

**INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR SISMOS EN EL
SECTOR EL TANQUE Y SAN AGUSTÍN, DISTRITO DE MOCHE,
PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.**

2023


Inga Doris Yélica Velasco González
EVALUADORA DEL RIESGO
R.C.J. N° 062-2018-CENEPREDIJ

INDICE

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	1
INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
1.3. Finalidad	2
1.4. Justificación	2
1.5. Antecedentes	3
1.6. Marco normativo	5
CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO	6
2.1. Ubicación geográfica	6
2.2. Vías de acceso	8
2.3. Mapa de ubicación.	8
2.4. Características sociales	10
2.4.1. Población	10
2.4.2. VIVIENDA	12
2.5. Características socio-económicas	14
2.6. Condiciones climatológicas	15
2.6.1. Clima	15
2.7. CONDICIONES FISICAS	17
2.7.1. Pendiente de terreno	17
2.7.2. Unidades geomorfológicas	20
2.7.3. Geología	22
2.7.4. Magnitud	26
2.7.5. Sismicidad en el Perú	27
2.7.6. Sismos en el norte del Perú	27
2.7.7. Fuentes sismogénicas	30
2.7.8. Patrón de sismicidad en la costa del Perú	31
2.7.9. Zonificación sísmica	32
2.7.10. Análisis espacial de los sismos	33
CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO	36
3.1. Metodología para la determinación del peligro	36
3.2. Recopilación y análisis de información	36
3.3. Identificación del área de influencia	37
3.4. Identificación del Peligro	37
3.5.1. Análisis del Factor Desencadenante	39

3.5.2. Análisis de los Factores Condicionantes	40
3.5. Parámetro General de Evaluación	45
3.6. Definición de escenarios	45
3.7. Niveles de peligro	46
3.8. Estratificación del nivel de peligro	47
3.9. Mapa de Peligro	48
3.10. Identificación y Cuantificación de Elementos Expuestos Susceptibles	49
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	50
4.1 Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad	50
4.2 Análisis de la dimensión social	51
4.2.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión Social	51
4.2.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Social.....	52
4.2.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Social	54
4.3 Análisis de la Dimensión Económica	55
4.3.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión Económica	56
4.3.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Económica.....	57
4.3.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Económica	59
4.4 Análisis de la Dimensión Ambiental	61
4.4.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión Ambiental.....	61
4.4.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Ambiental	63
4.4.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Ambiental	64
4.5 Cálculo de los Niveles de la Vulnerabilidad	65
4.6 Niveles de vulnerabilidad	66
4.7 Estratificación de los Niveles de Vulnerabilidad	67
4.8 Mapa 6:Mapa de Vulnerabilidad	68
CAPÍTULO V CÁLCULO DEL RIESGO	70
5.1. Metodología para Determinar los Niveles de Riesgo	70
5.2. Determinación los Niveles de Riesgo	71
5.2.1 Niveles de Riesgo	71
5.2.2 Matriz de Riesgo	71
5.3. Estratificación de los Niveles de Riesgo.....	71
5.4. Mapa 7: Mapa de Riesgo	75
5.5. Cálculo de Efectos Probables	76
CAPÍTULO VI CONTROL DEL RIESGO	77
6.1. De la Evaluación de las Medidas	77

6.2. Valoración de Consecuencias	77
6.3. Valoración de frecuencia.....	77
6.4. Nivel de consecuencia y daños	78
6.5. Medidas cualitativas de consecuencia y daño	78
6.6. Aceptabilidad o Tolerancia del Riesgo	78
6.7. Prioridad de Intervención	79
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES.....	81
Medidas de Orden Estructural	81
Medidas de Orden No estructural	81
BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS	83

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

INTRODUCCION

El presente Informe de Evaluación del Riesgo por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, distrito de Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, en caso de presentarse un evento de gran magnitud.

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 centro poblado y el marco normativo. En el segundo capítulo, se describe las características generales del área de estudio, como ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas, entre otros.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro, en el cual se identifica su área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenantes para la definición de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones, el social, económico y ambiental.

En el cuarto capítulo, 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 el cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel y el mapa del riesgo por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, distrito de Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad.

Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

1.1. Objetivo general

- Determinar los niveles de riesgos originados por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, Distrito Moche, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los niveles de peligro originados por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, Distrito Moche, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad.
- Determinar los niveles de vulnerabilidad del Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad ante el peligro originados por Sismos.
- Proponer medidas de prevención y de reducción del riesgo originados por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, Distrito Moche, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad. para un adecuado control del riesgo.

1.3. Finalidad

Sustentar la implementación de medidas de prevención y reducción de desastres en el área de estudio, mejorando así las condiciones de habitabilidad de la población en función a los niveles de riesgo obtenidos en el presente documento.

1.4. Justificación

En atención a lo dispuesto en el artículo 1 y en el numeral 5.1 del artículo 5 de la Ley N° 29664 y en el artículo 21 del DS 048-2011-PCM, que reglamenta la Ley del SINAGERD. *La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 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”.*

Asimismo, el *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 - 2030*, [considera] Moche...*la reducción del riesgo de desastres como resultado esperado, un objetivo centrado en evitar que se produzcan nuevos riesgos, la reducción del riesgo existente y reforzar la resiliencia, así como un conjunto de principios rectores, incluida la responsabilidad primordial de los Estados de prevenir y reducir el riesgo de desastres, y la participación de toda la sociedad y todas las instituciones del Estado.”* Además, precisa que *es necesario trabajar más a todos los niveles para reducir el grado de exposición y la vulnerabilidad, con el fin de evitar que se dé lugar a nuevos riesgos de desastres...”;* no obstante, ni en el ámbito local ni en el nacional se ha trabajado para avanzar en este sentido, por lo que es importante que se desarrollen las respectivas evaluaciones de riesgo, a pesar de los pobres intentos de implementar la planificación urbana y evitar la invasión de espacios, que no siempre son apropiados para la habilitación urbana, de modo que se posibilite la formalización ordenada, aplicando medidas para mejorar la seguridad y, por ende, resiliente del asentamiento, minimizando los riesgos a través de reducción de la exposición y, por lo tanto, de la vulnerabilidad.

La naturaleza de la activación de una quebrada ocasionada por diversos umbrales de precipitación en la microcuenca de influencia viene a ser una probabilidad de ocurrencia de lluvias intensas, por una inadecuada ubicación de vivienda, proyectos inmobiliarios, demás proyectos de inversión pública en infraestructura como servicios básicos, instituciones educativas, centros de salud, canales de riesgo, etc. y otros dentro del cauce o muy cerca al cauce del río Moche, estarían expuestos a sufrir posibles impactos, daños, destrucción hasta pérdida de medios de vida y de vidas humanas.

En ese sentido, se justifica realizar este tipo de estudio de evaluación de riesgos por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, como herramienta útil para la zonificación del riesgo en el territorio.

Esto permitirá a las autoridades competentes tomar decisiones para tomar medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres ante Sismos y asimismo mediante la zonificación del riesgo a identificar para ser usado en la actualización del Plan de Desarrollo Urbano, Plan de Uso de Suelos, Plan de Expansión de Urbano, Plan de Ordenamiento Territorial que permita identificar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo dentro del área de influencia que orienten hacia el desarrollo territorial sostenible, seguro e implementar actividades que conlleven y garanticen al desarrollo sustentable de la zona.

1.5. Antecedentes

Las inundaciones por desborde del río Moche son un tipo de peligro hidrometeorológico: Las inundaciones por desborde del río Moche son procesos que se pueden considerar como un peligro que causan numerosas pérdidas de vidas humanas y/o grandes pérdidas económicas, tanto por los daños a los bienes como aquellos derivados de la ayuda y asistencia social que se le debe proporcionar a los damnificados para realizar la evaluación del peligro. Se propone integrar el conocimiento existente acerca de los Sismos, para con él desarrollar una metodología que facilite el análisis de una zona determinada, cuyo objetivo central sea el evaluar el peligro de que ocurran Sismos en dicha zona, es decir, definir las condiciones espaciales y temporales de su ocurrencia, en base a las características fisiográficas, litológicas, pendiente, precipitaciones, geológicas, geotécnicas, climáticas y de intervención humana presentes en la zona de estudio.

Entre los meses de febrero a marzo de 2017 y marzo del 2023, a consecuencias de las intensas precipitaciones pluviales se registraron desbordes del Río Moche originando inundaciones a diversos puntos del casco urbano que conforma dicha ciudad como Urbanizaciones, AA.HH, del distrito de Moche, ocasionando daños a la población, viviendas, servicios básicos, carreteras y áreas de cultivo. Este evento es recurrente en este departamento tal como se indica en el cuadro siguiente:

El distrito de Moche en el año 2017 por el evento Niño Costero fue afectado por la inundación a causa del desborde del río Moche, se contabilizaron 3102 personas afectadas, 70 viviendas inhabitables, 404 viviendas afectadas y 8 establecimientos de salud afectados, así mismo, la pérdida de áreas de cultivos y zonas agrícolas (IGP, 2020)

También se tiene el siguiente registro en la zona estudiada:

- El 14/03/1998, ocurrió inundación fluvial: desborde del río Moche (intensas lluvias) provocó inundación de calles y tierras de cultivo (Diario La República.)
- El 24/02/1998 ocurrió inundación fluvial por desborde del Río Moche, afectó más de 300 Hectáreas de maíz, arroz y cultivos de panllevar. Fuente: Diario El Comercio.
- El 26/02/1998 ocurrió inundación fluvial: desborde del río Moche dejó en ruinas unas 20 casas y mil hectáreas de cultivo de panllevar. Fuente: Diario La República.
- El ciclón Yaku indirectamente ocasionó grandes perjuicios, sobre todo en la costa peruana. El domingo 12 de marzo de 2023 se registró inundación fluvial por desborde del río Moche, ocasionando que los sembríos de la zona se perdieran, así también, afectando las viviendas de decenas de pobladores que viven muy cerca a este. Según informaciones, la altura de la inundación llega al sector La Campiña, debido a las intensas lluvias registradas en la región, las cuales han durado más de 10 horas, ocasionando que muchas casas se inunden.

Para el presente estudio, se ha considerado como base la evaluación del peligro por Sismos, de la información presentada por las entidades nacionales especializadas e investigadores.

La zona en estudio se encuentra en Peligro por Sismos.

1.6. 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.
- Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del Gobierno Nacional frente a desastres y que dispone la creación de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios.
- 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° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N°147-2016-PCM, de fecha 18 de julio de 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción”.

CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación geográfica

El distrito de Moche es uno de los nueve distritos de la provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad,

El distrito de Moche cuenta con una extensión de 662.23 km² que representa el 10.66% de la superficie total de la provincia de Trujillo y se encuentra a una altitud media de 32 msnm.

La ciudad de Moche se ubica en las coordenadas UTM WGS84 (Punto Centroide) E= 541842.630 y N= 9425037.630.

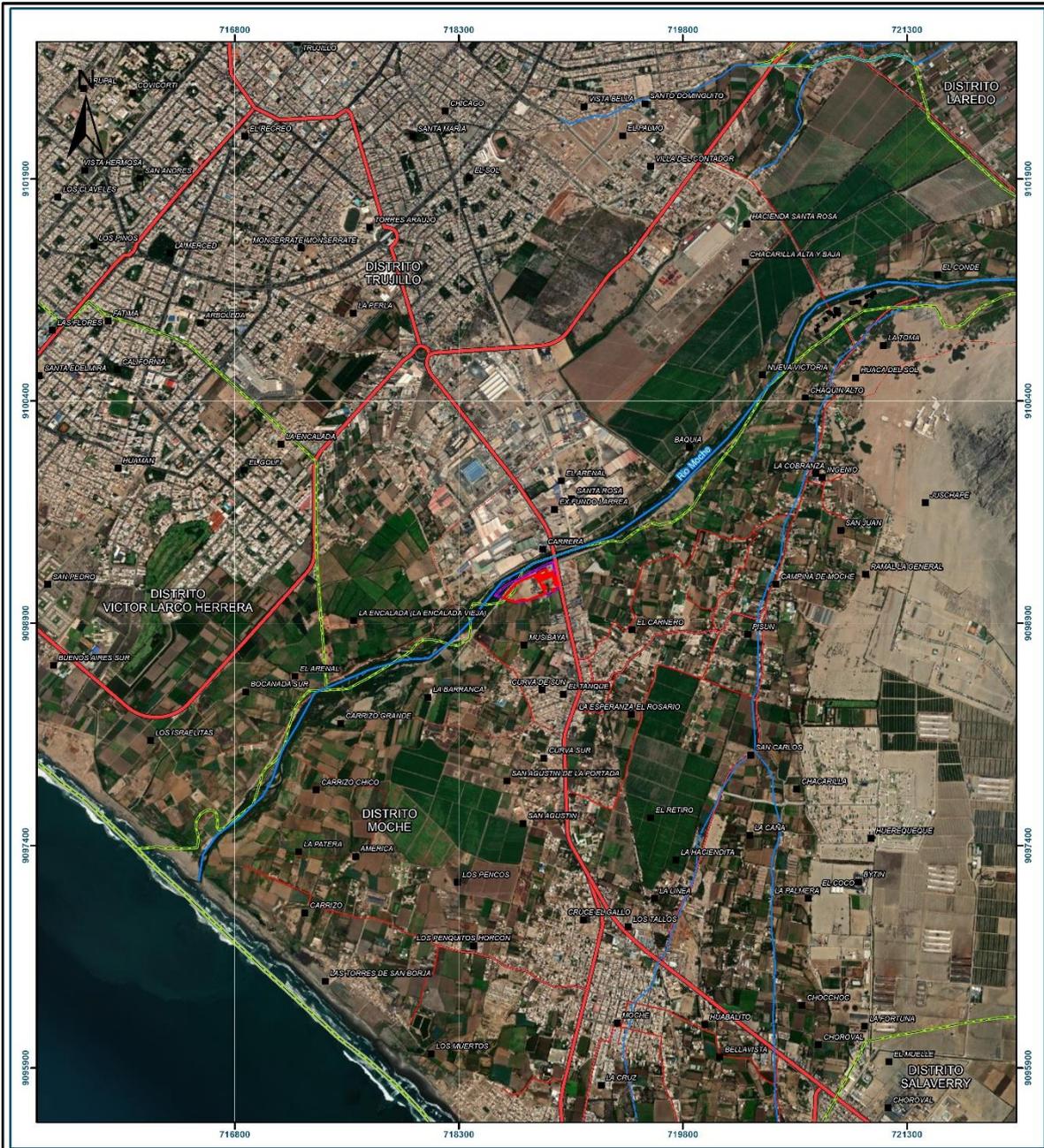
Se encuentra ubicada en la coordenada UTM: Datum WGS 84, hemisferio, Zona 18S.

Cuadro 1: Ubicación del Área de Estudio

SECTOR	X_ESTE	Y_NORTE
Sector El Tanque y San Agustín	718787.00 m E	9099154.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Área de Estudio



Simbología

- Centro poblado
- Acequia
- Río
- Asfaltado
- Afirmado
- Sin afirmar
- Trocha
- Lotes
- Sector El Tanque
- Límite distrital
- Límite provincial
- Límite departamental

ESCALA GRÁFICA

0 200 400 800 1.200 1.600 2.000



EVALUACIÓN DEL RIESGO EN EL SECTOR EL TANQUE, DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA DE TRUJILLO Y DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

MAPA DE UBICACION

Inf. general:	Localidad
Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zone 17S	SECTOR EL TANQUE
Fecha: Julio, 2023	
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INE Autoridad Nacional del Agua - ANA Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET	Mapa:
M-01	

Ing. Denis Yelena Velasco Gonzalez
EVALUADORA DEL RIESGO
R.C. N° 062-2019-CENEPREDI

2.2. Vías de acceso

La ciudad de Moche es capital del distrito del mismo nombre, uno de los once distritos que conforman la provincia de Trujillo, en la región de La Libertad.

Geográficamente se ubica en las coordenadas UTM 719364 E y 9096454 N, con una altura de 10 m.s.n.m.

Limita:

Norte: Distrito Víctor Larco Herrera y Trujillo

Sur: Distrito de Salaverry

Este: Distrito de Laredo

Oeste: Océano Pacífico

El distrito está integrado a la red vía nacional a través de la carretera Panamericana Norte.

El acceso al distrito de Moche se realiza de la siguiente manera:

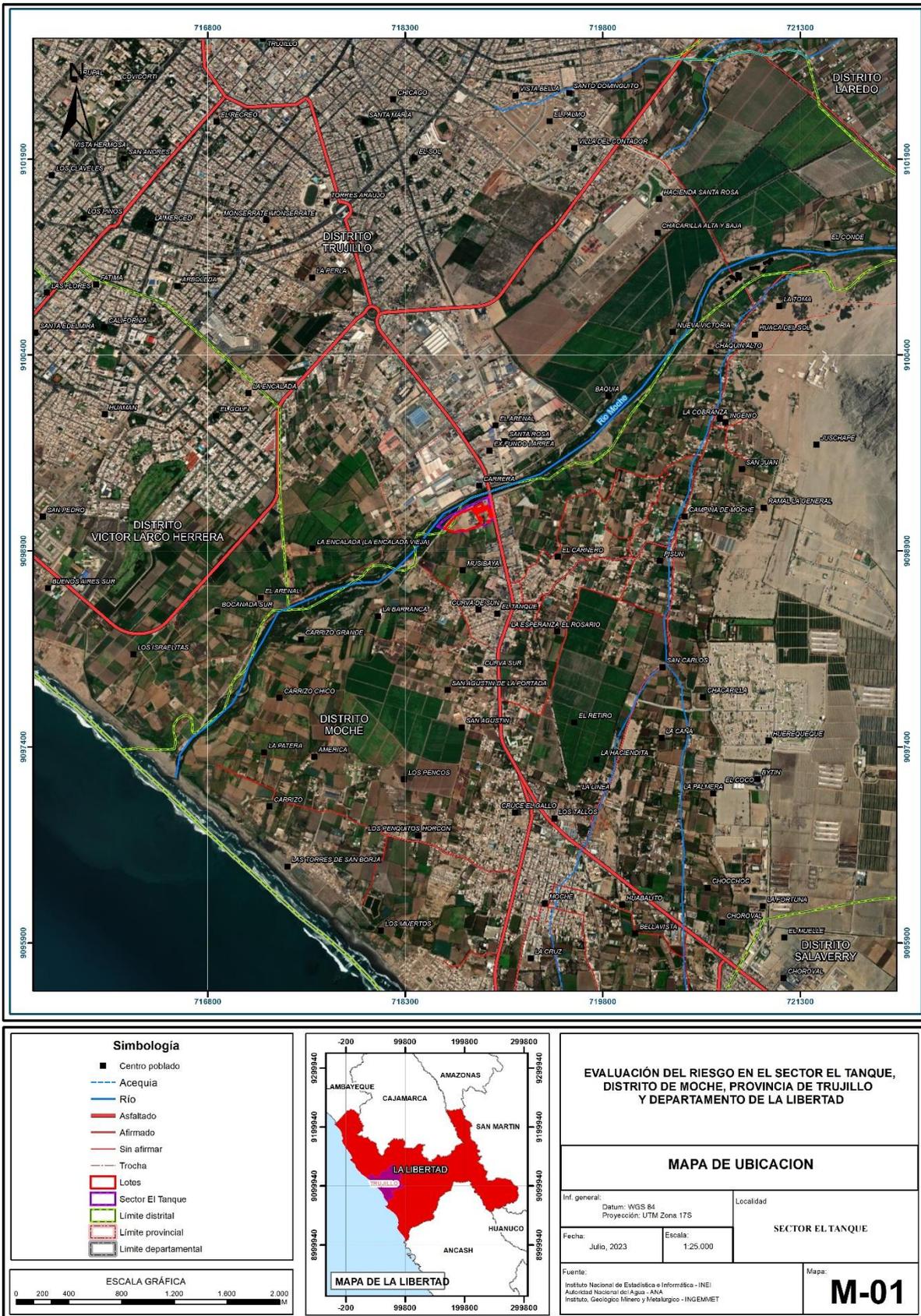
Vía terrestre: Desde la ciudad de Lima hasta el distrito de Moche por la carretera Panamericana Norte, en un recorrido de 480 km. aproximadamente, en un tiempo de 6 horas.

Vía aérea: Lima - Trujillo (30 minutos), luego se continua por la carretera Panamericana Norte, en dirección suroeste, desde el aeropuerto internacional FAP Carlos Martínez de Pinillos, hasta el distrito de Moche, en un recorrido aproximado de 17 km. en un tiempo de 30 minutos.

2.3. Mapa de ubicación.

El área de estudio se encuentra en el distrito de Moche, provincia y Departamento de La Libertad.

Mapa 1 Mapa de Ubicación



Fuente. Elaboración propia

h. d. y. velasco
Ing. Doris Yelena Velasco Gonzalez
 EVALUADORA DEL RIESGO
 R.C. N° 062-2019-CENEPREDI

2.4. Características sociales

2.4.1. Población

La información del distrito es de los Censos Nacionales del 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, es la fuente más real de información en la actualidad, así mismo es información oficial, brindada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, de ello que se ha considerado la información como línea base para el distrito de Moche.

La ciudad de Moche cuenta con una población total de 37,436 habitantes (INEI, 2017), el 98% de ellos se concentra en el sector urbano. Así mismo, Moche se encuentra constituida por 8,364 viviendas (INEI, 2017), las cuales el 60% de ellas, están construidas por ladrillo o bloque de cemento como material predominante en las paredes, el porcentaje restante, están construidas con materiales frágiles y/o de alta predisposición ante ocurrencia de eventos de origen natural como las inundaciones o sismos (3227 viviendas del distrito).

2.4.1.1. Población total

Según el "Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadística e Informática, señala que el distrito de Moche cuenta con una población de 37,436 habitantes, de los cuales, la mayor cantidad de población son mujeres que representa el 51.6% del total de la población y el 48.4 % son hombres del total de población.

Cuadro N° 01. Características de la población según sexo

Sexo	Población total	Moche
Hombres	18 123	48.4
Mujeres	19 313	51.6
Total de población	37 436	100.00

Fuente: INEI 2017

A. Población según grupo de edades

Según el "Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadística e Informática, el distrito Moche presenta la siguiente población según grupo de edades.

Cuadro N° 02 Población según grupos de edades

Edades	Cantidad	Moche
Menores de 1 año	641	1.71
1 a 14	9 466	25.29
15 a 29	9 739	26.02
30 a 44	7 988	21.34
45 a 64	6 714	17.93
Total	37 436	100

Fuente: INEI 2017

B. Población según grupo de edades

Según el "Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadística e Informática, el distrito Moche presenta la siguiente población de acuerdo con el tipo de seguro de salud.

Tipo de seguro de salud	Población	Moche
Seguro Integral de Salud (SIS)	11651	31.12
ESSALUD	13667	36.51
Seguro de fuerzas armadas o policiales	315	0.84
Seguro privado de salud	837	2.24
Otro seguro 1/	355	0.95
No tiene	10811	28.88
Total de población	37436	100.00

Fuente: INEI 2017

C. Población según nivel educativo

Según el "Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadística e Informática, el distrito Moche presenta la siguiente población de acuerdo con el tipo de nivel educativo.

Nivel educativo	Cantidad	Moche
Sin nivel	1723	4.91
Inicial	2073	5.90
Primaria	8845	25.18
Secundaria	12902	36.73
Básica especial	19	0.05
Superior no Univ. incompleta	1453	4.14
Superior no Univ. completa	2546	7.25
Superior Univ. incompleta	2190	6.24
Superior Univ. completa	3095	8.81
Maestría / Doctorado	276	0.79
Total	35122	100.00

Fuente: INEI 2017

2.4.2. VIVIENDA

Según el "Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadística e Informática, señala que el distrito Moche señala que existen 8,364 viviendas ocupadas con personas presentes, de las cuales, el 62.88% son de ladrillo o bloque de cemento, el 0.84 % son viviendas de triplay, calamina o estera, el 0.43 % son viviendas de madera; el 34.68 % son viviendas con adobe o tapia; y el resto son viviendas de material quincha, piedra con barro, estera entre otros.

Cuadro N° 03 Tipo de material predominante en las paredes

Tipo de material predominante de paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	5259	62.88
Piedra o sillar con cal o cemento	34	0.41
Adobe	2901	34.68
Tapia	8	0.10
Quincha (caña con barro)	16	0.19
Piedra con barro	40	0.48
Madera (pona, tornillo, etc.)	36	0.43
Triplay / calamina / estera	70	0.84
"Otro material	0	0.00
Total de viviendas	8364	100.00

Fuente: CENEPRED con información de INEI 2017

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Según el "Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadística e Informática, señala que el distrito Moche, el sistema de agua potable tiene como fuente señala que de un total de 8,364 viviendas el 81.83 % de viviendas tiene conexión de la red pública de agua, el 8.38 % tiene red pública fuera de la vivienda; el 0.36 % a través de pilones públicos y el restante se abastece de: pozos, camiones cisterna, río, acequias y otros medios.

Cuadro N° 04 Tipo de abastecimiento de agua

Viviendas con abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública dentro de la vivienda	6 844	81.83
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro	701	8.38
Pilón o pileta de uso público	30	0.36
Camión-cisterna u otro similar	139	1.66
Pozo	606	7.25
Manantial o puquio	1	0.01
Río, acequia, lago, laguna	5	0.06
Otro	38	0.45
Total de viviendas	8 364	100.00

Fuente: CENEPRED con información de INEI 2017

SERVICIOS HIGIENICOS

Según el "Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadística e Informática, señala que el distrito Moche, en cuanto al sistema desagüe y alcantarillado *señala que* de un total de 8,364 viviendas, el 78.79 % tiene conexión a la red pública dentro de la vivienda, el 8.56 % tiene conexión a la red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación, el 1.54 % tiene pozo séptico, 0.87 % con letrina, 9.12 % con pozo ciego o negro y el resto no tiene servicios, ocupando las acequias o canales y también por otros medios en lugares públicos contaminando el ambiente siendo un foco infeccioso muy peligroso para la salud del ser humano.

Cuadro N° 05 Viviendas con servicios higiénicos

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	6 590	78.79
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	716	8.56
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	129	1.54
Letrina	73	0.87
Pozo ciego o negro	763	9.12
Río, acequia, canal o similar	15	0.18
Campo abierto o al aire libre	40	0.48
Otro	38	0.45
Total de viviendas	8 364	100.00

Fuente: INEI 2017

ALUMBRADO PUBLICO

Según el "Censo 2017" del Instituto Nacional de Estadística e Informática, señala que el distrito de Moche, en cuanto al abastecimiento de Energía Eléctrica para el distrito de Moche; el 95 % (7,971) cuenta con conexión domiciliaría, mientras que el 5 % (393) restante no dispone de este servicio.

Cuadro N° 06 Tipo de alumbrado

Tipo de Alumbrado Público	Cantidad	%
Electricidad	7 971	95.00
No tiene	393	5.00
Total de viviendas	8 364	100.00

Fuente: CENEPRED con información de INEI 2017

2.5. Características socio-económicas

En lo concerniente a las actividades económicas desarrolladas en el lugar, se observa la concentración mayoritaria de la población económicamente activa (PEA) ocupada (15,762 pobladores) en la actividad comercial y agrícola.

Actividad económica	PEA Ocupada	Actividad económica	PEA Ocupada
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1912	Actividades financieras y de seguros	123
Explotación de minas y canteras	86	Actividades profesionales, científicas y técnicas	18
Industrias manufactureras	1515	Actividades de servicios administrativos y de apoyo	732
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	26	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.	679
Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y residuos.	33	Enseñanza	608
Construcción	1661	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social.	912
Comercio, reparación de vehículos automoviles y motocicletas.	2897	Actividades artísticas de entretenimiento y recreativas	464
Transporte y almacenamiento	1848	Otras actividades de servicios.	174
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	1212	Actividades de hogares como empleadores: actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio	433
Información y comunicaciones	138		291
Distrito de Moche PEA Ocupada Total			15762

Fuente: INEI

De acuerdo con el Banco Central de Reserva, durante el período 2011-2020, el departamento de La Libertad ha captado inversiones importantes en sectores como manufactura, minería y comercio, lo que influyó en la generación de empleo local.

La inversión ejecutada en el sector manufactura, en base a una muestra de tres representativas empresas del sector azucarero, Casa Grande, Cartavio y Laredo, que publican información financiera en el portal web de la Superintendencia de Mercado de Valores, suma US\$ 450 millones en la adquisición y mejora de maquinarias para la fábrica, infraestructura y tecnología de riego, maquinaria agrícola, ampliación de la frontera agrícola y administración, lo que incrementó la productividad en los últimos años.

Cabe indicar que la muestra de empresas tiene bajo planilla alrededor de 18 mil trabajadores.

En el sector minero, según cifras del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) las empresas del sector realizaron inversiones por un monto de US\$ 2 507 millones entre los años 2011 y 2020. Entre ellas destacan las inversiones realizadas por la Compañía Minera Poderosa, Consorcio Minero Horizonte y Minera Aurífera Retamas quienes invirtieron en conjunto US\$ 298 millones entre los años 2019 y 2020, principalmente en exploración y desarrollo y preparación.

En la actividad comercial destaca las inversiones realizadas en la construcción de centros comerciales y tiendas por departamentos en la ciudad de Trujillo. En el primero destacan Mall Aventura Plaza Trujillo, Real Plaza Trujillo, Los Jardines Open Plaza y el Centro Comercial Plaza Toros cuyas inversiones sumaron US\$ 119 millones y para su operatividad demandan alrededor de 3,9 mil trabajadores directos. En cuanto a las tiendas por departamentos, la inversión en la ejecución de proyectos como Oeschle, Plaza Vea, Chacarero, Cassinelli, Hipermercados Metro, Maestro, Hiperbodega Precio Uno totalizó US\$ 49 millones y generó más de mil empleos. De otro lado, la expansión del retail moderno continuó de manera dinámica durante el año 2012, al invertirse alrededor de US\$ 40 millones en la construcción de las tiendas Promart, Penta Mall Mansiche, Makro y la ampliación del Mall Aventura Plaza Trujillo.

2.6. Condiciones climatológicas

2.6.1. Clima

Para la descripción del clima en el distrito de Moche se ha tomado como fuente el mapa de clasificación climática de SENAHMI, se clasifica como E(d) B'1 H3, que corresponde a una precipitación mínima a nula (deficiencia de lluvias) en todas las estaciones y con temperaturas semicálida.



Figura 03: Mapa de clasificación climática del Perú, En el recuadro del color rojo se delimita el área de estudio (distrito de Moche). Fuente: SENAEMI, 2010

En el área de estudio se han tomado los datos de la estación meteorológica Trujillo ubicada aproximadamente a 8 km. al noreste de Moche en las coordenadas geográficas: 8° 6'43.29"S, 78°59'6.36"O, a una altura de 4 m.s.n.m. en el distrito de Laredo.

Geomorfológicamente, se presentan seis zonas bien diferenciadas: la ribera litoral, llano aluvial, altiplanicies con terrenos plano-ondulados, estribaciones andinas, valle del río Moche y áreas glaciadas con morfología moderada a abrupta que asciende hasta la divisoria de aguas a 4,233 msnm.

De acuerdo con el INGEMMET, la zonificación de riesgo geológico identifica tres áreas: Zona A de riesgo geodinámico bajo (superficies llanas, localizadas en la llanura aluvial o pampa costanera); Zona B de riesgo geodinámico medio (zonas de laderas en donde los procesos geodinámicos están en evolución inicial); y Zona C de riesgo geodinámico alto (zonas altamente

sensibles a los fenómenos geodinámicos). Los riesgos geológicos evaluados que ocurren en la cuenca son: erosión fluvial, desprendimiento de rocas, derrumbes, huaycos, erosión de laderas, erosión marina y arenamiento; comprometiendo la seguridad física de las obras viales, de irrigación, centros poblados, el puerto de Salaverry, litoral costero y terrenos de cultivo.

En el análisis sísmico de la cuenca, se ha considerado que existe una mayor probabilidad de ocurrencia de sismos destructores en la zona del litoral, y como terremoto crítico en la cuenca se considera uno de magnitud 6.5 mb, el cual tiene un período de retorno de 76 años.

2.7. CONDICIONES FISICAS

La pendiente del terreno en el área de estudio es ligeramente llana por la mayor parte del terreno.

2.7.1. Pendiente de terreno

0° a 5° Terrenos llanos

Se encuentran en este rango las zonas casi planas, conformadas por terrazas aluviales de 0° a 3°, caracterizados por una topografía plana originado por sedimentación del material depositado por antiguos flujos de agua que no siguen un curso definido, donde se aprecia la planicie aluvial donde se desarrolla paisaje urbano, en esta pendiente se encuentra el predio en estudio.

5° a 15° Pendiente Moderada a baja

Se caracteriza por su topografía de ligeramente inclinada a moderadamente inclinada cuya diferenciación tanto de origen como de forma está dada por el relieve. Y sobre las cuales se ubican viviendas.

15° a 25° Pendiente Moderada

Material sedimentario que presentan laderas con pendientes promedio de 15° a 25°, producto de la exposición de antiguos lechos marinos. Sobre las cuales se ubican algunas viviendas y se encuentran en nivel superior más que de pendiente moderada a baja.

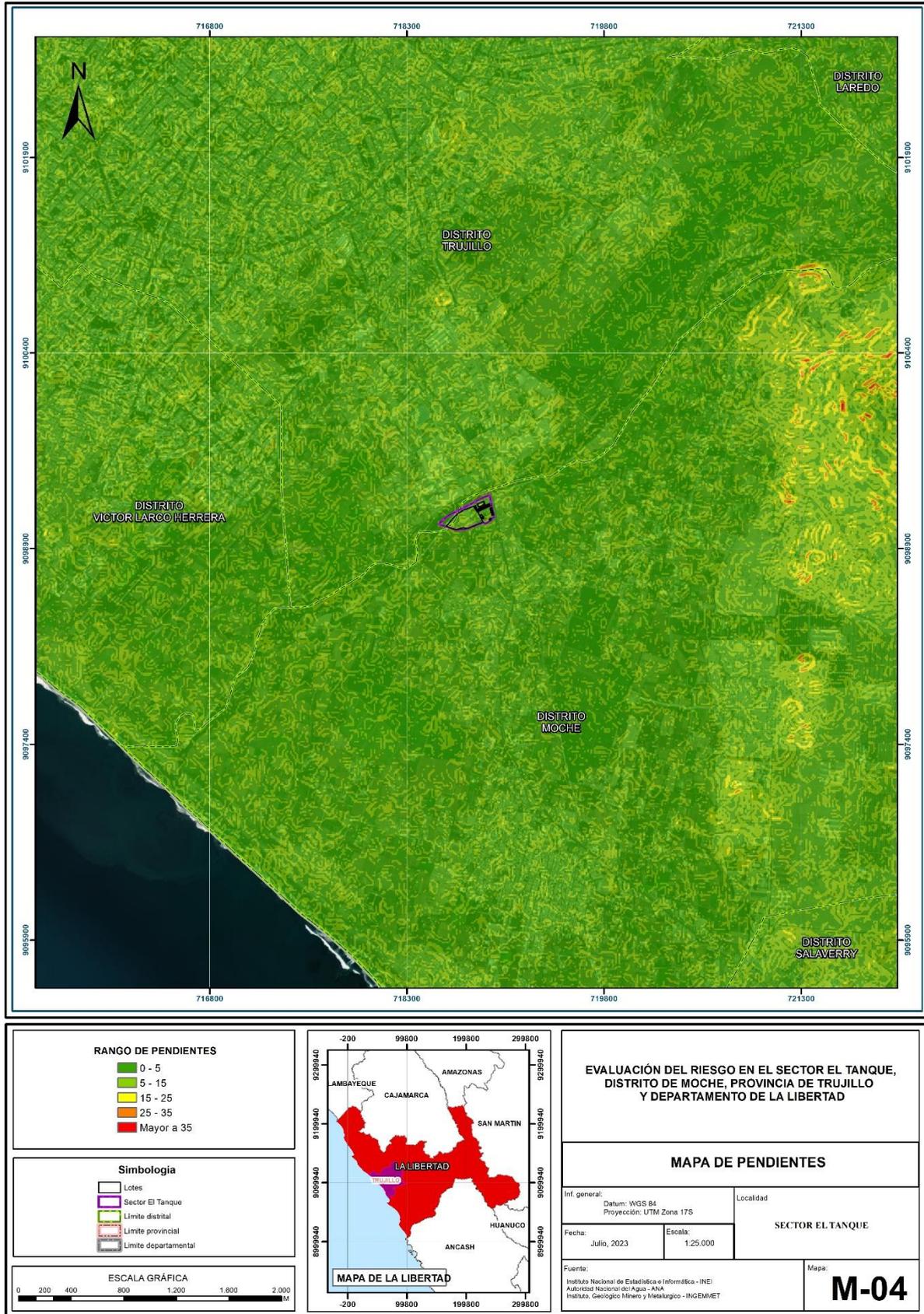
25° a 45° Moderadamente Inclinada

Originado por sedimentación del material depositado por antiguos flujos de agua que no siguen un curso definido, sobre las cuales se ubican algunas viviendas y se encuentran en nivel superior más que pendiente moderada.

Pendiente muy fuerte >45°

Se presenta este rango de pendiente en zonas escarpadas que forman laderas de los cerros, donde se presenta material suelto, gravas, rocas sueltas o fracturadas.

Mapa 2: Mapa de Pendiente



Fuente: Propia a partir de modelo digital de superficie – MDS, generada por vuelo RPAS en la zona de estudio

2.7.2. Unidades geomorfológicas

En el área de estudio en el Sector El Tanque y San Agustín del distrito de Moche se presentan las siguientes unidades geomorfológicas:

a) **Llanura o planicie aluvial**

Se caracterizan por ser geoformas que se extienden desde el borde litoral hasta las estribaciones andinas, poseen un relieve semiplano cuya pendiente es menor a los 5°. Están conformada por piedemontes aluviotorrenciales y aluviales que descienden de las estribaciones andinas

b) **Mantos de arena**

Geoforma conformada por la acumulación de arenas eólicas a manera de mantos, los cuales se encuentran cubriendo terrenos planos a semiplano de la planicie costera; dentro de los mantos de arena se pueden encontrar alineamientos de dunas que siguen la dirección del viento. También es posible encontrar acumulaciones de arena en laderas de montañas, las cuales sirvieron de trampas que favorecieron la acumulación de la arena.

c) **Llanura o planicie inundable**

Las terrazas fluvio-aluviales son plataformas planas, más o menos extensas y continuas. es de origen depositacional y presenta una pendiente $< 10^\circ$, así como, geometría irregular y drenaje variable. En el distrito de Moche la terraza fluvio-aluvial se ubica en la margen izquierda del río Moche conformadas por gravas, arenas y limos, sobre esta geoforma se asienta el casco urbano de distrito en mención y terrenos de cultivo.

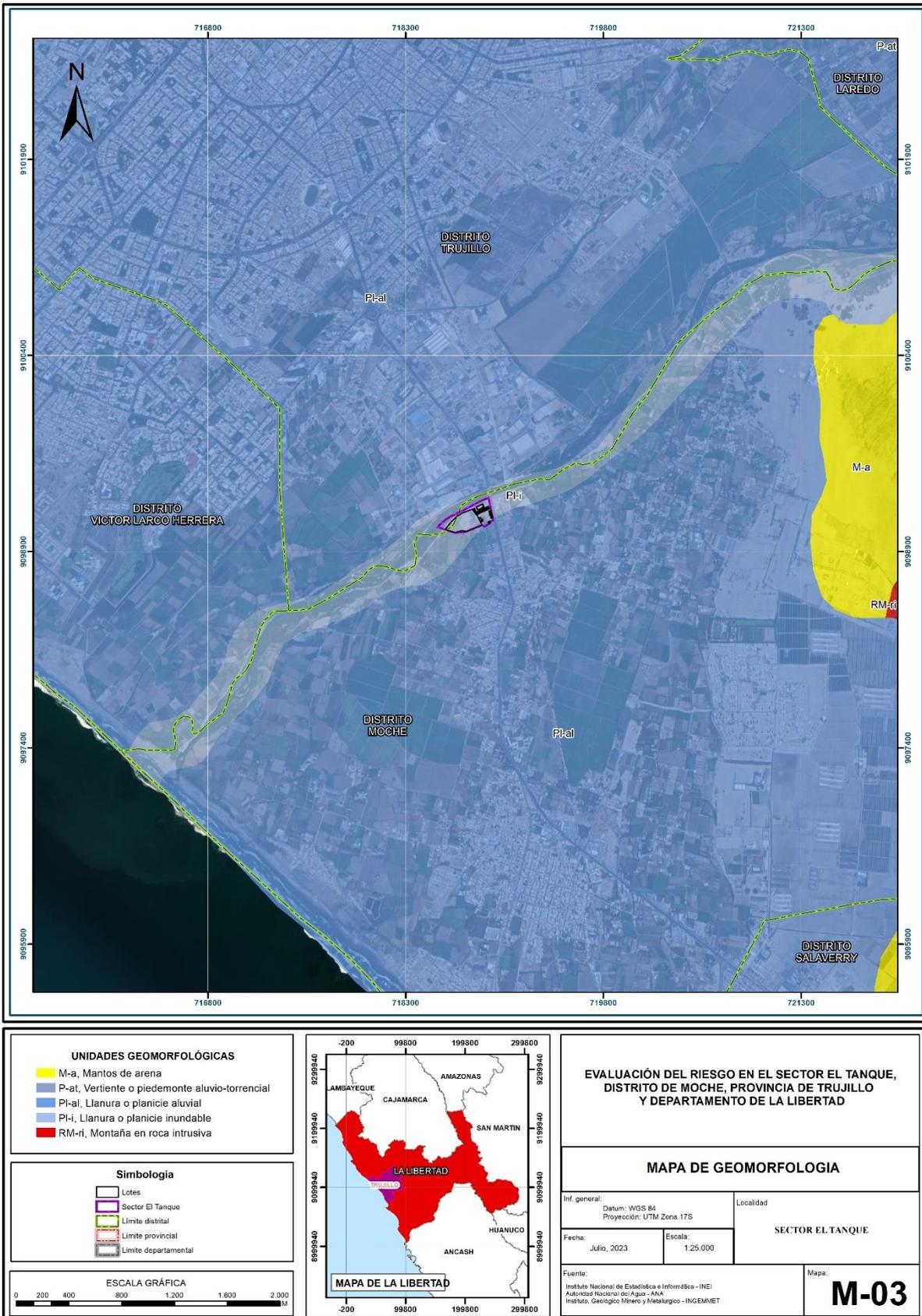
d) **Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial**

Corresponde afloramientos de rocas intrusivas reducidos por procesos denudativos, conforman elevaciones alargadas, con laderas disectadas y de pendiente moderada a baja.

e) **Montaña en roca intrusiva**

Elevaciones topográficas con alturas mayores a 300 m, cuyas pendientes varían de 35° a 50° , en el distrito de Moche esta geoforma está ubicada al noreste representada por el cerro Blanco, que presenta una altura aproximada de 500 metros, las laderas del este se encuentran cubiertas por arenas eólicas.

Mapa 3: Mapa de geomorfología



Fuente: Propia a partir de modelo digital de superficie – MDS, generada por vuelo RPAS en la zona de estudio.

2.7.3. Geología

Según la Carta Geológica Nacional, elaborado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, se presentan las siguientes unidades geológicas:

a) Depósito fluvial

Está constituido por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz de arena gruesa gris clara de permeabilidad alta. Se encuentran en los lechos actuales de los ríos. Su resistencia es buena, dependiendo del grado de compacidad.

b) Depósito aluvial

Está compuesto por bloques, cantos y gravas subangulosos a subredondeados en matriz de arena gruesa y arena fina eólica, poco a medianamente consolidadas, de permeabilidad media a alta. Su valor como terreno de fundación varía de malo a bueno condicionado por la presencia de arcilla. Localizadas en su mayor extensión en el cono de deyección del río Moche y pampa costanera.

El material aluvial consiste en gravas, arenas y arcillas generalmente mal clasificadas; las gravas se componen de elementos subangulosos y subredondeados de diversos tipos de roca, gravas de elementos redondeados se encuentran en gran proporción en los lechos de los ríos actuales.

Estos depósitos tienen amplia distribución en todo el sector occidental de la región estudiada, donde se encuentran constituyendo las pampas de la planicie costanera. Están representados principalmente por los antiguos conos de deyección de los ríos, Chicama, Moche, Chao y Virú, así como de las numerosas quebradas que bajan del flanco andino. Los diversos conos aluviales están anastomosados formando un manto continuo, cuyo grosor disminuye desde el pie de los Andes hacia el Oeste. En conjunto se trata de una llanura aluvial de piedemonte que está surcada por los cauces de los ríos actuales y cañadones secos. En algunos sectores del litoral, la planicie termina en una escarpa producida por la erosión marina, así por ejemplo en el balneario de Huanchaco la planicie tiene un frente de 35 m. de altura que puede seguirse por unos 10 km. en dirección Norte.

c) Depósito eólico

Acumulaciones de arenas de grano fino, semiconsolidadas, transportadas por el viento. Espesores varía de 10 a 50m. Esta clase de acumulaciones se presentan en las pampas costaneras y laderas de los cerros situados en el frente occidental andino, donde ocasionalmente llegan a situarse a 1,000 m. de altitud. Estan constituidos por arenas de grano medio a fino, inconsolidada y permeabilidad alta. Se encuentran en forma de mantos cubriendo rocas pre-existentes y/o depósitos más antiguos, y ocasionalmente formando, y ocasionalmente formando barcanas en la faja costanera y pampas aluviales. Su uso como material de construcción y terrenos de fundación es limitado. Presentan

condiciones geodinámicas inestables. Sujetos a fenómenos de licuefacción y asentamientos diferenciales por efectos dinámicos de sismos.

d) **Plutón Salinas, granodiorita, asociadas a la Caldera Volcánico Centinela, granodiorita.**

Plutón Salinas: El plutón Salinas es una masa de roca ígnea intrusiva que se forma bajo la superficie de la Tierra a partir de magma que se enfría lentamente.

Granodiorita: Los mayores intrusivos mapeados en el área consisten de granodioritas con gradaciones locales a tonalitas. En general estas rocas son de color gris oscuro a gris blanquecino, equigranulares, de grano medio a grueso, y están compuestas principalmente por plagioclasas, ortosa, cuarzo y biotita. En algunas localidades contienen xenolitos de diorita de 1 a 10 cm. de diámetro.

Entre los valles de Moche y Virú se han observado varios afloramientos de granito. En cerro Blanco se presenta intruyendo a granodiorita y diorita hornbléndica, en la zona de contacto el granito contiene grandes xenolitos aislados de diorita y granodiorita.

e) **Batolito de la Costa, granito y Formación Huarmey**

Batolito de la Costa: El Batolito Costanero forma un afloramiento continuo, a través de la región, a manera de una franja paralela a la línea de costa y a la Cordillera de los Andes, entre 10 y 60 km tierra adentro. Ambos márgenes el occidental y el oriental del batolito buzan o se inclinan hacia afuera con ángulos altos; pero gran parte del sector nororiental del batolito está cubierto por volcánicos que yacen sobre un techo relativamente plano del batolito. El batolito es una masa inmensa y heterogénea de rocas ígneas que fueron instruidas como numerosos plutones y cuerpos tabulares. Cada plutón, es un cuerpo mapeable con contactos parados y techos planos. Muchos plutones se componen de un mismo tipo de rocas y cada tipo de roca principal mapeable se denomina "unidad". La unidad es la división fundamental del batolito y es análoga al término litoestratigráfico "formación". Un conjunto de unidades constituye a un "Complejo" (o super-unidad de COBBING y PITCHER, 1972), equivalente a "Grupo". La sub-unidad es la división de una unidad que corresponde al término litoestratigráfico "Miembro".

Granito: Los afloramientos de granito presentan diaclasamiento de tipo rectangular y por procesos de exfoliación adoptan formas subredondeadas características. La roca es de color gris, leucócrata a mesócrata, estructura maciza, fanerítica, textura granular a porfirítica, localmente presenta textura gráfica. En fractura fresca se distinguen entre sus minerales constituyentes, cuarzo, feldespatos y micas; en algunos casos los fenos de feldespatos ofrecen colores rosados y violetas. Al microscopio se aprecian texturas de tipo granular xeromórfica e hipidiomórfica, porfirítica y micrográfica. Sus constituyentes son cuarzo, ortosa, plagioclasa y de manera ocasional, pertita y antipertita. El cuarzo se presenta en la mayoría de los casos en forma anhedral y ocasionalmente euahedral, su tamaño varía desde 0.01 hasta 2.5 mm. La ortosa adopta al igual que el cuarzo forma anhedral y en mínima proporción subhedral, el tamaño de los cristales varía entre 0.08 y 2.7 mm. La plagioclasa se presenta en forma euahedrales y subhedral y sus dimensiones varían entre 0.2 y 3.0 mm. Los minerales accesorios reconocidos son: biotita de formas anhedral, euahedral y subhedral, en microcristales y fenos de dimensiones que varían desde 0.1 hasta 2.2 mm.; hornblenda euahedral con largo promedio de 0.8 mm.; zircón de formas anhedral y subhedral de 0.01 hasta 0.2 mm.; magnetita anhedral con dimensiones entre 0.03 y 0.4

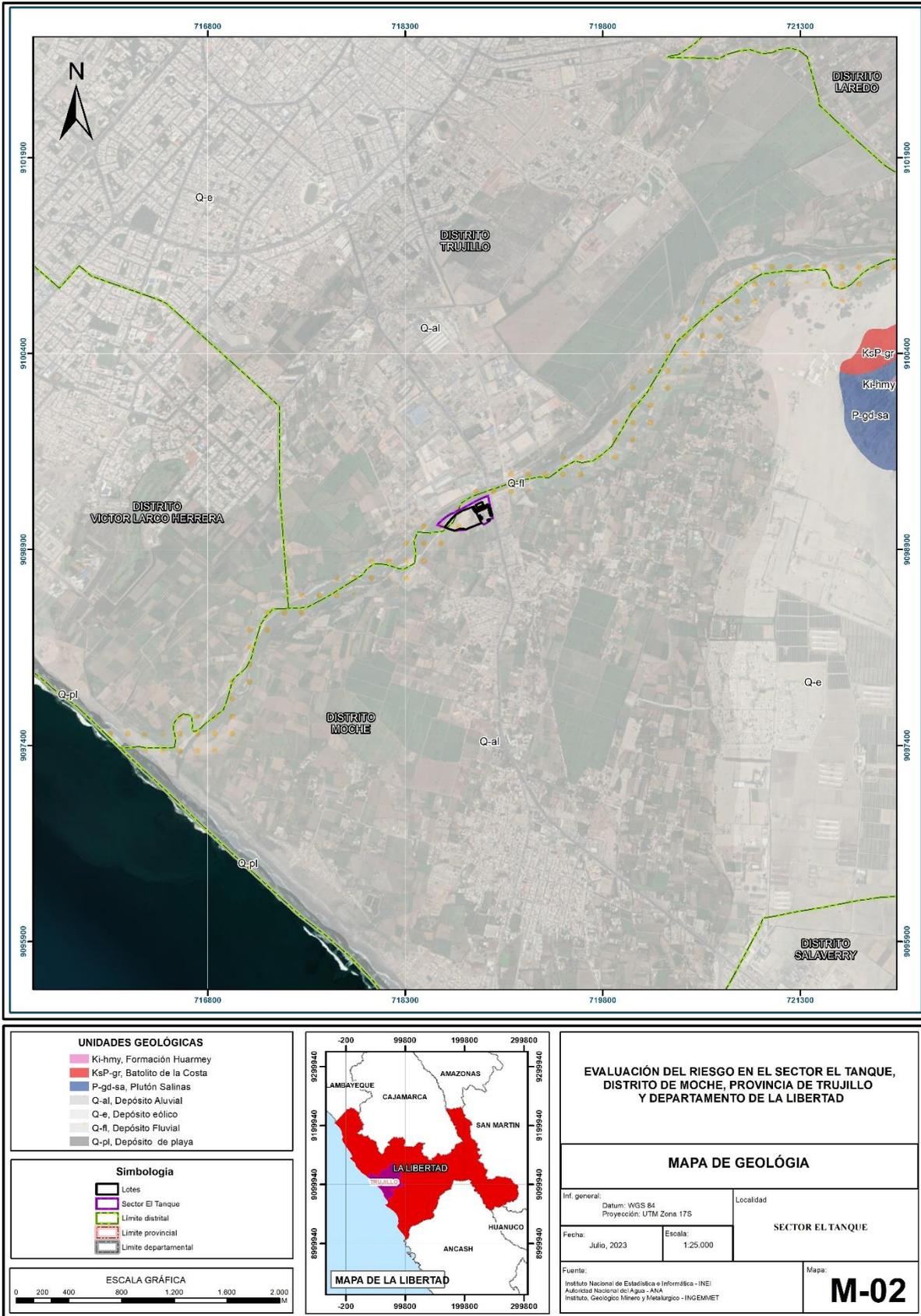
mm.; esfena enhedral de 0.05 hasta 0.3 mm. y ocasionalmente ilmenita que adopta forma anhedral. Entre los constituyentes secundarios se encuentran clorita y limonita.

Otros afloramientos de granito se encuentran en los cerros Mochal, Huaca de los Chinos, Chile Alto y Quirihuac, etc. del valle de Moche; en todos ellos con excepción del último, se halla intruyendo a rocas granodioríticas.

Formación Huarmey: Este conglomerado se encuentra sobre la superficie Mataballo a ambos lados de la carretera Panamericana, sobre las lomas de Pacayal, cerros Las Minas y entre Paypay y la hacienda Lecheral. También se le encuentra sobre la superficie Minas Pampa, que presenta mayor disección, y en el cerro Car Car, al sur del río Huarmey. Los conglomerados consisten en cantos bien redondeados, de unos 6 cm. de diámetro, los cuales están manchados con limonita. Estos depósitos, en la superficie Mataballo, al sur de Huarmey, se encuentran entre altitudes de 40 a 100 m. y tienen una potencia de 50 m. en las lomas de Pacayal. Sobre la superficie Minas Pampa, al este de Huarmey, ellos se encuentran entre altitudes de 200 a 450 m. y en el cerro Son Son tienen un grosor de 100 m.

Mapa 4: Mapa de Geología

Evaluación del Riesgo

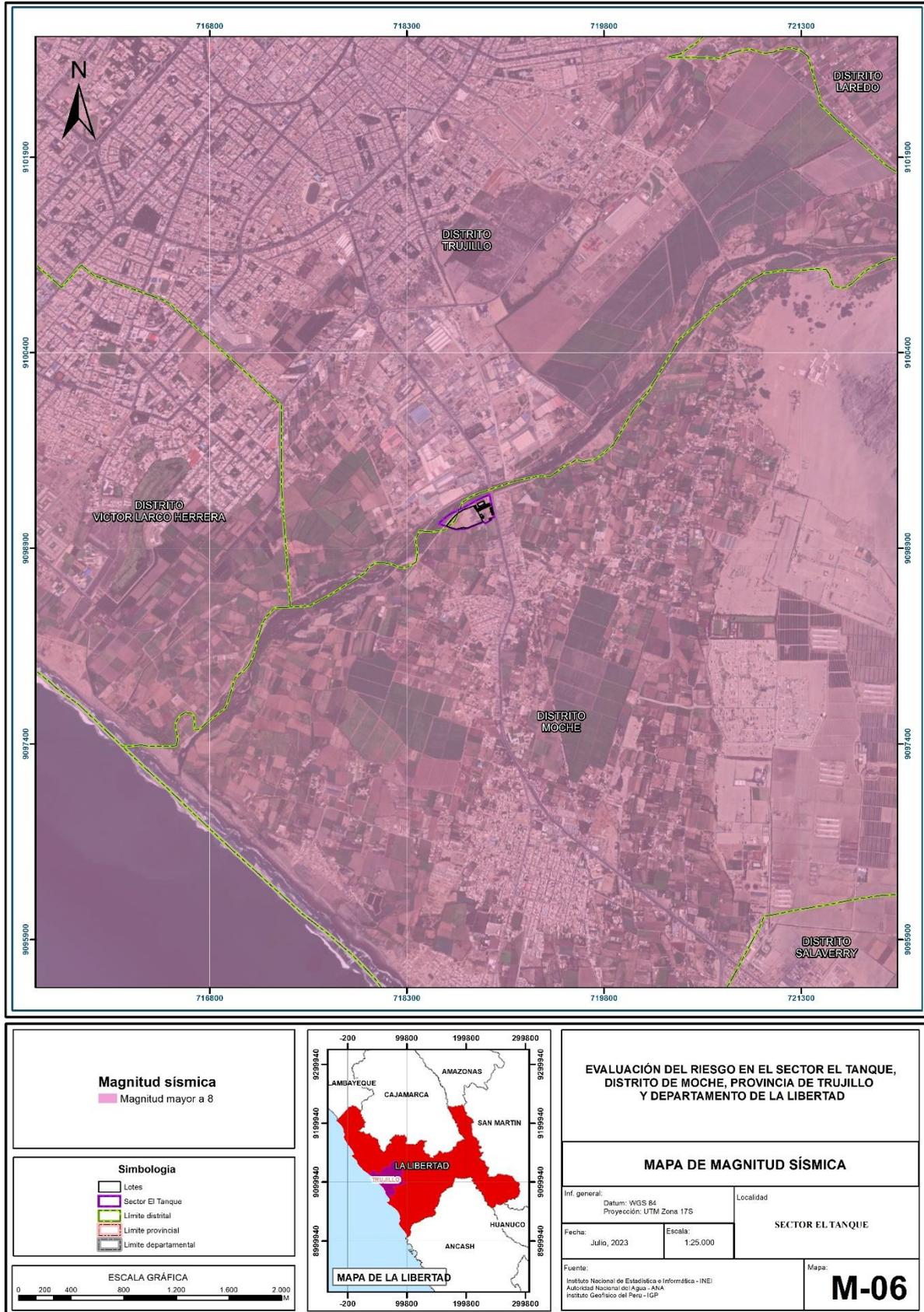


Fuente: Propia a partir del mapa base de Geología del Perú de INGEMMET y Ortofoto generada por vuelo RPAS en la zona de estudio

h. D. Y. Velasco G.
Ing. Doris Yelena Velasco Gonzalez
 EVALUADORA DEL RIESGO
 R.C.J. N° 062-2019-CENEPREDJ

2.7.4. Magnitud

Mapa 5: Mapa de Magnitud



h. d. y. f. g.
 Ing. Doris Yelena Velasco Gonzalez
 EVALUADORA DEL RIESGO
 R.C. N° 062-2019-CENEPREDI

Fuente: Elaboración propia con data de SENAMHI.

2.7.5. Sismicidad en el Perú

Perú es un país altamente sísmico debido a su ubicación en la zona de subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana. Esta interacción tectónica genera una intensa actividad sísmica a lo largo de la costa peruana. Nuestro territorio ha experimentado numerosos terremotos históricos significativos, incluidos el terremoto de Lima de 1746, el terremoto de Áncash de 1970 y el Terremoto de 2007 en Pisco. Estos eventos sísmicos han dejado una huella significativa en el paisaje y en la historia del país.

El norte del Perú es una región particularmente propensa a la actividad sísmica. Esta área es conocida por ser una zona de subducción altamente activa, donde la placa de Nazca se sumerge debajo de la placa Sudamericana. Esta subducción genera una serie de eventos sísmicos de diferentes magnitudes a lo largo de la costa norte peruana.

2.7.6. Sismos en el norte del Perú

Como es sabido, toda la costa peruana pertenece al círculo de fuego del pacífico, por lo que, la zona evaluada al ser parte de esta, se presenta como propensa a la ocurrencia de eventos sísmicos de variada magnitud e intensidad. La sismología de La Libertad, es originada a consecuencia de la interacción entre las placas de Nazca y Sudamericana, dicha interacción genera la liberación de energía desde el interior de la corteza expresándose como ondas que generan movimiento en superficie. Debido a la ubicación geográfica de La Libertad es que, generalmente los sismos son superficiales (Profundidad no mayor a 70 Km), por lo que, la ocurrencia de un evento de este tipo sea más intensa, es por eso que la zona de Moche es considerada como zona de alta actividad sísmica.

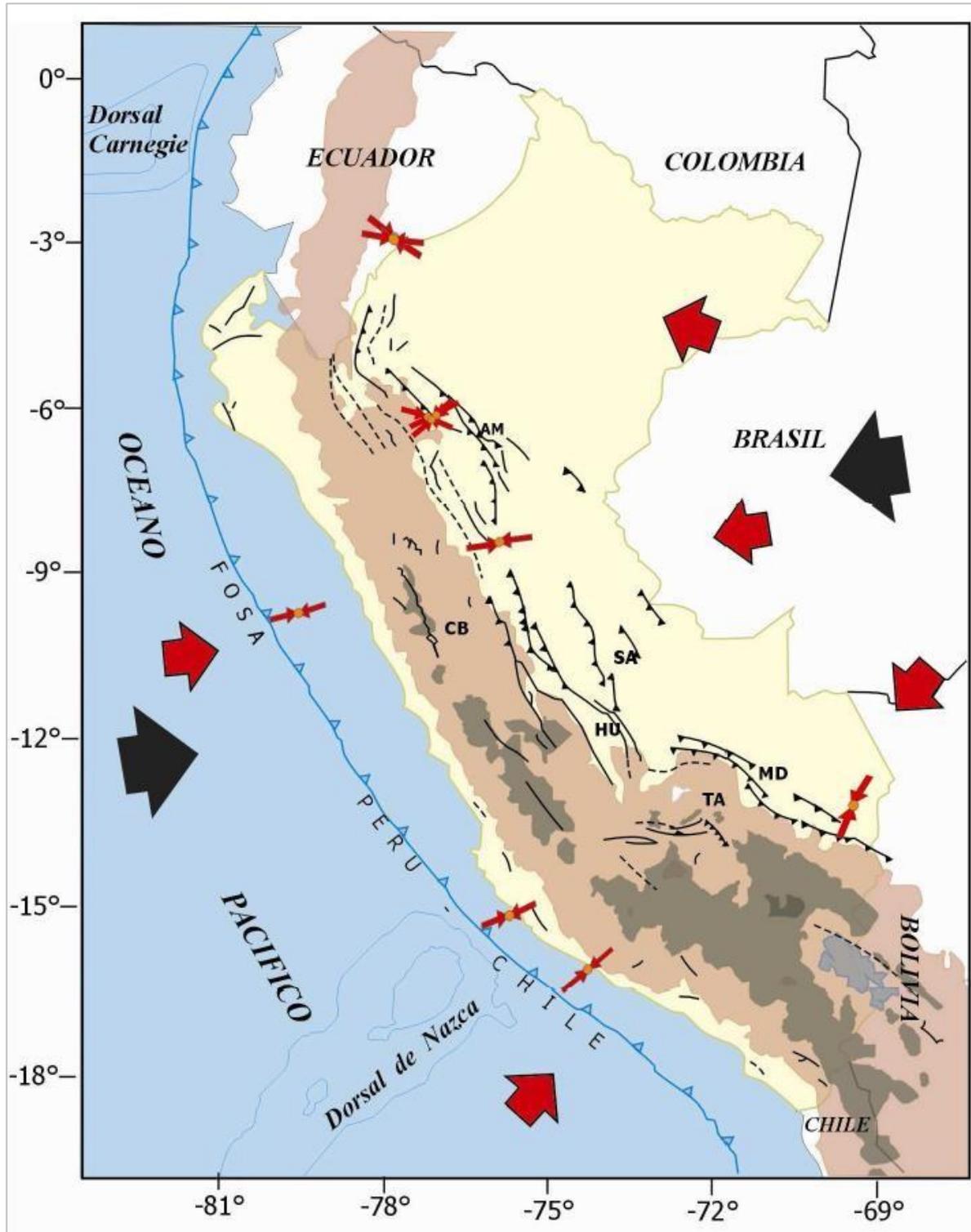
En el Perú la historia sísmica data del siglo XIV, en el que se registraron eventos de variada magnitud, ocasionando daños en distintos niveles, hecho por el cual, la preocupación por tener el registro de este tipo de eventos hizo que se generen diferentes entidades con el fin de aportar información específica sobre la sismicidad del país, es por eso que, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) generó un mapa en el que se determina la distribución de la sismicidad en el territorio nacional, teniendo en cuenta las siguientes características:

Un alto número de eventos sísmicos en la costa con respecto al interior del país.

Profundidades menores a 100 km registrados en el litoral y profundidades mayores a 100 km hacia la parte continental.

Zonas de mediana o nula presencia de eventos sísmicos.

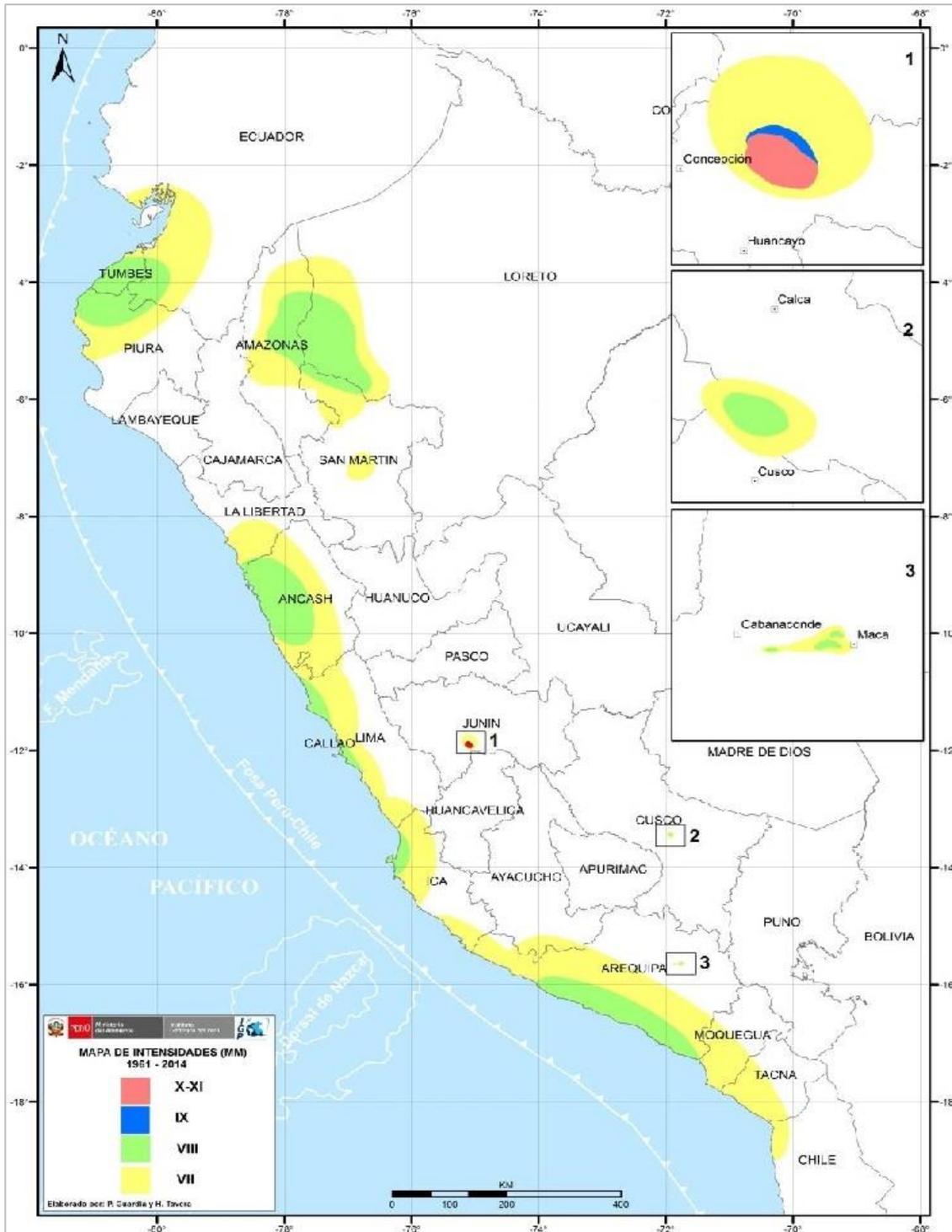
Gráfico. Esquema sismo tectónico en superficie y distribución de los principales sistemas de fallas geológicas en Perú



Fuente: Instituto Geofísico del 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.

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



Fuente: Instituto Geofísico del Perú

Según la historia sísmica en La Libertad, en los años 1814, 1912, 1953, 1963 y 2014 (documentado por Silgado, 1978, Sieberg, 1930 y Tavera, 2016), se produjeron sismos de grandes magnitudes que sacudieron los suelos y como consecuencia daños estructurales.

El análisis de las condiciones sísmicas pasa por cinco etapas bien marcadas, las cuales se definen de la siguiente manera.

- Tener definido los elementos cartográficos, base sobre el cual se desarrollará el análisis.
- Desarrollar el análisis de las fuentes Sismogénicas, a través de la base de datos y el catálogo sísmico del IGP.
- Elaborar el cálculo de las aceleraciones sísmicas a través del desarrollo probabilístico.
- Finalmente, la relación que existe entre los valores de aceleración y los suelos identificados en la zona, a través del cálculo de atenuación de la aceleración sísmica.
- Representación final de los elementos desarrollados.
- En relación con los procesos metodológicos, vemos que el documento muestra elementos que nos permitirán conocer desde el punto de vista sísmico y de las condiciones de suelo, el peligro potencial; pero es claro resaltar que el riesgo o nivel de daño es parte de la caracterización de los elementos vulnerables, los cuales serán analizados para determinar con mayor precisión el nivel de riesgo en la zona.

2.7.7. Fuentes sismogénicas

Por estar el Perú, en una zona de alta actividad sísmica debido a su ubicación en la convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana. Esta interacción tectónica ha dado lugar a diferentes focos sísmicos en el país, que se clasifican según su profundidad en superficiales (fallas), intermedias y profundas.

En relación con los focos sísmicos superficiales en Perú están asociados con fallas activas que se encuentran cerca de la superficie terrestre. Estos eventos sísmicos suelen tener magnitudes menores y pueden generar movimientos horizontales o verticales en la corteza terrestre.

De acuerdo con los focos sísmicos intermedios, se localizan a profundidades que van desde los 60 km hasta los 350 km bajo la superficie terrestre (Tavera et al., 2014). Estos terremotos son causados por la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana. La liberación de energía en esta zona de subducción genera eventos sísmicos de magnitud considerable. Uno de los focos sísmicos intermedios más importantes en Perú es el denominado "foso Perú-Chile", ubicado en la costa sur del país.

Focos sísmicos profundos se encuentran a profundidades mayores a los 300 km bajo la superficie terrestre. Estos eventos sísmicos son causados por procesos relacionados con la subducción de la placa de Nazca. Aunque estos terremotos no suelen ser tan frecuentes como los de los otros focos sísmicos, pueden tener magnitudes considerables debido a la liberación de energía acumulada durante largos periodos de tiempo.

En el norte del Perú, se encuentran varios focos sísmicos importantes. La región norteña está influenciada por la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana, lo que genera una intensa actividad sísmica. En esta zona, se han registrado eventos sísmicos significativos, como el terremoto de 1970 en Áncash. La presencia de fallas activas, como la falla de Huarmey y la falla de Olmos, contribuye a la sismicidad en el área.

Es de importancia considerar en cuenta la variedad de focos sísmicos en nuestro territorio, ya que cada uno presenta características geológicas y geotectónicas específicas que influyen en la generación de terremotos. El monitoreo continuo de la actividad sísmica en el país es esencial para comprender y evaluar los riesgos asociados con estos fenómenos naturales y adoptar medidas de prevención y mitigación adecuadas para garantizar la seguridad de la población.

En este contexto, el estudio de la actividad sísmica en la región es de vital importancia debido a la alta sismicidad que caracteriza a esta zona geográfica.

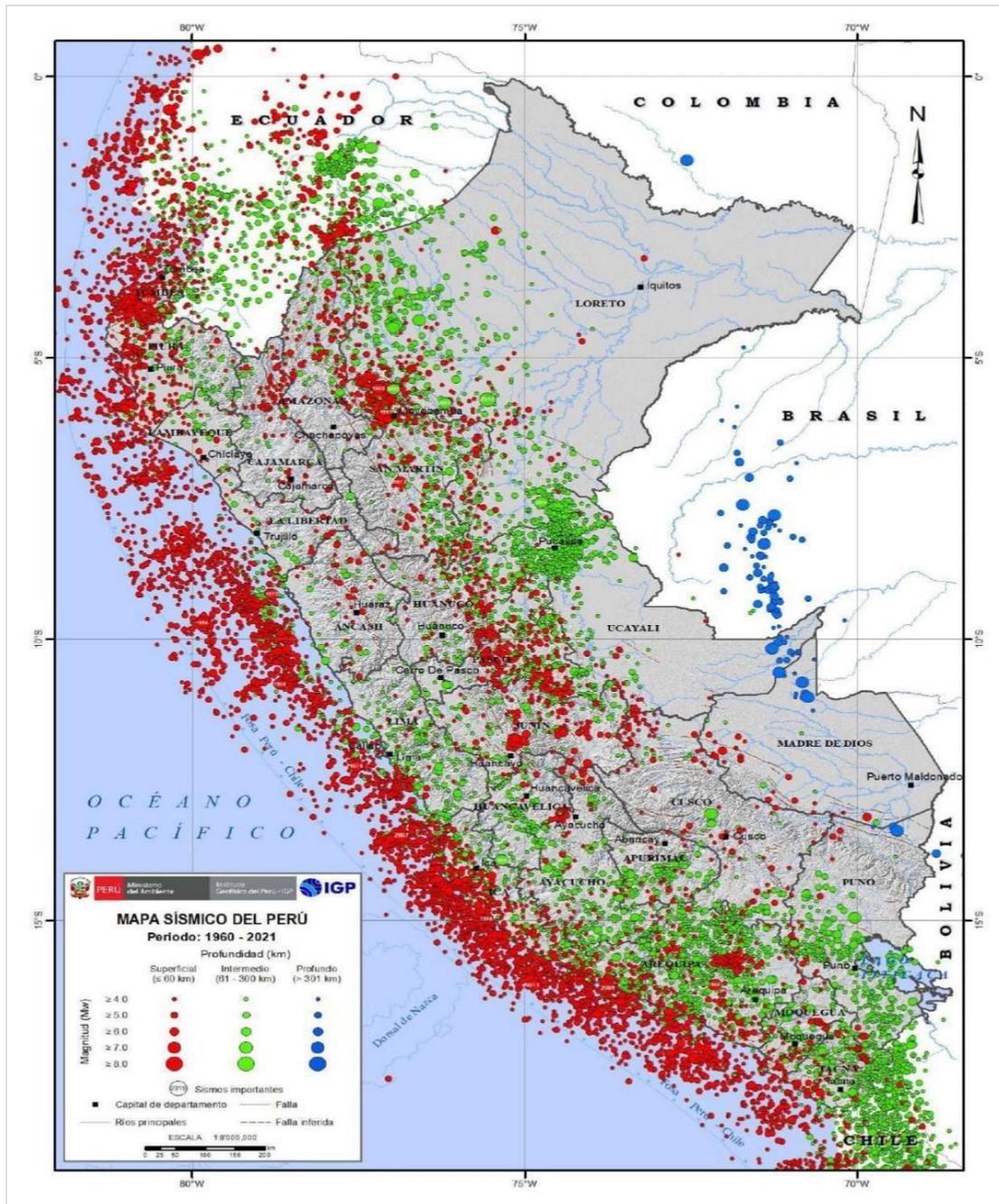
El análisis estadístico de los datos sísmicos recopilados en la región proporciona una herramienta valiosa para comprender y evaluar la actividad sísmica pasada y presente. Mediante el uso de técnicas estadísticas, es posible examinar patrones de ocurrencia de terremotos, analizar la distribución espacial de los eventos sísmicos y determinar la magnitud y frecuencia de los temblores. Esto permite obtener información clave sobre la sismicidad de la región y la identificación de posibles áreas de mayor riesgo.

2.7.8. Patrón de sismicidad en la costa del Perú

El patrón señalado por distintos autores para el Perú (Tavera y Buforn, 2001; Bernal y Tavera, 2002); es decir, mayor número de epicentros frente a la línea de Costa, todos con origen en el proceso de convergencia entre placas de Nazca y Sudamericana. Los epicentros de los sismos se encuentran distribuidos entre la línea de fosa y la costa, pero muestran algunos vacíos al sur.

Los epicentros para los sismos de foco intermedio (círculos de color verde, en el mapa) se distribuyen en el interior del continente y en mayor número en la región sur del Perú debido a la extensa amplitud de la cadena volcánica. Todos estos sismos están asociados o tienen su origen en la deformación interna de la placa de Nazca, por debajo de la corteza continental. Los sismos de foco profundo (círculos azules) se encuentran ubicados en la frontera de Perú con Brasil y Bolivia, pero ellos no representan peligro para el proyecto, por ocurrir a profundidades mayores a 500 km.

Gráfico. Mapa de sismicidad de Perú



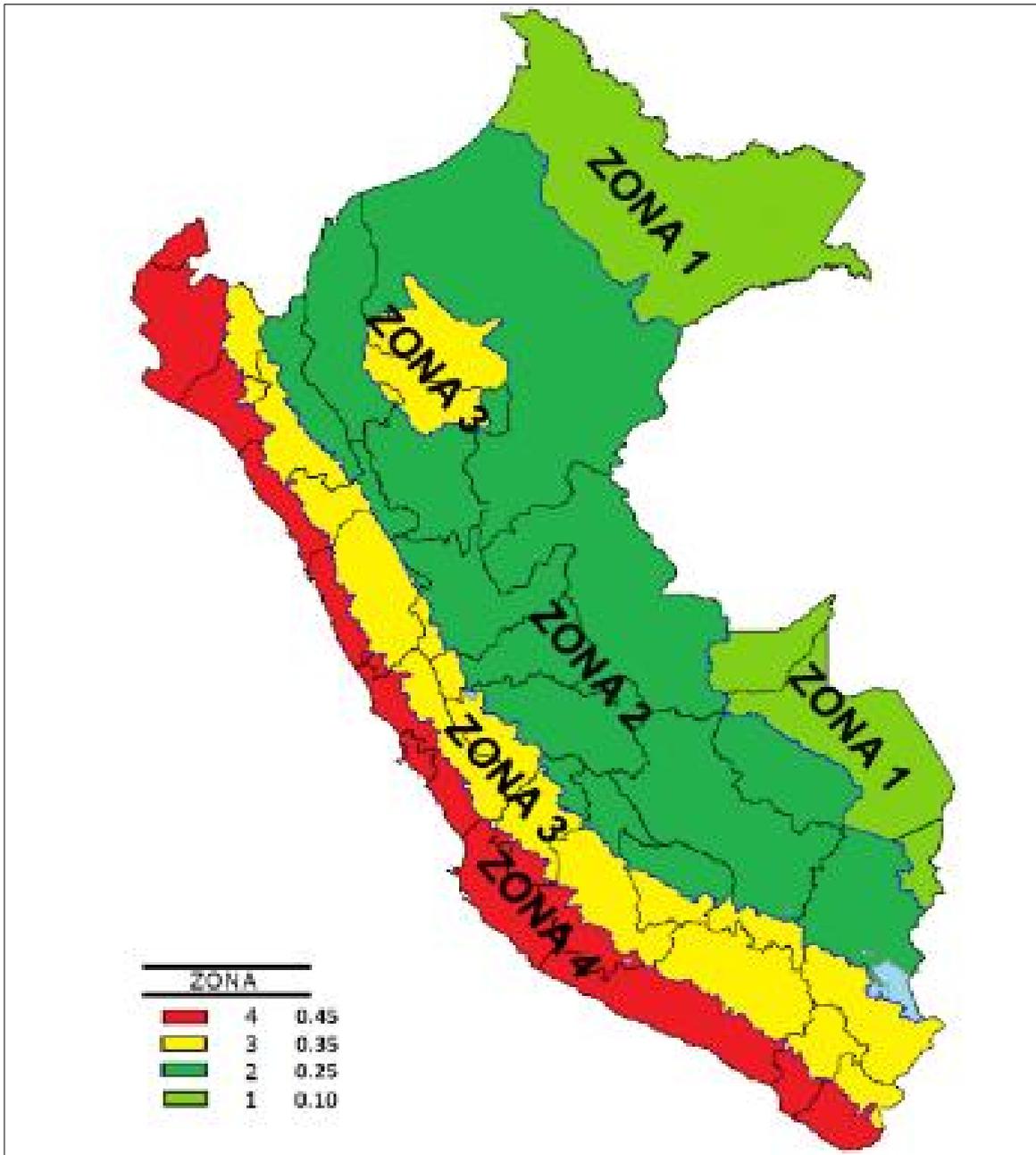
Fuente: Instituto Geofísico del Perú

2.7.9. Zonificación sísmica

De la zonificación realizada por el IGP, la zona de La Libertad se ubica dentro de los límites de la zona 4, por lo que está expuesta a un alto riesgo sísmico, especialmente a sismos superficiales de gran intensidad y magnitud.

En el departamento de La Libertad y la provincia de Moche los eventos sísmicos de gran intensidad han ocurrido en numerosas ocasiones, los cuales afectaron significativamente el sector.

Gráfico 1. Mapa de zonificación sísmica del Perú



Fuente: MVCS-Norma técnica E.030

2.7.10. Análisis espacial de los sismos

En el presente estudio, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de datos sísmicos utilizando la técnica de densidad de Kernel. Con un conjunto de datos compuesto por 2769 eventos sísmicos, el objetivo principal fue explorar la distribución espacial de las magnitudes sísmicas en el área de estudio y obtener información relevante sobre los patrones y tendencias sísmicas.

En primer lugar, se realizó la preparación de datos, importando los datos de magnitudes sísmicas en formato CSV a ArcMap. Además, se adquirieron capas de datos geoespaciales, como la topografía y la red de fallas, para contextualizar los eventos sísmicos en el área de estudio.

A continuación, se procedió a visualizar los datos en ArcMap. Se configuró la simbología de los eventos sísmicos para representarlos como puntos, utilizando colores y tamaños proporcionales a la magnitud

de cada evento. Esta visualización permitió una mejor comprensión de la distribución espacial de los terremotos en el área de estudio.

Posteriormente, se realizó el análisis de densidad de Kernel utilizando la herramienta correspondiente en ArcMap. Los parámetros adecuados fueron configurados, como el tamaño de celda y la función de densidad, para generar un mapa de densidad sísmica. Este mapa reveló áreas con diferentes niveles de densidad de eventos sísmicos, desde zonas con baja densidad hasta áreas con una alta concentración de eventos.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se decidió realizar una discretización de los valores de densidad sísmica obtenidos. Mediante la normalización lineal, los valores de densidad se ajustaron a un rango de 0 a 1. Posteriormente, estos valores normalizados se dividieron en cinco rangos igualmente espaciados.

Los cinco rangos resultantes fueron los siguientes:

- Rango 1: 0.00 - 0.20 (Baja densidad sísmica)
- Rango 2: 0.21 - 0.40 (Densidad sísmica moderada)
- Rango 3: 0.41 - 0.60 (Densidad sísmica media)
- Rango 4: 0.61 - 0.80 (Densidad sísmica alta)
- Rango 5: 0.81 - 1.00 (Muy alta densidad sísmica)

La discretización permite categorizar las áreas de estudio en función de su nivel de densidad sísmica, brindando una mejor comprensión de la distribución y concentración de los eventos sísmicos en el área analizada.

Estos hallazgos son de suma importancia para comprender la actividad sísmica en la región y pueden contribuir significativamente a la evaluación de la gestión del riesgo sísmico y la planificación de medidas de mitigación adecuadas.

a) La magnitud sísmica

La magnitud sísmica es una medida que cuantifica la energía liberada durante un terremoto. Es una manera de evaluar la intensidad del movimiento sísmico en un lugar específico. La magnitud sísmica se basa en el análisis de las ondas sísmicas registradas por los sismómetros, que son instrumentos diseñados para detectar y medir las vibraciones causadas por los terremotos.

La magnitud sísmica proporciona una medida objetiva y cuantitativa del tamaño de un terremoto, independientemente de su ubicación geográfica o del daño causado. Es importante destacar que la magnitud sísmica no es una medida directa de los efectos o consecuencias del terremoto en la superficie terrestre, sino más bien una indicación de la energía liberada en el hipocentro, que es el punto de origen del terremoto en el interior de la Tierra.

Otros métodos de medición, como la Magnitud de Momento, también se utilizan para evaluar la magnitud sísmica, teniendo en cuenta la energía total liberada y la superficie de ruptura de la falla.

La escala de magnitud sísmica clasifica los terremotos en diferentes categorías según la amplitud de las ondas sísmicas registradas. La clasificación de magnitud se basa en valores numéricos crecientes, donde cada incremento de un número entero en la escala implica un aumento de diez veces en la amplitud de las ondas sísmicas y aproximadamente treinta veces más energía liberada. A continuación, se muestra la clasificación de magnitud:

Menor que 3.0: Terremotos generalmente no sentidos, pero registrados.

- 3.0 - 3.9: Terremotos a menudo se sienten, pero rara vez causan daño.
- 4.0 - 4.9: Terremotos notables. Pueden causar daños menores a estructuras.
- 5.0 - 5.9: Terremotos moderados. Pueden causar daños significativos a edificios y estructuras en áreas pobladas.
- 6.0 - 6.9: Terremotos fuertes. Pueden causar una amplia destrucción en áreas habitadas.
- 7.0 - 7.9: Terremotos mayores. Pueden causar graves daños en áreas amplias.
- 8.0 y superior: Terremotos de gran magnitud. Pueden causar devastación en zonas extensas.

De lo anterior, se ha visto por conveniente agrupar, estos en cinco grupos, teniendo así:

Rangos de magnitud sísmica

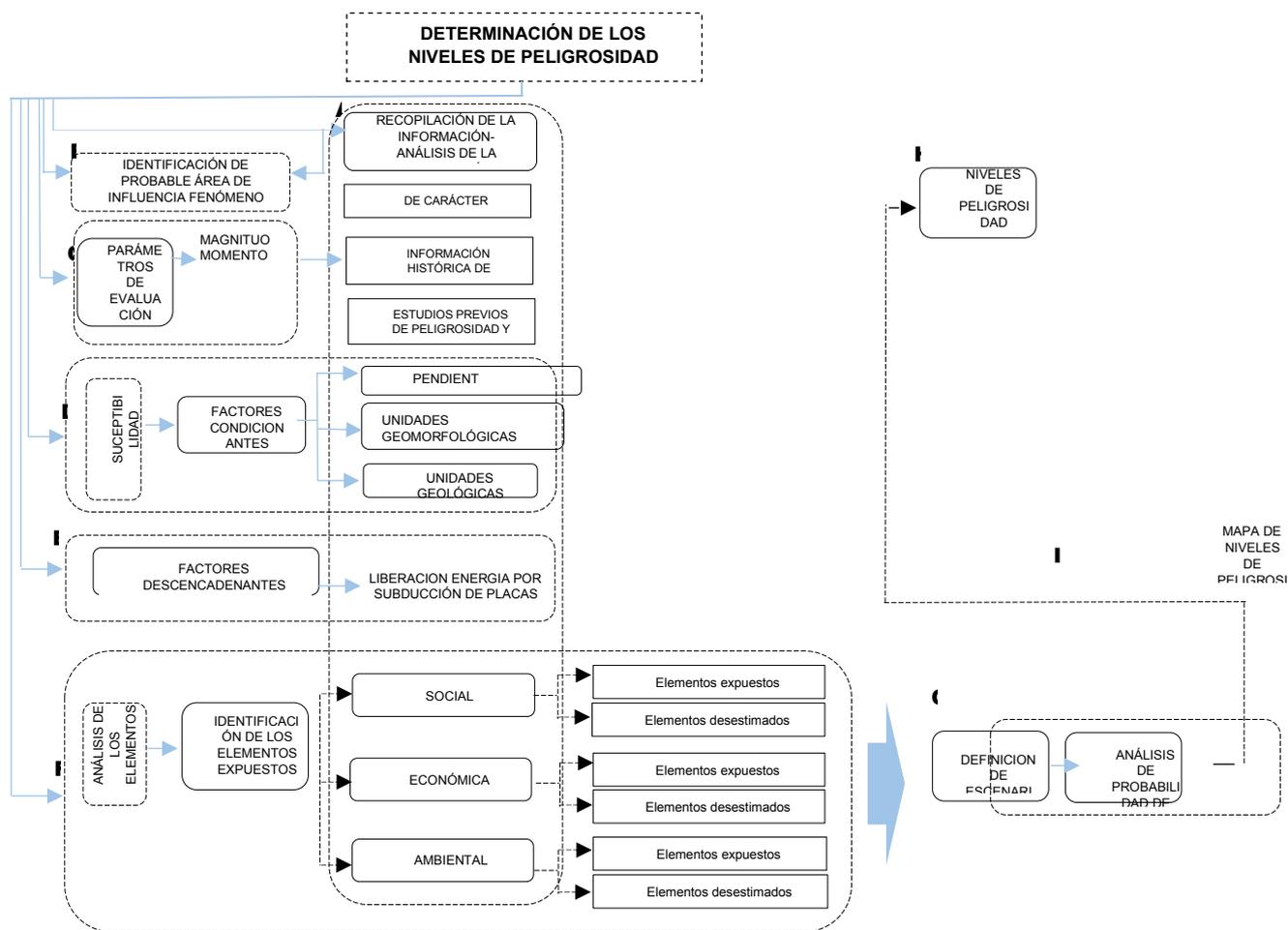
Rango de magnitudes sísmicas (Mw)
Mayor igual a 8
De 6.0 a 7.9
De 4.5 a 5.9
De 3.5 a 4.4
Menor igual a 3.4

CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

3.1. Metodología para la determinación del peligro

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, Distrito Moche, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad, se utilizó la siguiente metodología descrita en el siguiente gráfico.

Gráfico 2: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



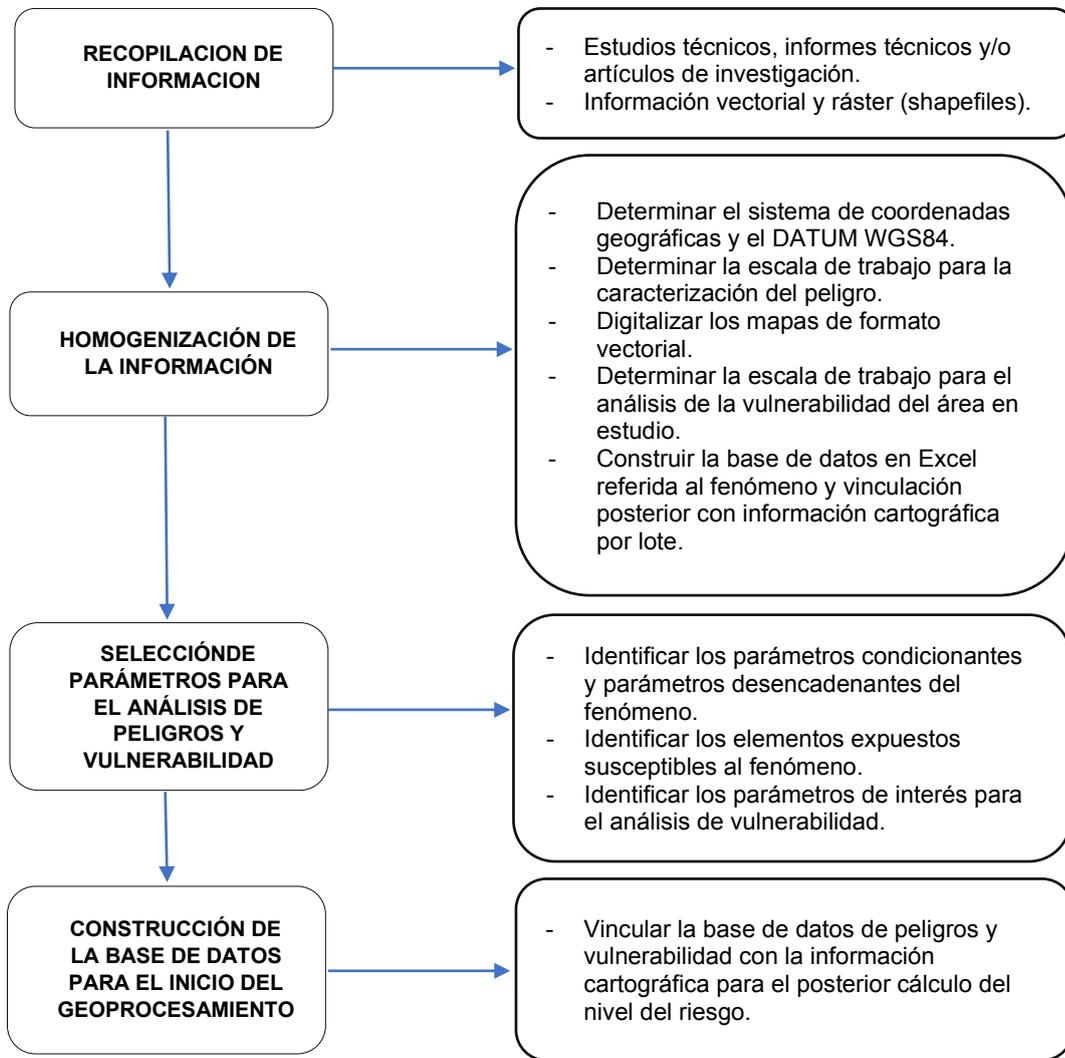
Fuente: Manual CENEPRED

3.2. Recopilación y análisis de información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI, ANA), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, climatología, geología y geomorfología del Distrito de Moche para el fenómeno de geodinámica interna: sismos.

Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

Gráfico 3: Flujograma general del proceso de análisis de información.



Fuente: CENEPRED

3.3. Identificación del área de influencia

La identificación del área de influencia del fenómeno de Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, del distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

3.4. Identificación del Peligro

Para identificar y caracterizar el peligro, se ha usado además de la información publicada por las instituciones técnico-científicas, estudios publicados, la configuración actual del ámbito de estudio por lo que es importante ser consideradas en especial por la ocurrencia de Sismos.

Análisis de Susceptibilidad del Territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, del distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, se consideran los siguientes factores:

Cuadro 2: Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor desencadenante	Factores condicionantes		
"Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT"	Pendiente del terreno	Unidades Geomorfológicas	Unidades Geológicas

Fuente: Elaboración propia

3.5.1. Análisis del Factor Desencadenante

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

Parámetro: Liberación energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana-Equivalencia de la energía TNT

Cuadro 3: Matriz de comparación de pares del parámetro Liberación energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT

"Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT"	10 120 000 T	5 850 000 T	1 250 000 T	997 000 T	820 000 T
10 120 000 T	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
5 850 000 T	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
1 250 000 T	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
997 000 T	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
820 000 T	0.14	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.23	4.00	6.83	10.50	19.00

Fuente: Elaboración propia con información de SENAMHI

Cuadro 4: Matriz de normalización de pares Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT

"Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT"	10 120 000 T	5 850 000 T	1 250 000 T	997 000 T	820 000 T	Vector de priorización
10 120 000 T	0.449	0.500	0.439	0.381	0.368	0.428
5 850 000 T	0.225	0.250	0.293	0.286	0.316	0.274
1 250 000 T	0.150	0.125	0.146	0.190	0.158	0.154
997 000 T	0.112	0.083	0.073	0.095	0.105	0.094
820 000 T	0.064	0.042	0.049	0.048	0.053	0.051

Fuente: Elaboración propia con información de SENAMHI

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT

Índice de consistencia	IC	0.010
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.009

Fuente: Equipo técnico con información de Manual CENEPRED

3.5.2. Análisis de los Factores Condicionantes

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

Parámetro: Pendiente del terreno

Cuadro 5: Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente del terreno

Pendiente del terreno (°)	0 - 5	5 - 15	15 - 25	25 - 35	Mayor a 35
0 - 5	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
5 - 15	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
15 - 25	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
25 - 35	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Mayor a 35	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.23	4.03	6.83	10.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6: Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente del terreno

Pendiente del terreno (°)	0 - 5	5 - 15	15 - 25	25 - 35	Mayor a 35	Vector de priorización
0 - 5	0.449	0.496	0.439	0.381	0.389	0.431
5 - 15	0.225	0.248	0.293	0.286	0.278	0.266
15 - 25	0.150	0.124	0.146	0.190	0.167	0.155
25 - 35	0.112	0.083	0.073	0.095	0.111	0.095
Mayor a 35	0.064	0.050	0.049	0.048	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Pendiente del terreno.

Índice de consistencia	IC	0.009
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.008

Fuente: Elaboración propia

Parámetro: Unidades geomorfológicas

Cuadro 7: Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Llanura o planicie aluvial	Llanura o planicie inundable	Mantos de arena	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	Montaña en roca intrusiva
Llanura o planicie aluvial	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Llanura o planicie inundable	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Mantos de arena	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Montaña en roca intrusiva	0.20	0.25	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.75	10.50	16.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia con información de INGEMMET

Cuadro 8: Matriz de normalización de pares del parámetro Unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Llanura o planicie aluvial	Llanura o planicie inundable	Mantos de arena	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	Montaña en roca intrusiva	Vector de priorización
Llanura o planicie aluvial	0.438	0.490	0.444	0.381	0.313	0.413
Llanura o planicie inundable	0.219	0.245	0.296	0.286	0.250	0.259
Mantos de arena	0.146	0.122	0.148	0.190	0.250	0.171
Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	0.109	0.082	0.074	0.095	0.125	0.097
Montaña en roca intrusiva	0.088	0.061	0.037	0.048	0.063	0.059

Fuente: Elaboración propia con información de INGEMMET

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Unidades geomorfológicas.

Índice de consistencia	IC	0.024
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.021

Fuente: Elaboración propia con información de INGEMMET

Parámetro: Unidades geológicas*Cuadro 9: Matriz de comparación de pares del parámetro Unidades geológicas*

Unidades geológicas	Depósito Aluvial	Depósito Fluvial	Depósito eólico: Acumulaciones de arenas de grano fino, semiconsolidadas, transportadas por el viento. Espesores varía de 10 a 50m.	Plutón Salinas, granodiorita, asociadas a la Caldera Volcánico Centinela, granodiorita	Batolito de la Costa, granito y Formación Huarmey
Depósito Aluvial	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Depósito Fluvial	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Depósito eólico: Acumulaciones de arenas de grano fino, semiconsolidadas, transportadas por el viento. Espesores varía de 10 a 50m.	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Plutón Salinas, granodiorita, asociadas a la Caldera Volcánico Centinela, granodiorita	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Batolito de la Costa, granito y Formación Huarmey	0.17	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.20	4.00	6.83	11.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia con información de INGEMMET.

Cuadro 10: Matriz de normalización de pares del parámetro unidades geológicas:

Unidades geológicas	Depósito Aluvial	Depósito Fluvial	Depósito eólico: Acumulaciones de arenas de grano fino, semiconsolidadas, transportadas por el viento. Espesores varia de 10 a 50m.	Plutón Salinas, granodiorita, asociadas a la Caldera Volcánico Centinela, granodiorita	Batolito de la Costa, granito y Formación Huarmey	Vector de priorización
Depósito Aluvial	0.455	0.500	0.439	0.435	0.333	0.432
Depósito Fluvial	0.227	0.250	0.293	0.261	0.333	0.273
Depósito eólico: Acumulaciones de arenas de grano fino, semiconsolidadas, transportadas por el viento. Espesores varia de 10 a 50m.	0.152	0.125	0.146	0.174	0.167	0.153
Plutón Salinas, granodiorita, asociadas a la Caldera Volcánico Centinela, granodiorita	0.091	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Batolito de la Costa, granito y Formación Huarmey	0.076	0.042	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia con información de INGEMMET

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Unidades geológicas.

Índice de consistencia	IC	0.012
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.011

Fuente: Elaboración propia con información de INGEMMET

Análisis de los parámetros de los factores condicionantes

Cuadro 11: Matriz de comparación de pares de factores condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente del terreno	Unidades geomorfológicas	Unidades geológicas
Pendiente del terreno	1.00	3.00	9.00
Unidades geomorfológicas	0.33	1.00	4.00
Unidades geológicas	0.11	0.25	1.00
SUMA	1.44	4.25	14.00
1/SUMA	0.69	0.24	0.07

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12: Matriz de normalización de pares de factores condicionantes

Factores condicionantes	Pendiente del terreno	Unidades geomorfológicas	Unidades geológicas	Vector de priorización
Pendiente del terreno	0.692	0.706	0.643	0.680
Unidades geomorfológicas	0.231	0.235	0.286	0.251
Unidades geológicas	0.077	0.059	0.071	0.069

Fuente: Elaboración propia.

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los factores condicionantes.

Índice de consistencia	IC	0.005
Relación de consistencia < 0.04	RC	0.009

Fuente: Elaboración propia

3.5. Parámetro General de Evaluación

Se considera como parámetro de evaluación a la Magnitud en escala Richter y sus pesos de ponderación son los siguientes:

Parámetro: Magnitud en escala Richter

Cuadro 13: Matriz de comparación de pares del parámetro Magnitud en escala Richter

Magnitud en escala de Richter	8	7.9	7.8	7.7	7.6
8	1.00	2.00	3.00	4.00	9.00
7.9	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
7.8	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
7.7	0.25	0.25	0.50	1.00	3.00
7.6	0.11	0.17	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.19	3.92	6.83	11.33	22.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.15	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14: Matriz de normalización de pares del parámetro Magnitud en la escala Richter

Magnitud en escala de Richter	8	7.9	7.8	7.7	7.6	Vector de priorización
8	0.456	0.511	0.439	0.353	0.409	0.433
7.9	0.228	0.255	0.293	0.353	0.273	0.280
7.8	0.152	0.128	0.146	0.176	0.136	0.148
7.7	0.114	0.064	0.073	0.088	0.136	0.095
7.6	0.051	0.043	0.049	0.029	0.045	0.043

Fuente: Elaboración propia

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Magnitud en la escala Richter.

Índice de consistencia	IC	0.019
Relación de consistencia < 0.1	RC	0.017

Fuente: Elaboración propia

3.6. Definición de escenarios

Se ha considerado el escenario más crítico, ante la ocurrencia de "Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT" de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8 en la escala Richter, el cual originaría daños probables y pérdidas probables en los elementos expuestos susceptibles a este peligro, en las dimensiones social, económica y ambiental en el Sector El Tanque y San Agustín, Distrito de Moche, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad.

3.7. Niveles de peligro

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

PESO	PARAMETRO EVALUACION	FACTOR CONDICIONANTE 1	FACTOR CONDICIONANTE 2	FACTOR CONDICIONANTE 3	FACTOR DESENCADENANTE	VALOR PELIGRO
	1	0.680	0.069	0.251	1	
Parámetros - Descriptores	Magnitud	Pendiente del terreno °	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas	Liberación energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT	
D1	0.433	0.431	0.432	0.413	0.428	0.430
D2	0.280	0.266	0.273	0.259	0.274	0.275
D3	0.148	0.155	0.153	0.171	0.154	0.152
D4	0.095	0.095	0.089	0.097	0.094	0.095
D5	0.043	0.053	0.053	0.059	0.051	0.048

Parámetros - Descriptores	Magnitud	Pendiente del terreno °	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas	Liberación energía por activación de fallas geológicas- Equivalencia de la energía TNT
D1	8	0 - 5	Depósito Aluvial	Terraza marina	10 120 000 T
D2	7.9	5 - 15	Depósito Fluvial	Llanura o planicie aluvial y mantos de arena	5 850 000 T
D3	7.8	15 - 25	Depósito eólico: Acumulaciones de arenas de grano fino, semiconsolidadas, transportadas por el viento. Espesores varía de 10 a 50m.	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	1 250 000 T
D4	7.7	25 - 35	Plutón Salinas, granodiorita, asociadas a la Caldera Volcánico Centinela, granodiorita	Colina y lomada en roca sedimentaria	997 000 T
D5	7.6	Mayor a 35	Batolito de la Costa, granito y Formación Huarmey	Colina y lomada en roca volcano-sedimentaria	820 000 T

Cuadro 15: Niveles de peligro

Nivel de peligro por sismos	Rango
Muy alto	$0.275 < P \leq 0.430$
Alto	$0.152 < P \leq 0.275$
Medio	$0.095 < P \leq 0.152$
Bajo	$0.048 < P \leq 0.095$

Fuente: Elaboración propia

3.8. Estratificación del nivel de peligro

En el siguiente cuadro se muestra la estratificación del peligro obtenido:

Cuadro 16: Estratificación del peligro

Nivel de peligro por sismos	Descripción	Rango
Muy alto	Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8. La pendiente predominante es menor a 5°. Su unidad geomorfológica predominante es llanura o planicie aluvial, la unidad geológica predominante corresponde a depósito aluvial.	0.275 < P ≤ 0.430
Alto	Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8. La pendiente predominante está entre 5° a 15°. Su unidad geomorfológica predominante es llanura o planicie inundable, la unidad geológica predominante corresponde a depósito fluvial.	0.152 < P ≤ 0.275
Medio	Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8. La pendiente predominante es entre 15° a 25°. Su unidad geomorfológica predominante es mantos de arena, la unidad geológica predominante corresponde a depósito eólico; Acumulaciones de arenas de grano fino, semiconsolidadas, transportadas por el viento. Espesores varía de 10 a 50m.	0.095 < P ≤ 0.152
Bajo	Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana- Equivalencia de la energía TNT de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8. La pendiente predominante es mayor a 25°. Sus unidades geomorfológicas corresponden a vertiente o piedemonte aluvio-torrencial y montaña en roca intrusiva. Las unidades geológicas corresponden a Plutón Salinas, granodiorita, asociadas a la Caldera Volcánico Centinela, granodiorita y Batolito de la Costa, granito y Formación Huarney.	0.048 < P ≤ 0.095

Elaboración: Equipo de trabajo

3.9. Mapa de Peligro



<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel de peligro por sismos</th> <th>Rangos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy Alto</td> <td>$0.266 < P \leq 0.441$</td> </tr> <tr> <td>Alto</td> <td>$0.152 < P \leq 0.266$</td> </tr> <tr> <td>Medio</td> <td>$0.091 < P \leq 0.152$</td> </tr> <tr> <td>Bajo</td> <td>$0.050 < P \leq 0.091$</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel de peligro por sismos	Rangos	Muy Alto	$0.266 < P \leq 0.441$	Alto	$0.152 < P \leq 0.266$	Medio	$0.091 < P \leq 0.152$	Bajo	$0.050 < P \leq 0.091$	<p>MAPA DE LA LIBERTAD</p>	<p>EVALUACIÓN DEL RIESGO EN EL SECTOR EL TANQUE, DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA DE TRUJILLO Y DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD</p>	
Nivel de peligro por sismos	Rangos												
Muy Alto	$0.266 < P \leq 0.441$												
Alto	$0.152 < P \leq 0.266$												
Medio	$0.091 < P \leq 0.152$												
Bajo	$0.050 < P \leq 0.091$												
<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Lotes Sector El Tanque Limite distrital Limite provincial Limite departamental 	<p>MAPA DE PELIGRO POR SISMOS</p>		<p>Inf. general: Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 17S</p>	<p>Localidad</p>									
<p>ESCALA GRÁFICA</p>		<p>Fecha: Julio, 2023 Escala: 1:1.770</p>		<p>SECTOR EL TANQUE</p>									
<p>Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI Autoridad Nacional del Agua - ANA Instituto Geofísico del Perú - IGP</p>			<p>Mapa: M-09</p>										

Ing. Doris Yelena Velasco Gonzalez
EVALUADORA DEL RIESGO
R.C. N° 062-2018-CENEPREDU

Fuente: Elaboración propia.

3.10. Identificación y Cuantificación de Elementos Expuestos Susceptibles

El nivel de peligro por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, Distrito Moche, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad resultante es de PELIGRO MUY ALTO.

A continuación, se muestran los principales elementos expuestos susceptibles del nivel social.

Población y vivienda proyectada

Sector	Población expuesta (N°)	Viviendas expuestas (N°)
San Agustín del Puente y el Tanque	112	33

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.1 Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad

Una vez identificados los elementos expuestos de este informe, el análisis de la vulnerabilidad del Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad se desarrolla de acuerdo con la metodología establecida por el CENEPRED que se puede observar mediante el siguiente gráfico.

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el ámbito de estudio, se ha desarrollado el análisis de la vulnerabilidad considerando las dimensiones sociales, económica y ambiente.

Gráfico 4: Flujo general del proceso de análisis de vulnerabilidad

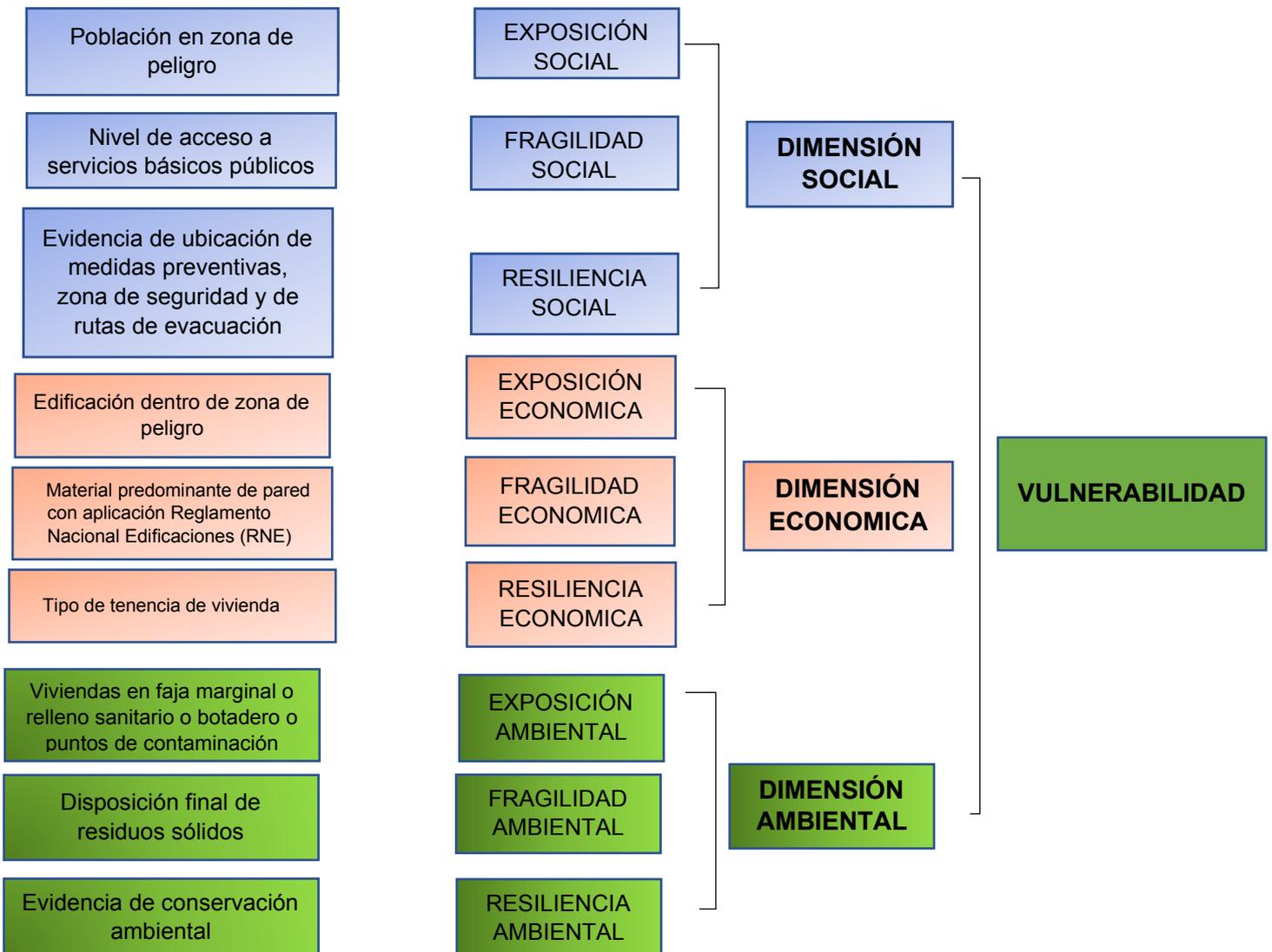


Diagrama de flujo para el análisis de la vulnerabilidad. Elaboración propia.

4.2 Análisis de la dimensión social

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para los tres parámetros considerados en la dimensión social.

Cuadro 17: Matriz de comparación de pares para el parámetro dimensión social. Elaboración propia.

Dimensión social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	3.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Elaboración propia.

Cuadro 18: Matriz de normalización para el parámetro dimensión social. Elaboración propia.

Dimensión social	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.545	0.571	0.500	0.539
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	0.297
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	0.164

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro dimensión social.

IC	0.005
RC	0.009

Elaboración propia.

4.2.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión Social

a. Densidad de población por vivienda

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro "Densidad de población por vivienda", correspondiente a la exposición en la dimensión social.

Cuadro 19: Matriz de comparación de pares para el parámetro Población en zona de peligro Densidad de población por vivienda”, exposición de la dimensión social.

Población en zona de peligro	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Muy alto	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Alto	0.50	1.00	3.00	4.00	5.00
Medio	0.33	0.33	1.00	3.00	4.00
Bajo	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Muy bajo	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.18	3.78	7.58	13.33	20.00
1/SUMA	0.46	0.26	0.13	0.08	0.05

Elaboración propia.

Cuadro 20: Matriz de normalización para el parámetro Densidad de población por vivienda”, exposición de la dimensión social

Población en zona de peligro	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Vector Priorización
Muy alto	0.460	0.529	0.396	0.375	0.350	0.422
Alto	0.230	0.264	0.396	0.300	0.250	0.288
Medio	0.153	0.088	0.132	0.225	0.200	0.160
Bajo	0.092	0.066	0.044	0.075	0.150	0.085
Muy bajo	0.066	0.053	0.033	0.025	0.050	0.045

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro Densidad de población por Vivienda”, exposición de la dimensión social.

IC	0.051
RC	0.045

Elaboración propia.

4.2.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Social

Acceso a servicio de agua potable

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro “Acceso a servicio de agua potable” correspondiente a la fragilidad en la dimensión social.

Cuadro 21: Matriz de comparación de pares para el parámetro "Nivel de acceso al servicio de agua potable", fragilidad de la dimensión social. Elaboración propia.

Nivel de acceso al servicio de agua potable	Mínimo con restricciones	Mínimo	Regular	Bueno	Muy bueno y constante
Mínimo con restricciones	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Mínimo	0.50	1.00	3.00	4.00	6.00
Regular	0.33	0.33	1.00	3.00	4.00
Bueno	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Muy bueno y constante	0.17	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.20	3.75	7.58	13.33	20.00
1/SUMA	0.45	0.27	0.13	0.08	0.05

Elaboración propia.

Cuadro 22: Matriz de normalización para el parámetro "Nivel de acceso al servicio de agua potable", fragilidad de la dimensión social.

Nivel de acceso al servicio de agua potable	Mínimo con restricciones	Mínimo	Regular	Bueno	Muy bueno y constante	Vector Priorización
Mínimo con restricciones	0.455	0.533	0.396	0.375	0.300	0.412
Mínimo	0.227	0.267	0.396	0.300	0.300	0.298
Regular	0.152	0.089	0.132	0.225	0.200	0.159
Bueno	0.091	0.067	0.044	0.075	0.150	0.085
Muy bueno y constante	0.076	0.044	0.033	0.025	0.050	0.046

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro "Nivel de acceso al servicio de agua potable", fragilidad de la dimensión social.

IC	0.053
RC	0.047

Elaboración propia.

4.2.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Social

Nivel de Evidencia de ubicación de medidas preventivas, zona de seguridad y de rutas de evacuación

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro Nivel de conocimiento en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación" correspondiente a la resiliencia en la dimensión social.

Cuadro 23: Matriz de comparación de pares para el parámetro Evidencia de ubicación de medidas preventivas, zona de seguridad y de rutas de evacuación.

Evidencia de ubicación de medidas preventivas, zona de seguridad y de rutas de evacuación	Nula	Básica	Intermedia	Avanzada	Avanzada y aplicada
Nula	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
Básica	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Intermedia	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Avanzada	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Avanzada y aplicada	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.16	4.00	6.75	11.50	21.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Elaboración propia.

Cuadro 24: Matriz de normalización para el parámetro Evidencia de ubicación de medidas preventivas, zona de seguridad y de rutas de evacuación.

Evidencia de ubicación de medidas preventivas, zona de seguridad y de rutas de evacuación	Nula	Básica	Intermedia	Avanzada	Avanzada y aplicada	Vector Priorización
Nula	0.463	0.500	0.444	0.435	0.381	0.445
Básica	0.232	0.250	0.296	0.261	0.286	0.265
Intermedia	0.154	0.125	0.148	0.174	0.190	0.158
Avanzada	0.093	0.083	0.074	0.087	0.095	0.086
Avanzada y aplicada	0.058	0.042	0.037	0.043	0.048	0.046

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro Nivel de conocimiento en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación de la dimensión social.

IC	0.007
RC	0.006

Elaboración propia.

4.3 Análisis de la Dimensión Económica

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para los tres parámetros considerados en la dimensión económica. La matriz usada es de 3×3 .

Cuadro 25: Matriz de comparación de pares para el parámetro dimensión económica.

Dimensión económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	2.00	3.00
Fragilidad	0.50	1.00	2.00
Resiliencia	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Cuadro 26: Matriz de normalización para el parámetro dimensión económica. Elaboración propia.

Dimensión económica	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.545	0.571	0.500	0.539
Fragilidad	0.273	0.286	0.333	0.297
Resiliencia	0.182	0.143	0.167	0.164

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro dimensión económica.

IC	0.005
RC	0.009

Elaboración propia.

4.3.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión Económica

Distancia de la vivienda dentro de la zona de origen del peligro

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro “Distancia de la vivienda dentro de la zona de origen del peligro” correspondiente a la exposición en la dimensión económica.

Cuadro 27: Matriz de comparación de pares para el parámetro Edificación dentro de zona de peligro.

Edificación dentro de zona de peligro	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Muy alto	1.00	2.00	3.00	4.00	9.00
Alto	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Medio	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Bajo	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy bajo	0.11	0.25	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.19	4.08	6.75	10.50	20.00
1/SUMA	0.46	0.24	0.15	0.10	0.05

Elaboración propia.

Cuadro 28: Matriz de normalización para el parámetro Edificación dentro de zona de peligro.

Edificación dentro de zona de peligro	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Vector Priorización
Muy alto	0.456	0.490	0.444	0.381	0.450	0.444
Alto	0.228	0.245	0.296	0.286	0.200	0.251
Medio	0.152	0.122	0.148	0.190	0.200	0.163
Bajo	0.114	0.082	0.074	0.095	0.100	0.093
Muy bajo	0.051	0.061	0.037	0.048	0.050	0.049

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro Distancia de la vivienda dentro de la zona de origen del peligro de la dimensión económica.

IC	0.013
RC	0.011

Elaboración propia.

4.3.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Económica

Aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones

En los siguientes cuadros, se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro “Antigüedad de edificación”, correspondiente a la fragilidad en la dimensión económica.

Cuadro 29: Matriz de comparación de pares para el parámetro Material predominante de pared con aplicación Reglamento Nacional Edificaciones (RNE).

Material predominante de pared con aplicación Reglamento Nacional Edificaciones (RNE)	Adobe, ladrillo o concreto sin aplicación RNE	Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de escasa aplicación RNE	Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de regular aplicación RNE	Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de buena aplicación RNE	Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de muy buena aplicación RNE
Adobe, ladrillo o concreto sin aplicación RNE	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de escasa aplicación RNE	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de regular aplicación RNE	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de buena aplicación RNE	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de muy buena aplicación RNE	0.14	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.18	4.00	6.75	11.50	20.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Elaboración propia.

Cuadro 30: Matriz de normalización para el parámetro Material predominante de pared con aplicación Reglamento Nacional Edificaciones (RNE). Elaboración propia.

Material predominante de pared con aplicación Reglamento Nacional Edificaciones (RNE)	Adobe, ladrillo o concreto sin aplicación RNE	Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de escasa aplicación RNE	Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de regular aplicación RNE	Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de buena aplicación RNE	Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de muy buena aplicación RNE	Vector Priorización
Adobe, ladrillo o concreto sin aplicación RNE	0.460	0.500	0.444	0.435	0.350	0.438
Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de escasa aplicación RNE	0.230	0.250	0.296	0.261	0.300	0.267
Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de regular aplicación RNE	0.153	0.125	0.148	0.174	0.200	0.160
Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de buena aplicación RNE	0.092	0.083	0.074	0.087	0.100	0.087
Adobe, ladrillo o concreto con evidencia de muy buena aplicación RNE	0.066	0.042	0.037	0.043	0.050	0.048

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro Antigüedad de edificación de la dimensión económica.

IC	0.010
RC	0.009

Elaboración propia.

4.3.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Económica

Aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro “Aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones” correspondiente a la resiliencia en la dimensión económica.

Cuadro 31: Matriz de comparación de pares para el parámetro Aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones”, resiliencia de la dimensión económica.

Tipo de tenencia de vivienda	Por invasión	Posesionario	Pagándola o por herencia	Con título de propiedad	Con título de propiedad e inscrito en SUNARP
Por invasión	1.00	2.00	3.00	5.00	9.00
Posesionario	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Pagándola o por herencia	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Con título de propiedad	0.20	0.33	0.50	1.00	2.00
Con título de propiedad e inscrito en SUNARP	0.11	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	4.08	6.83	11.50	19.00
1/SUMA	0.47	0.24	0.15	0.09	0.05

Elaboración propia.

Cuadro 32: Matriz de normalización para el parámetro “Aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones”, resiliencia de la dimensión económica.

Tipo de tenencia de vivienda	Por invasión	Posesionario	Pagándola o por herencia	Con título de propiedad	Con título de propiedad e inscrito en SUNARP	Vector Priorización
Por invasión	0.466	0.490	0.439	0.435	0.474	0.461
Posesionario	0.233	0.245	0.293	0.261	0.211	0.248
Pagándola o por herencia	0.155	0.122	0.146	0.174	0.158	0.151
Con título de propiedad	0.093	0.082	0.073	0.087	0.105	0.088
Con título de propiedad e inscrito en SUNARP	0.052	0.061	0.049	0.043	0.053	0.052

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro Aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones”, resiliencia de la dimensión económica.

IC	0.007
RC	0.006

Elaboración propia.

4.4 Análisis de la Dimensión Ambiental

4.4.1 Análisis de la Exposición en la Dimensión Ambiental

Cercanía a relleno sanitario y/ o botadero y/o a punto de contaminación

En los siguientes cuadros, se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro “Cercanía a relleno sanitario y/ o botadero y o punto de contaminación.” correspondiente a la exposición en la dimensión ambiental.

Cuadro 33: Matriz de comparación de pares para el parámetro Cercanía a relleno sanitario y/ o botadero y/o punto de contaminación respecto al área de impacto del peligro, exposición de la dimensión ambiental.

Viviendas en faja marginal o relleno sanitario o botadero o puntos de contaminación	Al lado (Hasta 0.02 Km)	Muy cercano (Entre 0.02 a 0.5 Km)	Cercano (Entre 0.5 a 0.8 Km)	Medianamente cercano (Entre 0.8 a 1 Km)	(Ligeramente alejado (Mayor a 1 Km)
Al lado (Hasta 0.02 Km)	1.00	2.00	3.00	4.00	6.00
Muy cercano (Entre 0.02 a 0.5 Km)	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Cercano (Entre 0.5 a 0.8 Km)	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Medianamente cercano (Entre 0.8 a 1 Km)	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
(Ligeramente alejado (Mayor a 1 Km)	0.17	0.25	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.25	4.08	6.75	10.50	17.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.06

Elaboración propia

Cuadro 34: Matriz de normalización para el parámetro Viviendas de faja marginal o relleno sanitario o botadero o puntos de contaminación. Elaboración propia.

Viviendas en faja marginal o relleno sanitario o botadero o puntos de contaminación	Al lado (Hasta 0.02 Km)	Muy cercano (Entre 0.02 a 0.5 Km)	Cercano (Entre 0.5 a 0.8 Km)	Medianamente cercano (Entre 0.8 a 1 Km)	(Ligeramente alejado (Mayor a 1 Km)	Vector Priorización
Al lado (Hasta 0.02 Km)	0.444	0.490	0.444	0.381	0.353	0.423
Muy cercano (Entre 0.02 a 0.5 Km)	0.222	0.245	0.296	0.286	0.235	0.257
Cercano (Entre 0.5 a 0.8 Km)	0.148	0.122	0.148	0.190	0.235	0.169
Medianamente cercano (Entre 0.8 a 1 Km)	0.111	0.082	0.074	0.095	0.118	0.096
(Ligeramente alejado (Mayor a 1 Km)	0.074	0.061	0.037	0.048	0.059	0.056

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro Cercanía a relleno sanitario y/ o botadero y/o punto de contaminación de la dimensión ambiental.

IC	0.018
RC	0.016

Elaboración propia.

4.4.2 Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Ambiental

Disposición de residuos sólidos

En los siguientes cuadros, se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro “Disposición de residuos sólidos”, correspondiente a la fragilidad en la dimensión ambiental.

Cuadro 35: Matriz de comparación de pares para el parámetro Disposición de residuos sólidos de la dimensión económica.

DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	Quema	Entierra	A recipiente adecuados	A botadero y recipientes adecuados	A relleno sanitario
Quema	1.00	2.00	3.00	4.00	4.00
Entierra	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
A recipiente adecuados	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
A botadero y recipientes adecuados	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
A relleno sanitario	0.25	0.20	0.33	0.50	1.00
	2.33	4.03	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.43	0.25	0.15	0.10	0.07

Elaboración propia.

Cuadro 36: Matriz de normalización para el parámetro Disposición de residuos sólidos, fragilidad de la dimensión económica.

DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	Quema	Entierra	A recipiente adecuados	A botadero y recipientes adecuados	A relleno sanitario	Vector Priorizacion
Quema	0.429	0.496	0.439	0.381	0.267	0.402
Entierra	0.214	0.248	0.293	0.286	0.333	0.275
A recipiente adecuados	0.143	0.124	0.146	0.190	0.200	0.161
A botadero y recipientes adecuados	0.107	0.083	0.073	0.095	0.133	0.098
A relleno sanitario	0.107	0.050	0.049	0.048	0.067	0.064

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro Disposición de residuos sólidos de la dimensión económica.

IC	0.027
RC	0.024

Elaboración propia.

4.4.3 Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Ambiental

Nivel de aplicación en temas de conservación ambiental

En los siguientes cuadros, se muestran los resultados del proceso de análisis jerárquico para el parámetro “Nivel de aplicación en temas de conservación ambiental” correspondiente a la resiliencia en la dimensión ambiental.

Cuadro 37: Matriz de comparación de pares para el parámetro “Evidencia de conservación ambiental”.

Evidencia de conservación ambiental	No se evidencia	Básica	Regular	Avanzada	Avanzada y aplica
No se evidencia	1.00	2.00	3.00	4.00	9.00
Básica	0.50	1.00	2.00	3.00	8.00
Regular	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Avanzada	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Avanzada y aplica	0.11	0.13	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.19	3.96	6.75	10.50	24.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.10	0.04

Elaboración propia.

Cuadro 38: Matriz de normalización para el “Evidencia de conservación ambiental”.

Evidencia de conservación ambiental	No se evidencia	Básica	Regular	Avanzada	Avanzada y aplica	Vector Priorización
No se evidencia	0.456	0.505	0.444	0.381	0.375	0.432
Básica	0.228	0.253	0.296	0.286	0.333	0.279
Regular	0.152	0.126	0.148	0.190	0.167	0.157
Avanzada	0.114	0.084	0.074	0.095	0.083	0.090
Avanzada y aplica	0.051	0.032	0.037	0.048	0.042	0.042

Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para el parámetro “Nivel de conocimiento en temas de conservación ambiental” de la dimensión ambiental.

IC	0.010
RC	0.009

Elaboración propia.

4.5 Cálculo de los Niveles de la Vulnerabilidad

Con los pesos obtenidos vía el proceso de análisis jerárquico se procede a calcular el valor de la vulnerabilidad, tomando en cuenta cada uno de los descriptores en cada una de las dimensiones empleadas. En el siguiente cuadro, se presenta el cálculo realizado.

Cuadro 39: Cálculo de los valores de la vulnerabilidad

PESO	0.400			0.400			0.200			VALOR DE VULNERABILIDAD
DIMENSIÓN	DIMENSION SOCIAL			DIMENSION ECONÓMICA			DIMENSION AMBIENTAL			
PESO	0.539	0.297	0.164	0.539	0.297	0.164	0.539	0.297	0.164	
FACTOR VULN	EXPOSICION	FRAGILIDAD	RESILIENCIA	EXPOSICION	FRAGILIDAD	RESILIENCIA	EXPOSICION	FRAGILIDAD	RESILIENCIA	
PESO	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
PARAMETROS	Población dentro de zona de peligro	Nivel de acceso a servicios básicos públicos	Evidencia de ubicación de medidas preventivas, zona de seguridad y de rutas de evacuación	Edificación dentro de zona de peligro	Material predominate de pared con aplicación Reglamento Nacional Edificaciones	Tipo de tenencia de la vivienda	Cercanía de viviendas en faja marginal o relleno sanitario o botadero o puntos de contaminación	Disposición final de residuos sólidos	Evidencia de conservación ambiental	
DESCRIPTOR 1	0.422	0.412	0.445	0.444	0.438	0.461	0.423	0.402	0.432	0.431
DESCRIPTOR 2	0.288	0.298	0.265	0.251	0.267	0.248	0.257	0.275	0.279	0.270
DESCRIPTOR 3	0.160	0.159	0.158	0.163	0.160	0.151	0.169	0.161	0.157	0.161
DESCRIPTOR 4	0.085	0.085	0.086	0.093	0.087	0.088	0.096	0.098	0.090	0.090
DESCRIPTOR 5	0.045	0.046	0.046	0.049	0.048	0.052	0.056	0.064	0.042	0.049

Elaboración propia.

4.6 Niveles de vulnerabilidad

Una vez obtenidos los valores de la vulnerabilidad, se proceden a agruparlos para obtener los niveles de vulnerabilidad, el cual se puede observar en el cuadro, con sus respectivos rangos, luego de concluir con el proceso de análisis jerárquico en las dimensiones social y económica.

Cuadro 40: Niveles de vulnerabilidad.

Nivel de vulnerabilidad	Rangos
Muy Alto	$0.270 < P \leq 0.431$
Alto	$0.161 < P \leq 0.270$
Medio	$0.090 < P \leq 0.161$
Bajo	$0.049 < P \leq 0.090$

Elaboración propia.

4.7 Estratificación de los Niveles de Vulnerabilidad

En el siguiente cuadro, se muestra la estratificación de los niveles de vulnerabilidad proyectada para el ámbito del Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

Cuadro 41: Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGOS
MUY ALTA	Muy alta densidad de población por vivienda. El nivel de acceso al servicio de agua potable es mínimo con restricciones. Nulo conocimiento en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación. Localización de la edificación en el cauce de la quebrada o en el centro del área de impacto del peligro. Edificación muy antigua. Nula aplicación de Reglamento Nacional de Edificaciones. Al lado o muy cercano a zonas de relleno sanitario y/o botadero y/o punto de contaminación. Disposición de residuos sólidos hacia la quema. Nulo conocimiento en temas de conservación ambiental.	$0.270 < P \leq 0.431$
ALTA	Alta densidad de población por vivienda. El nivel de acceso al servicio de agua potable es mínimo. Básico conocimiento en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación. Localización de la edificación entre 11 a 50 metros dentro del área de peligro. Edificación entre 40 a 50 años de construida. Escasa aplicación de Reglamento Nacional de Edificaciones. Entre 0.02 a 0.5 Km, cercano a zonas de relleno sanitario y/o botadero y/o punto de contaminación. Disposición de residuos sólidos es enterrarlos. Básico conocimiento en temas de conservación ambiental.	$0.161 < P \leq 0.270$
MEDIA	Moderada densidad de población por vivienda. El nivel de acceso al servicio de agua potable es regular. Conocimiento intermedio en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación. Localización de la edificación entre 51 a 100 metros dentro del área de peligro. Edificación entre 30 a 40 años de construida. Regular aplicación de Reglamento Nacional de Edificaciones. Entre 0.5 a 1 Km, cercano a zonas de relleno sanitario y/o botadero y/o punto de contaminación. Disposición de residuos sólidos es a recipientes adecuados. Regular conocimiento en temas de conservación ambiental.	$0.090 < P \leq 0.161$
BAJA	Adecuada y muy adecuada densidad de población por vivienda. El nivel de acceso al servicio de agua potable es bueno, muy bueno y constante. Conocimiento avanzado y aplica en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación. Localización de la edificación mayor a 100 metros dentro del área de peligro. Edificación menor a 30 años de construida. Aplica mayormente y a toda la edificación el Reglamento Nacional de Edificaciones. Mayor a 1 Km de zonas de relleno sanitario y/o botadero y/o punto de contaminación. Disposición de residuos sólidos es a botaderos y recipientes adecuados y/o	$0.049 < P \leq 0.090$

	rellenos sanitarios. Avanzado y aplica conocimiento en temas de conservación ambiental.	
--	---	--

Elaboración propia.

4.8 Mapa 6: Mapa de Vulnerabilidad



<p>Nivel de vulnerabilidad</p> <p> Muy Alta</p>	<p>MAPA DE LA LIBERTAD</p>	<p>EVALUACIÓN DEL RIESGO EN EL SECTOR EL TANQUE, DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA DE TRUJILLO Y DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD</p>				
<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Lotes Sector El Tanque Limite distrital Limite provincial Limite departamental 		<p align="center">MAPA DE VULNERABILIDAD</p> <table border="1" style="width:100%;"> <tr> <td data-bbox="877 1747 1093 1792"> Inf. general: Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 17S </td> <td data-bbox="1101 1747 1332 1792"> Localidad: SECTOR EL TANQUE </td> </tr> <tr> <td data-bbox="877 1803 997 1836"> Fecha: Julio, 2023 </td> <td data-bbox="1005 1803 1093 1836"> Escala: 1:1.770 </td> </tr> </table> <p>Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI Autoridad Nacional del Agua - ANA Instituto Geofísico del Perú - IGP</p> <p align="right" style="font-size:24px; font-weight:bold;">M-10</p>		Inf. general: Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 17S	Localidad: SECTOR EL TANQUE	Fecha: Julio, 2023
Inf. general: Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 17S	Localidad: SECTOR EL TANQUE					
Fecha: Julio, 2023	Escala: 1:1.770					

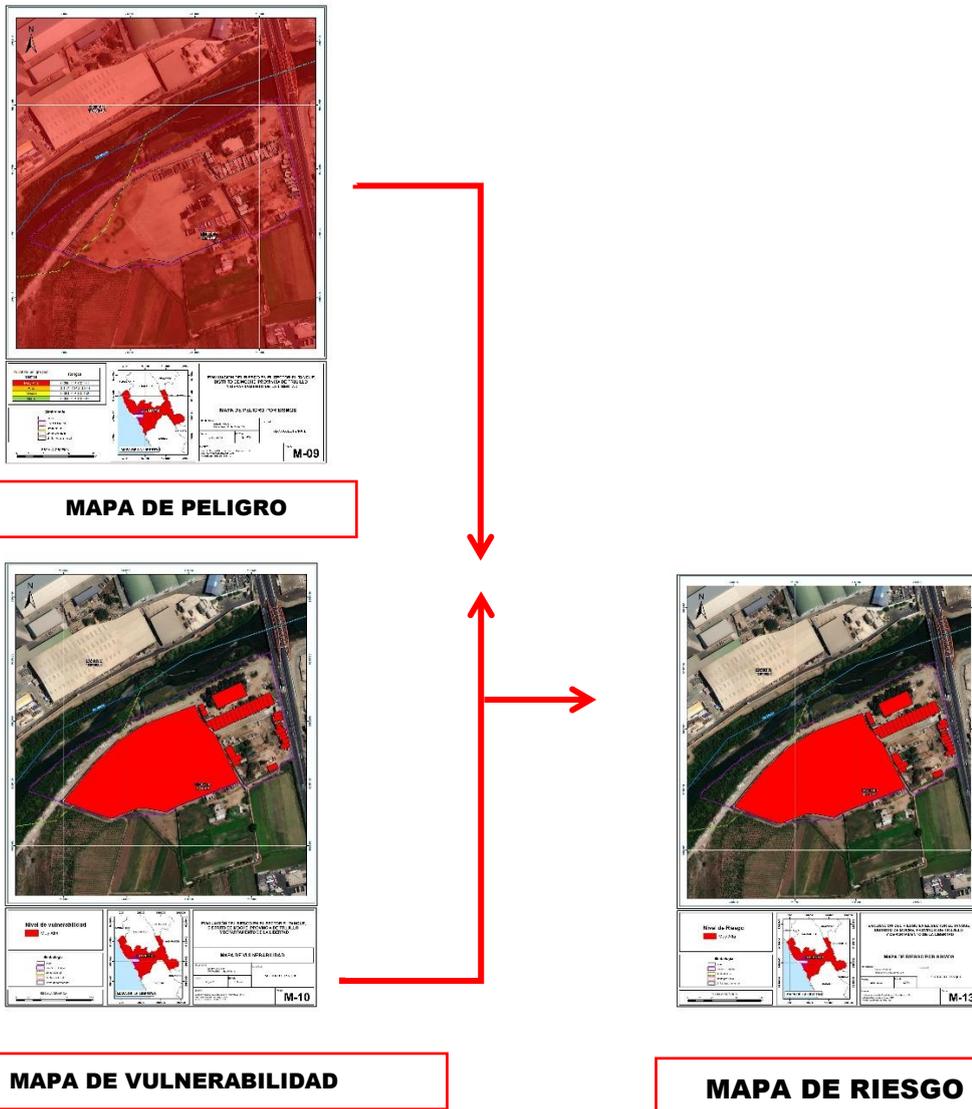
h. D. Y. Velasco G.
Ing. Doris Yelena Velasco Gonzalez
 EVALUADORA DEL RIESGO
 R.C.J. N° 062-2018-CENEPRDJ

CAPÍTULO V CÁLCULO DEL RIESGO

5.1. Metodología para Determinar los Niveles de Riesgo

Para determinar los niveles de riesgo por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, Distrito Moche, Provincia de Trujillo y Departamento, se empleó la metodología indicada por el CENEPRED (2014), la misma que se muestra en la imagen 2-

Diagrama de flujo para el análisis del riesgo. Elaboración propia.



5.2. Determinación los Niveles de Riesgo

5.2.1 Niveles de Riesgo

En el siguiente cuadro, se presentan los niveles de riesgo por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín para el escenario propuesto es el siguiente:

Cuadro 42: Niveles de riesgo para el Sector El Tanque y San Agustín

Niveles de riesgo por sismos en el Sector El Tanque y San Agustín	Rangos
MUY ALTO	$0.074 < R \leq 0.185$
ALTO	$0.024 < R \leq 0.074$
MEDIO	$0.008 < R \leq 0.024$
BAJO	$0.003 < R \leq 0.008$

Elaboración propia.

5.2.2 Matriz de Riesgo

Cuadro 43: Matriz de riesgo por sismo para el Sector El Tanque y San Agustín

PMA	0.430	0.039	0.069	0.116	0.185
PA	0.275	0.025	0.044	0.074	0.118
PM	0.152	0.014	0.024	0.041	0.066
PB	0.095	0.008	0.015	0.026	0.041
		0.090	0.161	0.270	0.431
		VB	VM	VA	VMA

Elaboración propia.

5.3. Estratificación de los Niveles de Riesgo

En el siguiente cuadro presenta la estratificación de los niveles de riesgo del Sector El Tanque y San Agustín, Distrito Moche, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad.

Cuadro 44: Estratificación de los niveles de riesgo por Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín

NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGOS
MUY ALTO	<p>Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana-Equivalencia de la energía TNT de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8. La pendiente predominante es menor a 5°. Su unidad geomorfológica predominante es llanura o planicie aluvial, la unidad geológica predominante corresponde a depósito aluvial.</p> <p>Muy alta densidad de población por vivienda. El nivel de acceso al servicio de agua potable es mínimo con restricciones. Nulo conocimiento en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación. Localización de la edificación en el cauce de la quebrada o en el centro del área de impacto del peligro. Edificación muy antigua. Nula aplicación de Reglamento Nacional de Edificaciones. Al lado o muy cercano a zonas de relleno sanitario y/o botadero y/o punto de contaminación. Disposición de residuos sólidos hacia la quema. Nulo conocimiento en temas de conservación ambiental.</p>	0.074 < R ≤ 0.185
ALTO	<p>Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana-Equivalencia de la energía TNT de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8. La pendiente predominante está entre 5° a 15°. Su unidad geomorfológica predominante es llanura o planicie inundable, la unidad geológica predominante corresponde a depósito fluvial.</p> <p>Alta densidad de población por vivienda. El nivel de acceso al servicio de agua potable es mínimo. Básico conocimiento en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación. Localización de la edificación entre 11 a 50 metros dentro del área de peligro. Edificación entre 40 a 50 años de construida. Escasa aplicación de Reglamento Nacional de Edificaciones. Entre 0.02 a 0.5 Km, cercano a zonas de relleno sanitario y/o botadero y/o punto de contaminación. Disposición de residuos sólidos es enterrarlos. Básico conocimiento en temas de conservación ambiental.</p>	0.024 < R ≤ 0.074

MEDIO	<p>Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana-Equivalencia de la energía TNT de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8. La pendiente predominante es entre 15° a 25°. Su unidad geomorfológica predominante es mantos de arena, la unidad geológica predominante corresponde a depósito eólico; Acumulaciones de arenas de grano fino, semiconsolidadas, transportadas por el viento. Espesores varía de 10 a 50m.</p> <p>Moderada densidad de población por vivienda. El nivel de acceso al servicio de agua potable es regular. Conocimiento intermedio en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación. Localización de la edificación entre 51 a 100 metros dentro del área de peligro. Edificación entre 30 a 40 años de construida. Regular aplicación de Reglamento Nacional de Edificaciones. Entre 0.5 a 1 Km, cercano a zonas de relleno sanitario y/o botadero y/o punto de contaminación. Disposición de residuos sólidos es a recipientes adecuados. Regular conocimiento en temas de conservación ambiental.</p>	0.008 < R ≤ 0.024
BAJO	<p>Liberación de energía por subducción de placa tectónica Nazca y Placa Sudamericana-Equivalencia de la energía TNT de 10 120 000 T, que ocasionaría un sismo de magnitud de 8. La pendiente predominante es mayor a 25°. Sus unidades geomorfológicas corresponden a vertiente o piedemonte aluvio-torrencial y montaña en roca intrusiva. Las unidades geológicas corresponden a Plutón Salinas, granodiorita, asociadas a la Caldera Volcánico Centinela, granodiorita y Batolito de la Costa, granito y Formación Huarmey.</p> <p>Adecuada y muy adecuada densidad de población por vivienda. El nivel de acceso al servicio de agua potable es bueno, muy bueno y constante. Conocimiento avanzado y aplica en ubicación de zona de seguridad y de rutas de evacuación. Localización de la edificación mayor a 100 metros dentro del área de peligro. Edificación menor a 30 años de construida. Aplica mayormente y a toda la edificación el Reglamento Nacional de Edificaciones. Mayor a 1 Km de zonas de relleno sanitario y/o botadero y/o punto</p>	0.003 < R ≤ 0.008

	<p>de contaminación. Disposición de residuos sólidos es a botaderos y recipientes adecuados y/o rellenos sanitarios. Avanzado y aplica conocimiento en temas de conservación ambiental.</p>	
--	---	--

5.4. Mapa 7: Mapa de Riesgo



<p>Nivel de Riesgo</p> <p> Muy Alta</p>	<p>MAPA DE LA LIBERTAD</p>	<p>EVALUACIÓN DEL RIESGO EN EL SECTOR EL TANQUE, DISTRITO DE MOCHE, PROVINCIA DE TRUJILLO Y DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD</p> <p>MAPA DE RIESGO POR SISMOS</p>	
<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Lotes Sector El Tanque Límite distrital Límite provincial Límite departamental 		<p>Inf. general: Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 17S</p> <p>Fecha: Julio, 2023</p> <p>Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI Autoridad Nacional de Agua - ANA Instituto Geofísico del Perú - IGP</p>	<p>Localidad: SECTOR EL TANQUE</p> <p>Escala: 1:1.770</p>
<p>ESCALA GRÁFICA</p> <p>0 20 40 80 120 M</p>	<p>Mapa: M-13</p>		

Ing. Doris Yelena Velasco Gonzalez
EVALUADORA DEL RIESGO
R.C.J. N° 062-2018-CENEPREDJ

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Cálculo de Efectos Probables

El monto de efectos probables asciende a S/ 3,124,800.00

CÁLCULO DE EFECTOS PROBABLES	Cantidad	Índice de daño	Valor unitario	Total
A. DAÑOS PROBABLES				
Viviendas	33	1	S/ 40,000.00	S/ 1,320,000.00
MONTO DE DAÑOS PROBABLES				S/ 1,320,000.00
B. PÉRDIDAS PROBABLES				
Adquisición de carpas	33		S/ 3,600.00	S/ 118,800.00
Adquisición de camas para 33 familias (familia x 4 pobladores)	132		S/ 500.00	S/ 66,000.00
Alquiler de baños portátiles	20		S/ 1,000.00	S/ 20,000.00
Alquiler de lavamanos portátiles	20		S/ 500.00	S/ 10,000.00
Instalación provisional de agua y cisternas	1		45000	S/ 45,000.00
Instalación provisional de desagüe	1		45000	S/ 45,000.00
Gastos por ayuda humanitaria por 60 días para familia x 4 pobladores	7920		S/ 125.00	S/ 990,000.00
Gastos por limpieza de escombros	1 global		S/ 500,000.00	S/ 500,000.00
Gastos de atención de emergencia	1 global		S/ 10,000.00	S/ 10,000.00
MONTO DE PÉRDIDAS PROBABLES				S/ 1,804,800.00
MONTO TOTAL DE EFECTOS PROBABLES (Suma de Monto de daños probables (A) + Monto de pérdidas probables (B))				S/ 3,124,800.00

CAPÍTULO VI CONTROL DEL RIESGO

6.1. De la Evaluación de las Medidas

Tipo de Fenómeno: Geodinámica interna.

Tipo de Peligro: Sismos.

Elementos expuestos:

Población del Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

6.2. Valoración de Consecuencias

Se presenta un nivel de consecuencias “ALTO” en caso ocurra el escenario por Sismos. Esto principalmente ya que será necesario que el impacto del fenómeno sea gestionado con apoyo externo.

Cuadro 45: Valoración de consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	Muy Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Elaboración propia.

6.3. Valoración de frecuencia

El nivel de frecuencia de ocurrencia considerado es “Medio”, el fenómeno de Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín, Distrito Moche, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad.

En la Cuadro 61 se señala el nivel de valoración de frecuencia.

Cuadro 46: Valoración de frecuencia.

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	Muy Alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alto	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Elaboración propia.

6.4. Nivel de consecuencia y daños

Tomando en consideración la valoración de consecuencias y de la frecuencia se concluye que el Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad presenta un nivel de consecuencia y daño de nivel 3 “ALTA” (ver Cuadro 62).

Cuadro 47: Nivel de consecuencias y daños

Consecuencias	Nivel	Zonas de Consecuencias y Daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

. Elaboración propia.

6.5. Medidas cualitativas de consecuencia y daño

Para un nivel de consecuencia y daño de nivel 3 “ALTA” se esperaría lesiones grandes en las personas, pérdida de bienes y pérdidas financieras importantes, principalmente, y también serían necesarias medidas cualitativas de niveles inferiores.

Cuadro 48: Medidas cualitativas de consecuencia y daño

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Muy Alto	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y pérdidas financieras.
3	Alto	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y pérdidas financieras importantes.
2	Medio	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y pérdidas financieras altas.
1	Bajo	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y pérdidas financieras altas.

. Elaboración propia.

6.6. Aceptabilidad o Tolerancia del Riesgo

De acuerdo con la secuencia desarrollada se concluye que en el Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito de Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, se presentaría un riesgo de nivel 3 “INACEPTABLE”, para un nivel de consecuencias “ALTO” y una frecuencia “MEDIA”.

Cuadro 49: Aceptabilidad o tolerancia del riesgo

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

Cuadro 50: Matriz de aceptabilidad o tolerancia del riesgo

Inaceptable	Inaceptable	Inadmisible	Inadmisible
Tolerable	Inaceptable	Inaceptable	Inadmisible
Tolerable	Tolerable	Inaceptable	Inaceptable
Aceptable	Tolerable	Tolerable	Inaceptable

. Elaboración propia.

6.7. Prioridad de Intervención

Debido a que el riesgo por Sismos, según el escenario seleccionado, tiene un riesgo de nivel "Inaceptable" le corresponde un nivel de priorización II.

Cuadro 51: Nivel de priorización

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

CONCLUSIONES

- El nivel de peligro por Sismos en la zona de estudio en el Sector El Tanque y San Agustín es de PELIGRO MUY ALTO.
- El nivel de vulnerabilidad del Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad ante los Sismos es de VULNERABILIDAD BAJA.
- En el Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, por consiguiente, se obtiene el nivel de RIESGO ALTO ante sismos.
- El resultado del análisis de tolerabilidad y aceptabilidad del riesgo es RIESGO INACEPTABLE, lo sustenta la necesidad de emprender obras estructurales y medidas no estructurales para reducir el riesgo ante Sismos en el Sector El Tanque y San Agustín del distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.
- El monto de efectos probables asciende a S/ 3,124,800.00, es decir la suma de los daños y pérdidas probables a consecuencia de sismos en el Sector El Tanque y San Agustín del distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad, siempre y cuando no se realizan las medidas estructurales y no estructurales para la prevención y reducción del riesgo en mención. A este escenario es necesario considerar las pérdidas de vidas humanas que podrían evitarse.

RECOMENDACIONES

Medidas de Orden Estructural

- Implementar un programa de construcción de viviendas en coordinación con los programas del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento que permita cumplir las medidas exigidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones y dar acceso a viviendas de mayor seguridad antes sismos a la población de este sector para poder reducir su vulnerabilidad y riesgos ante sismos de gran magnitud.
- Fomentar el reforzamiento de viviendas, previa evaluación estructural del especialista

Medidas de Orden No estructural

- Empleo del reglamento nacional de edificaciones.
- Revisar y evaluar la influencia de la cercanía hacia la napa freática para prevenir el riesgo ante licuación de suelos desencadenado por un sismo de magnitud de 8.
- Se debe tener precaución al momento de construir y hacer la cimentación de viviendas correspondiente del centro poblado para evitar el riesgo de licuación de suelos por cercanía a la napa freática; de no ser esto factible, es recomendable reubicar centro poblado a una zona más alejada de la napa freática.
- Diseñar adecuadamente el trazo para los proyectos de instalación sanitaria; agua potable y alcantarillado considerado el peligro por Sismos, su vulnerabilidad y riesgo correspondiente en la zona evaluada.
- Considerar este informe de evaluación de riesgos para zonificar el riesgo en el plan de ordenamiento territorial, plan de desarrollo urbano y plan de uso de suelos del distrito.
- Para las construcciones proyectadas, las características de las cimentaciones serán del tipo superficial de acuerdo con los valores de Capacidad Portante y Presión de Diseño que se consignan en las respectivas tablas calculadas para cada sector.
- Los elementos del cimiento deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural del edificio entre el área de cimentación) sea inferior o cuando menos igual a la presión de diseño o capacidad admisible.
- Previamente a las labores de excavación de cimientos, deberán ser eliminados de raíz todos los materiales de relleno, en los lugares donde existe.
- El contenido de sales solubles, cloruros, sulfatos y carbonatos son medianos a altos, por lo que deberá usarse cemento Portland tipo V o MS para el diseño del concreto, según el sector.
- Para la cimentación de las estructuras en suelos arcillo-arenosos, es necesario compactarlas y luego colocar una capa de afirmado de 0.20 m. en el fondo de la cimentación para contrarrestar el posible proceso de hinchamiento y contracción de suelos. Asimismo, en los sectores donde existen arenas poco compactas y arenas limosas se deberá colocar un solado de mortero de concreto de 0.10 m. de espesor, previo humedecimiento y compactación del fondo de la cimentación según el sector.
- Organizar simulacros ante Sismos y señalización de zonas de seguridad y rutas de evacuación.

BIBLIOGRAFIA

- SENAMHI. Umbrales y precipitaciones absolutas.
<https://www.senamhi.gob.pe/pdf/clim/umbrales-recipientaciones-absol.pdf>
 - CENEPRED-Manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Segunda versión.
https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf
 - BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ SUCURSAL TRUJILLO
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Trujillo/la-libertad-caracterizacion.pdf>
- GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA DE RIEGO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MOCHE, TRUJILLO-PERÚ Claudia Vargas-Aliaga La Libertad, julio de 2015
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2793/MAS_GAA_023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INGEMMET. Estudio geodinámico de la cuenca del río Moche: Departamento de La Libertad - [Boletín C 14A].
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/272>
 - INGEMMET. Estudio geodinámico de la cuenca del río Moche: Departamento de La Libertad - [Boletín C 15C]
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/272>
 - INGEMMET. Boletín de la serie A: Carta Geológica Nacional, elaborado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, BOLETIN No. 13 COMPILACIONDE ESTUDIOS GEOLOGICOS
 - INGEMMET. Boletín N° 17. Geología de los cuadrángulos de Puemape, Chochope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/134>
 - INGEMMET. Boletín N° 33 : Geología de los cuadrángulos de Huarmey y Huayllapampa 21-g, 21-h - [Boletín A 33]
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/152>
 - INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
 - Experiencias ancestrales. ANA. <https://www.ana.gob.pe/2019/consejo-de-cuenca/mantaro/UG>
 - GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA DE RIEGO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MOCHE, TRUJILLO-PERÚ Claudia Vargas-Aliaga. Universidad de La Libertad.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2793/MAS_GAA_023.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sector El Tanque y San Agustín, ubicado en el distrito Moche, provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad.

Fotos de salida de campo con profesionales de la Municipalidad distrital de Moche

