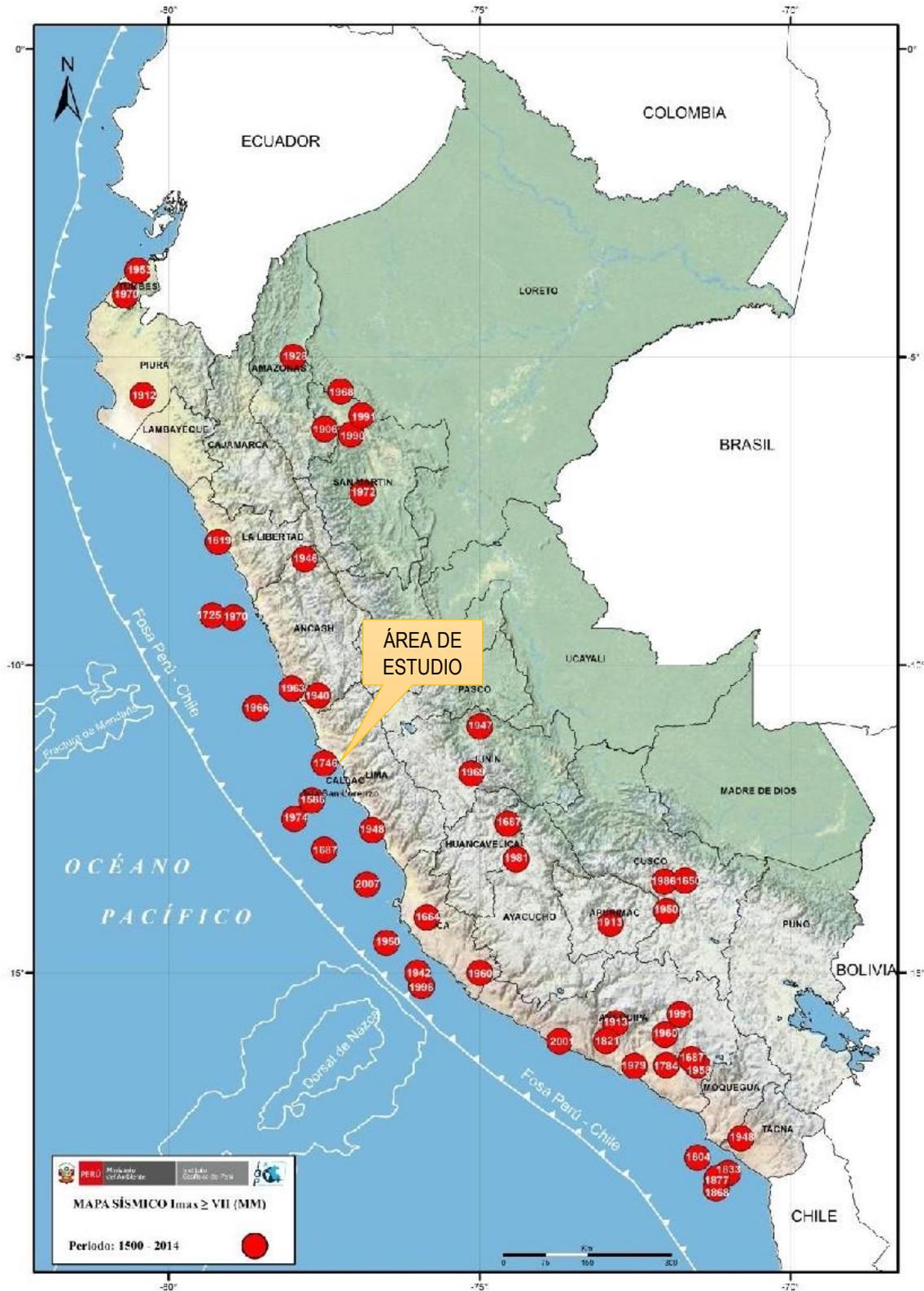
En la región norte, el único sismo grande en magnitud parece ser el ocurrido en el año 1619 que produjo importante daño en la ciudad de Trujillo, además de otro ocurrido en el año 1912 que afectó a la ciudad de Piura y daños hasta un radio de 200 km.

En los gráficos 24 y 25 se muestran mapas de distribución espacial de los sismos históricos de mayor magnitud ocurridos en Perú y en toda la zona de subducción de la placa de Nazca respectivamente. Observándose en el primero que el 70% del total de eventos presentan sus epicentros frente a la zona costera, todos asociados al proceso de subducción de la placa de Nazca por debajo de la Sudamericana.

Estos eventos, en mayor número, se encuentran en las regiones centro y sur, mostrando que ambas regiones presentan mayor riesgo. La región norte, la casi ausencia de sismicidad, sugiere que la misma requiere de mayores periodos de acumulación de energía.

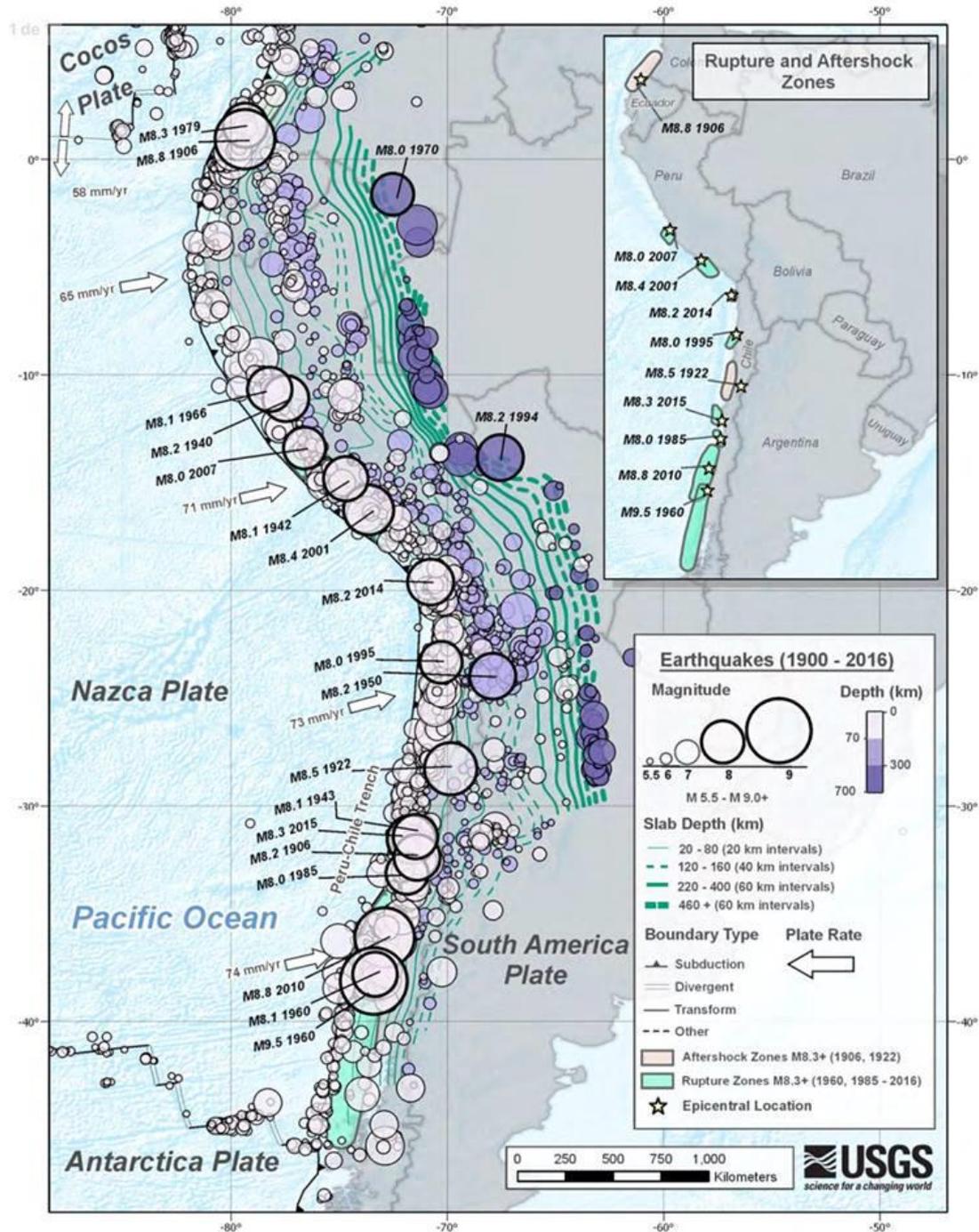
En el interior del continente, todos los sismos están asociados a la formación y reactivación de fallas geológicas presentes a lo largo de la zona andina y subandina. El tamaño del sismo dependerá de la longitud de la falla.

Gráfico 16. Mapa epicentral de grandes sismos históricos ocurridos en Perú, periodo 1500 a 2014



Fuente: IGP 2014

Gráfico 17. Principales Sismos ocurridos entre 1900 y 2016 en la zona de subducción de la placa de nazca



Fuente: USGS - 2016

### Las Isoaceleraciones

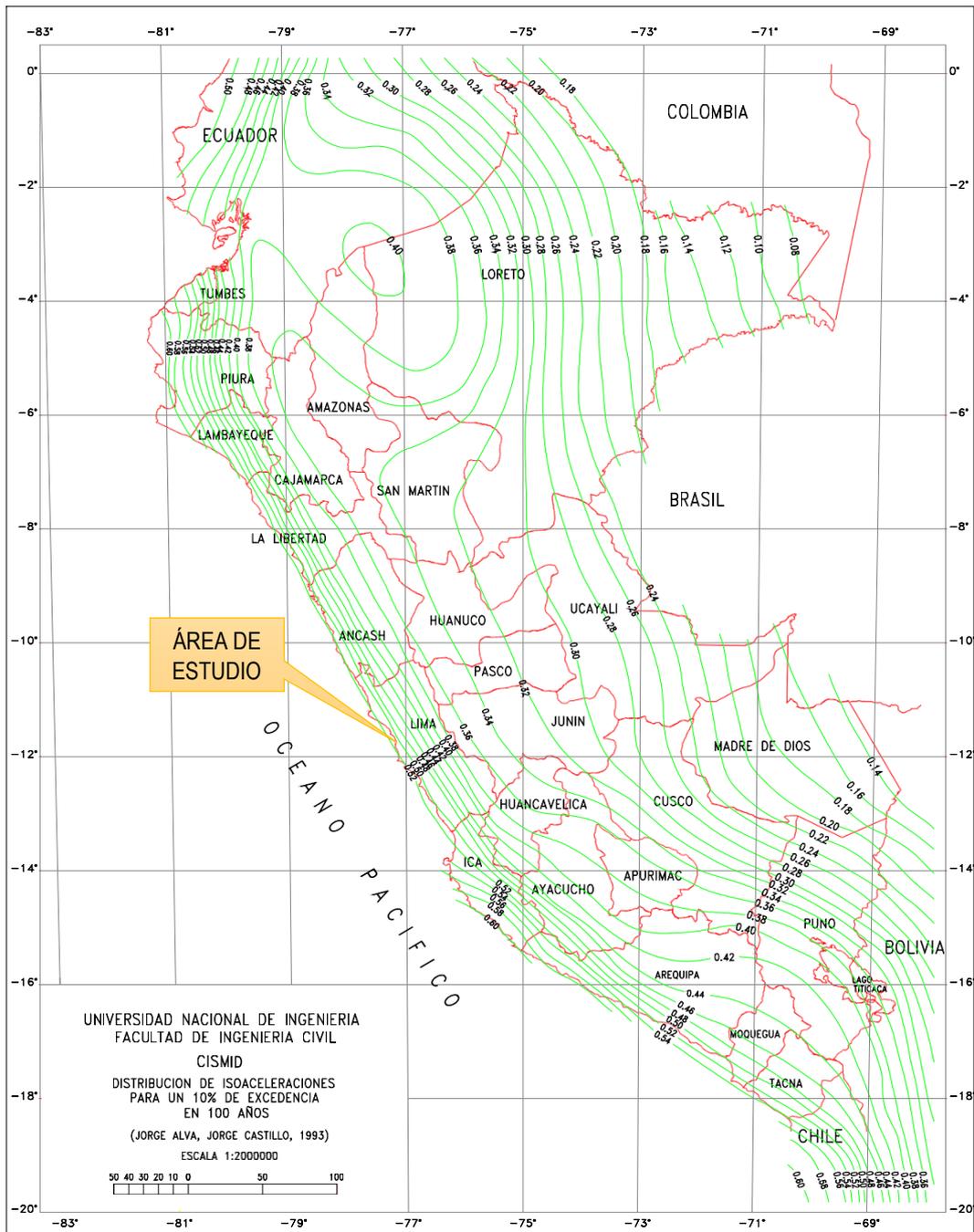
Corresponden a las máximas horizontales del suelo o PGA para el periodo de 100 años con un 10% de probabilidad de excedencia se muestran en el gráfico 17. En general, las curvas de isoaceleraciones siguen las mismas tendencias observadas en estudios realizados por Castillo y Alva (1993) y Gamarra y Aguilar (2009), siendo sus características más resaltantes las siguientes:

- Las curvas de iso-aceleraciones máximas se distribuyen paralelas a la línea de costa coincidiendo con la dirección en la cual se produce el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana.

- Los valores de aceleración disminuyen paulatinamente conforme se tiende hacia el interior del país.
- Los valores de aceleración, próximos a la línea de costa, son menores en la región norte para incrementarse hacia la región sur, coherente con las zonas de mayor ocurrencia de sismos, tanto en frecuencia como de los grandes sismos ocurridos en el pasado.
- Los valores de aceleraciones máximas deben ser considerados como valores medios esperados en suelo firme (PGA), sin considerar los efectos de sitio y la interacción suelo-estructura.

Para efectos de la evaluación del riesgo por sismo se ha considerado los valores del mapa de isoaceleraciones para un 10% de excedencia en 100 años.

Gráfico 18. Mapa de distribución de Isoaceleraciones para un 10% de excedencia en 100 años



Fuente: CISMID

### **Intensidades máximas**

A la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud, los suelos son sacudidos con diferentes niveles de intensidad, dependiendo básicamente de su constitución física y geológica, causantes de la amplificación de ondas en diferente nivel. Suelos poco o nada compactos producen mayor amplificación de las ondas sísmicas y, por ende, el suelo se sacude con mayor intensidad, produciendo daños en viviendas y cambios geomorfológicos en superficie con la ocurrencia de deslizamientos de tierra y piedras y/o procesos de licuación de suelos.

Este escenario no se presenta o es menor en suelos rocos y/o compactos. Desde los inicios de la sismología, esta información fue de mucha utilidad para la elaboración de los mapas de intensidades y recientemente, su aplicación se realiza utilizando la escala de Mercalli Modificada.

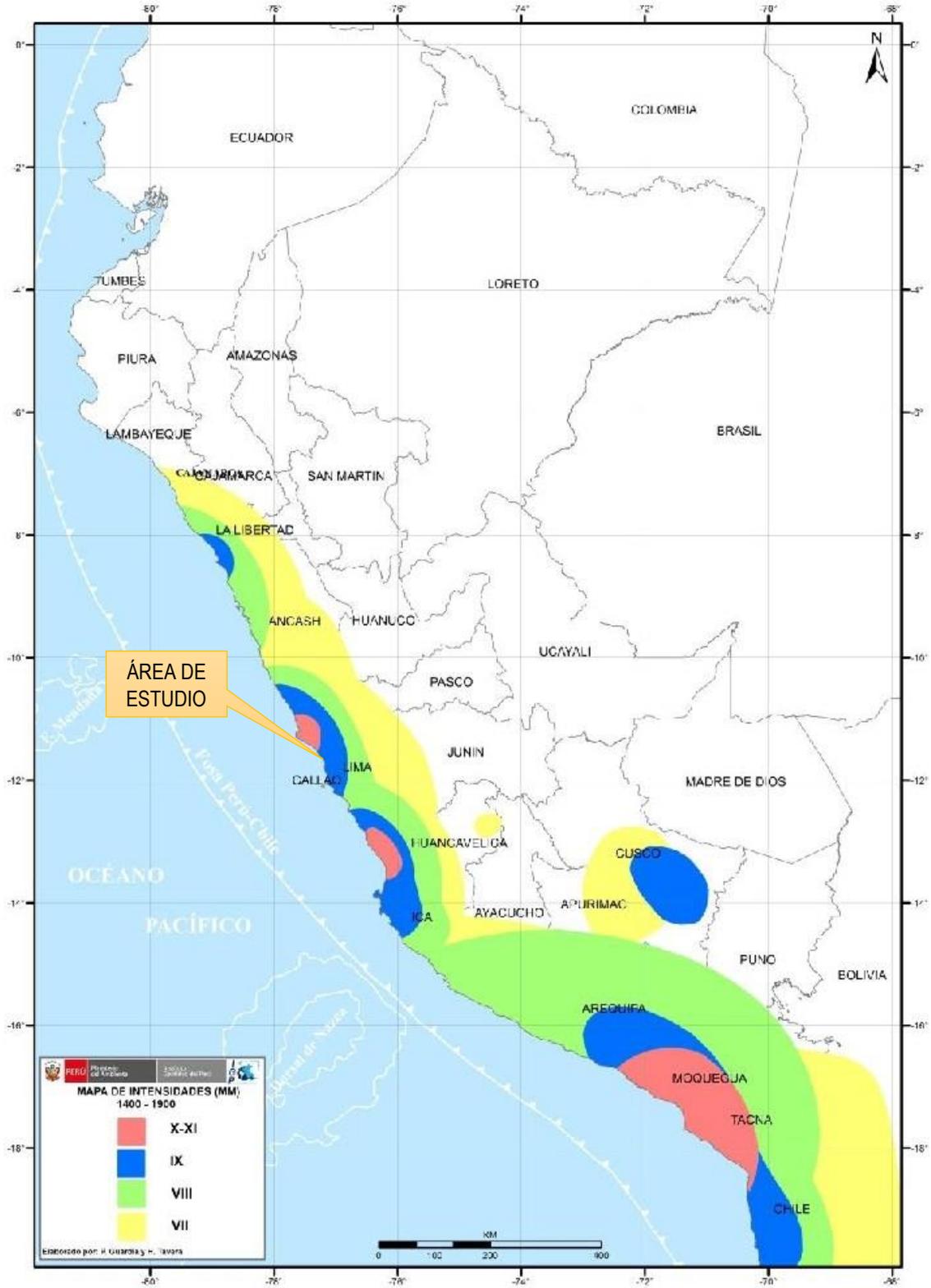
De acuerdo a lo indicado, si en el pasado a la ocurrencia de un sismo de magnitud elevada, una determinada zona soportó altas intensidades de sacudimiento del suelo produciendo daños importantes, a la ocurrencia de un próximo evento, será afectada con las mismas o mayores intensidades y los daños —probablemente— sean mayores debido al crecimiento desordenado de las ciudades. En este sentido, es importante analizar los niveles de intensidad producidos por los sismos históricos en el Perú a fin de elaborar planes de gestión del riesgo para el correcto uso de los suelos.

Para identificar las zonas que soportaron altos niveles de intensidad por sismos en el pasado, se ha hecho uso de la información contenida en Silgado (1978), Dorbath et al (1990), así como los catálogos sísmicos publicados por el Instituto Geofísico del Perú (Tavera y Agüero, 2001), Proyectos SISRA (Huaco, 1985) y SISAN (Ocola, 1984), además de documentos técnicos publicados por Alva et al. (1984). La información disponible permitió elaborar mapas de intensidades máximas para tres periodos de tiempo, años entre 1500 a 1900, 1900 a 1960 y de 1960 al 2014. En todos se ha tomado como intensidad base de referencia el correspondiente al grado VII (MM), en razón que a partir de la misma se espera daños considerables en estructuras y en superficie.

En el gráfico 27, se presenta el mapa de intensidades máximas para sismos ocurridos entre los años 1400 a 1900. Destacan las zonas costeras de las regiones centro y sur del Perú con intensidades de IX, X-XI (MM) que afectaron a los departamentos de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna. En el caso de las ciudades costeras, ellas fueron, además, afectadas por tsunamis.

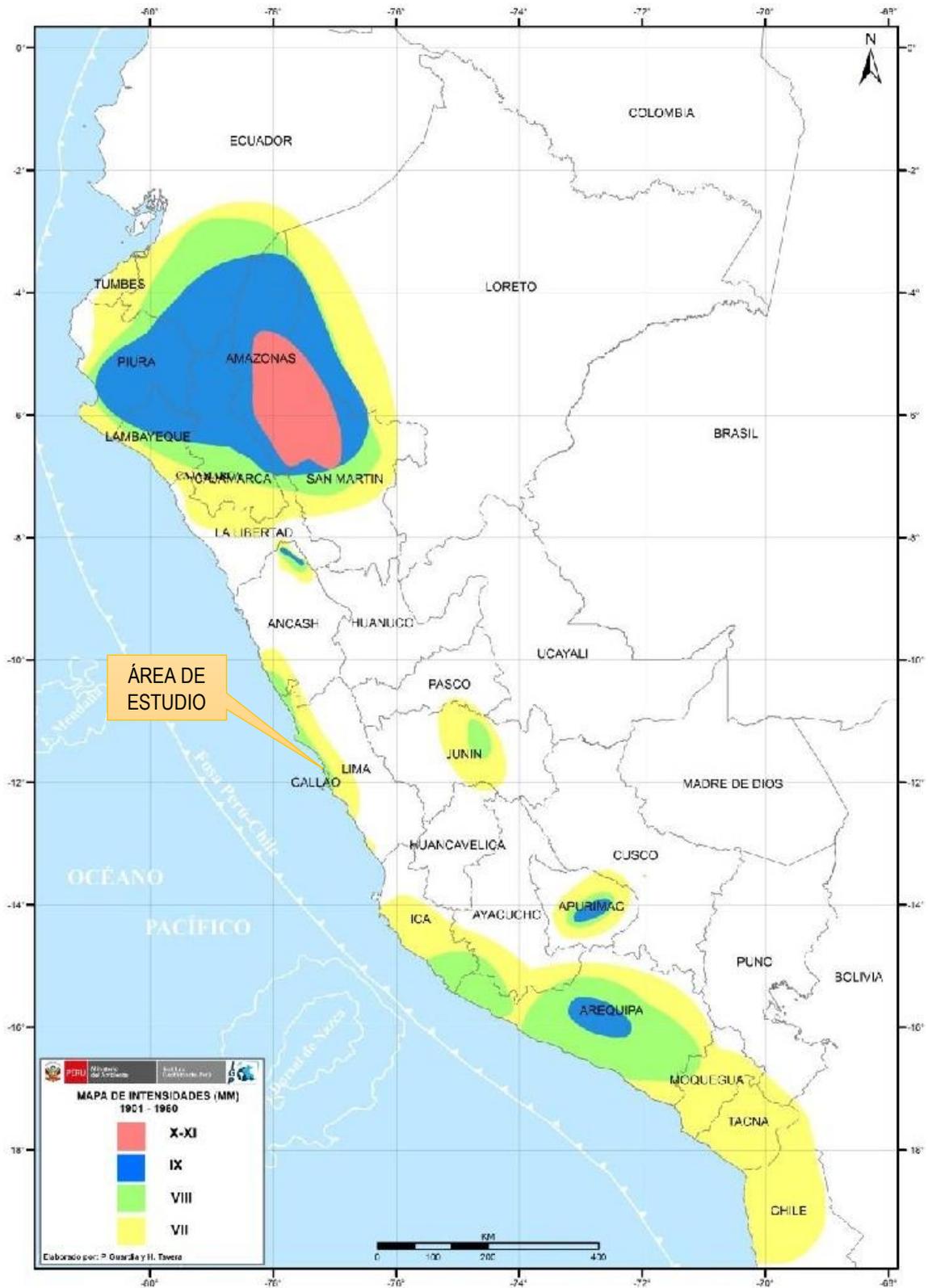
Según la información, toda la zona costera de Perú fue afectada con intensidades máximas de VIII (MM), principalmente en los departamentos del sur como Arequipa e Ica, En general, los sismos que produjeron estos niveles de intensidad en el Perú presentaron magnitudes de 8.0 Mw para sismos de subducción y de 6.5 Mw para sismos por fallas geológicas

Gráfico 19. Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1400 y 1900.



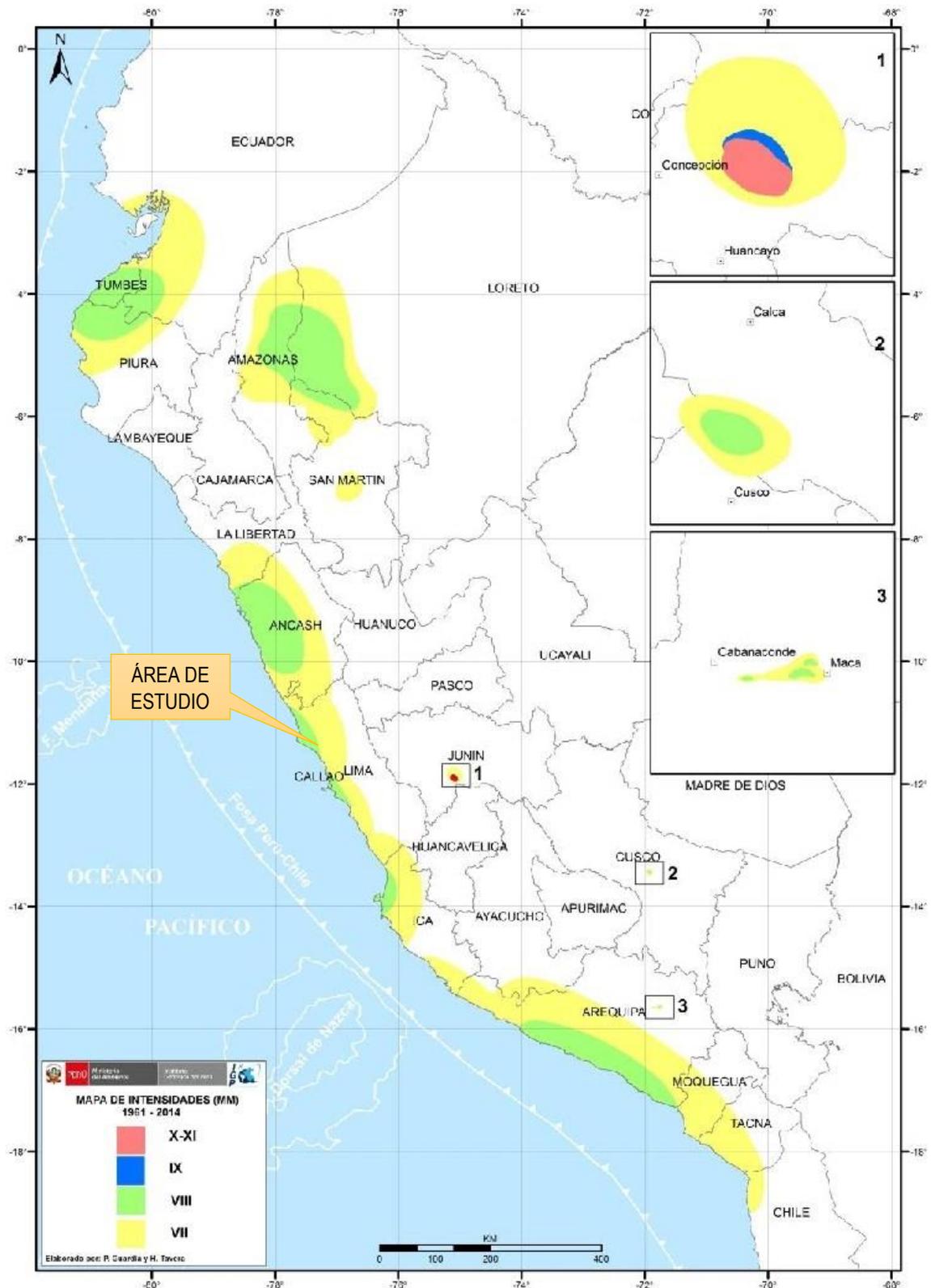
Fuente: IGP 2017

Gráfico 20. Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1901 y 1960.



Fuente: IGP 2017

Gráfico 21. Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1960 y 2014.



Fuente: IGP 2017

### Análisis estadísticos

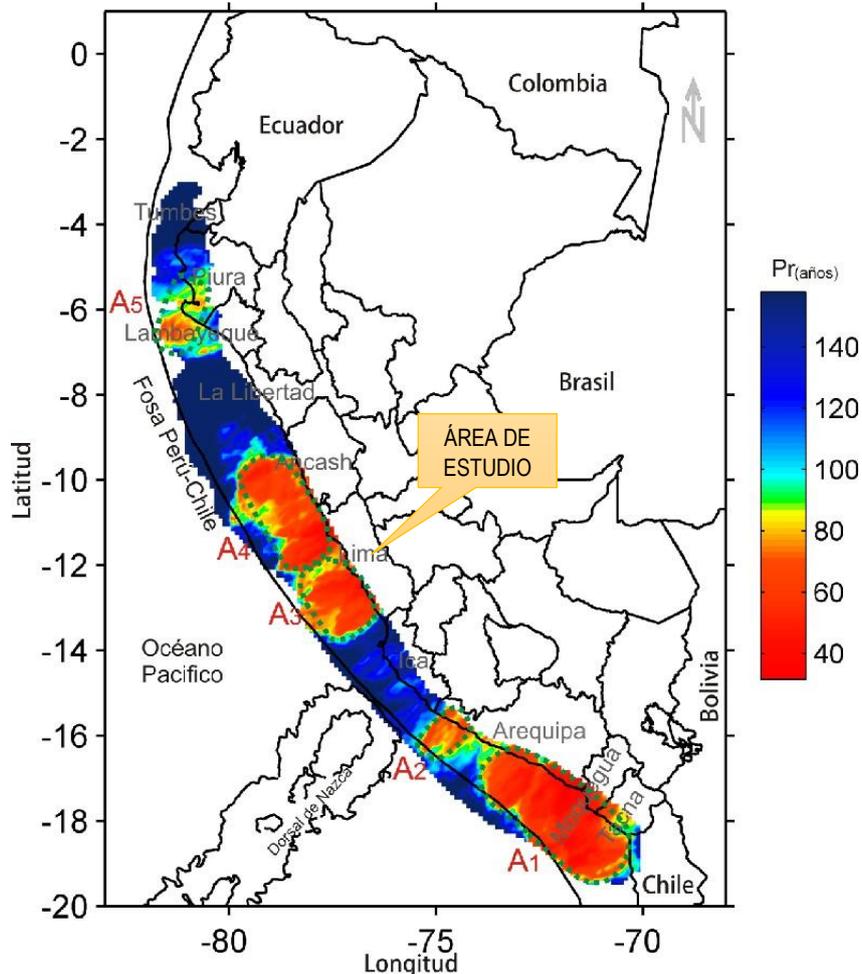
Debe entenderse que la superficie de contacto entre dos placas no se encuentra en un estado uniforme de distribución de esfuerzos y energía acumulada, sino que existe una continua liberación de los mismos en forma de sismos sobre algunas partes de dicha superficie, dejando otras con mayor acumulación de energía llamadas asperezas.

El siguiente sismo debe originarse en esta aspereza o zona de mayor acumulación de energía. A raíz de estas observaciones, Wiemer y Wyss (1997) desarrollaron una metodología netamente estadística para identificar la presencia y ubicación geográfica de dichas asperezas haciendo uso de la información contenida en los catálogos sísmicos.

Para la aplicación de esta metodología en Perú, se ha hecho uso del catálogo sísmico publicado por el Instituto Geofísico del Perú para el periodo de 1960 a 2012 y los resultados son presentados en el gráfico 30 (Condori y Tavera, 2012). Para el borde occidental del Perú se ha identificado la existencia de hasta cinco zonas anómalas para el valor de "b"; es decir, cinco asperezas cuyas dimensiones permitieron estimar la magnitud de los eventos sísmicos a ocurrir, con una probabilidad del 75% en los próximos 50 años.

- La tercera y cuarta aspereza (A3, A4) se encuentran en la zona costera del departamento de Lima (zona de estudio del presente estudio) y estarían asociadas al terremoto de 1746. De acuerdo a las dimensiones de dichas áreas, el sismo podría presentar una magnitud de 8.8 Mw.

Gráfico 22. Mapa de periodos de retorno local para las principales asperezas identificadas en el borde occidental de Perú obtenido a partir de la variación espacial del valor de "b" y la metodología propuesta por Wiemer y Zuñiga (1994), (Condori y Tavera, 2012)



Fuente: IGP 2017

### Acoplamiento sísmico

Con el desarrollo de la instrumentación geofísica se ha logrado diseñar dispositivos que permiten registrar con precisión los desplazamientos de la corteza terrestre. Estos son llamados Sistemas de Posicionamiento Global o simplemente GPS.

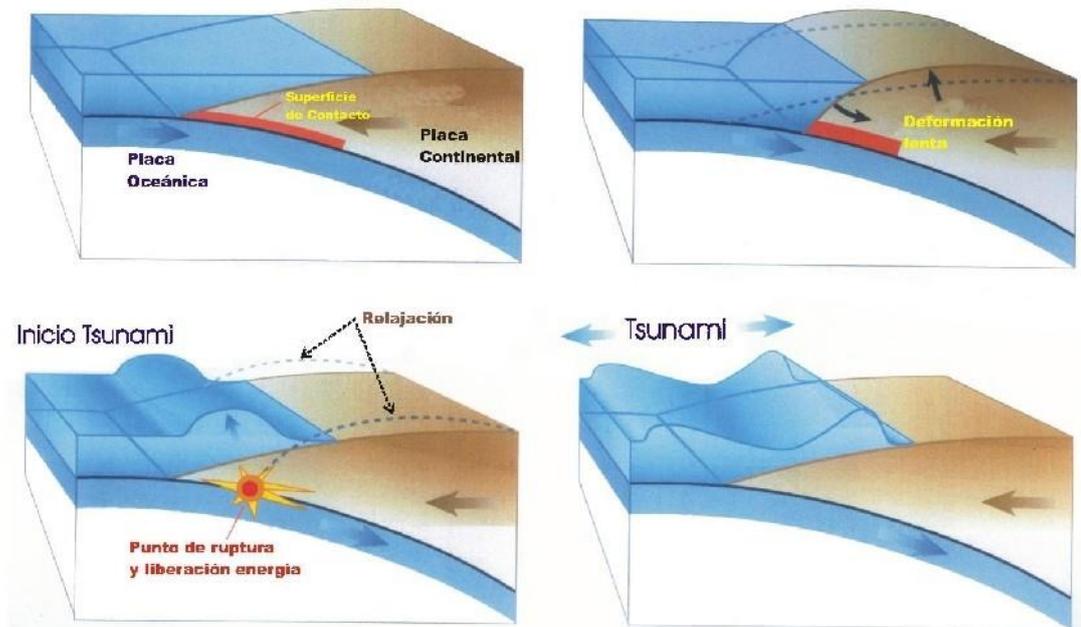
La información obtenida con los GPS, al ser analizada permite conocer los movimientos milimétricos de las placas de Nazca y Sudamericana, siendo estos mayores a la ocurrencia de sismos de gran magnitud. Entonces, una red densa de estaciones GPS operando a lo largo de la zona costera de Perú, permitirá saber qué zonas evidencian o no desplazamientos. En este último caso, indican que la tensión y la energía se vienen acumulando, y al liberarse darían origen a un sismo de gran magnitud.

El gráfico 23, permite tener una mejor ilustración de lo descrito anteriormente. Ambas placas, Nazca y Sudamericana, se encuentran en convergencia y acumulando energía y esfuerzo de deformación en las asperezas que se encuentran en su superficie de fricción.

Estas asperezas estarían evitando que las placas se desplacen (línea roja). Al no existir desplazamientos, la zona costera se repliega y se incrementa la acumulación de deformación y energía que busca vencer la resistencia de la aspereza. Logrado este objetivo, simplemente la corteza salta sobre la placa oceánica produciendo el sismo y el consecuente tsunami.

Entonces, al conocer la ubicación de las asperezas y/o zonas de acoplamiento máximo (línea roja), se sabe dónde ocurrirá el próximo evento sísmico. Las dimensiones de las asperezas son proporcionales al tamaño de los sismos a ocurrir. Asimismo, a mayor periodo de acumulación de esfuerzos, mayor será la energía liberada, y por ende el evento tendría mayor magnitud.

Gráfico 23. Esquema que muestra la convergencia de placas en el borde occidental del Perú y proceso de generación de sismos y tsunamis. La línea roja representa a la aspereza y/o zona de acoplamiento sísmico. El proceso de subducción deforma el borde continental

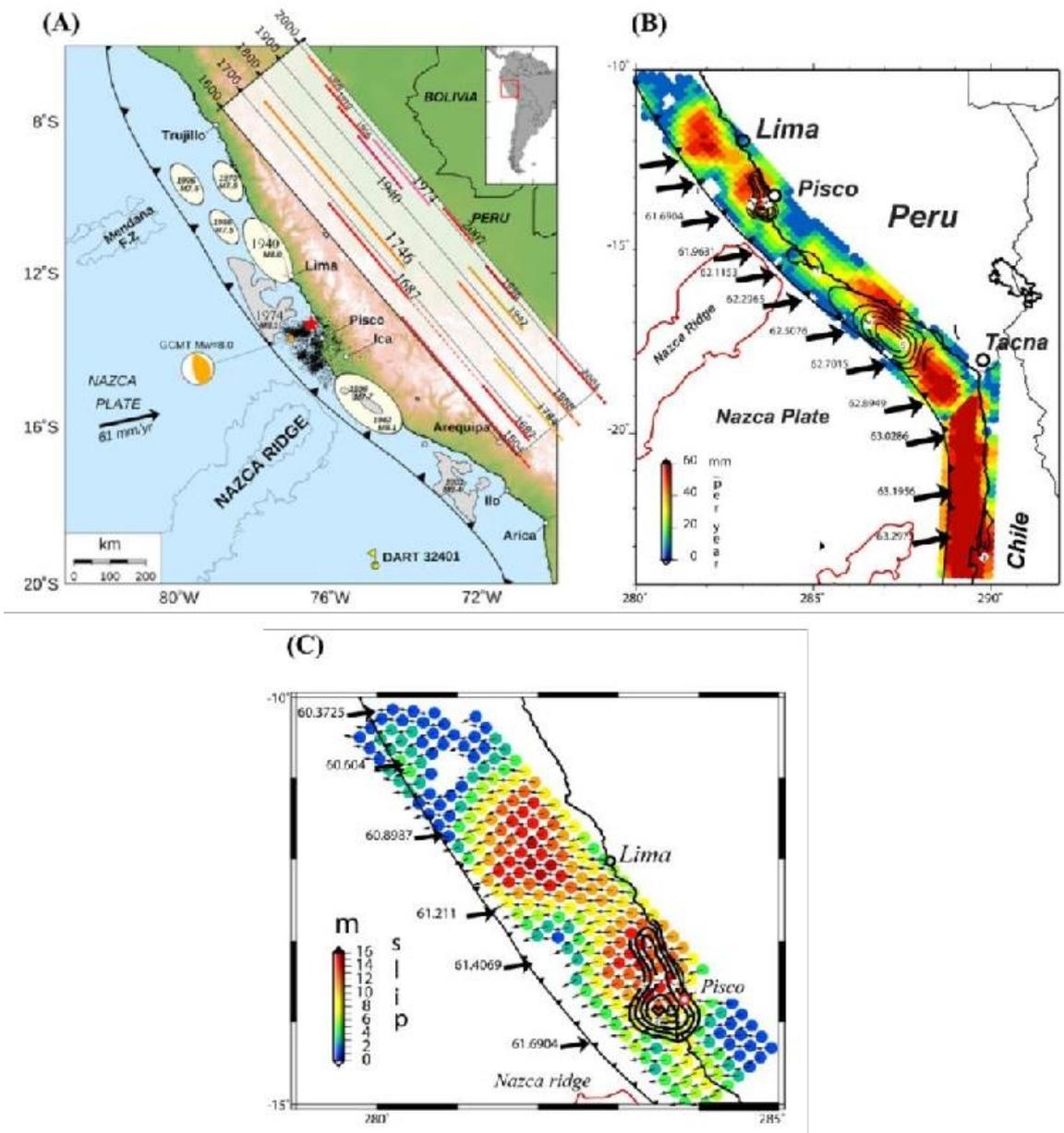


Fuente: IGP 2017

Este modelo indica la existencia de dos áreas fuertemente acopladas o de mayor acumulación de energía frente al borde occidental de la región, la primera ubicada al norte de la costa de Lima y la segunda en su extremo sur.

Suponiendo que el terremoto de 1746 representa ser el de mayor magnitud ocurrido en esta región, hasta el año 2010 se tendría un periodo intersísmico de 265 años, lo cual corresponde a una tasa de déficit de deslizamiento entre placas equivalente a un terremoto de magnitud de 8.8 Mw

Gráfico 24. A) Sismos históricos en el borde occidental de Perú (Sladen et al., 2010). B) Modelo de déficit de deslizamiento en Perú y Chile. C) Distribución del vector deslizamiento obtenido al combinar la tasa de déficit de deslizamiento (B) con un periodo intersísmico de 265 años correspondiente al terremoto de 1746 (Pulido et al, 2012).



Fuente: IGP 2017

## Peligro por tsunami

Los sismos de gran magnitud generan frecuentemente tres efectos secundarios importantes:

1) Tsunamis cuando los epicentros del sismo están en el mar, frente a la zona costera, 2) Deslizamientos de tierra y piedras en zonas de media a alta pendiente, sea cerca de la costa o en el interior del continente y 3) Procesos de licuación de suelos en zonas con superficies inestables y con presencia de agua.

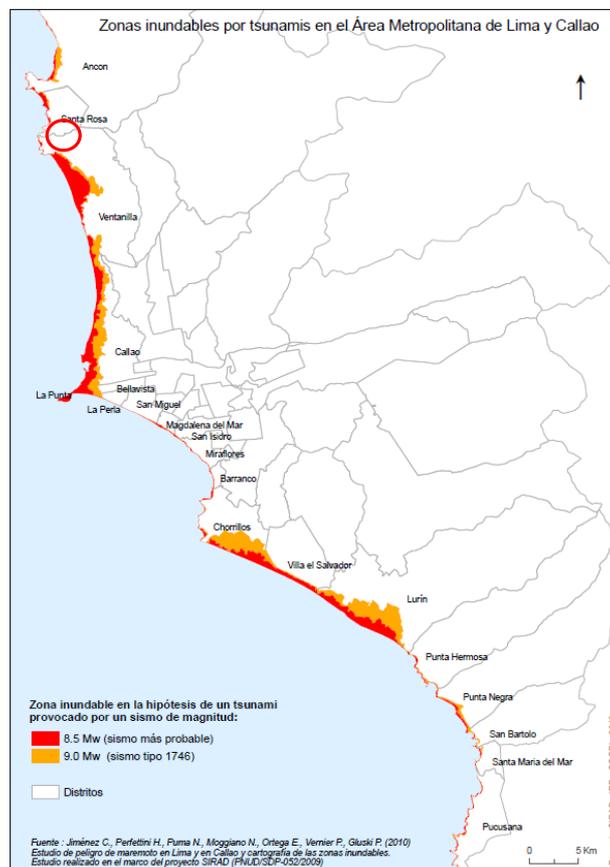
De estos tres efectos, los tsunamis han resultado ser los de mayor peligro; por lo tanto, es importante conocer su historia en el Perú a fin de lograr tener escenarios reales de lo que podría acontecer si estos mismos peligros se repiten en el futuro.

La información detallada de los principales tsunamis ocurridos en el Perú puede ser consultada en informes técnicos básicos como los de Pararas-Carayannis (1968, 1972, 1974), Silgado (1978), Kuroiwa (2004), Dorbath et al. (1990) y Gusiakov (2002). Asimismo, Carpio y Tavera (2002), basados en el trabajo de Gusiakov (2002), construyen una base de datos que incluye todos los tsunamis que ocurrieron y afectaron la costa peruana ver figura 33. De estos tsunamis, los más importantes por su tamaño y daños producidos en la zona costera de las regiones norte, centro y sur del Perú fueron los ocurridos en los años 1746, 1868 y 1960.

Para la zona costera del Callao existen diversos estudios sobre escenarios de tsunamis que han proporcionado variados mapas de inundación, por ejemplo: INDECI, DHN, CISMID, (Tavera, 2010), pero de todos ellos, el que ha considerado, además, la zona costera de Lima Metropolitana es el elaborado por la ONG Cooperazione Internazionale (COOPI) como parte del proyecto SIRAD.

El mapa de inundación por tsunami obtenido en este estudio se presenta en el gráfico 33 y corresponde a dos escenarios propuestos ante la ocurrencia de sismos de magnitud 8.5 y 9.0 Mw, este último considerado como evento extremo poco probable.

Gráfico 25. Zonas Inundables por tsunami



### **Características Geotécnicas del área de estudio**

Se puede indicar que gran parte del área de estudio está conformada por una grava aluvial y compuesta por una grava gruesa de matriz predominante arenosa, medianamente compacta a compacta y con presencia de boleos y cantos rodados, estos materiales proceden en su mayor parte del delta del río Rímac

Para analizar la distribución de suelos en Lima Metropolitana se ha recopilado información sísmica, geológica, geomorfológica, geotécnica y la densidad poblacional existente para el área de estudio, siendo la información base la del "Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo de Sismo en 43 Distritos de Lima y Callao" proporcionado por la Asociación Peruana de Empresas de Seguros (APESEG).

De acuerdo a este estudio y según las características mecánicas y dinámicas de los suelos que conforman el terreno de cimentación del área de estudio, así como las consideraciones dadas por el código de diseño sismorresistente del reglamento nacional de construcciones (Norma E-030), se ha definido las siguientes zonas geotécnicas y sísmicas para Lima y Callao:

**ZONA I:** Esta zona está conformada por los afloramientos rocosos, los estratos de grava coluvial-aluvial de los pies de las laderas que se encuentran a nivel superficial o cubiertos por un estrato de material fino de poco espesor. Este suelo tiene un comportamiento rígido, con periodos de vibración natural determinados por las mediciones de microtrepidaciones (registros de vibración ambiental) que varían entre 0.1 y 0.3 s. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo es de  $S=1.0$  y un periodo natural de  $T_s=0.4$  s, correspondiendo a un suelo Tipo-1 de la norma sismorresistente peruana.

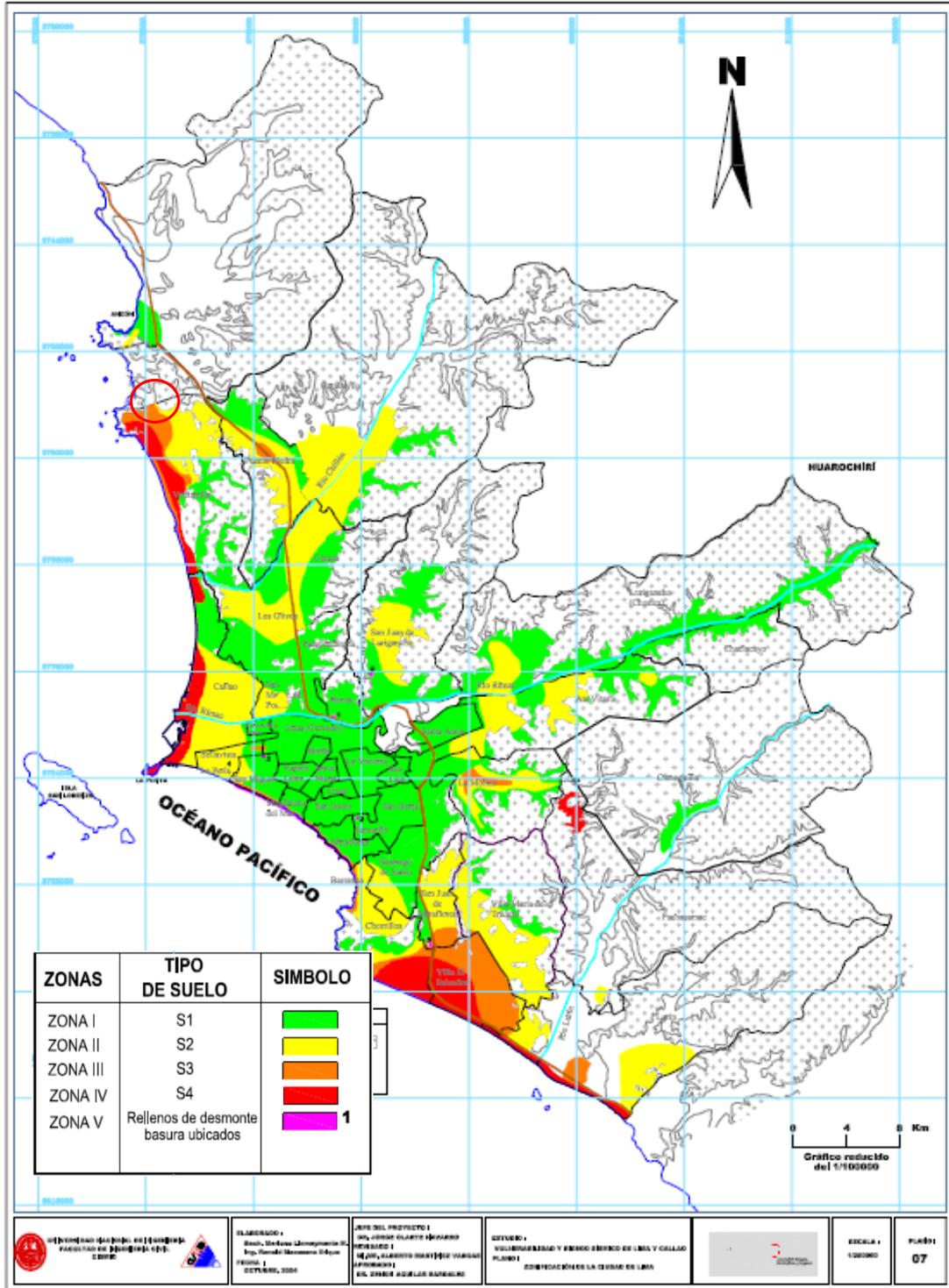
**ZONA II:** En esta zona se incluyen las áreas de terreno conformado por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos, cuyas potencias varían entre 3.0 y 10.0 m., subyaciendo a estos estratos la grava aluvial o grava coluvial. Los periodos predominantes del terreno determinados por las mediciones de microtrepidaciones varían entre 0.3 y 0.5 s. Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es  $S=1.2$  y el periodo natural del suelo es  $T_s=0.6$  s, correspondiendo a un suelo Tipo-2 de la norma sismorresistente peruana.

**ZONA III:** Esta zona está conformada en su mayor parte por los depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor que se encuentra en estado suelto. Los periodos predominantes encontrados en estos suelos varían entre 0.5 y 0.7 s, por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo Tipo-3 de la norma sismorresistente peruana, con un factor de amplificación sísmica  $S=1.4$  y un periodo natural de  $T_s=0.9$  s.

**ZONA IV:** Esta zona está conformada por los depósitos de arena eólicas de gran espesor y sueltas, depósitos fluviales, depósitos marinos y suelos pantanosos. Los periodos predominantes encontrados en estos suelos son mayores que 0.7 s, por lo que su comportamiento dinámico ha sido tipificado como un suelo Tipo-4 de la norma sismorresistente peruana, asignándoles un factor de amplificación sísmica  $S=1.6$  y un periodo natural de  $T_s=1.2$ s (caso especial según la Norma).

**ZONA V:** Están constituidos por áreas puntuales conformadas por depósitos de rellenos sueltos de desmontes heterogéneos que han sido colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado, con potencias entre 5 y 15 m. En esta zona se incluyen también a los rellenos sanitarios que en el pasado se encontraban fuera del área urbana y que, en la actualidad, han sido urbanizados. El comportamiento dinámico de estos rellenos es incierto por lo que requieren un estudio específico.

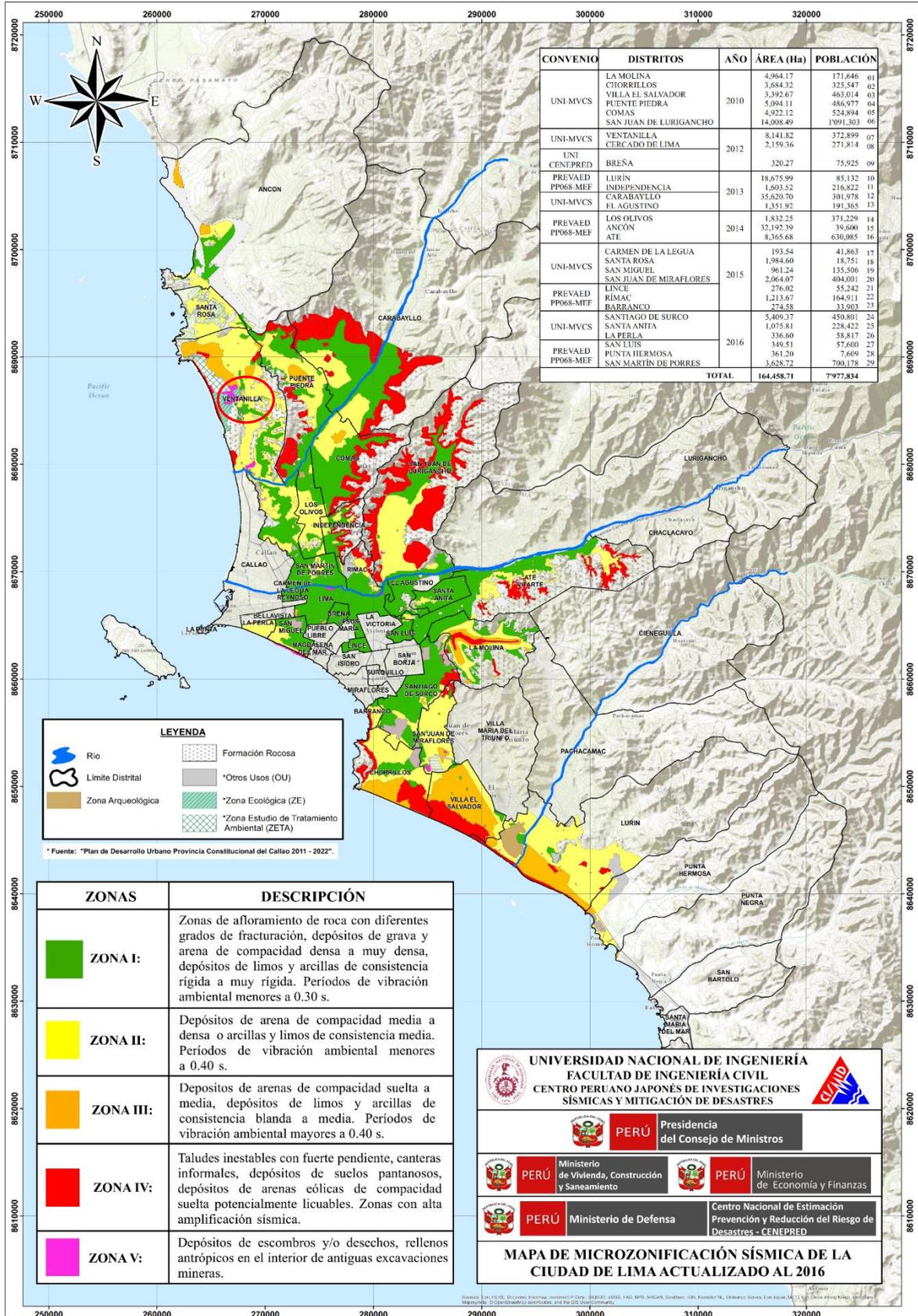
Gráfico 26. Mapa de Zonificación de tipos de suelos para Lima Metropolitana



Fuente: CISMID

Esta zonificación mostrada en la anterior gráfica fue actualizada en el 2016 por el CISMID en convenio con el Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento, en la cual, el predio del Asentamiento Humano los Girasoles del Proyecto especial Ciudad Pachacútec se encuentra en partes de las ZONA 2 correspondientes al tipo de suelo S2, como se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico 27. Microzonificación Sísmica de la ciudad de Lima actualizado al 2016



Fuente: CISMID - MVCS

## Fuentes sismogénicas

Según el estudio “Evaluación de Peligro Sísmico en Perú” realizado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), en la cual se han delimitado fuentes sismogénicas que son aquellas líneas, áreas o volúmenes geográficos que presentan similitudes geológicas, geofísicas y sísmicas, a tal punto que puede asegurarse que su potencial sísmico es homogéneo en toda la fuente; es decir, que el proceso de generación y recurrencia de sismos es espacial y temporalmente homogéneo.

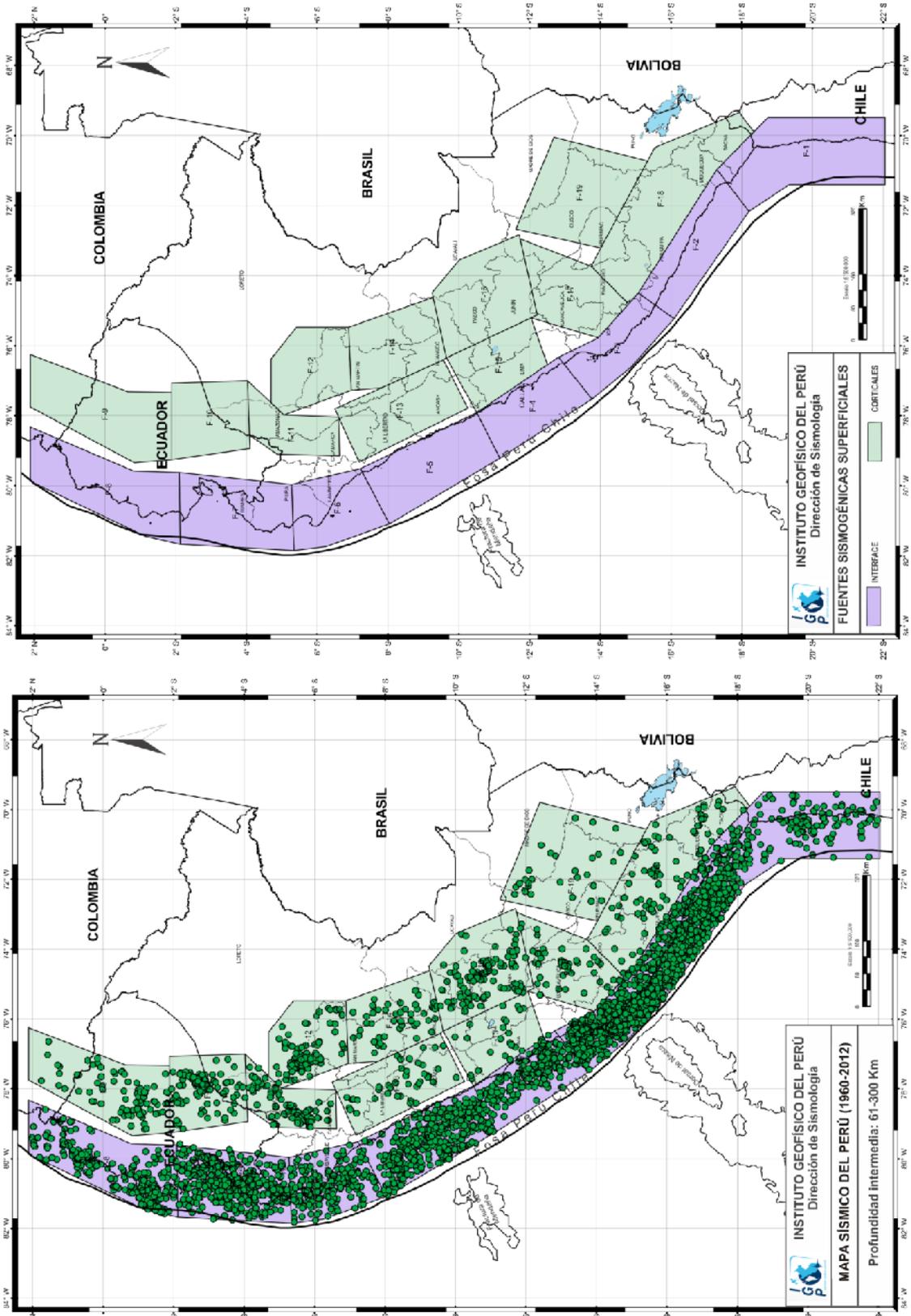
La zona de estudio está dentro de la fuente superficiales – Interface “F-4” (Gráfico 36), a la cual mediante algoritmos se han calculado sus parámetros de recurrencia, parámetros que serán utilizados para la evaluación del peligro sísmico para fines del presente estudio.

Tabla 1. Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas

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

Fuente: Evaluación del Peligro Sísmico en Perú – IGP 2015

Gráfico 28. Fuentes Sismogénicas superficiales - interface



Fuente: Evaluación del Peligro Sísmico en Perú – IGP 2015

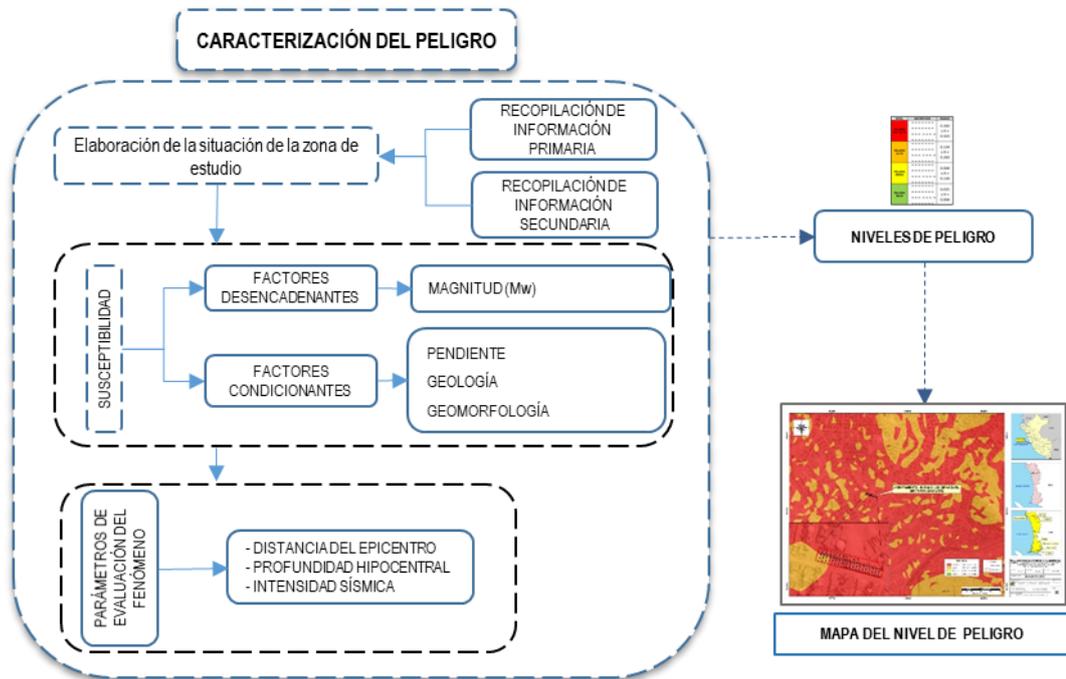
### 3.2.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se ha realizado la recopilación de información disponible. Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (**SIGRID, CISMID, INGEMMET, IGP**), del área de influencia del estudio por fenómeno de sismo por subducción de placas.

### 3.2.3 METODOLOGÍA

Para determinar el nivel de peligro por el fenómeno de sismos, se utilizó la siguiente metodología descrita en el gráfico 29.

Gráfico 29. Metodología general para determinar el nivel de peligro por SISMO



Fuente: CENEPRED, Adaptado

### 3.2.4 PONDERACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Se indican los parámetros considerados como parte importante en el cálculo del nivel de peligrosidad sísmica:

#### A. PESOS PONDERADOS DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL PELIGRO SISMO

Se han seleccionado los parámetros: Intensidad de sismo, profundidad hipocentral y distancia del epicentro. Los valores numéricos (pesos) fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico.

Para el análisis de los peligros, se utilizó el análisis multicriterio, denominado proceso jerárquico, que desarrolla el cálculo de los pesos ponderados de los parámetros que caracterizan el peligro (Saaty, 1980) cuyo resultado busca indicar la importancia relativa de comparación de parámetros. Seguidamente se muestra la tabla 15, la misma que será utilizada para el cálculo de los ponderados de los demás peligros objeto del análisis de la presente evaluación de peligros.

Tabla 9. Para la ponderación de parámetros y descriptores desarrollada por Saaty

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

Fuente: CENEPRED, Adaptado

Tabla 10. Matriz de comparación de pares, Parámetros de Evaluación

PARÁMETRO	Distancia del epicentro	Profundidad Hipocentral	Intensidad sísmica
Distancia del epicentro	1.00	2.00	3.00
Profundidad Hipocentral	0.50	1.00	2.00
Intensidad sísmica	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.83	3.50	6.00
<b>1/SUMA</b>	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 11. Matriz de normalización de los parámetros de evaluación

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

PARÁMETRO	Distancia del epicentro	Profundidad Hipocentral	Intensidad sísmica	Vector Priorización
Distancia del epicentro	0.545	0.571	0.500	0.539
Profundidad Hipocentral	0.273	0.286	0.333	0.297
Intensidad sísmica	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 12. Índice y Relación de consistencia

<b>IC</b>	0.005
<b>RC</b>	0.009

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

## B. PARÁMETRO INTENSIDAD

Tabla 13. Matriz de comparación de pares del Parámetro Intensidad

INTENSIDAD	Entre XI - XII	Entre IX - X	Entre VII -VIII	Entre V - VI	Entre III - IV
Entre XI - XII	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Entre IX - X	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Entre VII -VIII	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
Entre V - VI	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
Entre III - IV	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.75	4.64	9.50	16.33	25.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 14. Matriz de normalización de pares del Parámetro Intensidad

INTENSIDAD	Entre XI - XII	Entre IX - X	Entre VII -VIII	Entre V - VI	Entre III - IV	Vector Priorización
Entre XI - XII	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Entre IX - X	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Entre VII -VIII	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Entre V - VI	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Entre III - IV	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 15. Índice y Relación de consistencia

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

## C. PARÁMETRO DISTANCIA DEL EPICENTRO

Tabla 16. Matriz de comparación de pares del Parámetro Distancia del Epicentro

DISTANCIA EPICENTRO	< 65 km (4' - 5')	65 - 130 km (8' - 10')	131- 260 km (11' - 20')	261-400 km (21' - 30')	>400 km (>30')
< 65 km (4' - 5')	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
65 - 130 km (8' - 10')	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
131- 260 km (11' - 20')	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
261-400 km (21' - 30')	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
>400 km (>30')	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 17. Matriz de normalización de pares del Parámetro Distancia del Epicentro

DISTANCIA EPICENTRO	< 65 km (4' - 5')	65 - 130 km (8' - 10')	131- 260 km (11' - 20')	261-400 km (21' - 30')	>400 km (>30')	Vector Priorización
< 65 km (4' - 5')	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
65 - 130 km (8' - 10')	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
131- 260 km (11' - 20')	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
261-400 km (21' - 30')	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
>400 km (>30')	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 18. Índice y Relación de consistencia

<b>IC</b>	0.012
<b>RC</b>	0.010

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

#### D. PARÁMETRO PROFUNDIDAD HIPOCENTRAL

Tabla 19 - Matriz de comparación de pares del parámetro Profundidad Hipocentral

<b>PROFUNDIDAD HIPOCENTRAL</b>	<b>Menores de 10 Km</b>	<b>De a 11 a 30 Km</b>	<b>De 31 a 64 Km</b>	<b>De 64 a 120 Km</b>	<b>Mayores de 120 Km</b>
Menores de 10 Km	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
De a 11 a 30 Km	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
De 31 a 64 Km	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
De 64 a 120 Km	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
Mayores de 120 Km	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.95	3.84	8.70	15.50	24.00
1/SUMA	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 20 - Matriz de normalización del parámetro Profundidad Hipocentral

<b>PROFUNDIDAD HIPOCENTRAL</b>	<b>Menores de 10 Km</b>	<b>De a 11 a 30 Km</b>	<b>De 31 a 64 Km</b>	<b>De 64 a 120 Km</b>	<b>Mayores de 120 Km</b>	Vector Priorización
Menores de 10 Km	0.512	0.520	0.575	0.452	0.375	0.487
De a 11 a 30 Km	0.256	0.260	0.230	0.323	0.292	<b>0.272</b>
De 31 a 64 Km	0.102	0.130	0.115	0.129	0.208	0.137
De 64 a 120 Km	0.073	0.052	0.057	0.065	0.083	0.066
Mayores de 120 Km	0.057	0.037	0.023	0.032	0.042	0.038

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 21. Índice y Relación de consistencia

<b>IC</b>	0.021
<b>RC</b>	0.019

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

#### 3.2.5 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE LOS SISMOS

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

##### 3.2.5.1 PONDERACIÓN FACTORES CONDICIONANTES

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

Los parámetros considerados como factores condicionantes son: pendientes, unidades geomorfológicas y las unidades geológicas.

Se procedió a realizar los cálculos para obtener sus respectivos pesos, así como también los pesos de los descriptores de cada parámetro:

## A. PESOS PONDERADOS DE LOS PARÁMETROS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES

Tabla 22. Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

### MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PARÁMETRO	Pendientes	Geología	Geomorfología
Pendientes	1.00	3.00	5.00
Geología	0.33	1.00	3.00
Geomorfología	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.53	4.33	9.00
<b>1/SUMA</b>	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 23. Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes

### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

PARÁMETRO	Pendientes	Geología	Geomorfología	Vector Priorización
Pendientes	0.652	0.692	0.556	0.633
Geología	0.217	0.231	0.333	0.260
Geomorfología	0.130	0.077	0.111	0.106

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 24. Índice y Relación de consistencia

<b>IC</b>	0.019
<b>RC</b>	0.037

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

## B. PARÁMETRO DE PENDIENTE

Tabla 25. Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente

### MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

PENDIENTES	20° a 45°	10° a 20°	5° a 10°	0° a 5°
20° a 45°	1.00	2.00	3.00	5.00
10° a 20°	0.50	1.00	3.00	5.00
5° a 10°	0.33	0.33	1.00	3.00
0° a 5°	0.20	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	2.03	3.53	7.33	14.00
<b>1/SUMA</b>	0.49	0.28	0.14	0.07

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 26. Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente

**MATRIZ DE NORMALIZACION**

<b>PENDIENTES</b>	20° a 45°	10° a 20°	5° a 10°	0° a 5°	Vector Priorización
20° a 45°	0.492	0.566	0.409	0.357	0.456
10° a 20°	0.246	0.283	0.409	0.357	0.324
5° a 10°	0.164	0.094	0.136	0.214	0.152
0° a 5°	0.098	0.057	0.045	0.071	0.068

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 27. Índice y Relación de consistencia

<b>IC</b>	0.035
<b>RC</b>	0.040

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

### C. PARÁMETRO UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Tabla 28. Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geomorfológicas

**MATRIZ DE COMPARACION DE PARES**

<b>GEOMORFOLOGIA</b>	<b>Planicies onduladas</b>	<b>Terrazas marinas</b>	<b>Colinas bajas</b>
Planicies onduladas	1.00	3.00	5.00
Terrazas marinas	0.33	1.00	3.00
Colinas bajas	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.53	4.33	9.00
<b>1/SUMA</b>	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 29. Matriz de normalización de pares del parámetro Unidades Geomorfológicas

**MATRIZ DE NORMALIZACIÓN**

<b>GEOMORFOLOGIA</b>	<b>Planicies onduladas</b>	<b>Terrazas marinas</b>	<b>Colinas bajas</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Planicies onduladas</b>	0.652	0.692	0.556	0.633
<b>Terrazas marinas</b>	0.217	0.231	0.333	0.260
<b>Colinas bajas</b>	0.130	0.077	0.111	0.106

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 30. Índice y Relación de consistencia

<b>IC</b>	0.019
<b>RC</b>	0.037

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

#### D. PARÁMETRO UNIDADES GEOLÓGICAS

Tabla 31. Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades Geológicas

<b>GEOLOGIA</b>	Depósitos aluviales Qp-al	Volcánico Ancón Ki-va	Formación Puente Inga Ki-pi
Depósitos aluviales Qp-al	1.00	3.00	5.00
Volcánico Ancón Ki-va	0.33	1.00	3.00
Formación Puente Inga Ki-pi	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.53	4.33	9.00
<b>1/SUMA</b>	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 32. Matriz de normalización de pares del parámetro Unidades Geológicas

#### MATRIZ DE NORMALIZACIÓN

<b>GEOLOGIA</b>	Depósitos aluviales Qp-al	Volcánico Ancón Ki-va	Formación Puente Inga Ki-pi	<b>Vector Priorización</b>
Depósitos aluviales Qp-al	0.652	0.692	0.556	0.633
Volcánico Ancón Ki-va	0.217	0.231	0.333	0.260
Formación Puente Inga Ki-pi	0.130	0.077	0.111	0.106

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 33. Índice y Relación de consistencia

<b>IC</b>	0.019
<b>RC</b>	0.037

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

### 3.2.5.2 PONDERACIÓN FACTOR DESENCADENANTE

Se ha considerado como desencadenante del sismo la liberación de energía acumulada por el proceso de subducción entre la placa de nazca y la sudamericana, utilizando como unidad de medida de esta energía liberada la MAGNITUD (Mw).

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

#### A. PARÁMETRO MAGNITUD

Tabla 34. Matriz de comparación de pares del parámetro Magnitud

##### MATRIZ DE COMPARACION DE PARES

MAGNITUD	Mayores a 9	de 8.1 a 9	de 7.1 a 8	de 6.1 a 7	de 5.1 a 6
Mayores a 9	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
de 8.1 a 9	0.33	1.00	4.00	4.00	7.00
de 7.1 a 8	0.17	0.25	1.00	3.00	5.00
de 6.1 a 7	0.14	0.25	0.33	1.00	4.00
de 5.1 a 6	0.11	0.14	0.20	0.25	1.00
SUMA	1.75	4.64	11.53	15.25	26.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.09	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 35. Matriz de normalización del parámetro Magnitud

##### MATRIZ DE NORMALIZACION

MAGNITUD	Mayores a 9	de 8.1 a 9	de 7.1 a 8	de 6.1 a 7	de 5.1 a 6	Vector Priorización
Mayores a 9	0.570	0.646	0.520	0.459	0.346	0.508
de 8.1 a 9	0.190	0.215	0.347	0.262	0.269	0.257
de 7.1 a 8	0.095	0.054	0.087	0.197	0.192	0.125
de 6.1 a 7	0.081	0.054	0.029	0.066	0.154	0.077
de 5.1 a 6	0.063	0.031	0.017	0.016	0.038	0.033

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

Tabla 36. Índice y Relación de consistencia

IC	0.095
RC	0.085

Fuente: Elaboración propia, Adaptado de CENEPRED

### 3.2.6 DEFINICIÓN DE ESCENARIO

De acuerdo a los resultados de los análisis de información realizados para la presente evaluación de riesgos por sismos se plantea el siguiente escenario: "Con un sismo desencadenado por la liberación de energía de magnitud de 8.5 Mw generado por el proceso de subducción entre las placas de nazca y la sudamericana, con una profundidad hipocentral entre 11 y 30km, epicentro ubicado a 60km de la ciudad de Lima; en pendientes mayores de 15°, con unidades geomorfológicas de planicies onduladas, con una geología de depósitos aluviales, se generarían derrumbes, licuefacción de suelos, entre otros efectos y produciría daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica y/o ambiental en el ámbito del Asentamiento Humano los Girasoles del Proyecto Especial Ciudad Pachacútec".

### 3.2.7 NIVELES DE PELIGRO

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de realizar los cálculos:

Tabla 37 - Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.282	$\leq P \leq$	0.506
ALTO	0.135	$\leq P <$	0.282
MEDIO	0.059	$\leq P <$	0.135
BAJO	0.019	$\leq P <$	0.059

Fuente: Elaboración propia

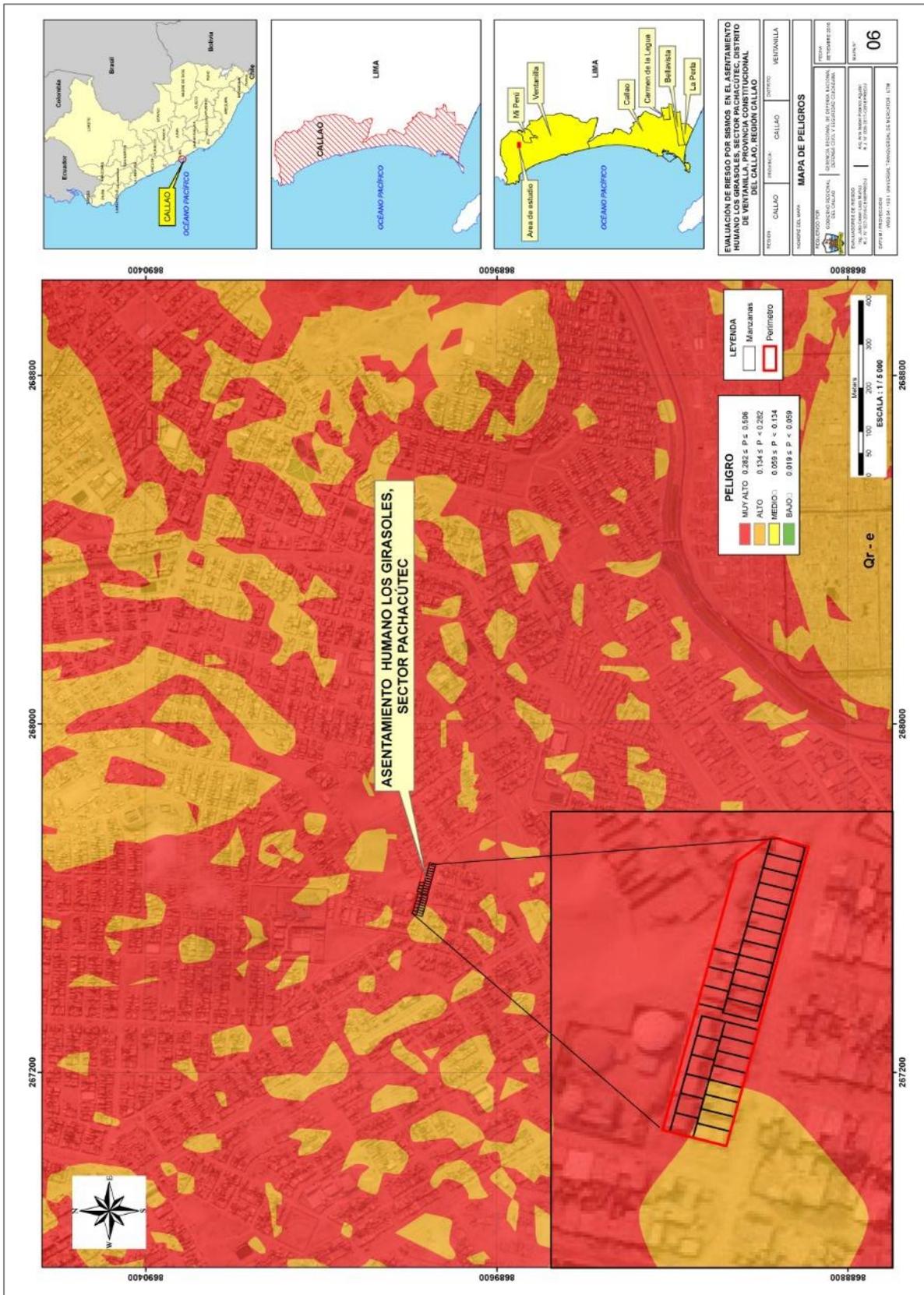
Tabla 38 - Matriz de Peligro por Sismo

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Sismo de gran magnitud (8.5 Mw), Intensidad IX y X, profundidad de 80 km con epicentro a 60 km de la ciudad de Lima. Con una pendiente mayor a 20°, con unidad geomorfológica de planicies onduladas y con unidad geológica de depósitos aluviales.	$0.282 \leq P \leq 0.506$
Peligro Alto	Sismo de gran magnitud (8.5 Mw), Intensidad IX y X, profundidad de 80 km con epicentro a 60 km de la ciudad de Lima. Con una pendiente entre 10° a 20°, con unidad geomorfológica de terrazas marinas y con unidad geológicas de volcánico Ancón.	$0.135 \leq P < 0.282$
Peligro Medio	Sismo de gran magnitud (8.5 Mw), Intensidad IX y X, profundidad de 80 km con epicentro a 60 km de la ciudad de Lima. Con una pendiente entre 5° a 10°, con unidad geomorfológica de colinas bajas y con unidad geológica de Formación Puente Inga.	$0.059 \leq P < 0.135$
Peligro Bajo	Sismo de gran magnitud (8.5 Mw), Intensidad IX y X, profundidad de 80 km con epicentro a 60 km de la ciudad de Lima. Con una pendiente menores a 5°, con unidad geomorfológica de colinas bajas y con unidad geológica de Formación Puente Inga.	$0.019 \leq P < 0.059$

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.6 MAPA DE PELIGRO POR SISMOS

MAPA 6 - MAPA DE PELIGRO POR SISMO



Fuente: Elaboración propia

### 3.3 ELEMENTOS EXPUESTOS

Los elementos expuestos del predio del asentamiento humano los Girasoles, comprende a los elementos expuestos susceptibles (Población, viviendas, institución educativa, establecimiento de salud, servicios públicos básicos, entre otros) que se encuentren en la zona potencial del impacto a los peligros.

#### A. POBLACIÓN

La población que se encuentra en el área de influencia del predio del asentamiento humano los Girasoles, cuenta con 100 habitantes<sup>1</sup>, son considerados como elementos expuestos.

Tabla 39. Elementos expuestos susceptibles en la población

AA.HH	Población
Predio del Asentamiento Humano los Girasoles	100
Grupo Etario de A.H. Los Girasoles	
Menor de 1 año	2
1 a 14 años	30
15 a 29 años	37
30 a 44 años	7
45 a 64 años	24
Mayor a 65 años	0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

Fuente: Propio

#### B. VIVIENDA

El Predio del asentamiento humano los Girasoles, cuenta con 29 viviendas.

Tabla 40- Viviendas expuestas

Descripción	Total
Viviendas	29
<b>Total</b>	<b>29</b>

Fuente: Propio



Viviendas de la manzana A – Los Girasoles



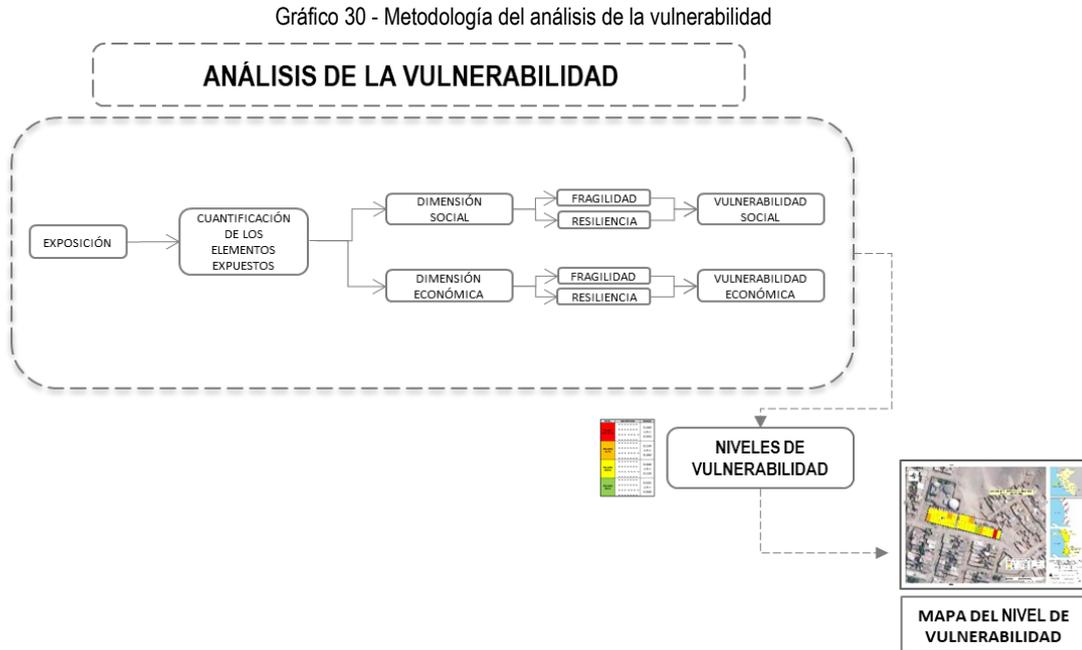
Viviendas de la manzana B – Los Girasoles

<sup>1</sup> Población considerada en fichas de levantamiento de vulnerabilidad en A.H. Los Girasoles del Sector Pachacútec.

## IV. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

### 4.1 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

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



Fuente: CENEPRED, Adaptado

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia del predio del asentamiento humano los Girasoles, por sismos, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social y económica, utilizando los parámetros que se han determinado para ambos casos, al ser un análisis a nivel de manzanas ha sido necesario realizar una ponderación adicional a los niveles de concentración, estos niveles de concentración son rangos obtenidos de los datos mismos de cada uno de los descriptores determinados por parámetro, mediante el método de clasificación estadístico Natural Breaks (proceso realizado mediante un SIG), esto asegura que los resultados obtenidos para los niveles de vulnerabilidad sean más precisos. Así mismo, para los niveles de concentración de cada descriptor evaluado, se considera desde el 1 considerando que cuenta como una persona, los valores "0" tendrán peso cero.

#### 4.1.1 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las características intrínsecas de la población y su contribución al análisis de la vulnerabilidad. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de fragilidad y resiliencia, los que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 41 - Parámetros de la Dimensión Social

Dimensión Social	
Fragilidad	Resiliencia
Grupo Etario	Tipo de Seguro

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Social

Los parámetros considerados, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 42 - Parámetros utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Social

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
<b>GRUPO ETARIO</b>	<b>GE1</b>	<b>5</b>	< 1 año y > 65 años
	<b>GE2</b>		1 a 14 años
	<b>GE3</b>		45 a 64 años
	<b>GE4</b>		15 a 29 años
	<b>GE5</b>		30 a 44 años

Fuente: Elaboración propia

Se determinaron los descriptores respectivos por cada parámetro y se realizó el proceso de análisis de las edades y los resultados fueron los siguientes:

#### A. GRUPO ETARIO

Tabla 43 - Descriptores utilizados en el parámetro Grupo Etario

GRUPO ETARIO	< 1 año y > 65 años	1 a 14 años	45 a 64 años	15 a 29 años	30 a 44 años
< 1 año y > 65 años	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00	7.00
1 a 14 años	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00
45 a 64 años	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00
15 a 29 años	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00
30 a 44 años	0.14	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	2.06	3.92	7.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 - Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario

GRUPO ETARIO	< 1 año y > 65 años	1 a 14 años	45 a 64 años	15 a 29 años	30 a 44 años	Vector Priorización
< 1 año y > 65 años	0.486	0.511	0.516	0.444	0.350	<b>0.461</b>
1 a 14 años	0.243	0.255	0.258	0.296	0.300	<b>0.270</b>
45 a 64 años	0.121	0.128	0.129	0.148	0.200	<b>0.145</b>
15 a 29 años	0.081	0.064	0.065	0.074	0.100	<b>0.077</b>
30 a 44 años	0.069	0.043	0.032	0.037	0.050	<b>0.046</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 - Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Grupo Etario

<b>IC</b>	0.016
<b>RC</b>	<b>0.015</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.2 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Social

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:

Tabla 46. Parámetros utilizados en el Factor Resiliencia de la Dimensión Social

PARAMETRO	DESCRIPTOR	Nº DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
TIPO DE SEGURO	SG1	5	No tiene
	SG2		SIS
	SG3		Essalud
	SG4		FFAA -PNP
	SG5		Seguro privado y/u otro

Fuente: Elaboración propia

Se determinaron los descriptores respectivos por cada parámetro y se realizó el proceso de análisis por tipo de seguro y los resultados fueron los siguientes:

#### A. TIPO DE SEGURO

Tabla 47 - Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Seguro

TIPO DE SEGURO	SG1: No tiene	SG2: SIS	SG3: Essalud	SG4: FFAA - PNP	SG5: Seguro privado y/u otro
SG1: No tiene	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	8.00
SG2: SIS	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
SG3: Essalud	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
SG4: FFAA -PNP	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
SG5: Seguro privado y/u otro	0.13	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Matriz de normalización del parámetro Tipo de Seguro

TIPO DE SEGURO	SG1: No tiene	SG2: SIS	SG3: Essalud	SG4: FFAA - PNP	SG5: Seguro privado y/u otro	Vector Priorización
SG1: No tiene	0.555	0.642	0.524	0.429	0.333	<b>0.497</b>
SG2: SIS	0.185	0.214	0.315	0.306	0.292	<b>0.262</b>
SG3: Essalud	0.111	0.071	0.105	0.184	0.208	<b>0.136</b>
SG4: FFAA -PNP	0.079	0.043	0.035	0.061	0.125	<b>0.069</b>
SG5: Seguro privado y/u otro	0.069	0.031	0.021	0.020	0.042	<b>0.037</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el

IC	0.068
RC	<b>0.061</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

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

Tabla 50. Parámetros de la Dimensión Económica

Dimensión Económica	
Fragilidad	Resiliencia
Material de las paredes	Estado de Conservación
Altura de Edificación	

Fuente: Elaboración propia

##### 4.1.2.1 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Económica

Se han determinado los siguientes parámetros para la fragilidad en la dimensión económica:

Tabla 51. Parámetros de la Dimensión Económica

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
MATERIAL DE LAS PAREDES	MP1	5	Estera y/o triplay
	MP2		Concreto armado
	MP3		Ladrillo o bloque de cemento y/o Piedra o sillar con cal o cemento
	MP4		Adobe o tapia y/o Piedra con Barro
	MP5		Madera

Fuente: Elaboración propia

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

#### A. MATERIAL PREDOMINANTE DE LAS PAREDES

Tabla 52 - Matriz de comparación de pares del parámetro Material predominante de las paredes

MATERIAL DE LAS PAREDES	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5
MP1: Estera y/o triplay	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
MP2: Concreto armado	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
MP3: Ladrillo o bloque de cemento y/o Piedra o sillar con cal o cemento	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
MP4: Adobe o tapia y/o Piedra con Barro	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
MP5: Madera	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.93	4.78	8.58	13.33	20.00
1/SUMA	0.52	0.21	0.12	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53 - Matriz de normalización del parámetro Material Predominante de las Paredes

MATERIAL DE LAS PAREDES	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	Vector Priorización
MP1: Estera y/o triplay	0.519	0.627	0.466	0.375	0.350	0.467
MP2: Concreto armado	0.173	0.209	0.350	0.300	0.250	0.256
MP3: Ladrillo o bloque de cemento y/o Piedra o sillar con cal o cemento	0.130	0.070	0.117	0.225	0.200	0.148
MP4: Adobe o tapia y/o Piedra con Barro	0.104	0.052	0.039	0.075	0.150	0.084
MP5: Madera	0.074	0.042	0.029	0.025	0.050	0.044

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54 - Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Material Predominante de las Paredes.

<b>IC</b>	0.072
<b>RC</b>	0.064

Fuente: Elaboración propia

## B. ALTURA DE EDIFICACIÓN

Tabla 55 - Descriptores utilizados en el parámetro de Altura de Edificación

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
<b>ALTURA DE EDIFICACION</b>	<b>AE1</b>	<b>5</b>	5 pisos
	<b>AE2</b>		4 pisos
	<b>AE3</b>		3 pisos
	<b>AE4</b>		2 pisos
	<b>AE5</b>		1 piso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Matriz de comparación de pares del parámetro Altura de Edificación

ALTURA DE EDIFICACION	5 pisos	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso
5 pisos	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00	6.00
4 pisos	0.50	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00
3 pisos	0.33	0.50	<b>1.00</b>	2.00	3.00
2 pisos	0.20	0.33	0.50	<b>1.00</b>	2.00
1 piso	0.17	0.20	0.33	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	2.20	4.03	6.83	11.50	17.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Matriz de normalización del parámetro Altura de Edificación

ALTURA DE EDIFICACION	5 pisos	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso	Vector Priorización
5 pisos	0.455	0.496	0.439	0.435	0.353	0.435
4 pisos	0.227	0.248	0.293	0.261	0.294	0.265
3 pisos	0.152	0.124	0.146	0.174	0.176	0.154
2 pisos	0.091	0.083	0.073	0.087	0.118	0.090
1 piso	0.076	0.050	0.049	0.043	0.059	0.055

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Altura de Edificación

<b>IC</b>	0.011
<b>RC</b>	0.010

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.2 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Económica

Tabla 59 - Peso del parámetro de la resiliencia económica

PARAMETRO	DESCRIPTOR	N° DE DESCRIPTORES	DESCRIPTOR
ESTADO DE CONSERVACIÓN	EC1	5	Muy Malo
	EC2		Malo
	EC3		Regular
	EC4		Bueno
	EC5		Muy Bueno

Fuente: Elaboración propia

#### A. ESTADO DE CONSERVACIÓN

Tabla 60. Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Vivienda

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
Muy Malo	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
Malo	0.33	1.00	3.00	5.00	6.00
Regular	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy Bueno	0.13	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.70	8.53	15.33	23.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Matriz de normalización del parámetro Estado de Conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Vector Priorización
Muy Malo	0.533	0.638	0.469	0.391	0.348	0.476
Malo	0.178	0.213	0.352	0.326	0.261	0.266
Regular	0.133	0.071	0.117	0.196	0.217	0.147
Bueno	0.089	0.043	0.039	0.065	0.130	0.073
Muy Bueno	0.067	0.035	0.023	0.022	0.043	0.038

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Estado de Conservación

IC	0.067
RC	0.060

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 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.

Tabla 63 - Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
<b>MUY ALTO</b>	<b>0.265</b>	<b><math>\leq V \leq</math></b>	<b>0.472</b>
<b>ALTO</b>	<b>0.145</b>	<b><math>\leq V &lt;</math></b>	<b>0.265</b>
<b>MEDIO</b>	<b>0.076</b>	<b><math>\leq V &lt;</math></b>	<b>0.145</b>
<b>BAJO</b>	<b>0.042</b>	<b><math>\leq V &lt;</math></b>	<b>0.076</b>

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

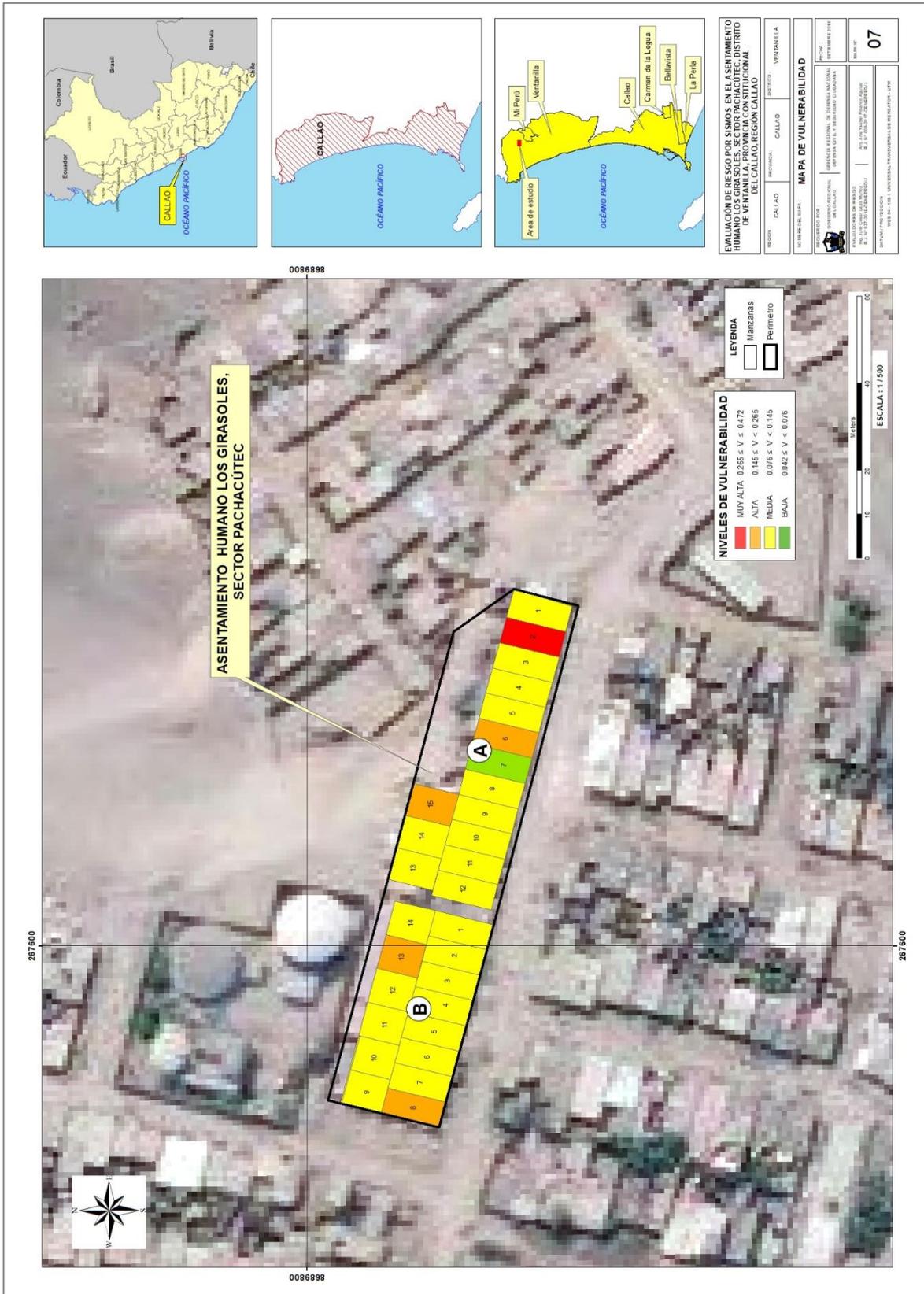
Tabla 64 - Estratificación de la Vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGOS
<b>Vulnerabilidad Muy Alta</b>	Grupo Etario predominantemente de 0 a 14 años y Mayores de 65 años; No cuenta con seguro de salud y/o cuenta con seguro SIS. El material predominante de las paredes es Estera, triplay y/o concreto armado, con altura de edificación de 4 pisos o 5 pisos; con estado de Conservación Muy Malo y/o Malo.	$0.265 \leq V \leq 0.472$
<b>Vulnerabilidad Alta</b>	Grupo Etario predominantemente de 1 a 14 años y de 45 a 64 años; Cuenta con seguro SIS y/o Cuenta con seguro Essalud; El material predominante de las paredes es Concreto armado y/o Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal o cemento, con altura de edificación de 4 pisos o 3 pisos; con estado de Conservación Malo y/o Regular.	$0.145 \leq V < 0.265$
<b>Vulnerabilidad Media</b>	Grupo Etario predominantemente de 45 a 64 años y de 15 a 29 años; Cuenta con seguro Essalud y/o Seguro FFAA - PNP. El material predominante de las paredes de Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal o cemento y/o Adobe o tapia y/o piedra con barro, con altura de edificación de 3 pisos o 2 pisos; con estado de Conservación Regular y/o Bueno.	$0.076 \leq V < 0.145$
<b>Vulnerabilidad Baja</b>	Grupo Etario predominantemente de 15 a 44 años; Cuenta con seguro del FFAA - PNP y/o Seguro privado y/u otro. El material predominante de las paredes es Adobe o tapia y/o piedra con barro y/o Madera, con altura de edificación de 2 pisos o 1 piso; con estado de Conservación Bueno y/o Muy Bueno.	$0.042 \leq V < 0.076$

Fuente: Elaboración propia

### 4.4 MAPA DE VULNERABILIDAD

MAPA 8 - MAPA DE VULNERABILIDAD



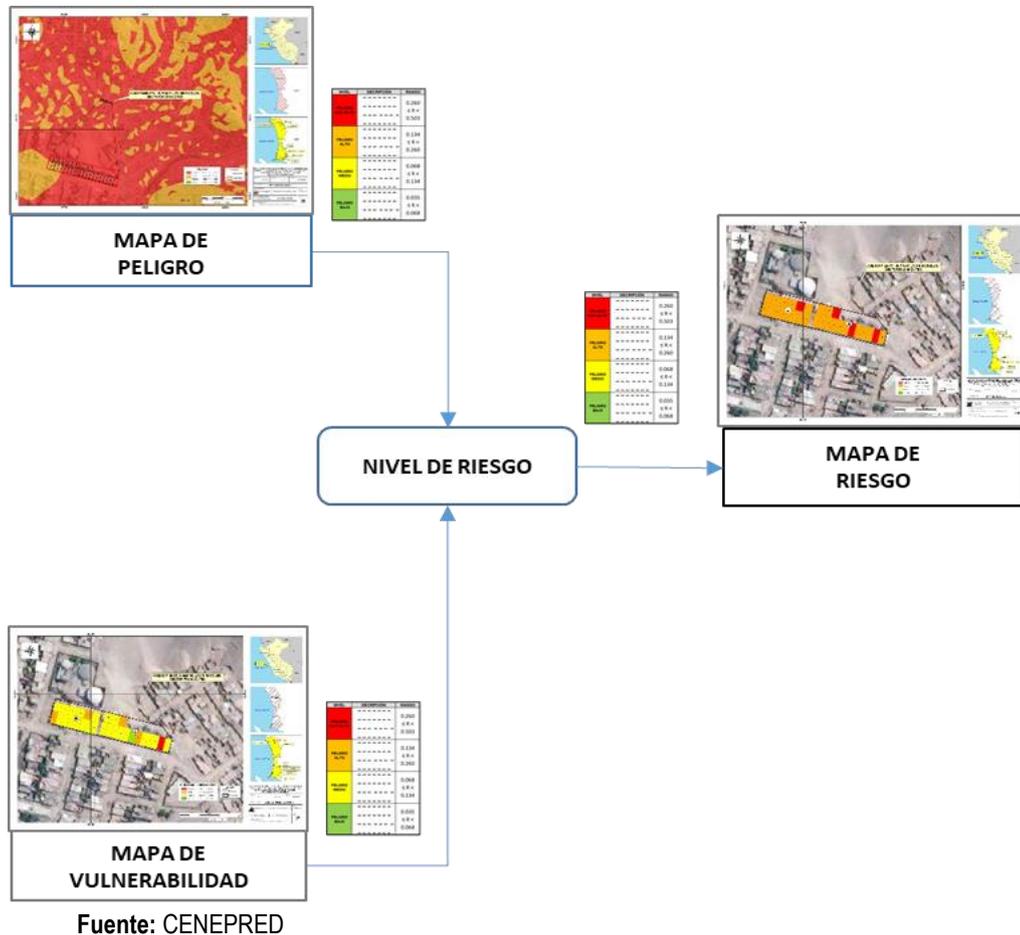
Fuente: Elaboración propia

## V. CÁLCULO DE RIESGO

### 5.1 METODOLOGÍA

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

Gráfico 31 - Flujoograma para estimar los niveles del riesgo



Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la frecuencia expresando en años, y el nivel de susceptibilidad ante el peligro sísmico, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

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

El expresar los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo, ampliamente aceptada en el campo técnico científico Cardona (1985), Fournier d'Albe (1985), Milutinovic y Petrovsky (1985b) y Coburn y Spence (1992), está fundamentada en la ecuación adaptada a la Ley N°29664 Ley que crea

el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, mediante la cual se expresa que el riesgo es una función  $f()$  del peligro y la vulnerabilidad.

$$Rie | t = f(P_i, V_e) | t$$

Dónde:

**R**= Riesgo.

**f**= En función

**P<sub>i</sub>** =Peligro con la intensidad mayor o igual a *i* durante un período de exposición *t*

**V<sub>e</sub>** = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

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

## 5.2 NIVELES DE RIESGO POR SISMO

Los niveles de riesgo por sismo del área de influencia del Predio del Asentamiento Humano los Girasoles, se detallan a continuación:

Tabla 65 - Cálculo de los valores de riesgo por Sismo

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.506	0.472	0.239
0.282	0.265	0.074
0.135	0.145	0.019
0.059	0.076	0.004
0.019	0.042	0.001

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66 - Niveles del Riesgo por Sismo

NIVELES DE RIESGO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.074	≤ R ≤	0.239
ALTO	0.019	≤ R <	0.074
MEDIO	0.004	≤ R <	0.019
BAJO	0.001	≤ R <	0.004

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO POR SISMO

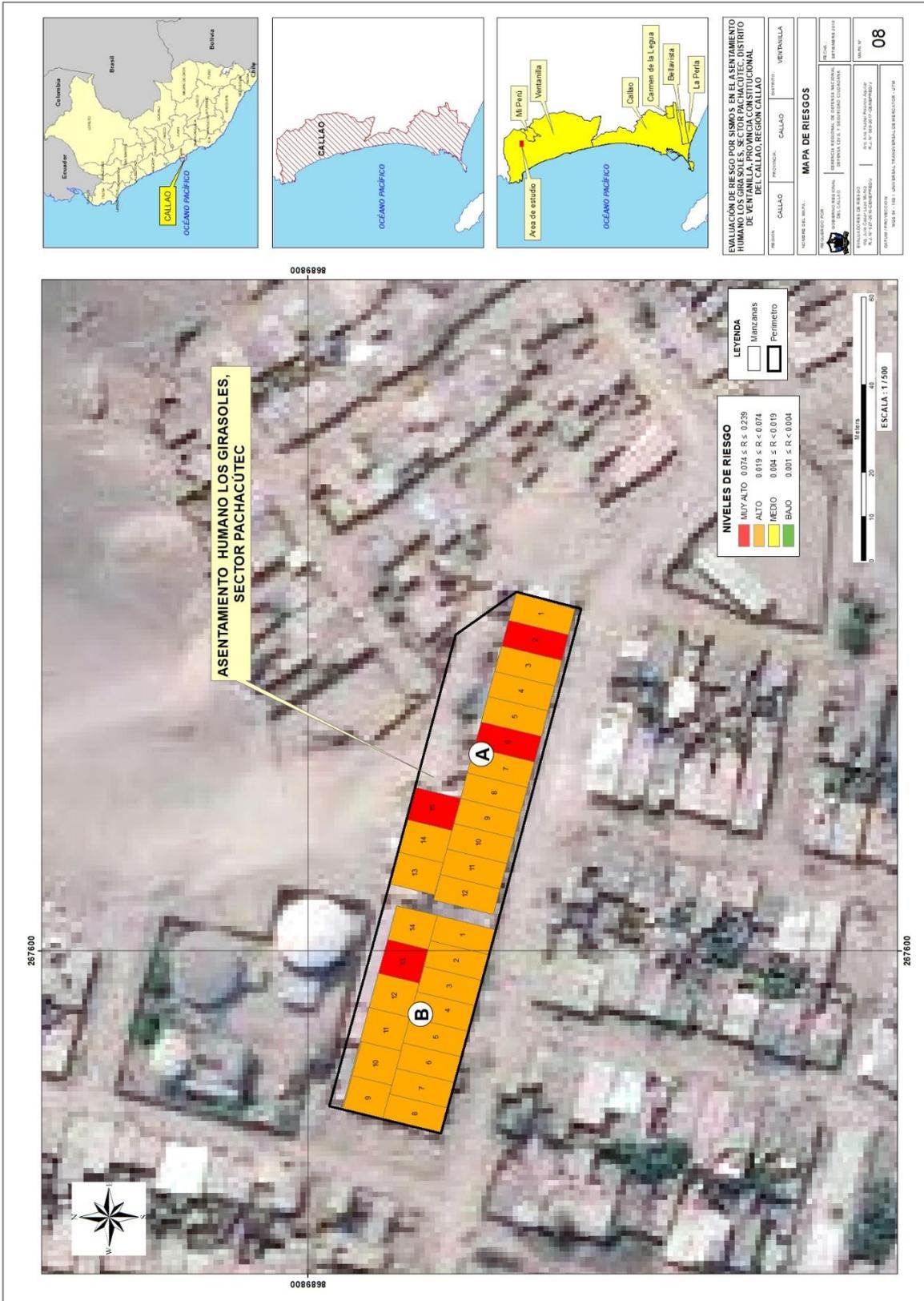
Tabla 67 - Estratificación del nivel de riesgo por Sismo

Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Sismo de gran magnitud (8.5 Mw), Intensidad IX y X, profundidad de 80 km con epicentro a 60 km de la ciudad de Lima. Con una pendiente mayor a 20°, con unidad geomorfológica de planicies onduladas y con unidad geológica de depósitos aluviales.</p> <p>Grupo Etario predominantemente de 0 a 14 años y Mayores de 65 años; No cuenta con seguro de salud y/o cuenta con seguro SIS. El material predominante de las paredes es Estera, triplay y/o concreto armado, con altura de edificación de 4 pisos o 5 pisos; con estado de Conservación Muy Malo y/o Malo.</p>	$0.074 \leq R \leq 0.239$
Riesgo Alto	<p>Sismo de gran magnitud (8.5 Mw), Intensidad IX y X, profundidad de 80 km con epicentro a 60 km de la ciudad de Lima. Con una pendiente entre 10° a 20°, con unidad geomorfológica de terrazas marinas y con unidad geológicas de volcánico Ancón.</p> <p>Grupo Etario predominantemente de 1 a 14 años y de 45 a 64 años; Cuenta con seguro SIS y/o Cuenta con seguro Essalud; El material predominante de las paredes es Concreto armado y/o Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal o cemento, con altura de edificación de 4 pisos o 3 pisos; con estado de Conservación Malo y/o Regular.</p>	$0.019 \leq R < 0.074$
Riesgo Medio	<p>Sismo de gran magnitud (8.5 Mw), Intensidad IX y X, profundidad de 80 km con epicentro a 60 km de la ciudad de Lima. Con una pendiente entre 5° a 10°, con unidad geomorfológica de colinas bajas y con unidad geológica de Formación Puente Inga.</p> <p>Grupo Etario predominantemente de 45 a 64 años y de 15 a 29 años; Cuenta con seguro Essalud y/o Seguro FFAA - PNP. El material predominante de las paredes de Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal o cemento y/o Adobe o tapia y/o piedra con barro, con altura de edificación de 3 pisos o 2 pisos; con estado de Conservación Regular y/o Bueno.</p>	$0.004 \leq R < 0.019$
Riesgo Bajo	<p>Sismo de gran magnitud (8.5 Mw), Intensidad IX y X, profundidad de 80 km con epicentro a 60 km de la ciudad de Lima. Con una pendiente menores a 5°, con unidad geomorfológica de colinas bajas y con unidad geológica de Formación Puente Inga.</p> <p>Grupo Etario predominantemente de 15 a 44 años; Cuenta con seguro del FFAA - PNP y/o Seguro privado y/u otro. El material predominante de las paredes es Adobe o tapia y/o piedra con barro y/o Madera, con altura de edificación de 2 pisos o 1 piso; con estado de Conservación Bueno y/o Muy Bueno.</p>	$0.001 \leq R < 0.004$

Fuente: Elaboración propia

## 5.4 MAPA DE RIESGO POR SISMO

MAPA 9 - MAPA DE RIESGO POR SISMO



Fuente: Elaboración propia

## 5.5 CÁLCULOS DE POSIBLES PÉRDIDAS

Para la cuantificación de los efectos económicos por la ocurrencia de un evento Sísmico de gran magnitud es importante analizar la situación actual del Asentamiento Humano Los Girasoles, con el objeto de definir los efectos y/o daños probables manifestados en el costo económico aproximado que implica la afectación de los elementos expuestos.

Para el siguiente cálculo se han identificado los lotes (vivienda) que se ubican en la zonificación de Muy Alto Peligro, de los cuales, en su mayoría son edificaciones con material predominante de paredes de madera y dos viviendas con material predominante de paredes de ladrillo o bloque de cemento.

El cálculo de los efectos probables ante el impacto del peligro, asciende a un estimado total de S/1'092,500 Soles, dicho efecto económico probable corresponde a Daños Probables (pérdida de viviendas por colapso o afectación de viviendas) que suman un monto estimado de S/ 565,000 y Pérdidas probables (Gastos de atención de emergencia, adquisición de carpas, módulos, entre otros) que suman un monto estimado de S/ 527,500.

Se muestra a continuación los efectos probables, siendo estos de carácter netamente referencial.

Tabla 68 - Estratificación del nivel de riesgo por Sismo

Efectos probables	Unidad	Total (en soles)	Daños probables	Perdidas probables
<b>Daños probables</b>				
2 Viviendas construidas con material de ladrillo o bloque de cemento	Unidad	160,000	160,000	
27 Viviendas construidas con material precario	Unidad	405,000	405,000	
<b>Perdidas probables</b>				
29 Costos de adquisicion de carpas	Carpas	72,500		72,500
29 Costos de adquisicion de modulos de viviendas	Modulos	435,000		435,000
1 Gastos de atencion de emergencia	Global	20,000		20,000
<b>Total en soles</b>		<b>1,092,500</b>	<b>565,000</b>	<b>527,500</b>

Fuente: Elaboración propia

## **5.6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS**

La Entidad competente en el marco de sus facultades promoverá la ejecución de las medidas recomendadas con la participación de los actores intervinientes, lo siguiente:

### **A. MEDIDAS ESTRUCTURALES**

- En dicho sector se tiene un suelo de capacidad portante bajo se deberá construir vivienda de material prefabricados antisísmico.
- Se tiene la presencia de un desnivel con un talud con una pendiente de 45° en las manzanas A zona posterior deberán alejarse unos 5 metros para evitar deslizamiento en un eventual sismo de gran magnitud.
- Se deberá realizar un adecuado mantenimiento de las tuberías de agua y desagüe para evitar la filtración de agua y causar daños al muro de contención existente en las viviendas de la manzana B.
- Mejorar las bases de las construcciones existentes en la manzana B que están siendo expuestas por la erosión del suelo.

### **B. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES**

- Desarrollar capacidades, instrumentos y mecanismos para responder adecuadamente ante la inminencia de un sismo con el diseño del Plan de contingencia para atender un sismo de considerable intensidad, así como gestionar equipamiento con materiales y herramientas para la ejecución de labores de atención establecidas en dicho Plan, en cumplimiento del Objetivo Estratégico 3 para la implementación del PLANAGERD 2014-2021.
- De proceder el trámite de licencia de edificación, deberán cumplir con los diseños sismo-resistentes que coadyuvan a disminuir el nivel de vulnerabilidad en las viviendas.
- Elaborar el Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de desastres en todo el distrito incluyendo zonas de alto riesgo como las evaluadas en el presente informe, según lo establece el Art. 39.1, del Reglamento de la Ley 29664, entre otros instrumentos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de desastres.
- Iniciar un Programa de capacitaciones para la población más vulnerable sobre el conocimiento de los peligros, prevención y preparación frente a sismos de gran magnitud.
- En caso de ejecutarse nuevos Proyectos de Inversión Pública o Privada, deberán contar con el Estudio de Suelos y de Capacidad portante según la envergadura de dicho proyecto, el mismo que deberá incorporar la gestión del riesgo de desastres.
- Plantear procesos de fortalecimiento de capacidades organizativas.
- Fortalecer las capacidades de la población en materia de sismos, contemplando aspectos relacionados con el sistema de alerta temprana, rutas de evacuación y zonas seguras ante sismos, Implementación de Planes familiares.

## VI. CONTROL DEL RIESGO

### 6.1 ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO POR SISMO

#### 6.1.1 Valoración de consecuencias

Tabla 69 - Valoración de consecuencias

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	<b>Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.</b>
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles, es decir, posee el **NIVEL 3 - ALTA**.

#### 6.1.2 Valoración de frecuencia

Tabla 70 - Valoración de la frecuencia de ocurrencia

Valor	Nivel	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	<b>Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.</b>
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento de sismo puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias, es decir, posee el **NIVEL 2 – MEDIO**.

#### 6.1.3 Nivel de consecuencia y daños

Tabla 71 - Nivel de consecuencia y daños

NIVEL DE CONSECUENCIA Y DAÑOS					
CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIA Y DAÑOS			
Muy Alta	4	Alta	Media	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: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de **NIVEL 3 – ALTA**.

#### 6.1.4 Aceptabilidad y/o Tolerancia

Tabla 72 - Nivel de aceptabilidad y/o Tolerancia

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de se posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por sismo en predio del asentamiento humano los Girasoles, es de NIVEL 3 – INACEPTABLE.

La matriz se Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:

Tabla 73 - Matriz se Aceptabilidad y/o Tolerancia

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA			
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	<b>Riesgo Inaceptable</b>	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: CENEPRED

## CONCLUSIONES

- El presente informe es Semi cuantitativo, se ha evaluado el peligro con información existente de las Instituciones técnico – científicas y el análisis de la vulnerabilidad se ha realizado a nivel de lote realizando una encuesta a la población existente y recopilando información de las características de las edificaciones del Asentamiento Humano Los Girasoles, Sector Pachacútec.
- El predio del Asentamiento Humano Los Girasoles, se encuentran ubicado geológicamente entre los Depósitos Aluviales (Qp-al), los cuales cubren en gran parte toda el área de estudio en forma de mantos o cubiertas delgadas de arena.
- El predio del asentamiento humano los Girasoles del Proyecto Especial Ciudad Pachacútec, se encuentran entre las unidades geomorfológicas de colinas bajas, lomadas y planicies onduladas, las cuales están cubiertas en gran parte por depósitos eólicos.
- El predio del asentamiento humano los Girasoles del Proyecto Especial Ciudad Pachacútec, presenta una superficie que va desde terrenos llanos o inclinados con pendiente suave ( $0^\circ$  a  $5^\circ$ ), terrenos con pendiente moderada ( $5^\circ$  a  $10^\circ$ ) y terrenos con pendiente fuerte ( $10^\circ$  a  $20^\circ$ ).
- El predio del Asentamiento Humano Los Girasoles, presenta un NIVEL DE PELIGRO ALTO Y MUY ALTO a la ocurrencia de eventos SISMICOS de gran magnitud.

NIVEL DE PELIGRO	MANZANA	LOTES
PELIGRO MUY ALTO	A	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
	B	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14
PELIGRO ALTO	B	5, 6, 7, 8

- El Nivel de **VULNERABILIDAD** resultante del predio del Asentamiento Humano Los Girasoles corresponde a NIVEL BAJO, MEDIO, ALTO Y MUY ALTO.

NIVEL DE VULNERABILIDAD	MANZANA	LOTES
VULNERABILIDAD MUY ALTA	A	2
VULNERABILIDAD ALTA	A	6, 15
	B	8, 13
VULNERABILIDAD MEDIA	A	1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
	B	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14
VULNERABILIDAD BAJA	A	7

- El predio del Asentamiento Humano Los Girasoles presenta Niveles de **RIESGO ALTO Y MUY ALTO** ante sismos de gran magnitud.

NIVEL DE RIESGO	MANZANA	LOTES
<b>RIESGO MUY ALTO</b>	A	2, 6, 15
	B	13
<b>RIESGO ALTO</b>	A	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
	B	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14

- La prioridad de Intervención es considerada de III nivel, INACEPTABLE, que constituya el soporte para la priorización de actividades, acciones, proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o reducción del Riesgo de Desastres.
- El cálculo de los efectos probables ante el impacto del peligro, asciende a un estimado total de S/1'092,500 Soles, dicho efecto económico probable corresponde a Daños Probables (pérdida de viviendas por colapso o afectación de viviendas) que suman un monto estimado de S/ 565,000 y Pérdidas probables (Gastos de atención de emergencia, adquisición de carpas, módulos, entre otros) que suman un monto estimado de S/ 527,500.

## BIBLIOGRAFÍA

- Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública, a nivel de perfil / Incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático. Dirección General de Inversión Pública-DGIP / 2012
- Ministerio de Economía y Finanzas y GTZ. 2006. Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo, Editorial Stampa Gráfica SAC-Lima-Perú, pág. 10-38.
- Programa Desarrollo Rural Sostenible – GTZ. 2006. Aplicación de la Gestión del Riesgo para el Desarrollo Rural Sostenible-Módulo 1, Editorial Comunica2 SAC. Lima-Perú.
- Proyecto de Peligros Naturales del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. 1993. Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos. Washington D.C.
- SIGRID – Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres / CENEPRED.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Alva, Escalaya (2005) Actualización de los Parámetros Sismológicos en la Evaluación del Peligro Sísmico en el Perú.
- Saaty T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Evaluación del Peligro Sísmico en Perú, IGP 2014
- Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú, Hernando Tavera – IGP – 2014.
- Atlas regional del Perú, Tomo 14: Lima y Callao, 2004. Grupo La República y Universidad Ricardo Palma.

## ANEXOS

### Anexo I: Registro de Sismos

Fecha	Localidades	Intensidad	Observaciones
1555-11-15	Lima	VII	Ocurrió en Lima un temblor, el más fuerte desde su fundación, que causó muchos desperfectos en sus edificaciones.
1568-04-04	Lima	IX	Por la tarde, se sintió en Lima un fuerte temblor al comenzar la prédica del padre jesuita Jerónimo Ruiz del Portillo, en el convento de Santo Domingo, fue tan fuerte y largo el estremecimiento que todos los fieles allí congregados salieron despavoridamente. No ha quedado registro de daños materiales. Polo anota que el sismo se sintió en Ica y otros puntos.
1581	Lima	X	Según la versión de los antiguos vecinos de Lima, y que recogiera años más tarde el virrey Conde del Villar, hubo por este año un gran temblor que maltrató las casas de la ciudad. La fecha exacta nos es desconocida. En la crónica de Charcas, Fray Diego de Mendoza menciona otro terremoto que hizo hundir con todos sus habitantes al pueblo de Yanaoca, situado a unas 24 leguas del Cuzco.
1582-08-15	Lima	VII	Fuerte temblor, durante la celebración del Concilio Provincial, cuya apertura tuvo lugar el 15-08-1582.
1584-03-17	Lima	VII	Gran temblor en Lima, que averió edificios. En el Callao queda el edificio de Casas Reales dañado. Por espacio de dos días quedó temblando la tierra contándose de 8 a 9 movimientos.
1586-07-09	Lima-Ica-Trujillo	VI-IX	Terremoto que destruyó Lima, con 14 a 22 víctimas. Sus principales edificios se vinieron al suelo y otros quedaron muy maltratados. Movimiento precedido de gran ruido. Hubo derrumbe de peñascos y rocas del cerro San Cristóbal y de otros situados en la parte alta del valle, como agrietamientos del terreno. La destrucción se extendió en los valles cercanos a Lima, y llegó hasta la villa de Valverde de Ica. A este gran sismo le siguió un tsunami, que anegó gran porción de la costa. En el Callao el mar subió como dos brazas e inundó parte del pueblo.
1609-10-19	Lima	VII	Violento temblor que derribó y arruinó muchas de sus edificaciones. La catedral en construcción quedó tan maltratada que hubo necesidad de demoler sus bóvedas de ladrillo y labrar otras de crucería.
1630-11-27	Lima	VII	Cuando la población de Lima estaba congregada en la Plaza de Armas, esperando una corrida de toros, sobrevino un fortísimo movimiento de tierra que causó varios muertos y contusos. El diario de Lima estimaba los daños causados a los edificios en más de un millón de pesos y anotaba "muy pocas son las casas cuyas paredes no han sido abiertas".
1655-11-13	Lima- Callao	VIII-IX	Fuerte movimiento de tierra que derribó muchas casas y edificios en Lima, se abrieron grietas en la Plaza Mayor y cerca del convento de Guadalupe. Graves daños en el presidio de la isla San Lorenzo.
1678-06-17	Lima- Callao	VII	Fortísimo temblor averió muchas edificaciones en Lima, entre ellas el Palacio del Virrey. Reparaciones en el orden de tres millones de pesos. Estragos en el Callao. Nueve muertos en Lima, Callao y Chancay. Ocurrieron dos terremotos en Lima.
1687-10-20	Lima-Callao Ica-Cañete	VII-VIII- IX	El primer movimiento sacudió y desarticuló los edificios y torres de la ciudad; y el segundo, más prolongado, las acabó de arruinar ocasionando cerca de cien muertos. Los estragos fueron grandes en el puerto del Callao y alrededores, extendiéndose las ruinas hasta setecientos kilómetros al sur de Lima, especialmente en las haciendas de los valles de Cañete, Ica, Palpa, Nazca y Cumaná. Como efectos secundarios de estos sismos, se formaron entre Ica y Cañete grandes grietas de muchos kilómetros de extensión.

Fecha	Localidades	Intensidad	Observaciones
1690-11-20	Lima	VI	Gran temblor. Según el escribano Don Diego Fernández Montaña, este movimiento acabó de arruinar los edificios y templos de la ciudad que habían quedado en pie luego del terremoto de 1687. El acuerdo del cabildo fue que se derribasen todas las paredes que amenazaban desplome y se hiciese un reconocimiento de los daños causados.
1699-07-14	Lima	VII	Fuerte temblor en Lima. Derribó algunas casas.
1732-12-02	Lima	VI	Recia sacudida de tierra en Lima, maltrató muchos edificios.
1746-10-28	Lima-Callao	X-XI	Terremoto en Lima, y tsunami en el Callao. En Lima, de las 3000 casas existentes distribuidas en 150 manzanas, sólo 25 quedaron en pie. Cayeron a tierra los principales y más sólidos edificios, la Catedral, monasterios, conventos, hospitales y otros. El movimiento, según Llano y Zapata, fue de tres a cuatro minutos. Según el relato oficial, perecieron en Lima 1141 personas de un total de 60 000, otros cronistas suben estas cifras por diversas causas, y por las epidemias que luego se desataron.
1828-03-30	Lima	VII	Terremoto causó grandes daños en los edificios y viviendas, las pérdidas se calcularon en seis millones de pesos. Hubo 30 muertos y numerosos heridos. Sufrieron el puerto del Callao, Chorrillos y Chancay, Huarochirí y el pueblo de San Jerónimo. Se sintió fuerte en Trujillo y Huancayo. Leve en Arequipa.
1897-09-20	Lima	VII	Fuerte sismo que causó destrucción en Lima y Callao. En el interior sufrieron las edificaciones de Huarochirí y hubo derrumbes de las partes altas. El movimiento se sintió más allá de Ancón por el norte y hasta Pisco por el sur.
1904-03-04	Lima	VII-VIII	Intenso movimiento sísmico sentido en un área de percepción de aproximadamente 230 000 km <sup>2</sup> . En un área epicentral de 4000 km <sup>2</sup> . Dentro de esa área, en Lima cayeron cornisas, paredes antiguas y se agrietaron las torres de la catedral; en el Callao y Chorrillos no quedó casa sin rajadura. Hacia el sur la destrucción se extendió hasta Mala. Otros efectos se apreciaron en el este, o sea en La Molina, y en el fundo Naña; en Matucana hubo desprendimiento del material meteorizado de la parte alta de los cerros y agrietamientos en las viviendas, mientras que, en la zona costera, en Pasamayo, fueron profusos los deslizamientos en los acantilados de arena. El mismo fue sentido en Casma, Trujillo, Huánuco, Pisco, Ica y Ayacucho.
1907.11.16	Tarma-Cerro de Pasco	V	Temblor sentido en la costa, entre Lambayeque y Casma; en la región central de Tarma, Cerro de Pasco, Huánuco; y en la selva, entre Masisea y Puerto Bermúdez.
1909.04.12	Región central del país	VI	Movimiento de tierra que conmovió casi toda la región central del país. A lo largo de la costa fue percibido desde Salaverry a Ica; en la montaña en Puerto Bermúdez. En Lima fue de grado V en la hacienda Andahuasi, Huacho causó averías, en Matucana mayores daños.
1928.05.17	Cerro de Pasco	VI	Fuerte temblor en Cerro de Pasco, Cuzco, Macusani y Paucartambo. En este último lugar se producen derrumbes.
1932-01-19	Lima	V-VII	Violento temblor que hizo caer cornisas, tapias y paredes viejas. En el puerto del Callao el temblor fue tan fuerte como en la capital y ocasionó diversos daños en las edificaciones. Se sintió fuerte en Huacho, ligeramente en Cañete, Chincha, Ica, Pisco, Trujillo y Chiclayo. En la ciudad de Huaraz, en Callejón de Huaylas, el temblor fue recio.
1933-08-05	Lima	VI	Fuerte y prolongado temblor en Lima-Callao e Ica. Se observaron ligeros deterioros en las casas antiguas de la ciudad. Rotura de vidrios en la ciudad de Ica. Fue sentido entre Huacho y Pisco a lo largo de la costa, en Cerro de Pasco y otros pueblos de la cordillera central, y en el puerto Bermúdez situado en la zona oriental.
1937-12-24	Vertiente oriental cordillera Oriental	X	Terremoto en las vertientes de la cordillera central afectó los pueblos de Huancabamba, en el valle del mismo nombre, y Oxapampa, cerca del río Chuquibamba. Sus efectos destructores fueron muy marcados en las construcciones de adobe o tapial. La ciudad de Lima y poblaciones cercanas fueron sacudidas por un terremoto; se extendió hasta el puerto de Guayaquil-Ecuador al norte, y el puerto de Arica-Chile al sur. Ocasiónó la destrucción de muchas edificaciones en Lima, Callao, Chorrillos, Barranco, Chancay y Lurín.

Fecha	Localidades	Intensidad	Observaciones
1940-05-24	Lima	VII-VIII	El sismo dejó un saldo de 179 muertos y 3500 heridos, estimándose los daños materiales en unos 3 600 000 soles oro. Las estadísticas oficiales consignaban que sufrieron daños un 38 % de las viviendas de quincha, 23 % de las de adobe, 20 % de las casas de ladrillo, 9 % las de cemento y 10 % de las casas construidas de diversos materiales.
1945-06-15	Lima	VI	Temblor muy fuerte. Causó cuarteaduras en las construcciones modernas del barrio obrero del Rímac. Fue sentido desde Supe hasta Pisco por la costa; y en Canta, Matucana, Morococha, Casapalca y Huaytará.
1951-01-31	Lima	VI-VII	Fuerte temblor, comenzó con un ruido sordo, segundos después se sintió un fuerte remezón que hizo crujir paredes. Ocasiónó una fina rajadura vertical en la fachada de un edificio de concreto armado de la Plaza San Martín. El Observatorio de Lima registró aceleraciones máximas de 68 cm/seg <sup>2</sup> , con periodos de 0.1 segundos en las componentes horizontales. El movimiento fue sentido desde el paralelo 10° hasta el 14° de latitud sur. El Observatorio de Huancayo inscribió este movimiento a una distancia de 220 km, el foco posiblemente estuvo localizado en el océano, cerca de la costa.
1952-08-03	Lima-Callao	V-VI	Fuerte sismo sentido en casi todo el departamento de Lima; el área de percepción fue unos 26 000 km <sup>2</sup> . Se registró una aceleración máxima de 21 cm/seg <sup>2</sup> , con período de 0.2 segundos en sus componentes horizontales.
1954-04-21	Lima	VI	Movimiento ligeramente destructor en el sur del departamento de Lima. El área de percepción estuvo confinada entre los paralelos 9° y 5° de latitud sur a lo largo de la costa, y hasta Tarma y Huancayo hacia el interior. En la costa ocurrieron ligeros desperfectos en las antiguas construcciones de adobe de Mala, Cañete y San Antonio. En la ciudad de Lima fue fuerte, registrándose una aceleración máxima de 25 cm/seg <sup>2</sup> , con periodos de 0.1 seg. Derrumbe en el sector Pacasmayo y en el talud de falla de Jahuay (kilómetro 184 de la carretera sur).
1955-02-09	Lima	VI	Temblor fuerte, resultaron 10 personas accidentadas. Aceleración promedio 27 cm/seg <sup>2</sup> con periodos de 0.2 seg. Desprendimiento del material suelto en los barrancos de los balnearios y en el sector de Pasamayo, al norte de Lima; ligeramente destructor para los edificios y viviendas de la ciudad de Cañete. Sentido en Huaraz.
1957-02-18	Huarmey-Chincha	IV-V	Movimiento sentido a lo largo de la costa. En las cercanías del pueblo de Sayán, en el río Huaura, los deslizamientos de grandes bloques de piedras rompieron el muro de contención de un canal de irrigación. Derrumbes de arena en los acantilados de Pasamayo. En la ciudad de Canta la intensidad fue ligeramente superior al grado V, lo mismo que en la ciudad de Huacho.
1962-03-03	Junín	VII	Fuerte sismo en el anexo de Yungui, distrito de Uculmayo, provincia de Junín, situado en una zona boscosa de las vertientes orientales de los andes. Destrucción.
1963-09-24	Cordillera Negra	V-VI	Sismo destructor en los muelles situados en la Cordillera Negra, en la latitud 10°. Ocasiónó daños en Huayllacayari, Cajacay, Malvar, Carforaco, Cajamarquilla, Ocos Raquia, Congas y Llipa, en el departamento de Áncash. Además, en los canales de Irriga y Caminos, hubo deslizantes de materiales sueltos de los cerros. El desplome de una pared causó una muerte en Malvas. Destrucción de viviendas contiguas de adobe en el puente y ciudad de Huarmey. En Huaraz fueron dañadas varias construcciones, la caída de tejas y cornisas accidentó a varias personas. Hubo algunas rajaduras en inmuebles vetustos situados al norte de la ciudad de Lima. Fue sentido con fuerte intensidad en Chimbote y Salaverry.

Fecha	Localidades	Intensidad	Observaciones
1966-10-17	Lima	VIII	Uno de los sismos más intensos desde 1940, dejó un saldo de 100 muertos y daños materiales ascendientes a mil millones de soles oro. El área de percepción cubrió aproximadamente 524 000 km <sup>2</sup> y fue destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe. La aceleración registrada en Lima estuvo acompañada de periodos dominantes del orden de un décimo de segundo. La amplitud máxima fue de 0.4 g, entre ondas de aceleraciones menores de 0.2 g. Rotura de vidrios por doquier y ruidos intensos. En el centro de Lima y en algunos sectores se veían caídas de cornisas y enlucidos. En la hacienda San Nicolás, a unos 156 km al norte de Lima, aparecieron numerosas grietas y de varias de ellas surgió agua de color amarillo. En el tramo 169 de la carretera Panamericana Norte se observaron otras, especialmente el kilómetro 51 y el kilómetro 22 de la Carretera Central quedaron bloqueadas a consecuencia de los derrumbes. En la costa hubo deslizamientos de material suelto de los acantilados de Chorrillos, Miraflores y Magdalena.
1970-05-31	Costa de Lima-Ica	V-VI	Uno de los más catastróficos terremotos en la historia del Perú, se sintió en casi toda la costa del Perú hasta las cordilleras, con diferentes intensidades. Al sur y ESE fue de grado VI MM en Lima. Fuerte en Pisco e Ica.
1972-06-19	Lima	VI	Fuerte temblor que causó ligeros desperfectos en el centro de Lima. Alarma en Mala y Cañete. Por el norte se sintió en Chancay y Huacho. Los remezones en Ica fueron casi imperceptibles.
1974-10-03	Lima	VII-VIII	Lima fue sacudida por un largo y recio temblor que ocasionó 78 muertos, unos 2500 heridos y pérdidas materiales estimadas en unos 2700 millones de soles. Duración del movimiento de más de minuto y medio, contribuyó a acentuar la destrucción de muchas casas antiguas de adobe y quincha en el área litoral comprendida entre 12° y 14° de latitud sur. En Lima Metropolitana, sufrieron daños entre leves a considerables las iglesias y monumentos históricos, los edificios públicos y privados, las viviendas antiguas de adobe de los Barrios Altos, Rímac, el Cercado, Callao, Barranco y Chorrillos. Los efectos destructores del sismo se extendieron a Mala, Chincha, Cañete, Pisco y otras poblaciones con saldo de 13 muertos y numerosos heridos. Se observaron derrumbes de material aluvial en los acantilados situados entre Magdalena y Chorrillos, agrietamientos de la plataforma de la carretera Panamericana en los tramos III. Este evento sísmico coincidió con el sexto año del gobierno de la "Revolución Peruana" encabezada por el general Velazco Alvarado, aun en el poder. Como consecuencia, se suspendió la gran concentración convocada para ese día, a las 6 de la tarde, en la Plaza de Armas. Felizmente fue día no laborable para los escolares. Tuvo un epicentro a 90 kilómetros al suroeste de la capital.
1993-04-18	Lima y alrededores	VI	Lima fue sacudida por un fuerte sismo de 5.8 grados en la escala de Richter, que sacudió la ciudad de Lima y alrededores. El sismo originó daños considerables en las viviendas construidas con materiales inestables en los alrededores de la ciudad y en las zonas altas de Lima. Este sismo se constituye como el último de una serie de cuatro terremotos ocurridos en los últimos 30 años entre 9° S y 13° S a niveles intermedios de profundidad.
1996-11-12	Nazca	VII	Sismo de magnitud 7.7Mw que afectó principalmente a la localidad de Nazca, departamento de Ica. El epicentro del terremoto llamado "Terremoto de Nazca" fue localizado por el Instituto Geofísico del Perú a 135 km al suroeste de la localidad de Nazca. Este terremoto fue acompañado de una serie de 150 réplicas durante las primeras 24 horas, que causaron alarma en las localidades de Nazca, Palpa, Ica, Acari y Llauca, las cuales soportaron intensidades máximas de VII (MM) durante el terremoto principal. El Sistema de Defensa Civil (Indeci) reportó 17 personas muertas, 1500 heridos y 100 000 damnificados. En cuanto a infraestructura, más de 5000 viviendas fueron destruidas, 12 000 afectadas. El costo económico de pérdidas fue del orden de 42 millones de dólares. El terremoto de Nazca produjo un tsunami pequeño que fue registrado en el mareógrafo de San Juan, el mismo que muestra desviaciones del nivel medio del mar del orden de 1.80 m. Este tsunami no produjo mayores daños, debido a que el terremoto ocurrió durante la bajamar.

Fecha	Localidades	Intensidad	Observaciones
2001-06-23	Arequipa	VIII	Este terremoto ha sido el más grande ocurrido en la última centuria en la región sur del Perú, afectó a Arequipa, Moquegua y Tacna en el Perú, y a Arica en Chile. La magnitud del sismo fue de Mw =8.2. Hubo 96 muertos, cerca de 11 000 edificaciones destruidas y más de 31 000 damnificados. La ciudad de Camaná fue afectada por un maremoto que provocó la muerte de 39 personas. El 80 % de las viviendas de Moquegua quedó inhabitable y Arequipa se hundió cinco centímetros. La onda sísmica fue sentida en Lima y también en Tumbes, Talara, Sullana y Piura.
1972-06-19	Lima	VI	Fuerte temblor que causó ligeros desperfectos en el centro de Lima. Alarma en Mala y Cañete. Por el norte se sintió en Chancay y Huacho. Los remezones en Ica fueron casi imperceptibles.
1974-10-03	Lima	VII-VIII	Lima fue sacudida por un largo y recio temblor que ocasionó 78 muertos, unos 2500 heridos y pérdidas materiales estimadas en unos 2700 millones de soles. Duración del movimiento de más de minuto y medio, contribuyó a acentuar la destrucción de muchas casas antiguas de adobe y quincha en el área litoral comprendida entre 12° y 14° de latitud sur. En Lima Metropolitana, sufrieron daños entre leves a considerables las iglesias y monumentos históricos, los edificios públicos y privados, las viviendas antiguas de adobe de los Barrios Altos, Rímac, el Cercado, Callao, Barranco y Chorrillos. Los efectos destructores del sismo se extendieron a Mala, Chincha, Cañete, Pisco y otras poblaciones con saldo de 13 muertos y numerosos heridos. Se observaron derrumbes de material aluvial en los acantilados situados entre Magdalena y Chorrillos, agrietamientos de la plataforma de la carretera Panamericana en los tramos III. Este evento sísmico coincidió con el sexto año del gobierno de la "Revolución Peruana" encabezada por el general Velazco Alvarado, aun en el poder. Como consecuencia, se suspendió la gran concentración convocada para ese día, a las 6 de la tarde, en la Plaza de Armas. Felizmente fue día no laborable para los escolares. Tuvo un epicentro a 90 kilómetros al suroeste de la capital.
1993-04-18	Lima y alrededores	VI	Lima fue sacudida por un fuerte sismo de 5.8 grados en la escala de Richter, que sacudió la ciudad de Lima y alrededores. El sismo originó daños considerables en las viviendas construidas con materiales inestables en los alrededores de la ciudad y en las zonas altas de Lima. Este sismo se constituye como el último de una serie de cuatro terremotos ocurridos en los últimos 30 años entre 9° S y 13° S a niveles intermedios de profundidad.
1996-11-12	Nazca	VII	Sismo de magnitud 7.7Mw que afectó principalmente a la localidad de Nazca, departamento de Ica. El epicentro del terremoto llamado "Terremoto de Nazca" fue localizado por el Instituto Geofísico del Perú a 135 km al suroeste de la localidad de Nazca. Este terremoto fue acompañado de una serie de 150 réplicas durante las primeras 24 horas, que causaron alarma en las localidades de Nazca, Palpa, Ica, Acari y Llauca, las cuales soportaron intensidades máximas de VII (MM) durante el terremoto principal. El Sistema de Defensa Civil (Indeci) reportó 17 personas muertas, 1500 heridos y 100 000 damnificados. En cuanto a infraestructura, más de 5000 viviendas fueron destruidas, 12 000 afectadas. El costo económico de pérdidas fue del orden de 42 millones de dólares. El terremoto de Nazca produjo un tsunami pequeño que fue registrado en el mareógrafo de San Juan, el mismo que muestra desviaciones del nivel medio del mar del orden de 1.80 m. Este tsunami no produjo mayores daños, debido a que el terremoto ocurrió durante la bajamar.
2001-06-23	Arequipa	VIII	Este terremoto ha sido el más grande ocurrido en la última centuria en la región sur del Perú, afectó a Arequipa, Moquegua y Tacna en el Perú, y a Arica en Chile. La magnitud del sismo fue de Mw =8.2. Hubo 96 muertos, cerca de 11 000 edificaciones destruidas y más de 31 000 damnificados. La ciudad de Camaná fue afectada por un maremoto que provocó la muerte de 39 personas. El 80 % de las viviendas de Moquegua quedó inhabitable y Arequipa se hundió cinco centímetros. La onda sísmica fue sentida en Lima y también en Tumbes, Talara, Sullana y Piura.

Fecha	Localidades	Intensidad	Observaciones
2007-08-15	Pisco	VIII	<p>Sismo registrado con una duración de 210 segundos (3 minutos 30 segundos). Su epicentro se localizó en las costas del centro del Perú a 40 kilómetros al oeste de Chincha Alta y a 150 km al suroeste de Lima, su hipocentro se ubicó a 39 km de profundidad. Fue uno de los terremotos más violentos ocurridos en el Perú en los últimos años.</p> <p>El siniestro tuvo una magnitud de 7.9 grados en la escala sismológica de magnitud de momento y VIII en la escala de Mercalli, dejó 595 muertos, 1800 de heridos, 76 000 viviendas totalmente destruidas e inhabitables y cientos de miles de damnificados. Las zonas más afectadas fueron las provincias de Pisco, Ica, Chincha y Cañete.</p>

Fuente: IGP 2005

## Anexo II: Glosario

**Análisis de Riesgos:** Procedimiento técnico, que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular, controlar, manejar y comunicar los riesgos, para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres. El Análisis de Riesgo facilita la determinación del nivel del riesgo y la toma de decisiones.

**Análisis de Vulnerabilidad:** Proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.

**Cultura de Prevención:** Es el conjunto de valores, principios, conocimientos y actitudes de una sociedad que le permiten identificar, prevenir, reducir, prepararse, reaccionar y recuperarse de las emergencias o desastres.

**Desastre:** Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana.

**Elementos de Riesgo o Expuestos:** Es el contexto social, material y ambiental presentado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico.

**Estimación:** La Estimación del Riesgo comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.

**Exposición:** Se genera por una relación no apropiada con el ambiente, a mayor exposición, mayor vulnerabilidad. Aquí se analizan las unidades sociales expuestas (como la población, la familia y la comunidad), unidades productivas (terrenos, zonas agrícolas, etc.), servicios públicos, infraestructura u otros elementos, que están expuestas a los peligros identificados.

**Evaluación de Riesgos:** Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos.

**Fragilidad:** Indica las condiciones de desventaja o debilidad relacionadas al ser humano y sus medios de vida frente a un peligro, a mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. Aquí se analizan las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno. Ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción, materiales, entre otros.

**Gestión Correctiva:** Conjunto de acciones que planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente.

**Gestión del Riesgo de Desastres (GRD):** Es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

**Gestión Prospectiva:** Conjunto de acciones que planifican con el fin de evitar y prevenir la conformación de riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio.

**Identificación de Peligros:** Conjunto de actividades de localización, estudio y vigilancia de peligros y su potencial daño, que forma parte del proceso de estimación del riesgo.

**Medidas Estructurales:** Cualquier construcción física para reducir o evitar los riesgos o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a los peligros.

**Medidas no Estructurales:** Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, capacitación y educación.

**Peligro:** Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos.

**Peligro Inminente:** Fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana, con alta probabilidad de ocurrir y de desencadenar un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno de tipo social, económico y ambiental debido al nivel de deterioro acumulado en el tiempo y que las condiciones de éstas no cambian.

**Plan Integral de Reconstrucción:** Es el instrumento técnico operativo, diseñado para asegurar la recuperación social, reactivación económica así como la recuperación física en las localidades afectadas, en el marco del proceso de reconstrucción. Dicho plan se base en estudios específicos necesarios para su elaboración, desarrollados por las entidades competentes, los cuales a su vez sustentan la ejecución de la reconstrucción en el mismo lugar o la reubicación de la población. Las acciones definidas en el Plan Integral de Reconstrucción orientan un criterio de priorización que permita iniciar la intervención en los sectores sociales más necesitados.

**Plan de Reasentamiento Poblacional:** Documento de gestión que establece las acciones, las entidades intervinientes y sus responsabilidades, el plazo de ejecución y los costos, así como la información relacionada a la zona declarada de Muy Alto Riesgo No Mitigable, la evaluación de la población a reasentar de los predios afectados, el saneamiento físico legal de los predios a desocupar, el uso inmediato de las zonas desocupadas, la evaluación de la zona de acogida, los instrumentos disponibles para su ocupación segura.

**Política Nacional de GRD:** Es el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de desastres, así como a minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente.

**Prevención:** El proceso de Prevención del Riesgo comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

**Reducción:** El proceso de Reducción del Riesgo comprende las acciones que se realizan para reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

**Resiliencia:** Capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar, adsorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro.

**Riesgo de Desastre:** Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.

**SINAGERD:** Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, es un sistema institucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, conformado por todas las instancias de los tres niveles de gobierno, con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de Gestión del Riesgo de Desastres.

**Vulnerabilidad:** Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

(fuente:CENEPRED)

### Anexo III: Panel Fotográfico



Zona Industrial cerca al ámbito de estudio



Zona con desnivel y pendiente



Pasaje interior mal estado para la evacuación.



Muro de enrocado en la parte inferior de tanque de agua.



Límite con REPSA, a la izquierda se aprecia las edificaciones con más de tres niveles.



Se aprecia el desnivel de la Mz B. de 6 metros



Vista de edificaciones acero en proceso de oxidación



Vista de las viviendas de con Material de Madera



Vista del Muro de concreto



Desnivel de Viviendas con material de Madera



Viviendas con Material de Ladrillos



Zonas con pendientes



Muro de concreto en Viviendas



Volados de viviendas muy próximas a postes de alumbrado y redes públicas.



Edificaciones con volados hacia la vía pública



Vista del tanque de agua en la parte alta



Vista del espacio angosto entre el tanque de agua y viviendas