

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR SISMO EN EL CENTRO POBLADO DE MALLARES DEL DISTRITO DE MARCAVELICA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA



Centro poblado de Mallares

JUNIO DEL 2023

ASISTENCIA TECNICA Y ACOMPAÑAMIENTO DEL CENEPRED

Ing. Juan Carlos Montero Chirito

Director de la Dirección de Gestión de Procesos - DGP del CENEPRED

Ing. Ena María Jaimes Espinoza

Coordinadora Técnica del CENEPRED

Subdirectora de Normas y Lineamientos de la DGP

Ing Neil Sandro Alata Olivares

Lic. Luz Mariella Gallo Meléndez

Ing. Felipe Rufino Cahuapaza Hilasaca

EQUIPO CONSULTOR

Ing. Alex Ronald Campos Conde.....Evaluador De Riesgos

Ing. Daniel Martínez Núñez.....Especialista SIG

Ing. María Elena Campos Huapaya.....Geóloga

Eco. José Luis Rodríguez Ayala.....Revisor

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	8
1.1 Objetivo General.....	8
1.2 Objetivos específicos.....	8
1.3 Finalidad.....	8
1.4 Justificación.....	8
1.5 Antecedentes.....	9
1.6 Marco normativo.....	10
CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	11
2.1 Ubicación geográfica.....	11
2.1.1 Límites.....	11
2.1.2 Área de estudio.....	11
2.2 Vías de acceso.....	13
2.3 Características sociales.....	13
2.3.1 Población.....	13
2.3.2 Vivienda.....	14
2.3.3 Abastecimiento de agua.....	16
2.3.4 Disponibilidad de servicios higiénicos.....	16
2.3.5 Tipo de alumbrado.....	17
2.3.6 Nivel educativo de la población.....	18
2.3.7 Salud.....	18
2.4 Características Económica.....	18
2.4.1 Actividades económicas.....	18
2.5 Características Físicas.....	18
2.5.1 Condiciones geológicas.....	18
2.5.2 Condiciones geomorfológicas.....	21
2.5.3 Condiciones tipo de Suelos.....	23
2.5.4 Sismicidad en el Perú.....	25
CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	35
3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad.....	35
3.2 Recopilación y análisis de la información.....	35
3.3 Identificación de probable área de influencia del peligro.....	36
3.4 Peligros generados por fenómenos de origen naturales.....	37
3.4.1 Caracterización del peligro por sismos.....	37
3.5 Parámetros de evaluación.....	37

3.5.1	Análisis estadístico descriptivo	37
3.5.2	Análisis temporal	38
3.5.3	Probabilidad de recurrencia.....	42
3.6	Susceptibilidad del territorio.....	42
3.6.1	Análisis del factor desencadenante	43
3.6.2	Análisis de los factores condicionantes	43
3.7	Análisis de elementos expuestos	47
3.8	Definición de escenarios.....	49
3.9	Niveles de peligro	49
3.10	Estratificación del peligro.....	49
3.11	Mapa de peligro.....	50
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD		51
4.1	Metodología para el análisis de la vulnerabilidad	51
4.2	Análisis de la dimensión social	51
4.2.1	Análisis de la exposición en la dimensión social - ponderación de parámetros	52
4.2.2	Análisis de la fragilidad en la dimensión social - ponderación de parámetros.....	52
4.2.3	Análisis de la resiliencia en la dimensión social - ponderación de parámetros	55
4.2.4	Análisis de la dimensión social - ponderación de parámetros	56
4.3	Análisis de la dimensión económica.....	57
4.3.1	Análisis de la exposición en la dimensión económica - ponderación de parámetros	57
4.3.2	Análisis de la fragilidad en la dimensión económica - ponderación de parámetros.....	58
4.3.3	Análisis de la resiliencia en la dimensión económica - ponderación de parámetros	60
4.3.4	Análisis de la dimensión económica - ponderación de parámetros.....	61
4.4	Análisis de la dimensión ambiental.....	61
4.4.1	Análisis de la exposición en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros	61
4.4.2	Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental- ponderación de parámetros	62
4.4.3	Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros	64
4.4.4	Análisis de la dimensión ambiental - ponderación de parámetros.....	65
4.5	Nivel de vulnerabilidad.....	65
4.6	Estratificación de la vulnerabilidad	66
4.7	Mapa de vulnerabilidad.....	67
CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO.....		68
5.1	Metodología para la determinación de los niveles del riesgo	68
5.2	Determinación de los niveles de riesgos	68
5.2.1	Niveles del riesgo	68
5.2.2	Matriz del riesgo	69
5.2.3	Estratificación del riesgo.....	69
5.2.4	Mapa del Riesgo.....	71
5.3	Cálculo de efectos probables (cualitativa y cuantitativa)	72
5.4	Zonificación de Riesgos.....	72
5.5	Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros).....	72

5.5.1	De orden estructural	72
5.5.2	De orden no estructural	73
5.6	Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes)	73
5.6.1	De orden estructural	73
5.6.2	De orden no estructural	74
CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO		75
6.1	De la evaluación de las medidas	75
6.1.1	Aceptabilidad / Tolerabilidad.....	75
6.1.2	Control de riesgos.....	77
ANEXO		78
BIBLIOGRAFÍA.....		79
LISTA DE CUADROS		80
LISTA DE GRÁFICOS		82
LISTA DE FIGURAS		82

PRESENTACIÓN

El día 30 de julio de 2021 a las 12:10 pm se produjo un evento sísmico en la provincia de Sullana de magnitud 6.1 Mw, seguido de 40 réplicas hasta el día 6 de octubre de 2021. El Centro de Operaciones de Emergencia Nacional reportó un total de 6 262 personas damnificadas; 18 142 personas afectadas, 66 viviendas destruidas, 1 884 viviendas inhabitables y 5 717 viviendas afectadas.

Ante ello, el gobierno regional de Piura en coordinación con el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) ha solicitado la elaboración del presente informe de Evaluación de Riesgo, el cual constituye un procedimiento técnico que permitirá proponer y recomendar las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres que correspondan.

El gobierno regional de Piura priorizó los centros poblados, La Huaca, Viviate y Macacará, en el distrito de La Huaca, provincia de Paita; asimismo, siete centros poblados en la provincia de Sullana; Monte Lima y Santa Sofía, del distrito Ignacio Escudero; centros poblados Sojo y Jíbito del distrito de Miguel Checa y los centros poblados de Monterón, La Golondrina y Mallares del distrito de Marcavelica.

Se ha trabajado en base a información de fuentes secundarias y primarias a través de un conjunto de actividades desarrolladas por un equipo multidisciplinario de profesionales que han contribuido a caracterizar las condiciones físicas y socioeconómicas de los centros poblados priorizados que fueron afectados por el peligro sísmico.

Para la elaboración del presente informe se procedió de acuerdo a lo establecido en el “Manual para Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales” 2da Versión (Aprobado por R.J N° 212-2014-CENEPRED/J), el cual permite analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) del peligro sísmico; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno en función a los factores de exposición, fragilidad y resiliencia en las dimensiones social, económica y ambiental, y determinar y zonificar los niveles de riesgos, así como la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Evaluación del Riesgo por Sismo, permite analizar el impacto potencial originado en el centro poblado de Mallares del distrito Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura en caso de presentarse un sismo similar a lo acontecido en julio de 2021, de los cuales se cuenta con antecedentes históricos que ocasionaron daños en las localidades.

En este contexto, “el 30 de julio de 2021 ocurrió un sismo de magnitud M 6.1 que produjo importantes niveles de sacudimiento del suelo en las ciudades y localidades de Piura y localidades de Sullana, Paita, Chulucanas y Colán”¹. La ocurrencia de desastres por peligro sísmico es uno de los factores potenciales que mayor destrucción podría causar debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física en su hábitat.

En el primer capítulo del informe, se desarrolla los aspectos generales, entre los que se destaca los objetivos, tanto el general como los específicos, la justificación que motiva la elaboración de la presente evaluación del riesgo y el marco normativo. En el segundo capítulo, se describe las características generales del área de estudio, como ubicación geográfica, vías de acceso, características sociales, económicas y físicas.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación de los niveles de peligrosidad, en el cual se identifica su área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de sus niveles, representándose en el mapa de peligro. El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus tres dimensiones, el social, económico y ambiental. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores de exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en el mapa respectivo.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para el cálculo del riesgo, que permite determinar los niveles de riesgo por peligro sísmico, cálculo de los efectos probables, el mapa de riesgo, y las medidas de reducción del riesgo de desastres en el centro poblado evaluado.

Finalmente, en el sexto capítulo, se identifica la aceptabilidad o tolerancia del riesgo, así como el control del riesgo.

¹ Instituto Geofísico del Perú (2021). Sismo de Sullana del 30 de Julio 2021 (M6.1) – Aspectos Sismotectónicos.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo General

Determinar el nivel del riesgo por sismos en el centro poblado de Mallares, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura.

1.2 Objetivos específicos

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

1.3 Finalidad

Contribuir con un documento técnico para que la autoridad que corresponda evalúe la declaración de zona de alto o muy alto riesgo no mitigable en el marco de lo estipulado según la normativa vigente.

1.4 Justificación

Sustentar la implantación de acciones de prevención y/o reducción de riesgos por sismos en el centro poblado de Mallares, distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura, en el marco interinstitucional del gobierno regional de Piura y el CENEPRED en su condición de organismo público adscrito al Ministerio de Defensa y en cumplimiento de sus funciones conferidas por la Ley N° 29664 – Ley que crea el SINAGERD, como ente responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de estimación, prevención, reducción y reconstrucción, ha elaborado 10 evaluaciones de riesgo comprendidos en 4 distritos del departamento de Piura, afectados por el sismo del 30 de julio de 2021.

En virtud de lo descrito en el párrafo precedente, se justifica la elaboración del presente Informe.

1.5 Antecedentes

El presente informe toma en cuenta como antecedentes los eventos sísmicos históricos descritos por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), en la zona de estudio se describe diversos eventos sísmicos. De acuerdo a la historia sísmica del Perú, la región norte ha sido afectado en varias oportunidades durante las últimas décadas por eventos sísmicos de variada magnitud los cuales han generado niveles altos de intensidad.

Estos sismos causaron afectación en la infraestructura de viviendas que en su mayoría son autoconstrucciones de material precario como quincha y adobe. Asimismo, afectó los medios de vida de la población, produciendo afectaciones en las infraestructuras vitales y ahondando la situación de pobreza de los pobladores afectados.

La presente evaluación de riesgos, está referida al centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura, sobre este ámbito, se tiene antecedentes de registro en el Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD), administrado por el INDECI. A continuación, se presenta el reporte actualizado al año 2021.

Cuadro 1. Listado de emergencias en el distrito de Marcavelica

EMERGENCIAS EN EL DISTRITO DE MARCAVELICA - SINPAD / INDECI					
Código	Fecha	Fenómeno	Departamento	Provincia	Distrito
200605	22/01/2008	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	27/02/2008	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/02/2008	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	19/05/2008	VIENTOS FUERTES	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	28/06/2018	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	28/06/2018	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	02/07/2018	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	06/07/2018	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	06/07/2018	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	13/01/2012	DERRUMBE	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/03/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/03/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/03/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/03/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/03/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/03/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/03/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	18/03/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	05/04/2012	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	31/01/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	31/01/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	31/01/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	15/02/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	27/02/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	21/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	21/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	21/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	21/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	21/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	21/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	21/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	25/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	27/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA

200605	28/03/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	17/04/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	17/04/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	17/04/2017	PRECIPITACIONES - LLUVIA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	21/02/2019	LLUVIAS INTENSAS	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	28/02/2019	LLUVIAS INTENSAS	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	09/12/2019	VIENTOS FUERTES	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	26/07/2020	INCENDIOS FORESTALES	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	01/12/2020	DÉFICIT HÍDRICO	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	03/03/2021	LLUVIAS INTENSAS	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	30/07/2021	SISMOS	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA
200605	31/07/2021	SISMOS	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA

Fuente: SINPAD

Asimismo, el último sismo registrado fue el 5 de octubre del 2022, de magnitud 6.1Mw con epicentro a 17 km al oeste de la ciudad de Sullana (Piura), siendo el sacudimiento del suelo percibido en un radio de 250 km. Las máximas intensidades evaluadas en la escala de Mercalli Modificada fueron de VI en las áreas urbanas de las ciudades de Piura, Sullana, Paita y Colán. El sismo ocurrió a una profundidad de 33 km y está asociado al proceso de subducción de la placa de Nazca por debajo de la sudamericana.

1.6 Marco normativo

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y sus modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- 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.
- Decreto Supremo N° 038-2021-PCM, de fecha 01 de marzo del 2021, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050.
- Decreto Supremo N° 115-2022-PCM, de fecha 13 de setiembre de 2022, que aprueba el Plan de Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGER 2022 – 2030.
- 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 del 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción”.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.

CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación geográfica

El centro poblado de Mallares está situado dentro del distrito de Marcavelica de la provincia de Sullana y departamento de Piura, a una altura de 66 m.s.n.m., ubicado geográficamente en 4°51'54.33" de Latitud Sur y a 80°46'22.58" de Longitud Oeste.

El centro poblado de Mallares está ubicado a una distancia de 45.8 km de la ciudad de Piura. Abarca aproximadamente una superficie de 237 hectáreas aproximadamente.

2.1.1 Límites

El distrito de Marcavelica limita:

- Norte: con los distritos de Canoas de Punta Sal y Casitas (provincia Contraalmirante Villar).
- Sur: con el distrito de La Huaca (provincia de Paita) y los distritos de Miguel Checa y Sullana (provincia de Sullana).
- Este: con los distritos de Lancones, Querecotillo y Salitral (provincia de Sullana).
- Oeste: con los distritos de Máncora, Los Órganos, El Alto, La Brea y Pariñas (provincia de Talara) y distrito de Ignacio escudero (provincia de Sullana).

2.1.2 Área de estudio

El área de evaluación comprende el centro poblado de Mallares, y geográficamente se encuentra entre las coordenadas:

Centro poblado de Mallares:

COORDENADAS UTM ZONA 17 S ESTE: 525178 NORTE: 9462245

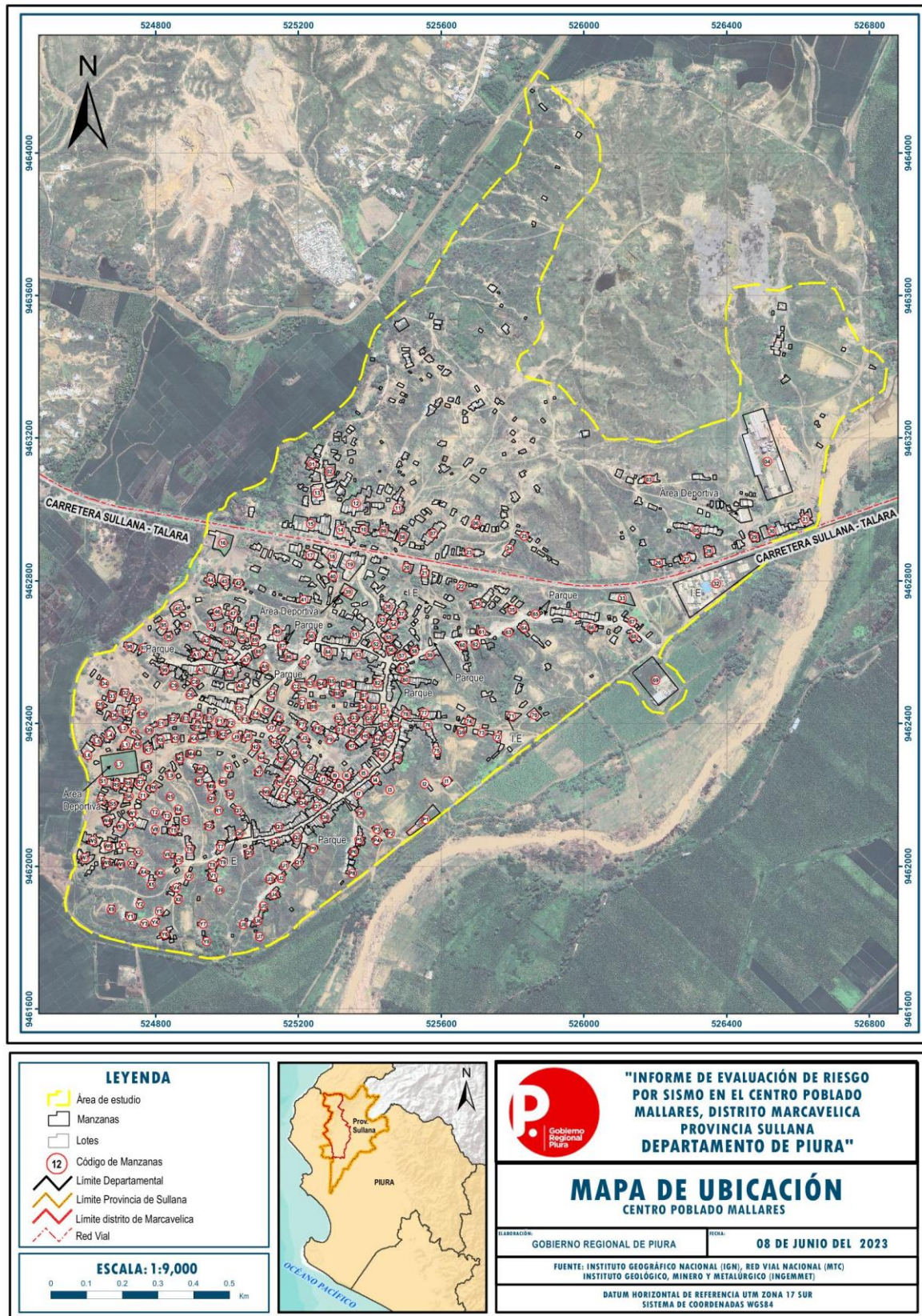
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 80°46'22.58"O 4°51'54.33"S

Cuadro 2. Centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica

CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m.s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA		
				Total	Hombre	Mujer
2006050048	Mallares	Costa	68	3,937	1,986	1,951

Fuente: Elaboración propia con datos del NEI (2017).

Figura 1. Mapa de ubicación del centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica



Elaboración: Equipo Evaluador.

2.2 Vías de acceso

El acceso se realiza siguiendo la carretera de la ciudad de Piura hasta Sullana, en la ciudad de Sullana tomar la ruta Sullana – Mallares, que es una carretera asfaltada con un tiempo de viaje de 24 minutos aproximadamente hasta el centro poblado de Mallares.

2.3 Características sociales

2.3.1 Población

A. Población Total

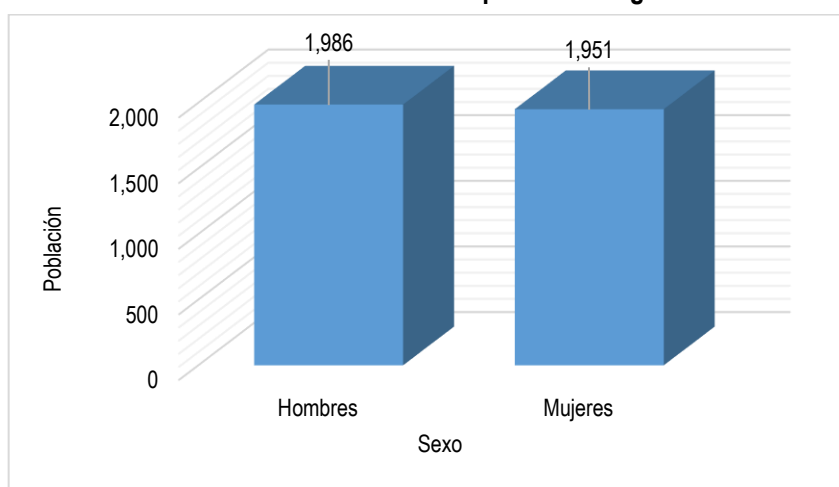
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, cuenta con una población de 3,937 habitantes entre hombres y mujeres.

Cuadro 3. Características de la población según sexo

Características de la población	Población total	%
Hombres	1,986	50.44
Mujeres	1,951	49.56
Total	3,937	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Gráfico 1. Características de la población según sexo



Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

B. Población según grupo de edades

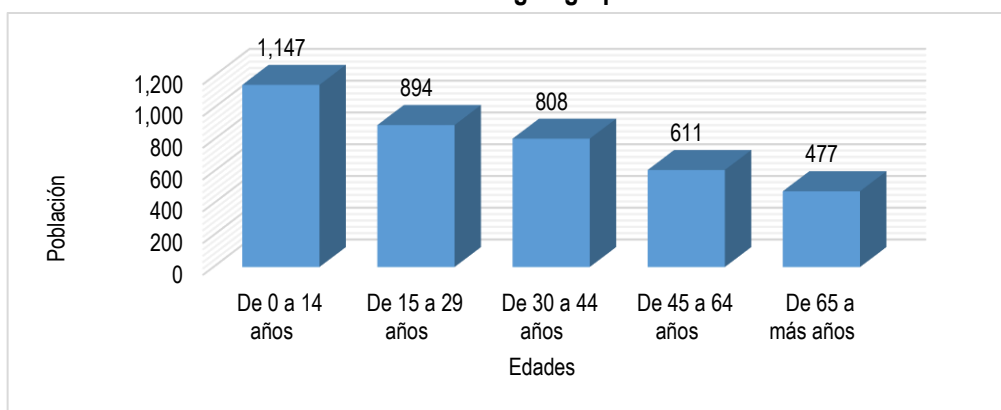
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, cuenta con una población relativamente joven con casi el 43.23% entre los 15 y 44 años.

Cuadro 4. Población según grupos de edades

Edades	Cantidad	%
De 0 a 14 años	1,147	29.13
De 15 a 29 años	894	22.71
De 30 a 44 años	808	20.52
De 45 a 64 años	611	15.52
De 65 a más años	477	12.12
Total de población	3,937	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Gráfico 2. Población según grupos de edades



Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

2.3.2 Vivienda

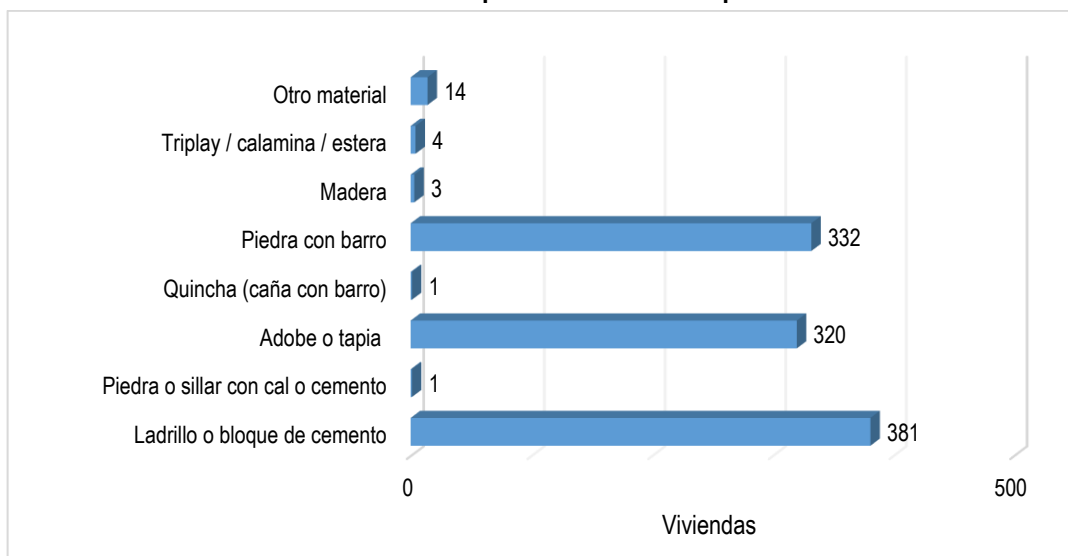
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, cuenta con el 36.08% de viviendas con material predominante de ladrillo o bloque de cemento, 30.30% de material de vivienda de adobe o tapia y 31.44% de las viviendas de piedra con barro como material predominante en las paredes.

Cuadro 5. Material predominante en las paredes

Tipo de material predominante en paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	381	36.08
Piedra o sillar con cal o cemento	1	0.09
Adobe o tapia	320	30.30
Quincha (caña con barro)	1	0.09
Piedra con barro	332	31.44
Madera	3	0.28
Triplay / calamina / estera	4	0.38
Otro material	14	1.33
Total	1,056	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Gráfico 3. Material predominante en las paredes



Fuente: IElaboración propia con datos del INEI.

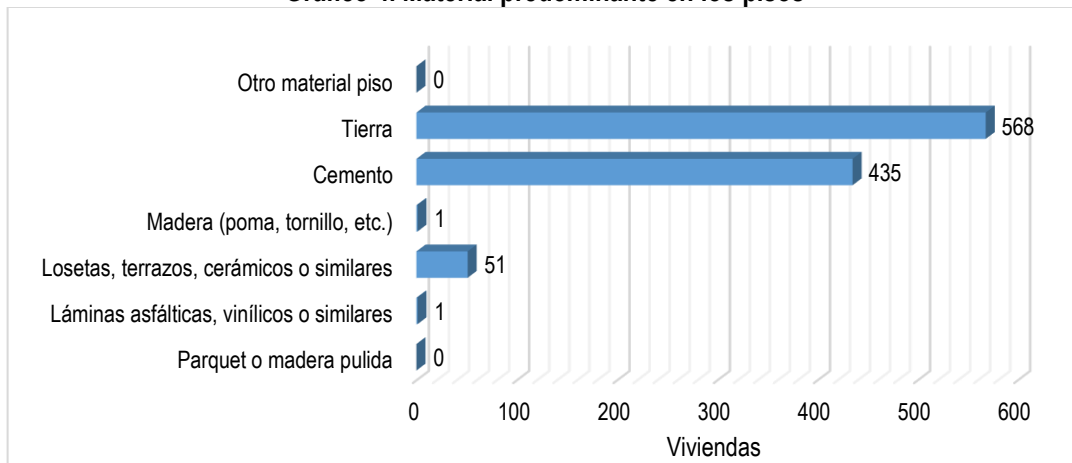
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, el material predominante en los pisos de las viviendas es de tierra con el 53.79%.

Cuadro 6. Material predominante en los pisos

Tipo de material predominante en pisos	Viviendas	%
Parquet o madera pulida	0	0.00
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	1	0.09
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	51	4.83
Madera (poma, tornillo, etc.)	1	0.09
Cemento	435	41.19
Tierra	568	53.79
Otro material piso	0	0.00
Total	1,056	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Gráfico 4. Material predominante en los pisos



Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

2.3.3 Abastecimiento de agua

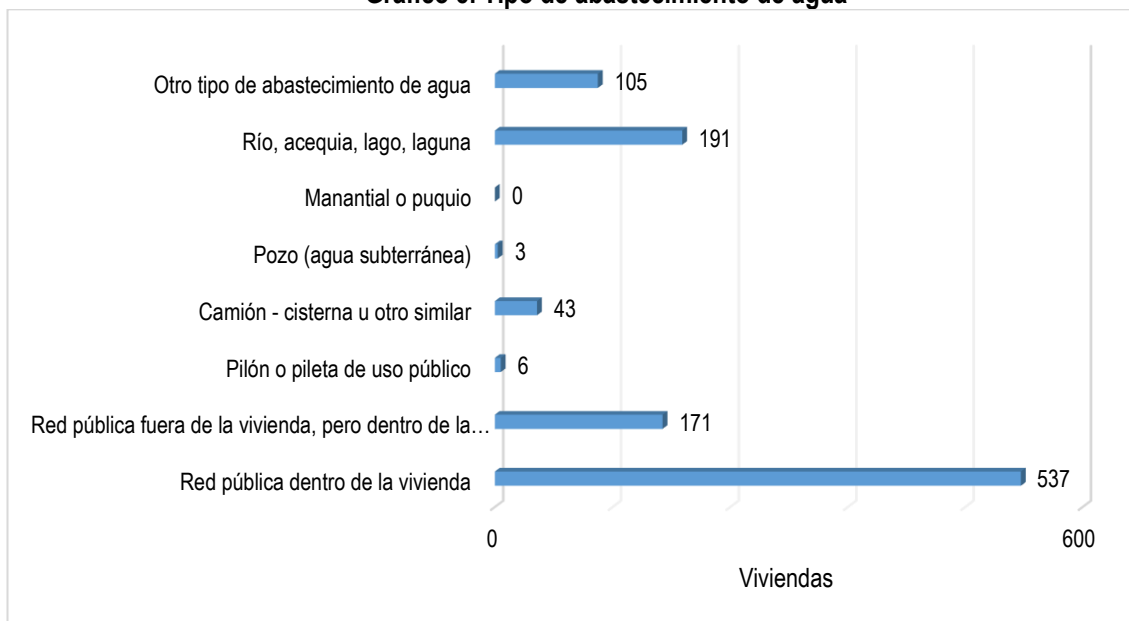
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, el 50.85% de las viviendas se abastece de agua de la red pública dentro de la vivienda.

Cuadro 7. Tipo de abastecimiento de agua

Viviendas con abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública dentro de la vivienda	537	50.85
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	171	16.19
Pilón o pileta de uso público	6	0.57
Camión - cisterna u otro similar	43	4.07
Pozo (agua subterránea)	3	0.28
Manantial o puquio	0	0.00
Río, acequia, lago, laguna	191	18.09
Otro tipo de abastecimiento de agua	105	9.94
Total	1,056	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Gráfico 5. Tipo de abastecimiento de agua



Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

2.3.4 Disponibilidad de servicios higiénicos

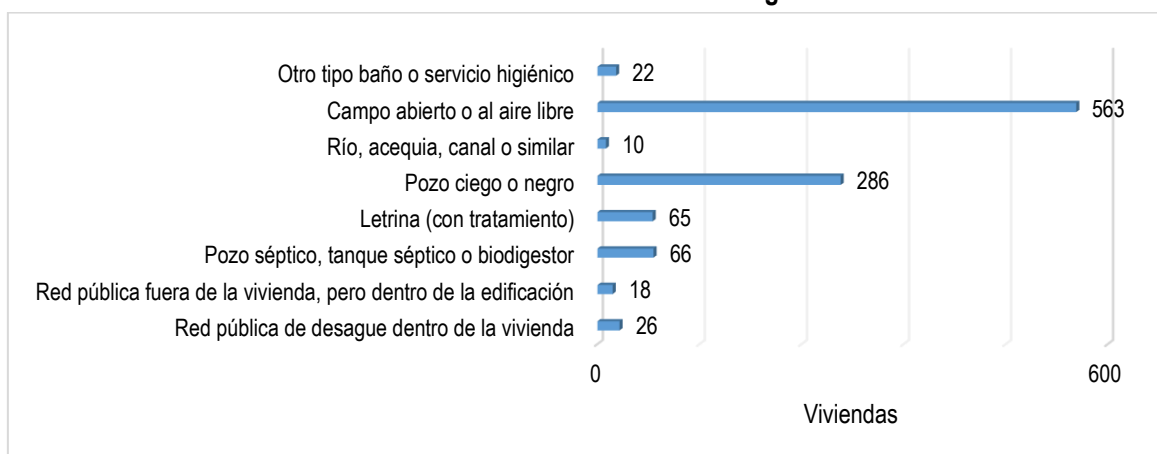
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, el 53.3% de las habitantes de las viviendas realiza sus necesidades en campo abierto o al aire libre, y el 27.1% cuenta con pozo ciego o negro.

Cuadro 8. Viviendas con servicios higiénicos

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	26	2.5
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	18	1.7
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	66	6.3
Letrina (con tratamiento)	65	6.2
Pozo ciego o negro	286	27.1
Río, acequia, canal o similar	10	0.9
Campo abierto o al aire libre	563	53.3
Otro tipo baño o servicio higiénico	22	2.1
Total	1,056	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Gráfico 6. Viviendas con servicios higiénicos



Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

2.3.5 Tipo de alumbrado

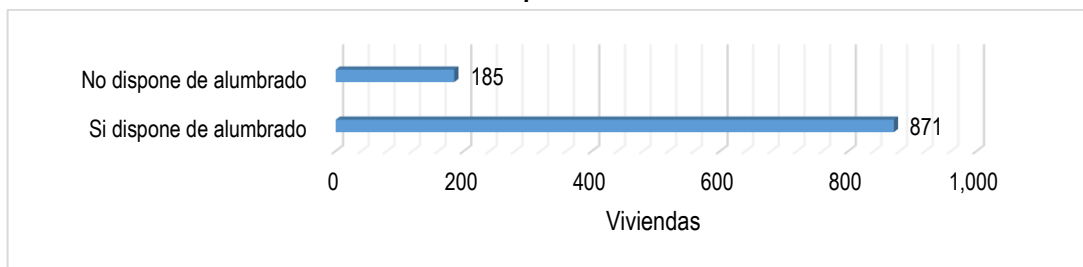
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, el 82.5% de las viviendas cuentan con el servicio de alumbrado, mientras que el 17.5% de las viviendas no dispone de alumbrado.

Cuadro 9. Tipo de alumbrado

Viviendas con servicio de alumbrado	Cantidad	%
Si dispone de alumbrado	871	82.5
No dispone de alumbrado	185	17.5
Total	1,056	100

Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

Gráfico 7. Tipo de alumbrado



Fuente: Elaboración propia con datos del INEI.

2.3.6 Nivel educativo de la población

En este aspecto se ha definido lo siguiente, se cuenta con 02 centros educativos iniciales, 01 centro educativo inicial - primaria, 01 centro educativo de educación inicial, primaria y secundaria de menores (Rosa Cardo). En general la población tiene la oportunidad de recibir educación para sus hijos ya que cuentan con instituciones que pueden brindar educación con apoyo del gobierno.

2.3.7 Salud

El centro poblado de Mallares cuenta con un establecimiento de Salud sin internamiento denominado Mallares, es de categoría I-2.

2.4 Características Económica

2.4.1 Actividades económicas

El centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica no cuenta con mercado de abastos, realizándose las actividades propias de este, en casas habitación particulares, en la mayoría de los casos en condiciones inadecuadas a las normas legales sanitarias.

La principal actividad local es la producción agropecuaria de subsistencia y diversificada, destacando cultivos de secano y cultivos bajo riego. En cuanto a la producción agropecuaria se dedican al ganado caprino que se desplaza de acuerdo a la disponibilidad de pastos y subproductos de la agricultura. La ganadería y los cultivos son los sectores económicos que absorben la mayor cantidad de la población ocupada de 15 años a más. la principal fuente de ingresos monetarios es por la venta de excedentes de la agricultura, además de la venta esporádica y de acuerdo a la necesidad familiar el ganado caprino y de manera continua sus derivados como la carne, leche y queso. Otros ingresos lo obtienen mediante el trabajo en las bananeras y la pesca artesanal.

2.5 Características Físicas

2.5.1 Condiciones geológicas

Las unidades geológicas cartografiadas en Mallares se describen a continuación:

Formación Chira (Pe-chi):

Esta unidad geológica está conformada por lutitas con presencia de bentonita que se encuentran intercaladas con areniscas y conglomerados. Esta unidad geológica constituye el substrato rocoso del área de estudio y se encuentra aflorando en todo el C.P. Mallares.

Depósito aluvial antiguo (Qh-al1):

Esta unidad geológica está conformada por materiales heterogéneos (Gravas subredondeadas, arenas y limos) que han sido transportados y depositados por antiguos cauces de quebradas. Sobre esta unidad geológica se ubican algunas viviendas del C.P. Mallares.

Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal):

Están constituidos por materiales heterogéneos, tales como arenas con presencia de clastos subredondeados y capas de limos que se encuentran en ambos márgenes de los ríos.

Cabe mencionar que, sobre estos tipos de depósitos se asienta el valle y se desarrollan actividades agrícolas, esta unidad geológica han sido reconocidas alrededores del centro poblado a 490 m al sureste y 630 m al noroeste de la plaza principal del C.P. Mallares.

Depósito aluvial reciente (Qh-al2):

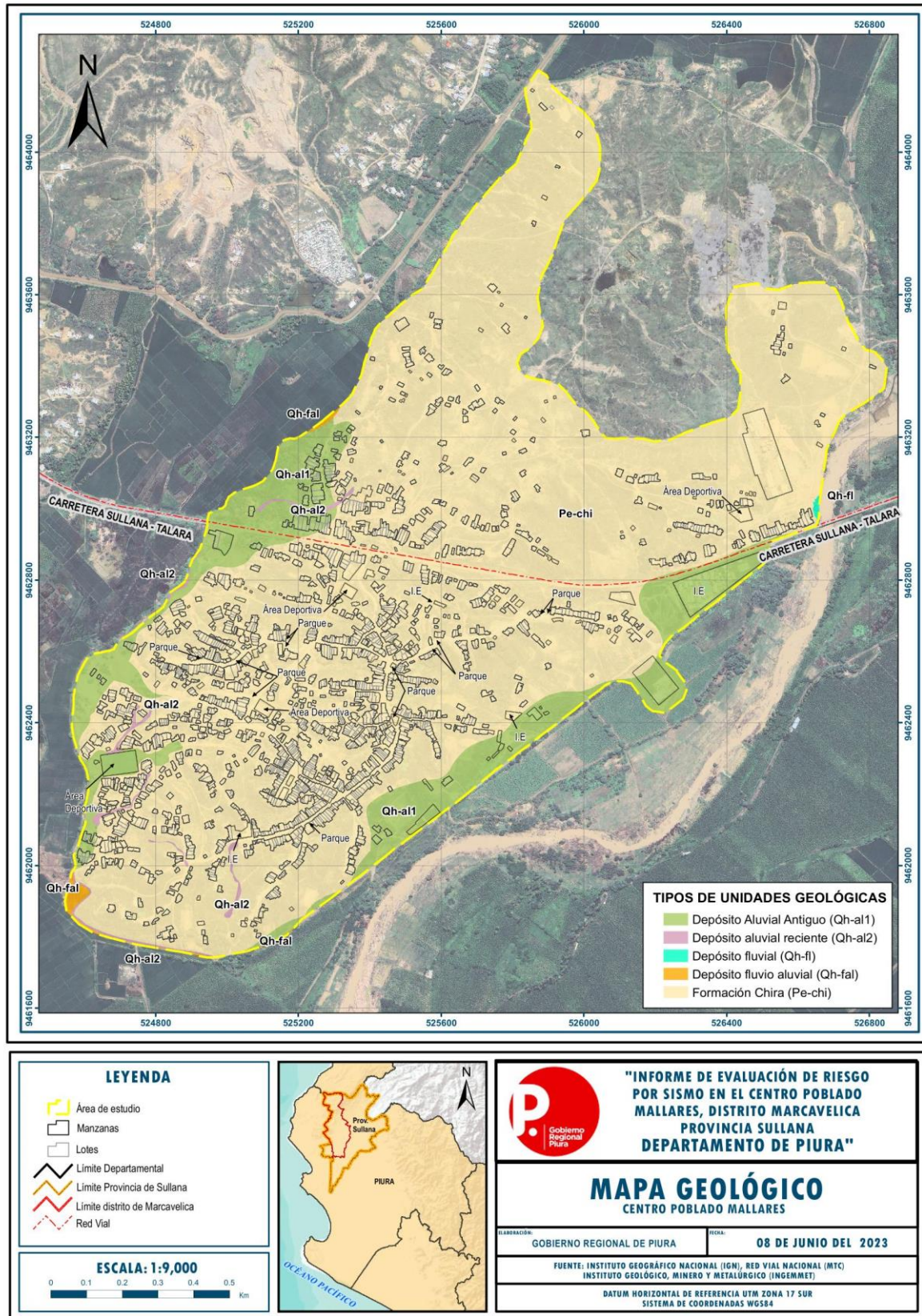
Esta unidad geológica está conformada por materiales heterogéneos (arenas, limos y gravas en menor proporción) dispuestos sobre quebradas por tanto se presentan inconsolidados y se encuentran en los extremos NW, SW y oeste aproximadamente a 470 m, 720 m y 810 m del área de estudio.

Depósito fluvial (Qh-fl):

Materiales resultantes de la meteorización y/o erosión, traslado y depositación de rocas preexistentes, transportados por una corriente fluvial permanente, encontrándose depositados en el cauce de los lechos de los ríos y canales existentes en el área estudiada.

Esta unidad geológica está conformada por arenas de granulometría media a gruesa, presentan plasticidad baja y se encuentran a lo largo del cauce del río Samán.

Figura 2. Mapa geológico del centro poblado Mallares



Fuente: Elaboración propia con datos del IGP.

2.5.2 Condiciones geomorfológicas

A continuación, se describen las unidades geomorfológicas identificadas por IGP en el C.P. Mallares.

Lecho fluvial:

Esta unidad geomorfológica se encuentra representada por el lecho fluvial del río Samán que discurre en dirección predominante de norte a sur.

Cauce aluvial:

Comprende los canales de regadíos situados en las inmediaciones del C.P. Mallares su caudal es permanente y aumenta en los meses de diciembre a abril.

Terraza fluvio – aluvial

Esta unidad geomorfológica ha sido identificada en las inmediaciones de la zona agrícola del C.P. Mallares que se ubica aproximadamente en un desnivel topográfico inferior de 6 m respecto a las viviendas de dicho centro poblado.

Depresión aluvial:

Esta unidad geomorfológica en el C.P. Mallares presenta desniveles topográficos de hasta 2.0 m inferior a la terraza aluvial donde se ubican las viviendas del poblado, constituyen zonas en las cuales se acumula agua y por tanto son susceptibles a inundaciones pluviales durante el periodo de lluvias intensas.

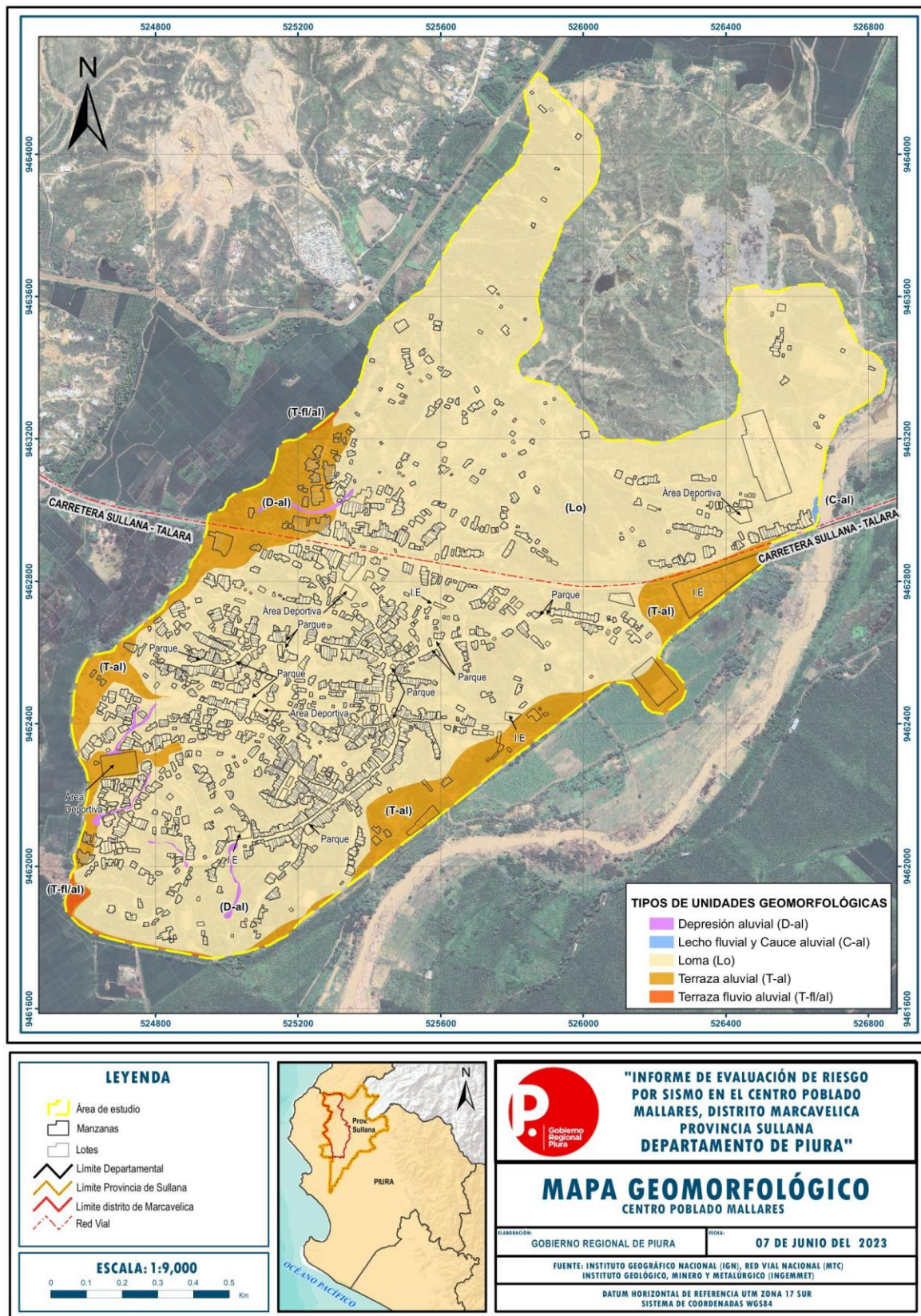
Terraza aluvial:

Sobre esta unidad geomorfológica se asientan algunas de las viviendas del C.P. Mallares.

Loma:

Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas de forma alargada con pendiente superior a los 15° de inclinación. En esta unidad se ubican la mayor parte de las viviendas del C.P. Mallares.

Figura 3. Mapa geomorfológico del centro poblado Mallares



Fuente: Elaboración propia con datos del IGP.

2.5.3 Condiciones tipo de Suelos

A continuación, se describen los diferentes tipos de suelos según la clasificación de suelos SUCS:

Suelos tipo SC - SM

Arenas arcillosas con limos, con contenidos de humedad de 12.2%, son suelos semicompactos a sueltos, presentan índice plástico de 4% y densidades máximas de 1.756 gr/cm³. Este tipo de suelos ha sido identificado en las calicatas CM-2 que se ubican a 740 m al oeste de la plaza principal del C.P. Mallares, hasta una profundidad de 0.10 – 1.20 m.

Suelos tipo GP - GC

Grava mal gradada con arcillas, con contenido de humedad de 9.7 %, constituyen suelos de compacidad baja, presenta índice plástico de 7% y densidad máxima de 1.905 gr/cm³. Este tipo de suelos ha sido identificado en la calicata CM-3 que se ubica a 350 m al suroeste de la plaza principal del C.P. Mallares, hasta una profundidad de 0.40 – 1.30 m.

Suelos tipo CL-ML

Arcilla inorgánica con presencia de limo de plasticidad baja a media, con contenido de humedad de 10.6%, constituyen suelos de compacidad baja, presentan índice plástico de 7% y densidad máxima de 1.835 gr/cm³. Este tipo de suelos ha sido identificado en la calicata CM-05 que se ubican a 910 m al SW de la plaza principal del C.P. Mallares, hasta una profundidad de 0.80 – 2.00 m.

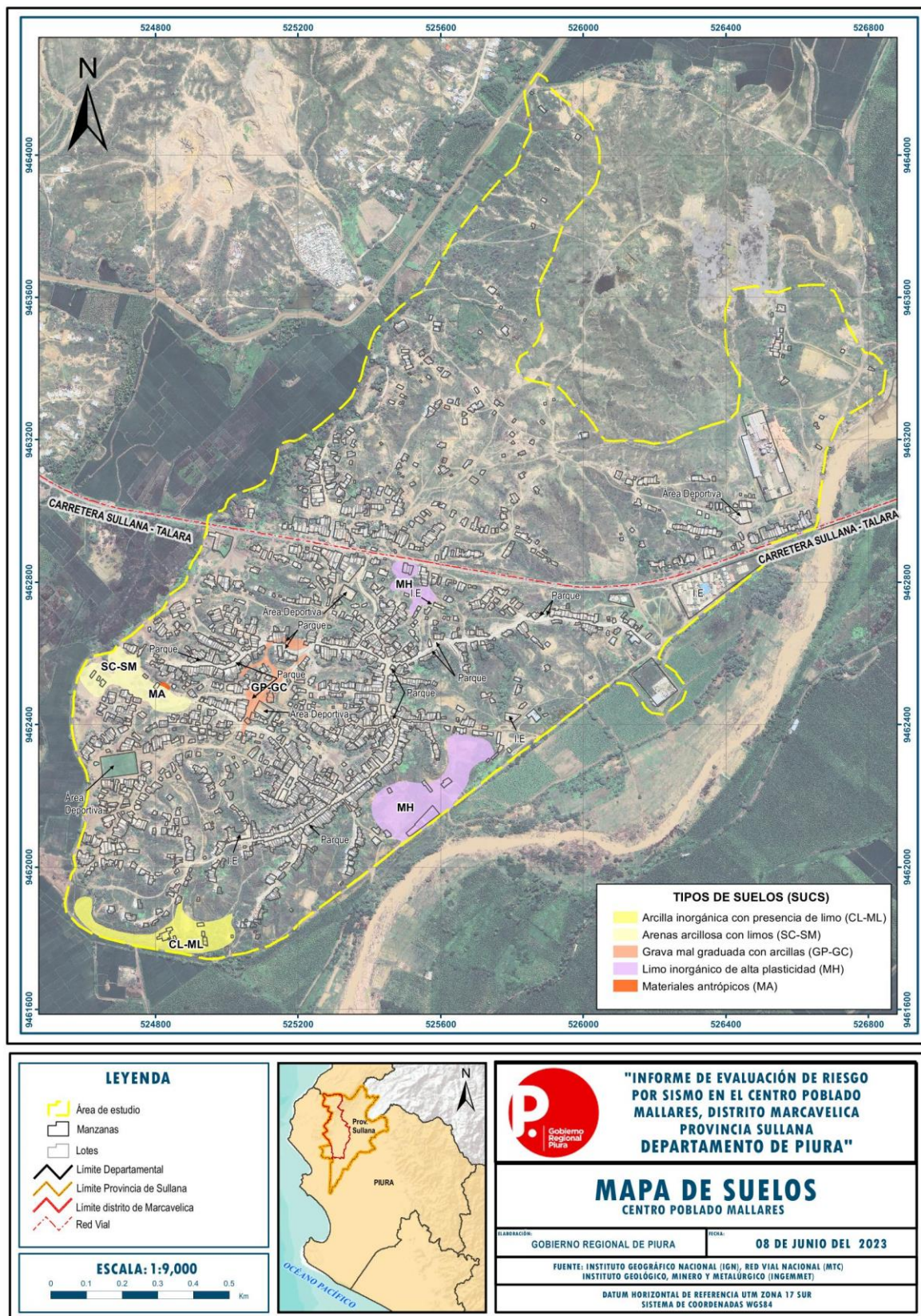
Suelos tipo MH

Limos inorgánicos de alta plasticidad el contenido de humedad de 9.8% y 13.5%, constituyen suelos de compacidad baja, presenta índice plástico de 23% y 27%, densidad máxima de 1.738 gr/cm³ y 1.724 gr/cm₃, por lo cual se considera que su capacidad de retención (permeabilidad) es baja, son suelos semicompactos a sueltos. Este tipo de suelos ha sido identificado en la calicata CM-1 y CM-4 que se ubican a 230 m al NE y 420 m al sur de la plaza principal del C.P. Mallares, hasta una profundidad de 1.20 – 2.60 m y 0.20 – 1.30 m respectivamente.

Suelos de origen antrópico

Están conformados por materiales heterogéneos (desmonte, rellenos, residuos y basura) los cuales no se encuentran compactados. Este suelo ha sido identificado a 620 m al oeste de la plaza del C.P. Mallares.

Figura 4. Mapa de tipo de suelos del centro poblado Mallares



Fuente: Elaboración propia con datos del IGP.

2.5.4 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.

2.5.4.1 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 Piura, 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 Piura 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 Sullana es considerada como zona de alta actividad sísmica.

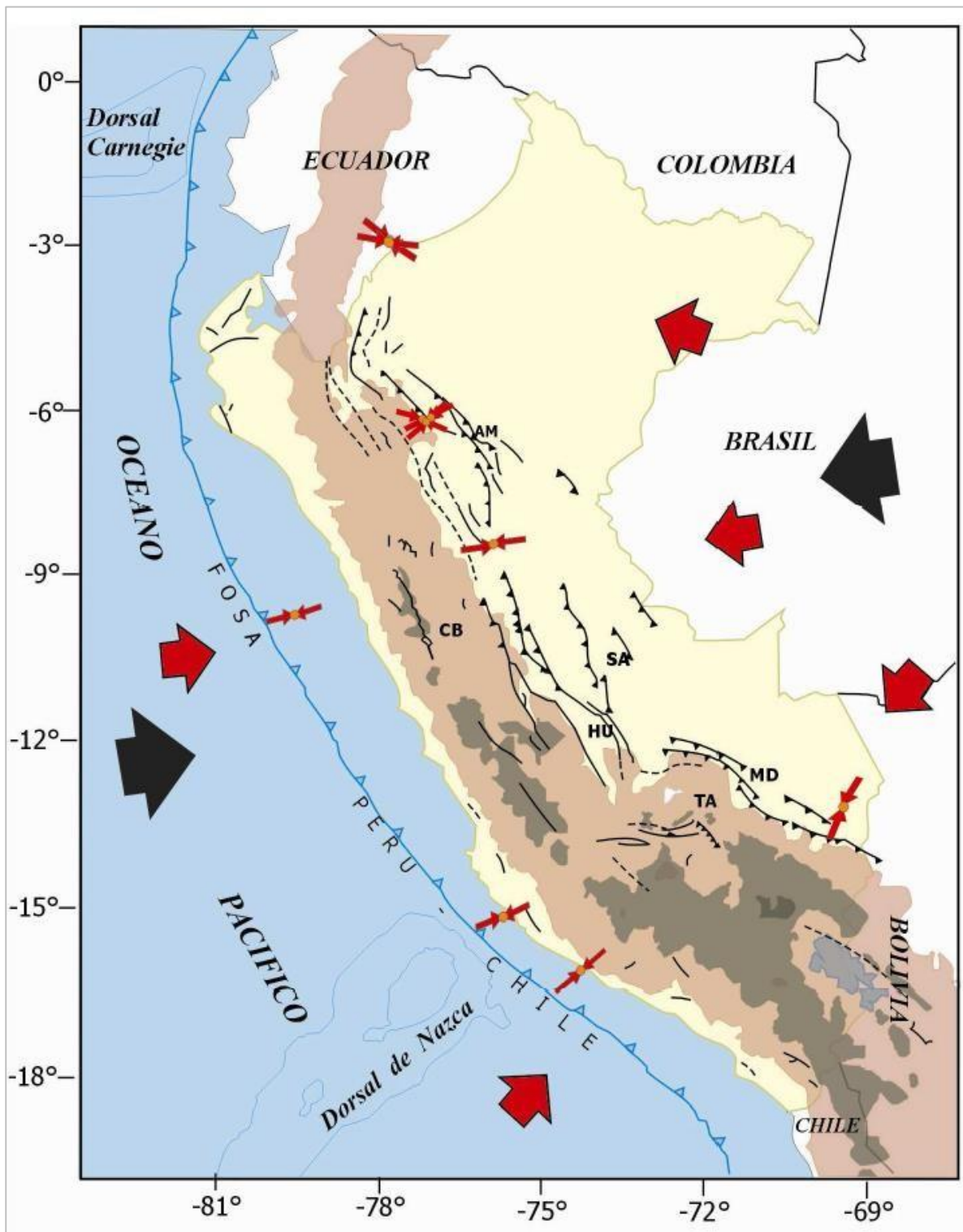
En el Perú la historia sísmica data del siglo XIV, en el que se registraron eventos de variada magnitud, ocasionando daños en distintos niveles, hecho por el cual, la preocupación por tener el registro de este tipo de eventos hizo que se generen diferentes entidades con el fin de aportar información específica sobre la sismicidad del país, es por eso que, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) genero 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.

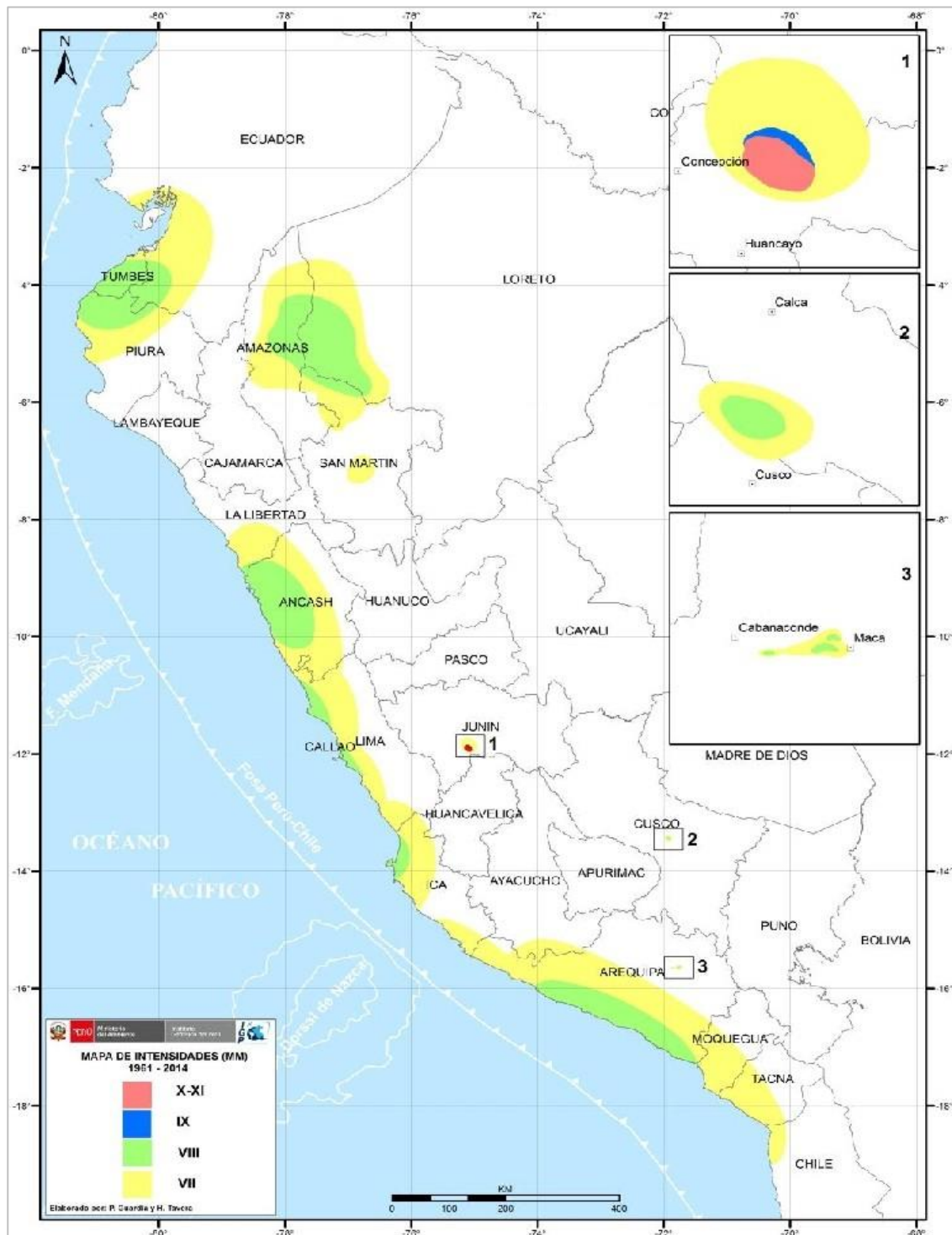
Gráfico 8. Esquema sismo tectónico en superficie y distribución de los principales sistemas de fallas geológicas en Perú



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 9. 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 Piura, 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 a 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 en el centro poblado de Mallares; 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.

2.5.4.2 Fuentes sismogénicas

Al encontrarse, 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.

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.

En cuanto a 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.

Los 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 tomar 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.

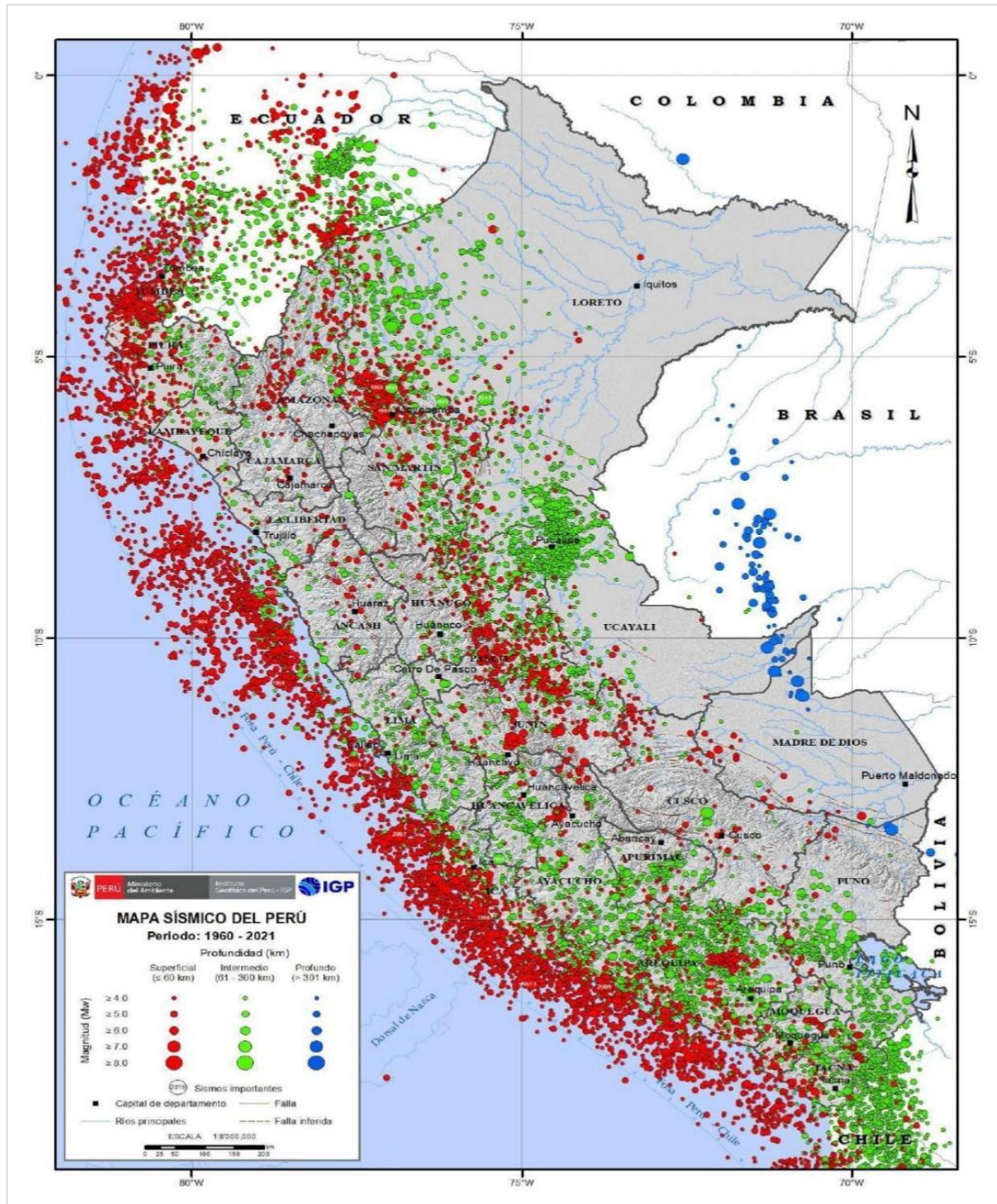
El análisis estadístico de los datos sísmicos recopilados en la región proporciona una herramienta valiosa para comprender y evaluar la actividad sísmica pasada y presente. Mediante el uso de técnicas estadísticas, es posible examinar patrones de ocurrencia de terremotos, analizar la distribución espacial 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.

2.5.4.3 Patrón de sismicidad en la costa del Perú

El patrón descrito por muchos 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 10. Mapa de sismicidad de Perú



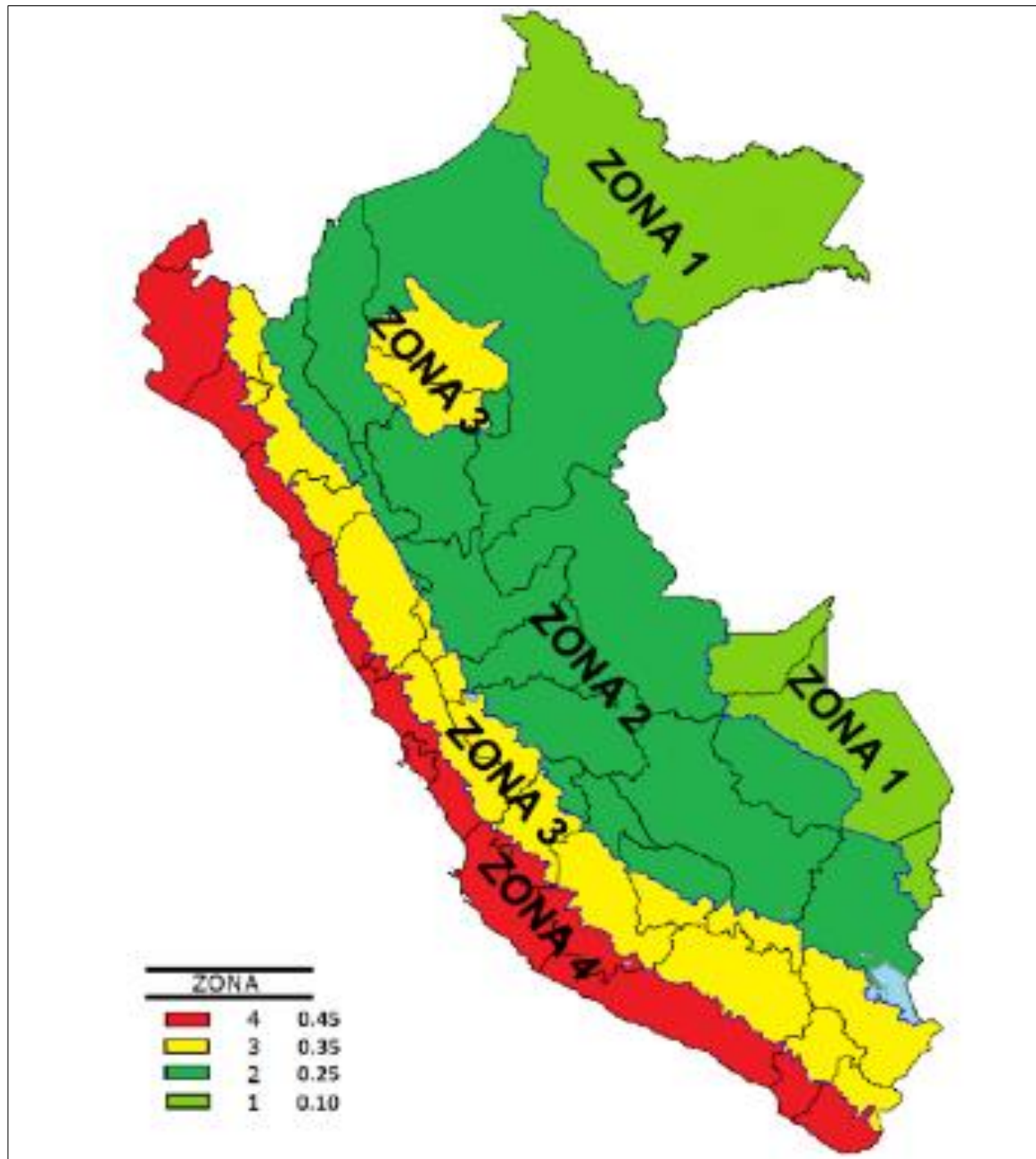
Fuente: Instituto Geofísico del Perú

2.5.4.4 Zonificación sísmica

De la zonificación realizada por el IGP, la zona de Piura 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 Piura y la provincia de Sullana los eventos sísmicos de gran intensidad han ocurrido en numerosas ocasiones, los cuales afectaron significativamente el sector.

Gráfico 11. Mapa de zonificación sísmica del Perú



Fuente: MVCS-Norma técnica E.030

2.5.4.5 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.

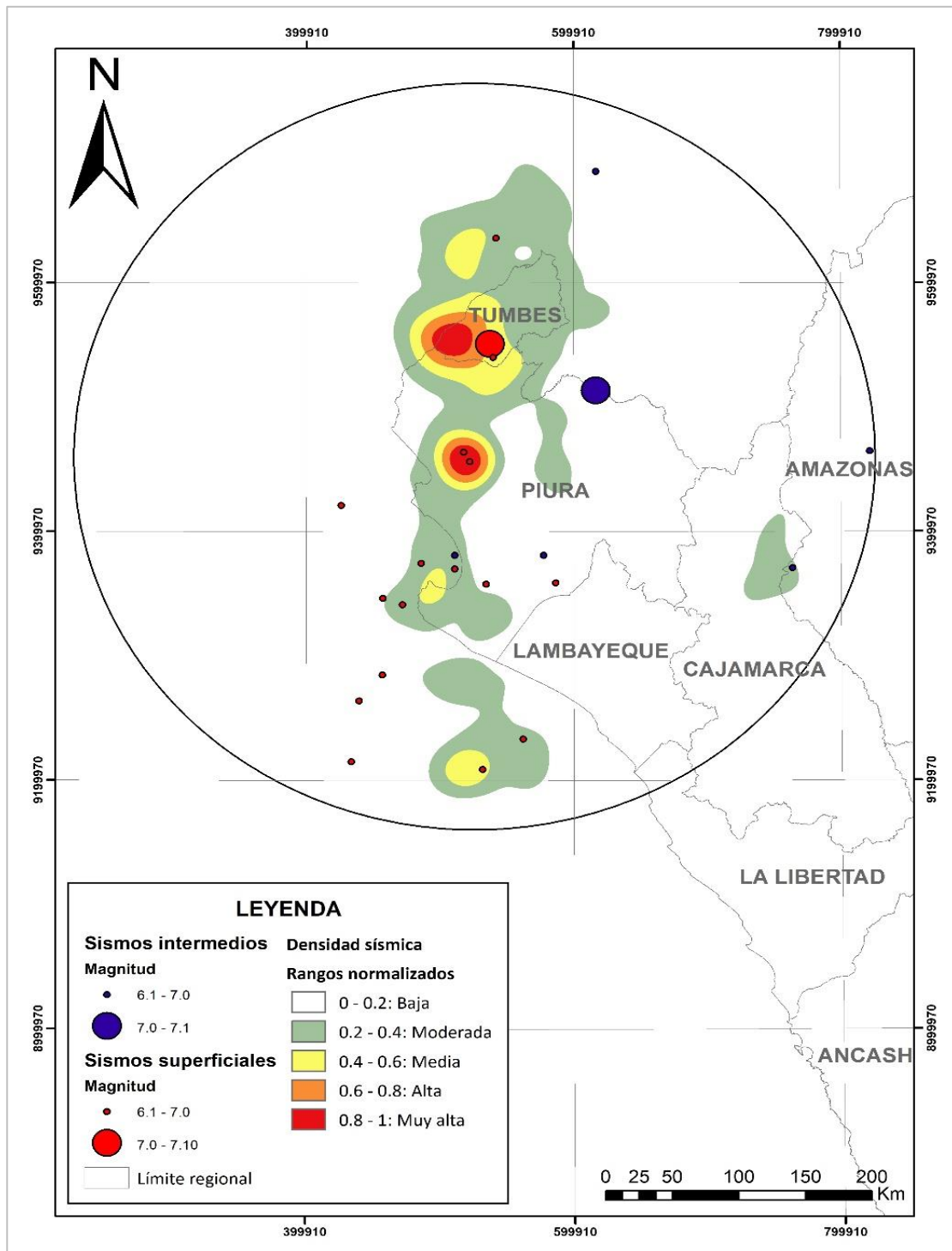
Posteriormente, se realizó el análisis de densidad de Kernel utilizando la herramienta correspondiente en ArcMap. Los parámetros adecuados fueron configurados, como el tamaño de celda y la función de densidad, para generar un mapa de densidad sísmica. Este mapa reveló áreas con diferentes niveles de 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)

Gráfico 12. Mapa de análisis de densidad de Kernel



Fuente: Elaborado en base a los registros sísmicos del IGP.

Esta discretización permitió 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) Descriptores del factor desencadenante

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.

Una de las escalas más conocidas y utilizadas para medir la magnitud sísmica es la Escala Richter, desarrollada por Charles F. Richter en la década de 1930. Esta escala se basa en el registro de la amplitud de las ondas sísmicas en un sismograma y utiliza una relación logarítmica para expresar la magnitud. 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:

Cuadro 10. Rangos de magnitud sísmica para el centro poblado Mallares

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 NIVEL DE PELIGROSIDAD

Evaluar el peligro es estimar o valorar la ocurrencia de un fenómeno con base en el estudio de su mecanismo generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de sucesos (se refiere al fenómeno mismo en términos de sus características y su dimensión) en el tiempo y ámbito geográfico determinado.

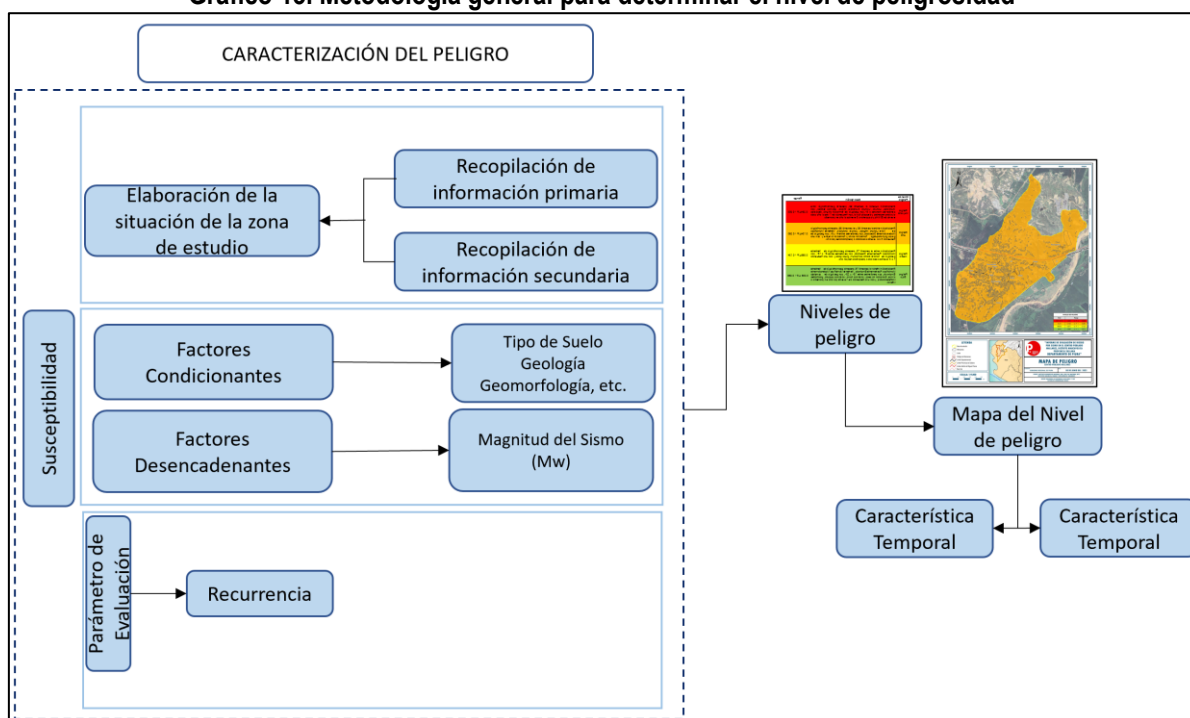
La estratificación que se establecerá para la evaluación del peligro, permite cuantificar en términos de la magnitud del acontecimiento, o en términos del efecto que el acontecimiento tendrá en área del centro poblado Mallares del distrito de Marcavelica, y es válido para el momento de realizada la presente evaluación es decir el tiempo de validez es determinado (debido a los posibles cambios posteriores).

Para el presente Informe de Evaluación de Riesgo, se ha determinado un modelo del peligro más significativo producto de los fenómenos naturales, y de acuerdo a las afectaciones producidas durante los últimos sismos ocurridos el 30 de julio del 2021 y el sismo de 5 de octubre del 2022 con magnitud de 6.1 Mw en ambos casos en el departamento de Piura, por lo que se analizará el peligro por sismos.

3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad

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

Gráfico 13. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



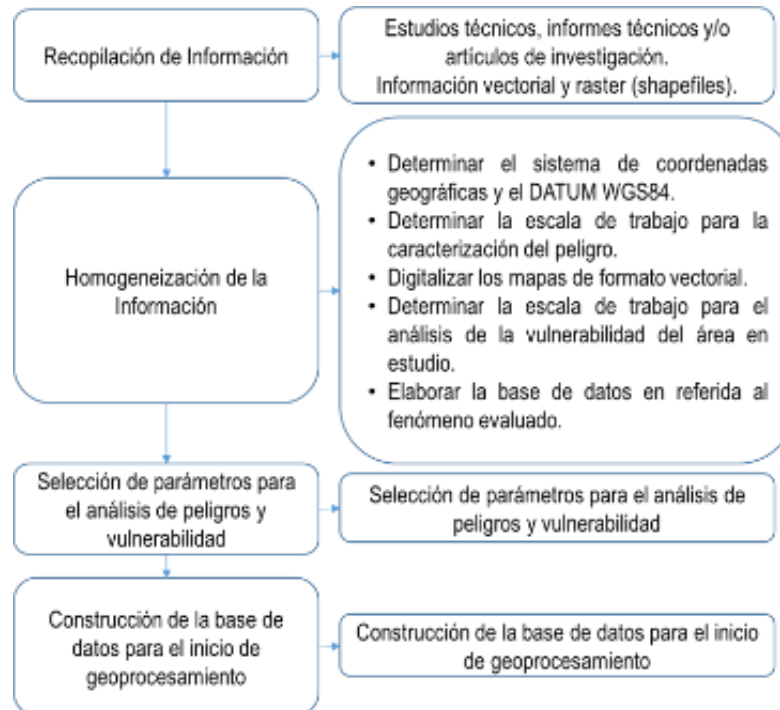
Elaboración: Equipo Evaluador

3.2 Recopilación y análisis de la información

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, IGP, CISMID), información histórica, estudio de peligros, cartografía, sismología, geología, suelos y geomorfología del distrito de Marcavelica para el peligro por 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 14. Flujograma general del proceso de análisis de información

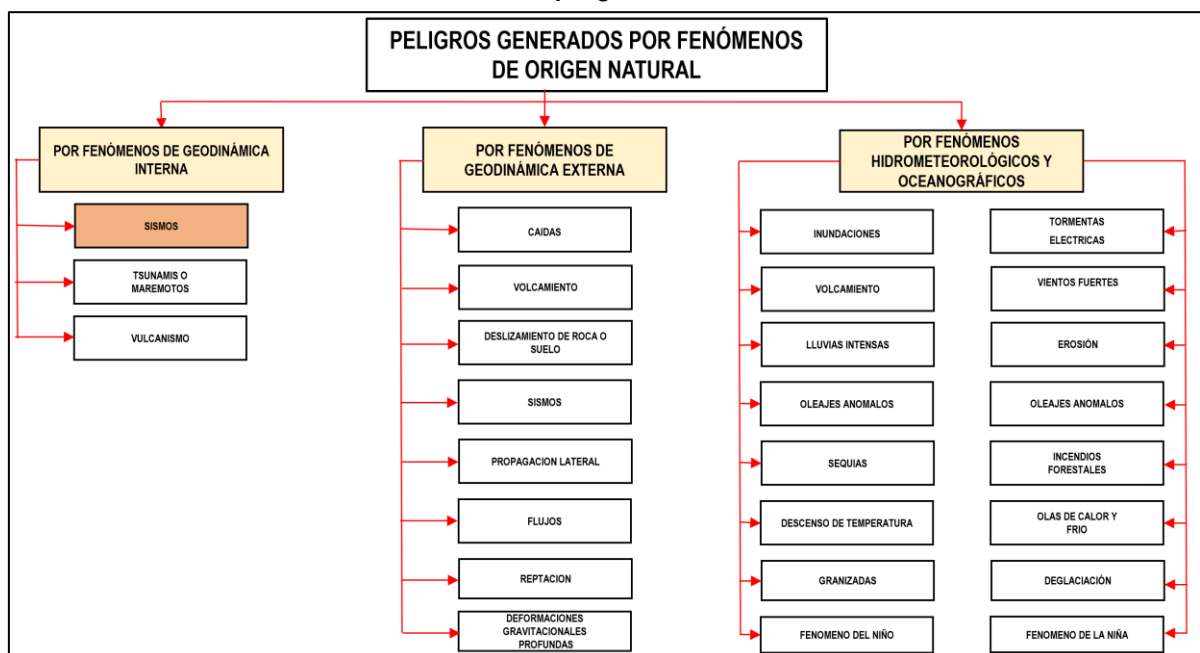


Fuente: CENEPRED

3.3 Identificación de probable área de influencia del peligro

Para identificar y caracterizar el peligro, se ha considerado la información generada por la recopilación de información en gabinete previa a la visita de campo. En el trabajo de campo se contrastó la información y se validó la información recopilada.

Gráfico 15. Identificación de peligros en el distrito de Marcavelica



Elaboración: Equipo Evaluador

Del mismo modo se trabajó en coordinación con el área de Defensa Civil de la municipalidad distrital de Marcavelica para el acompañamiento y permisos para el trabajo de campo en el centro poblado de Mallares, para lo cual se visitó y realizó el diagnóstico y levantamiento de información del centro poblado.

3.4 Peligros generados por fenómenos de origen naturales

Teniendo en cuenta que el área de evaluación se tiene ya determinado, y de acuerdo a los antecedentes históricos el peligro recurrente es por sismos. A continuación, evaluaremos los parámetros que intervienen en la dinámica del proceso generador del peligro.

3.4.1 Caracterización del peligro por sismos

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

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

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

Los sismos afectan significativamente a las construcciones y áreas no preparadas para estos eventos, causando derrumbes, grietas, desprendimientos y colapso de viviendas entre otros.

3.5 Parámetros de evaluación

3.5.1 Análisis estadístico descriptivo

Los datos analizados en esta sección se obtuvieron de la plataforma web del Instituto Geofísico del Perú, considerando un radio de influencia de 300 km alrededor de la coordenada geográfica (-4.881844, -80.76785). El objetivo principal del análisis fue examinar las profundidades sísmicas y magnitudes de los eventos registrados en esta área específica, con el fin de obtener una comprensión más detallada de su distribución y características. Se utilizaron un total de 2769 datos recopilados, que incluían información como la fecha, hora, latitud, longitud, profundidad, magnitud y tipo de fuente sísmica.

Para explorar y describir los datos, se aplicaron diversas técnicas de estadística descriptiva. Esto nos permitió obtener parámetros clave que ayudan a comprender la naturaleza de las profundidades sísmicas y las magnitudes registradas.

En cuanto a las profundidades sísmicas, se encontró que el promedio de las mismas es de aproximadamente 43.8 km. Esto indica que, en promedio, los eventos sísmicos registrados se sitúan alrededor de esta profundidad. La mediana, que representa el valor central de los datos ordenados, es de 37.0 km. Esta medida es útil para identificar el valor medio de las profundidades sísmicas y es menos sensible a valores atípicos.

Al examinar el rango de profundidades, se observó que el valor máximo registrado fue de 256.0 km, indicando la presencia de eventos sísmicos con profundidades significativas en la región estudiada. Por otro lado, el valor mínimo fue de 0.0 km, lo cual sugiere la existencia de eventos sísmicos superficiales que ocurrieron en la superficie terrestre o muy cerca de ella.

La desviación estándar de las profundidades sísmicas fue calculada en 27.56 km. Esta medida indica la dispersión de los datos con respecto a la media y nos permite evaluar la variabilidad de las profundidades sísmicas en el conjunto de datos. Cuanto mayor sea la desviación estándar, mayor será la dispersión de los valores alrededor de la media.

Se realizó un análisis adicional considerando las profundidades sísmicas menores a 60 km. En este caso, se determinó que el percentil de interés para estas profundidades fue del 81.29%. Esto significa que aproximadamente el 81.29% de los eventos sísmicos registrados se encuentran a profundidades inferiores a 60 km.

En relación a las magnitudes sísmicas, se encontró que el promedio es de aproximadamente 4.7, lo que indica que, en promedio, los eventos sísmicos registrados tienen una magnitud cercana a este valor. La mediana, que representa el valor central de los datos ordenados, es de 4.6. Esta medida es menos susceptible a la influencia de valores atípicos y nos brinda una idea del valor medio de las magnitudes sísmicas.

En cuanto al rango de magnitudes, se registró un valor máximo de 7.1, lo cual indica la presencia de eventos sísmicos de alta magnitud en la región analizada. Por otro lado, el valor mínimo fue de 3.5, lo que sugiere la existencia de eventos sísmicos de menor magnitud en el conjunto de datos.

La desviación estándar de las magnitudes sísmicas fue calculada en 0.38. Esta medida nos indica la dispersión de los datos en relación con la media. Una desviación estándar menor implica que los valores están más cercanos a la media, mientras que una desviación estándar mayor indica una mayor dispersión de los valores.

Finalmente, se calculó el percentil de interés para las magnitudes mayores a 6, que resultó ser de 0.98%. Esto significa que aproximadamente el 0.98% de los eventos sísmicos registrados tienen magnitudes superiores a 6.

Cuadro 11. Resumen estadístico descriptiva de profundidad y magnitud

Análisis estadísticos	Profundidad	Magnitud
Datos totales	2769	2769
promedios	43.7	4.7
mediana	37.0	4.6
Máximo	256.0	7.1
Mínimo	0.0	3.5
Desviación estándar	27.52	0.38
Percentiles de interés	Menores a 60km: 81.29%	Mayores a 6: 0.98%

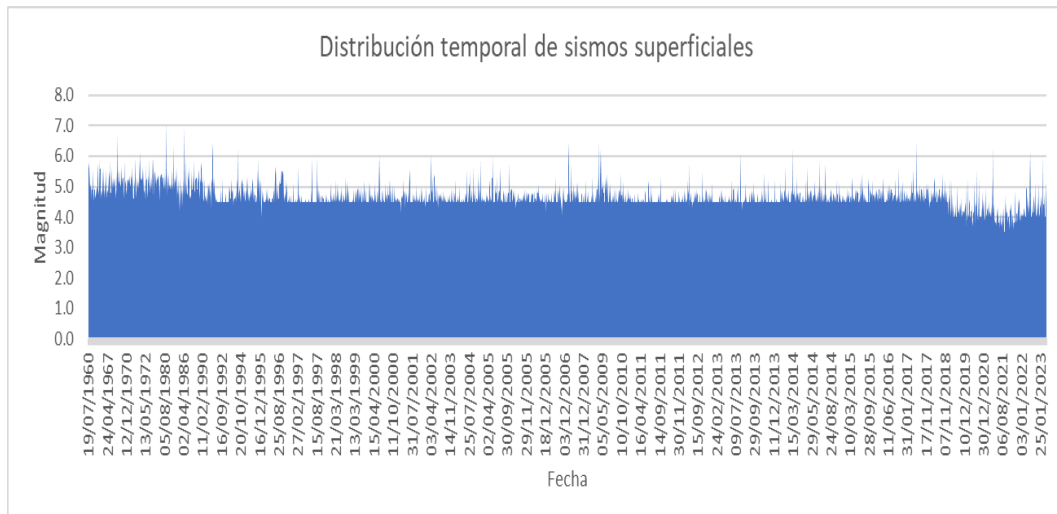
Elaboración: Equipo Evaluador en base a los registros sísmicos del IGP.

3.5.2 Análisis temporal

El análisis temporal de datos sísmicos es una técnica utilizada para examinar la distribución y ocurrencia de los eventos sísmicos a lo largo del tiempo. Esta información es crucial para comprender la actividad sísmica en una región específica y para identificar posibles patrones o tendencias.

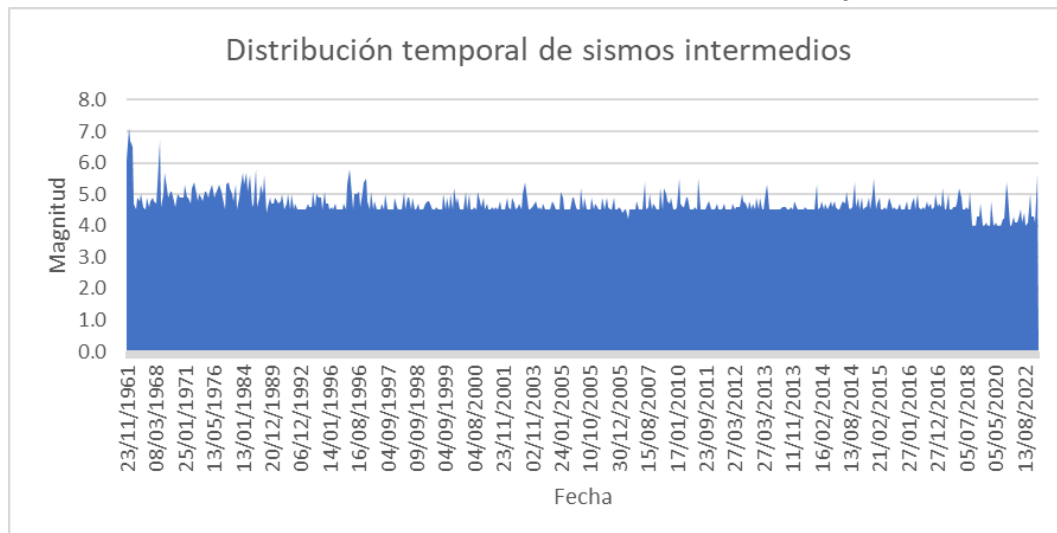
Para ello se han realizado los dos gráficos siguientes considerando el agrupamiento de datos sísmicos de foco superficial e intermedio. En los siguientes gráficos se distingue que la mayor parte del registro sísmico se sitúa entre una magnitud de cuatro a cinco, por consiguiente, para una mejor visualización se optó por tomar en cuenta las magnitudes mayores a seis, de los que se obtuvieron la recurrencia de estos (diferencia anual), tanto de los sismos superficiales como intermedios.

Gráfico 16. Distribución temporal de sismos con profundidad menor a 60 km



Elaboración: Equipo Evaluador en base a los registros sísmicos del IGP.

Gráfico 17. Distribución temporal de sismos con profundidad mayor a 60 km



Elaboración: Equipo Evaluador en base a los registros sísmicos del IGP.

Habiendo realizado el filtrado y agrupamiento de datos, basándonos en la columna "Diferencia anual" de la tabla de registros sísmicos superficiales con magnitud mayor a seis, podemos observar la cantidad de años que pasaron entre cada registro sísmico superficial.

La mayoría de los registros sísmicos superficiales tienen una diferencia anual de 1 o 2 años. Esto indica que con frecuencia se producen sismos superficiales en intervalos cercanos.

En algunos casos, hay una mayor brecha de tiempo entre los sismos. Por ejemplo, hay una diferencia de 10 años entre los sismos registrados el 28/02/1981 y el 20/03/1991. Esto sugiere que puede haber períodos de mayor inactividad sísmica intercalados con períodos de mayor actividad.

En general, la diferencia anual varía entre 0 y 10 años, lo que indica que la frecuencia de los sismos superficiales puede ser variable a lo largo del tiempo.

Cuadro 12. Registro de sismos superficiales con diferencia de años

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud	Tipo de fuente	Diferencia anual
20/11/1960	-5.6	-80.9	60	6.8	SUPERFICIAL	
24/12/1961	-5.7	-80.9	33	6.1	SUPERFICIAL	1
29/08/1963	-7.1	-81.6	23	7	SUPERFICIAL	2
30/07/1968	-6.936	-80.438	30	6.5	SUPERFICIAL	5
10/12/1970	-4.063	-80.664	21	7.1	SUPERFICIAL	2
28/02/1981	-6.47	-81.389	39	6.4	SUPERFICIAL	10
20/03/1991	-5.81	-80.69	49	6.2	SUPERFICIAL	10
3/06/1994	-5.8	-80.22	44	6.1	SUPERFICIAL	3
21/04/2002	-5.914	-81.386	35	6.1	SUPERFICIAL	8
21/05/2005	-3.295	-80.623	12	6.4	SUPERFICIAL	3
24/02/2007	-7.158	-80.713	19	6.4	SUPERFICIAL	2
9/02/2009	-6.659	-81.548	13	6.2	SUPERFICIAL	2
15/02/2009	-5.961	-81.254	22	6.2	SUPERFICIAL	0
12/08/2013	-5.237	-81.667	13	6.2	SUPERFICIAL	4
15/03/2014	-5.66	-81.127	39	6.4	SUPERFICIAL	1
5/06/2017	-4.162	-80.643	52	6.2	SUPERFICIAL	3
30/07/2021	-4.85	-80.841	32	6.1	SUPERFICIAL	4
5/10/2022	-4.92	-80.8	25	6.1	SUPERFICIAL	1

Elaboración: Equipo Evaluador en base a los registros sísmicos del IGP.

Por otro lado, para los sismos intermedios tomando en cuenta la columna "Diferencia anual" (ver tabla 19), podemos obtener algunas conclusiones:

Los sismos intermedios también muestran una variabilidad en la diferencia anual entre los eventos. En algunos casos, como entre los sismos del 23/11/1961 y 11/07/1971, hay una brecha de 10 años, lo que indica un período de inactividad relativamente largo.

Al igual que con los sismos superficiales, también se observa una diferencia anual de 12 años entre los sismos del 12/04/1983 y 23/11/1986. Esto sugiere que también puede haber períodos de mayor inactividad sísmica intercalados con períodos de mayor actividad para los sismos intermedios.

El sismo más reciente en el conjunto de datos es del 18/03/2023, con una diferencia anual de 36 años respecto al sismo anterior registrado. Esta brecha de tiempo indica un período significativo de inactividad sísmica antes del evento más reciente.

Cuadro 13. Registro de sismos intermedios con diferencia de años

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud	Tipo de fuente	Diferencia anual
23/11/1961	-5.6	-80.3	61	6.1	INTERMEDIO	-
11/07/1971	-4.4	-79.95	100	7.1	INTERMEDIO	10
12/04/1983	-4.84	-78.1	104	6.7	INTERMEDIO	12
23/11/1986	-5.69	-78.62	128	6.5	INTERMEDIO	4
18/03/2023	-2.81	-79.95	78	6.7	INTERMEDIO	36

Elaboración: Equipo Evaluador en base a los registros sísmicos del IGP.

El valor de la diferencia temporal entre los sismos mayores a magnitud seis en los datos analizados proporciona información importante sobre la periodicidad y la distribución temporal de estos eventos sísmicos significativos.

Al observar los resultados obtenidos en el análisis temporal, podemos notar que existen diferentes brechas de tiempo entre los sismos de magnitud mayor a seis. Estas brechas representan la cantidad de años transcurridos entre la ocurrencia de un sismo y el siguiente.

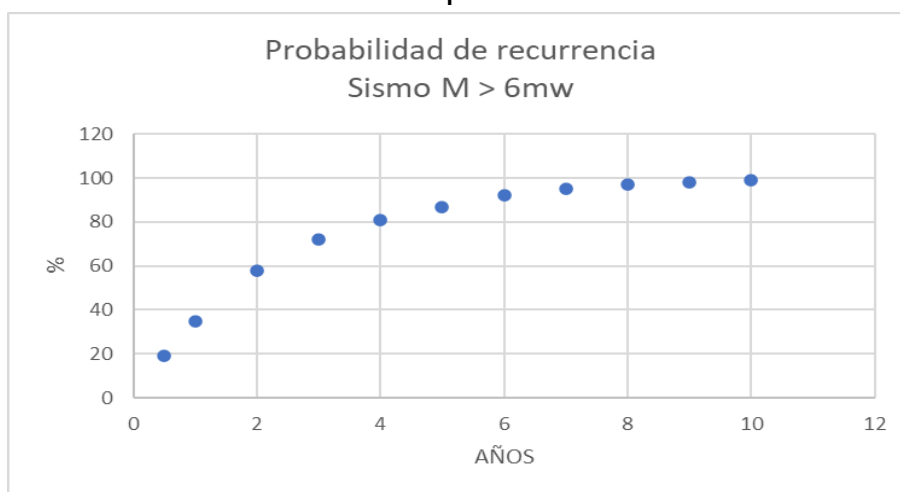
Algunas de las brechas temporales entre los sismos son relativamente cortas, con períodos de uno o dos años entre eventos consecutivos. Esto indica una mayor frecuencia de sismos durante esos períodos, lo que podría sugerir una actividad sísmica más intensa o una mayor concentración de eventos en determinados momentos.

Por otro lado, también se observan brechas temporales más largas, donde puede pasar una década o más entre dos eventos sísmicos de magnitud mayor a seis. Estas brechas indican períodos de menor actividad sísmica o una menor concentración de eventos durante esos períodos.

La variabilidad en la diferencia temporal entre los sismos puede estar influenciada por diversos factores, como la naturaleza tectónica de la región estudiada, la interacción entre placas, la estructura geológica local y otros fenómenos relacionados. Además, la magnitud y la profundidad de los sismos también pueden desempeñar un papel en la distribución temporal de los eventos sísmicos.

Es importante destacar que el análisis de la diferencia temporal de los sismos mayores a magnitud seis proporciona una perspectiva temporal y contribuye a la comprensión de la actividad sísmica en la región. Estos hallazgos pueden ser utilizados para mejorar la planificación urbana, la construcción de infraestructuras resilientes y la adopción de medidas de mitigación de riesgos sísmicos, lo que a su vez contribuye a la seguridad de las comunidades expuestas a la actividad sísmica.

Gráfico 18. Cálculo de la probabilidad de recurrencia



Elaboración: Equipo Evaluador

Nota: Existe una probabilidad del 100 % de que un sismo de magnitud mayor a 6mw ocurra en un periodo de 10 años

En el siguiente cuadro se muestra los valores de la probabilidad de recurrencia

Cuadro 14. Parámetros de probabilidad de recurrencia

Rangos de probabilidad de recurrencia
Menores a 5 años
5 a 10 años
11 a 50 años
51 a 100 años
Mayores a 100 años

3.5.3 Probabilidad de recurrencia

Cuadro 15. Matriz de comparación de pares del parámetro probabilidad de recurrencia

PROBABILIDAD DE RECURRENCIA	Menores a 5 años	5 a 10 años	11 a 50 años	51 a 100 años	Mayores a 100 años
Menores a 5 años	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
5 a 10 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
11 a 50 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
51 a 100 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayores a 100 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 16. Matriz de normalización del parámetro probabilidad de recurrencia

PROBABILIDAD DE RECURRENCIA	Menores a 5 años	5 a 10 años	11 a 50 años	51 a 100 años	Mayores a 100 años	Vector Priorización
Menores a 5 años	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
5 a 10 años	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
11 a 50 años	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
51 a 100 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayores a 100 años	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 17. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro probabilidad de recurrencia

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo Evaluador

3.6 Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia por sismos del centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, se consideraron los factores desencadenantes y condicionantes:

Cuadro 18. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Magnitud de sismo (Mw)	Suelos
	Geología
	Geomorfología

Elaboración: Equipo Evaluador

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

3.6.1 Análisis del factor desencadenante

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

a) Parámetro: Magnitud de sismo

Cuadro 19. Matriz de comparación de pares del parámetro magnitud de sismo

MAGNITUD DE SISMO (Mw)	≥ 8.0	6.0 - 7.9	4.5 - 5.9	3.5 - 4.4	≤ 3.4
≥ 8.0	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6.0 - 7.9	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
4.5 - 5.9	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
3.5 - 4.4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
≤ 3.4	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 20. Matriz de normalización del parámetro magnitud del sismo

MAGNITUD DE SISMO (Mw)	≥ 8.0	6.0 - 7.9	4.5 - 5.9	3.5 - 4.4	≤ 3.4	Vector Priorización
≥ 8.0	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
6.0 - 7.9	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
4.5 - 5.9	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
3.5 - 4.4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
≤ 3.4	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 21. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro magnitud de sismo

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo Evaluador

3.6.2 Análisis de los factores condicionantes

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

a) **Parámetro: Suelos**

Cuadro 22. Matriz de comparación de pares del parámetro suelos

TIPOS DE SUELOS	Materiales antrópicos	Limos inorgánicos de alta plasticidad (MH)	Arcillas inorgánicas con presencia de limo (CL-ML)	Arenas arcillosas con limos (SC-SM)	Grava mal gradada con arcillas (GP-GC)
Materiales antrópicos	1.00	3.00	5.00	6.00	7.00
Limos inorgánicos de alta plasticidad (MH)	0.33	1.00	2.00	3.00	5.00
Arcillas inorgánicas con presencia de limo (CL-ML)	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
Arenas arcillosas con limos (SC-SM)	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
Grava mal gradada con arcillas (GP-GC)	0.14	0.20	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.84	5.03	8.83	12.50	18.00
1/SUMA	0.54	0.20	0.11	0.08	0.06

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 23. Matriz de normalización del parámetro suelos

TIPOS DE SUELOS	Materiales antrópicos	Limos inorgánicos de alta plasticidad (MH)	Arcillas inorgánicas con presencia de limo (CL-ML)	Arenas arcillosas con limos (SC-SM)	Grava mal gradada con arcillas (GP-GC)	Vector Priorización
Materiales antrópicos	0.543	0.596	0.566	0.480	0.389	0.515
Limos inorgánicos de alta plasticidad (MH)	0.181	0.199	0.226	0.240	0.278	0.225
Arcillas inorgánicas con presencia de limo (CL-ML)	0.109	0.099	0.113	0.160	0.167	0.130
Arenas arcillosas con limos (SC-SM)	0.090	0.066	0.057	0.080	0.111	0.081
Grava mal gradada con arcillas (GP-GC)	0.078	0.040	0.038	0.040	0.056	0.050

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 24. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro suelos

IC	0.022
RC	0.019

Elaboración: Equipo Evaluador

b) Parámetro: Geología

Cuadro 25. Matriz de comparación de pares del parámetro geología

UNIDADES GEOLÓGICAS	Depósito fluvial (Qh-fl)	Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	Formación Chira (Pe-chi)
Depósito fluvial (Qh-fl)	1.00	3.00	5.00	7.00	8.00
Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Formación Chira (Pe-chi)	0.13	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.80	4.68	9.53	16.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 26. Matriz de normalización del parámetro geología

UNIDADES GEOLÓGICAS	Depósito fluvial (Qh-fl)	Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	Formación Chira (Pe-chi)	Vector Priorización
Depósito fluvial (Qh-fl)	0.56	0.64	0.52	0.43	0.33	0.497
Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	0.19	0.21	0.31	0.31	0.29	0.262
Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	0.11	0.07	0.10	0.18	0.21	0.136
Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	0.08	0.04	0.03	0.06	0.13	0.069
Formación Chira (Pe-chi)	0.07	0.03	0.02	0.02	0.04	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 27. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geología

IC	0.068
RC	0.061

Elaboración: Equipo Evaluador

c) Parámetro: Geomorfología

Cuadro 28. Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Lecho fluvial y Cauce aluvial	Depresión aluvial	Terraza fluvio - aluvial	Terraza aluvial	Loma
Lecho fluvial y Cauce aluvial	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Depresión aluvial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Terraza fluvio - aluvial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Terraza aluvial	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Loma	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 29. Matriz de normalización del parámetro geomorfología

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Lecho fluvial y Cauce aluvial	Depresión aluvial	Terraza fluvio - aluvial	Terraza aluvial	Loma	Vector Priorización
Lecho fluvial y Cauce aluvial	0.56	0.64	0.52	0.42	0.38	0.505
Depresión aluvial	0.19	0.21	0.31	0.30	0.29	0.262
Terraza fluvio - aluvial	0.11	0.07	0.10	0.18	0.21	0.136
Terraza aluvial	0.08	0.04	0.03	0.06	0.08	0.060
Loma	0.06	0.03	0.02	0.03	0.04	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 30. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geomorfología

IC	0.047
RC	0.042

Elaboración: Equipo Evaluador

d) Análisis de los parámetros del factor condicionante

Cuadro 31. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante

PARÁMETROS	Suelos	Geología	Geomorfología
Suelos	1.00	3.00	5.00
Geología	0.33	1.00	3.00
Geomorfología	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 32. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor condicionante

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

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 33. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros utilizados en el factor condicionante

IC	0.019
RC	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador

3.7 Análisis de elementos expuestos

Los elementos expuestos inmersos en el área de influencia, han sido identificado en base a la información del trabajo de campo y contrastado con lo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

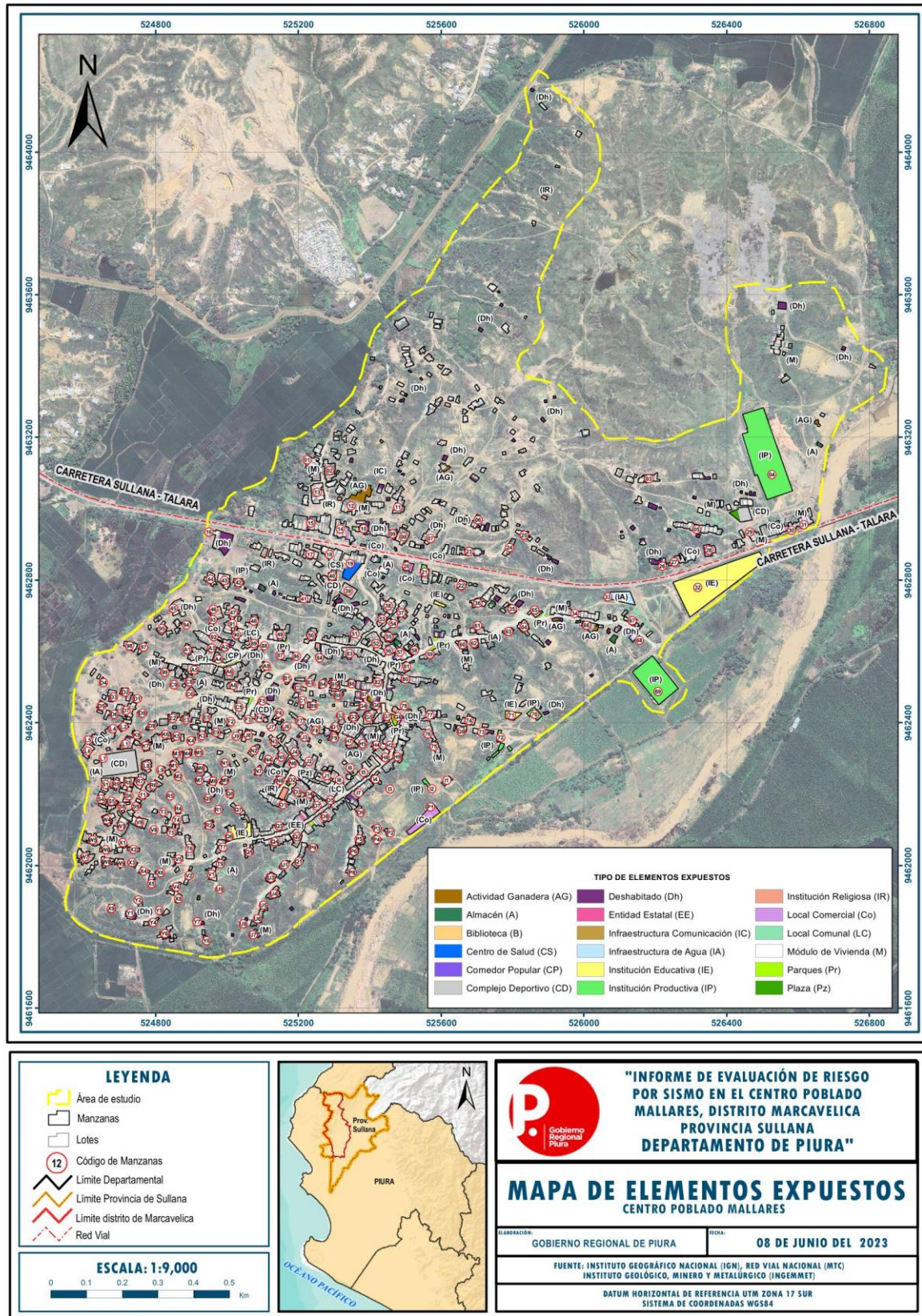
Se muestra a continuación los elementos expuestos del centro poblado de Mallares

Cuadro 34. Población expuesta

Elementos expuestos	U.M	Mallares
Actividad ganadera (corrales)	Unidad	11
Biblioteca	Unidad	1
Centro de salud	Unidad	1
Comedor popular	Unidad	2
Complejo deportivo	Unidad	4
Viviendas deshabitadas	Unidad	141
Entidad estatal	Unidad	1
Infraestructura de agua potable (Tanques, Bombas)	Unidad	4
Infraestructura de comunicación (antenas)	Unidad	1
Institución educativa	Unidad	4
Institución religiosa	Unidad	6
Local comercial (barbería, restaurant, hoteles)	Unidad	18
Local comunal	Unidad	3
Módulo prefabricado (container)	Unidad	50
Parques	Unidad	14
Plazas	Unidad	2
Viviendas habitadas	Unidad	1722

Elaboración: Equipo Evaluador

Figura 5. Mapa de elementos expuestos del centro poblado de Mallares



Elaboración: Equipo Evaluador

3.8 Definición de escenarios

Se ha considerado un escenario Crítico:

Sismos generados por una magnitud de sismo de 6.0 a 7.9 Mw, con una probabilidad de recurrencia comparable entre 5 a 10 años, que se produciría en el sector evaluado, el cual ocasionaría derrumbes de las paredes precarias de viviendas de adobe, quincha y/o estera debido al mal estado de conservación de las viviendas, y en la mayoría de casos de autoconstrucción. Aunado a ello, la alta fragilidad social, económica y ambiental hace más vulnerables a los pobladores de Mallares.

3.9 Niveles de peligro

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

Cuadro 35. Niveles de peligro

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.250	$\leq P \leq$	0.506
ALTO	0.133	$\leq P <$	0.250
MEDIO	0.071	$\leq P <$	0.133
BAJO	0.040	$\leq P <$	0.071

Elaboración: Equipo Evaluador

3.10 Estratificación del peligro

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

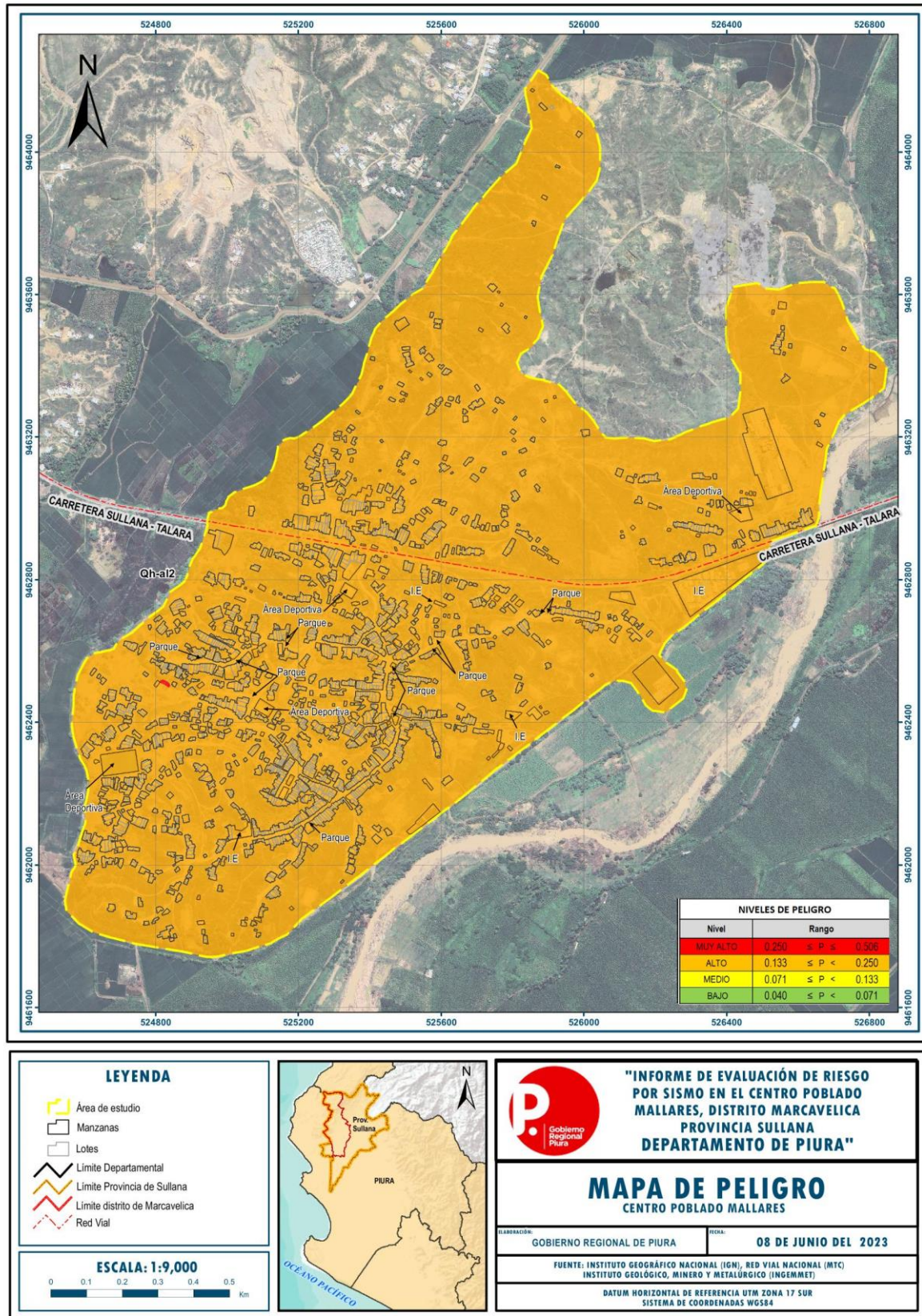
Cuadro 36. Estratificación del peligro

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Con una magnitud de sismo de 6.0 - 7.9 Mw con tipo de suelos de materiales antrópicos, con unidad geomorfológica de lecho fluvial y cauce aluvial, con unidad geológica de depósito fluvial, con una probabilidad de recurrencia de 10 años.	$0.250 \leq P \leq 0.506$
Peligro Alto	Con una magnitud de sismo de 6.0 - 7.9 Mw, con tipo de suelos de limos inorgánicos de alta plasticidad y/o arcillas inorgánicas con presencia de limo, con unidad geomorfológica de depresión aluvial y/o terraza fluvio aluvial, con unidad geológica de depósito aluvial reciente y/o depósito fluvio aluvial, con una probabilidad de recurrencia de 10 años.	$0.133 \leq P < 0.250$
Peligro Medio	Con una magnitud de sismo de 6.0 - 7.9 Mw, con tipo de suelos de arenas arcillosas con limos, con unidad geomorfológica de terraza aluvial, con unidad geológica de depósito aluvial antiguo, con una probabilidad de recurrencia de 10 años.	$0.071 \leq P < 0.133$
Peligro Bajo	Con una magnitud de sismo de 6.0 - 7.9 Mw, con tipo de suelos grava mal gradada con arcillas, con unidad geomorfológica de loma, con unidad geológica de formación chira, con una probabilidad de recurrencia de 10 años.	$0.040 \leq P < 0.071$

Elaboración: Equipo Evaluador

3.11 Mapa de peligro

Figura 6. Mapa de peligro del centro poblado de Mallares



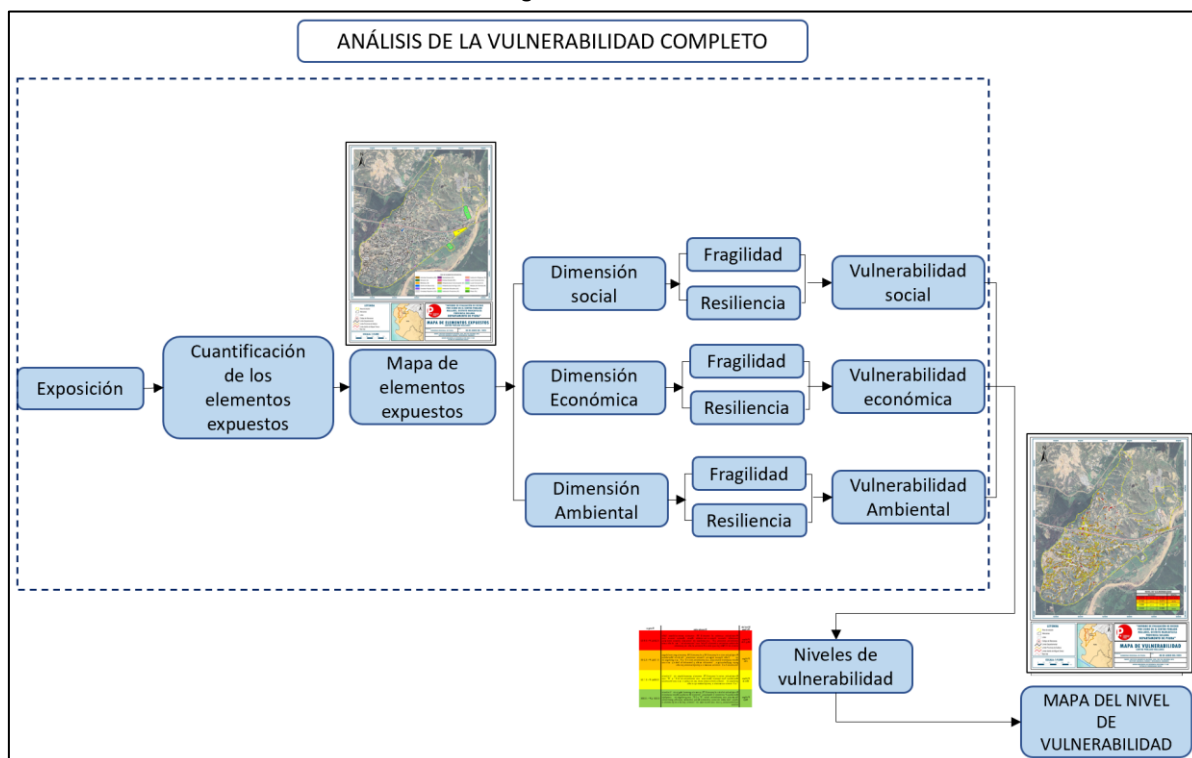
Elaboración: Equipo Evaluador

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

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

Gráfico 19. Metodología del análisis de la vulnerabilidad



Elaboración: Equipo Evaluador

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia del centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en las dimensiones social, económica y ambiental a nivel de lote, utilizando los parámetros y descriptores para todos los casos.

4.2 Análisis de la dimensión social

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

Cuadro 37. Parámetros a utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de personas por vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> • Discapacidad • Acceso a servicio de agua • Acceso a servicios higiénicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a Seguro de Salud • Capacitación en GRD

Elaboración: Equipo Evaluador

4.2.1 Análisis de la exposición en la dimensión social - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Cantidad de personas por vivienda

Cuadro 38. Matriz de comparación de pares del parámetro cantidad de personas por vivienda

PERSONAS POR VIVIENDA	Mayor a 7	7	6	5	De 4 a menos
Mayor a 7	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
7	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
6	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
5	0.14	0.20	0.50	1.00	3.00
De 4 a menos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.70	15.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 39. Matriz de normalización del parámetro cantidad de personas por vivienda

PERSONAS POR VIVIENDA	Mayor a 7	7	6	5	De 4 a menos	Vector Priorización
Mayor a 7	0.560	0.642	0.515	0.457	0.360	0.507
7	0.187	0.214	0.309	0.326	0.280	0.263
6	0.112	0.071	0.103	0.130	0.200	0.123
5	0.080	0.043	0.052	0.065	0.120	0.072
De 4 a menos	0.062	0.031	0.021	0.022	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 40. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro cantidad de personas por vivienda

IC	0.049
RC	0.044

Elaboración: Equipo Evaluador

4.2.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión social - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Discapacidad

Cuadro 41. Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad

DISCAPACIDAD	Motora	Mental	Visual	Auditiva	Sin discapacidad
Motora	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mental	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Visual	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Auditiva	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Sin discapacidad	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 42. Matriz de normalización del parámetro discapacidad

DISCAPACIDAD	Motora	Mental	Visual	Auditiva	Sin discapacidad	Vector Priorización
Motora	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Mental	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Visual	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Auditiva	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Sin discapacidad	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 43. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro discapacidad

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo Evaluador

b) Parámetro: Acceso a servicio de agua potable

Cuadro 44. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicio de agua potable

ACCESO A SERVICIO AGUA POTABLE	Río, acequia	Pozo	Cisterna	Pileta	Red pública
Río, acequia	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Pozo	0.33	1.00	2.00	5.00	7.00
Cisterna	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Pileta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.84	8.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.12	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 45. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicio de agua potable

ACCESO A SERVICIO AGUA POTABLE	Río, acequia	Pozo	Cisterna	Pileta	Red pública	Vector Priorización
Río, acequia	0.560	0.619	0.586	0.429	0.360	0.511
Pozo	0.187	0.206	0.234	0.306	0.280	0.243
Cisterna	0.112	0.103	0.117	0.184	0.200	0.143
Pileta	0.080	0.041	0.039	0.061	0.120	0.068
Red pública	0.062	0.029	0.023	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 46. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro acceso a servicio de agua potable

IC	0.049
RC	0.044

Elaboración: Equipo Evaluador

c) Parámetro: Acceso a servicios higiénicos

Cuadro 47. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios higiénicos

ACCESO A SERVICIO HIGIÉNICO	No tiene	Río, acequia o canal	Pozo ciego / negro	Unidad básica de saneamiento (UBS)	Red Pública de desagüe
No tiene	1.000	2.000	4.000	5.000	9.000
Río, acequia o canal	0.500	1.000	2.000	4.000	7.000
Pozo ciego / negro	0.250	0.500	1.000	3.000	5.000
Unidad básica de saneamiento (UBS)	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000
Red Pública de desagüe	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	2.06	3.89	7.53	13.33	25.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.08	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 48. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios higiénicos

ACCESO A SERVICIO HIGIÉNICO	No tiene	Río, acequia o canal	Pozo ciego / negro	Unidad básica de saneamiento (UBS)	Red Pública de desagüe	Vector Priorización
No tiene	0.485	0.514	0.531	0.375	0.360	0.453
Río, acequia o canal	0.243	0.257	0.265	0.300	0.280	0.269
Pozo ciego / negro	0.121	0.128	0.133	0.225	0.200	0.161
Unidad básica de saneamiento (UBS)	0.097	0.064	0.044	0.075	0.120	0.080
Red Pública de desagüe	0.054	0.037	0.027	0.025	0.040	0.036

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 49. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios higiénicos

IC	0.031
RC	0.028

Elaboración: Equipo Evaluador

d) Análisis de los parámetros del factor fragilidad en la dimensión social

Cuadro 50. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor fragilidad social

PARÁMETRO	Discapacidad	Acceso a servicio agua potable	Acceso a servicio higiénico
Discapacidad	1.000	3.000	5.000
Acceso a servicio agua potable	0.333	1.000	3.000
Acceso a servicio higiénico	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 51. Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad social

PARÁMETRO	Discapacidad	Acceso a servicio agua potable	Acceso a servicio higiénico	Vector Priorización
Discapacidad	0.652	0.692	0.556	0.633
Acceso a servicio agua potable	0.217	0.231	0.333	0.260
Acceso a servicio higiénico	0.130	0.077	0.111	0.106

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 52. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros de la fragilidad social

IC	0.019
RC	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador

4.2.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión social - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Acceso al seguro de salud

Cuadro 53. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso al seguro de salud

ACCESO SEGURO DE SALUD	No tiene	SIS	ESSALUD	PNP /FFAA	PRIVADO
No tiene	1.00	2.00	3.00	5.00	8.00
SIS	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
ESSALUD	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
PNP /FFAA	0.20	0.20	0.33	1.00	2.00
PRIVADO	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.16	3.68	7.53	14.50	23.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 54. Matriz de normalización del parámetro acceso al seguro de salud

ACCESO SEGURO DE SALUD	No tiene	SIS	ESSALUD	PNP /FFAA	PRIVADO	Vector Priorización
No tiene	0.463	0.544	0.398	0.345	0.348	0.420
SIS	0.232	0.272	0.398	0.345	0.304	0.310
ESSALUD	0.154	0.091	0.133	0.207	0.217	0.160
PNP /FFAA	0.093	0.054	0.044	0.069	0.087	0.069
PRIVADO	0.058	0.039	0.027	0.034	0.043	0.040

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 55. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro acceso al seguro de salud

IC	0.032
RC	0.029

Elaboración: Equipo Evaluador

b) Parámetro: Capacitación en GRD

Cuadro 56. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD

CAPACITACIÓN EN GRD	Ninguna	1 vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Más de 3 veces al año
Ninguna	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
1 vez al año	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
2 veces al año	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
3 veces al año	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Más de 3 veces al año	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 57. Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD

CAPACITACIÓN EN GRD	Ninguna	1 vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Más de 3 veces al año	Vector Priorización
Ninguna	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
1 vez al año	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
2 veces al año	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
3 veces al año	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Más de 3 veces al año	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 58. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en GRD

IC	0.047
RC	0.042

Elaboración: Equipo Evaluador

c) Parámetro: Resiliencia en la dimensión social

Cuadro 59. Resiliencia social

PARÁMETRO	Peso
Acceso a seguro de salud	0.6
Capacitación en GRD	0.4

Elaboración: Equipo Evaluador

4.2.4 Análisis de la dimensión social - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Dimensión Social

Cuadro 60. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión social

PARÁMETRO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.000	3.000	5.000
Fragilidad	0.333	1.000	3.000
Resiliencia	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 61. Matriz de normalización del parámetro dimensión social

PARÁMETRO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.692	0.556	0.633
Fragilidad	0.217	0.231	0.333	0.260
Resiliencia	0.130	0.077	0.111	0.106

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión social

IC	0.019
RC	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador

4.3 Análisis de la dimensión económica

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

Cuadro 63. Parámetros de dimensión económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Nivel de exposición al peligro	- Material predominante de las paredes - Estado de conservación	- Ocupación principal

Elaboración: Equipo Evaluador

4.3.1 Análisis de la exposición en la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Nivel de exposición al peligro

Cuadro 64. Matriz de comparación de pares del parámetro nivel de exposición al peligro

EXPOSICIÓN AL PELIGRO	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Muy alto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Alto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medio	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bajo	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy bajo	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 65. Matriz de normalización del parámetro nivel de exposición al peligro

EXPOSICIÓN AL PELIGRO	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Vector Priorización
Muy alto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Alto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Medio	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Bajo	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy bajo	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 66. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro nivel de exposición al peligro

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo Evaluador

4.3.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Material predominante en paredes

Cuadro 67. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes

MATERIAL PREDOMINANTE EN PARED	Quincha (caña con barro), estera, madera o triplay	Adobe	Tapial	Piedra con mortero de barro	Ladrillo y/o bloqueta de cemento
Quincha (caña con barro), estera, madera o triplay	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Adobe	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
Tapial	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Piedra con mortero de barro	0.25	0.20	0.33	1.00	2.00
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.23	3.70	7.53	13.50	21.00
1/SUMA	0.45	0.27	0.13	0.07	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 68. Matriz de normalización del parámetro material predominante en paredes

MATERIAL PREDOMINANTE EN PARED	Quincha (caña con barro), estera, madera o triplay	Adobe	Tapial	Piedra con mortero de barro	Ladrillo y/o bloqueta de cemento	Vector Priorización
Quincha (caña con barro), estera, madera o triplay	0.449	0.541	0.398	0.296	0.333	0.404
Adobe	0.225	0.270	0.398	0.370	0.286	0.310
Tapial	0.150	0.090	0.133	0.222	0.238	0.167
Piedra con mortero de barro	0.112	0.054	0.044	0.074	0.095	0.076
Ladrillo y/o bloqueta de cemento	0.064	0.045	0.027	0.037	0.048	0.044

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 69. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante en paredes

IC	0.044
RC	0.040

Elaboración: Equipo Evaluador

b) Parámetro: Estado de conservación

Cuadro 70. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy mala	Mala	regular	Buena	Muy buena
Muy mala	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Mala	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
regular	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Buena	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Muy buena	0.20	0.25	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.28	4.08	6.83	10.50	15.00
1/SUMA	0.44	0.24	0.15	0.10	0.07

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 71. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	Muy mala	Mala	regular	Buena	Muy buena	Vector Priorización
Muy mala	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Mala	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
regular	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Buena	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Muy buena	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 72. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación

IC	0.017
RC	0.015

Elaboración: Equipo Evaluador

c) Parámetro: Fragilidad de la dimensión económica

Cuadro 73. Fragilidad económica

PARÁMETRO	Peso
Material predominante en pared	0.5
Estado de conservación	0.5

Elaboración: Equipo Evaluador

4.3.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Ocupación principal

Cuadro 74. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación principal

OCUPACIÓN PRINCIPAL	Desempleado	Agricultor o Ganadería	Pesca	Trabajador Independiente	Empleador
Desempleado	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
Agricultor o Ganadería	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Pesca	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
Trabajador Independiente	0.25	0.33	0.33	1.00	3.00
Empleador	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.23	4.03	6.58	11.33	20.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 75. Matriz de normalización del parámetro ocupación principal

OCUPACIÓN PRINCIPAL	Desempleado	Agricultor o Ganadería	Pesca	Trabajador Independiente	Empleador	Vector Priorización
Desempleado	0.449	0.496	0.456	0.353	0.350	0.421
Agricultor o Ganadería	0.225	0.248	0.304	0.265	0.250	0.258
Pesca	0.150	0.124	0.152	0.265	0.200	0.178
Trabajador Independiente	0.112	0.083	0.051	0.088	0.150	0.097
Empleador	0.064	0.050	0.038	0.029	0.050	0.046

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 76. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de ocupación principal

IC	0.034
RC	0.031

Elaboración: Equipo Evaluador

4.3.4 Análisis de la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Dimensión económica

Cuadro 77. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión económica

PARÁMETRO	Fragilidad	Exposición	Resiliencia
Fragilidad	1.000	3.000	5.000
Exposición	0.333	1.000	3.000
Resiliencia	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 78. Matriz de normalización del parámetro dimensión económica

PARÁMETRO	Fragilidad	Exposición	Resiliencia	Vector Priorización
Fragilidad	0.652	0.692	0.556	0.633
Exposición	0.217	0.231	0.333	0.260
Resiliencia	0.130	0.077	0.111	0.106

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 79. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión económica

IC	0.019
RC	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador

4.4 Análisis de la dimensión ambiental

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

Cuadro 80. Parámetros de dimensión ambiental

Dimensión Ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Distancia al foco de contaminación	- Disposición de residuos sólidos - Disposición de residuos líquidos	- Capacitación en temas ambientales

Elaboración: Equipo Evaluador

4.4.1 Análisis de la exposición en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Distancia al foco de contaminación

Cuadro 81. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia al foco de contaminación

DISTANCIA AL FOCO DE CONTAMINACIÓN	A menos de 2 m	De 2.1 a 5 m	de 5.1 a 100 m	de 100.1 a 200 m	Mayor a 200 m
A menos de 2 m	1.00	2.00	3.00	4.00	7.00
De 2.1 a 5 m	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
de 5.1 a 100 m	0.33	0.50	1.00	3.00	4.00
de 100.1 a 200 m	0.25	0.33	0.33	1.00	3.00
Mayor a 200 m	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.23	4.03	6.58	11.33	20.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 82. Matriz de normalización del parámetro distancia al foco de contaminación

DISTANCIA AL FOCO DE CONTAMINACIÓN	A menos de 2 m	De 2.1 a 5 m	de 5.1 a 100 m	de 100.1 a 200 m	Mayor a 200 m	Vector Priorización
A menos de 2 m	0.449	0.496	0.456	0.353	0.350	0.421
De 2.1 a 5 m	0.225	0.248	0.304	0.265	0.250	0.258
de 5.1 a 100 m	0.150	0.124	0.152	0.265	0.200	0.178
de 100.1 a 200 m	0.112	0.083	0.051	0.088	0.150	0.097
Mayor a 200 m	0.064	0.050	0.038	0.029	0.050	0.046

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 83. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro distancia al foco de contaminación

IC	0.034
RC	0.031

Elaboración: Equipo Evaluador

4.4.2 Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental- ponderación de parámetros

a) Parámetro: Disposición de residuos sólidos

Cuadro 84. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos

DISPOCISION DE RESIDUOS SOLIDOS	Al intemperie	Lo quema o entierra	Botadero clandestino	A reciclador	Camión recolector
Al intemperie	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Lo quema o entierra	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
Botadero clandestino	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
A reciclador	0.20	0.20	0.33	1.00	2.00
Camión recolector	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.70	7.53	14.50	21.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 85. Matriz de normalización del parámetro disposición de residuos sólidos

DISPOCISION DE RESIDUOS SOLIDOS	Al intemperie	Lo quema o entierra	Botadero clandestino	A reciclador	Camión recolector	Vector Priorización
Al intemperie	0.460	0.541	0.398	0.345	0.333	0.415
Lo quema o entierra	0.230	0.270	0.398	0.345	0.286	0.306
Botadero clandestino	0.153	0.090	0.133	0.207	0.238	0.164
A reciclador	0.092	0.054	0.044	0.069	0.095	0.071
Camión recolector	0.066	0.045	0.027	0.034	0.048	0.044

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 86. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de residuos sólidos

IC	0.039
RC	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

b) Parámetro: Disposición de residuos líquidos

Cuadro 87. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos líquidos

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS	Al río o canal	Al intemperie	Pozo ciego	Letrina o similar	A sistema de alcantarillado
Al río o canal	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Al intemperie	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
Pozo ciego	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Letrina o similar	0.20	0.20	0.33	1.00	2.00
A sistema de alcantarillado	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.70	7.53	14.50	21.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 88. Matriz de normalización del parámetro disposición de residuos líquidos

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS	Al río o canal	Al intemperie	Pozo ciego	Letrina o similar	A sistema de alcantarillado	Vector Priorización
Al río o canal	0.460	0.541	0.398	0.345	0.333	0.415
Al intemperie	0.230	0.270	0.398	0.345	0.286	0.306
Pozo ciego	0.153	0.090	0.133	0.207	0.238	0.164
Letrina o similar	0.092	0.054	0.044	0.069	0.095	0.071
A sistema de alcantarillado	0.066	0.045	0.027	0.034	0.048	0.044

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 89. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de residuos líquidos

IC	0.039
RC	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

c) Parámetro: Fragilidad de la dimensión ambiental

Cuadro 90. Fragilidad ambiental

Parámetro	Peso
Disposición de residuos sólidos	0.5
Disposición de residuos líquidos	0.5

Elaboración: Equipo Evaluador

4.4.3 Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Capacitación en temas ambientales

Cuadro 91. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en temas ambientales

CAPACITACION EN TEMAS AMBIENTALES	Nunca	Cada (05) años	Cada (03) años	Cada (02) años	Una (01) vez por año
Nunca	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Cada (05) años	0.50	1.00	3.00	5.00	6.00
Cada (03) años	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Cada (02) años	0.20	0.20	0.33	1.00	2.00
Una (01) vez por año	0.14	0.17	0.20	0.50	1.00
SUMA	2.18	3.70	7.53	14.50	21.00
1/SUMA	0.46	0.27	0.13	0.07	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 92. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas ambientales

CAPACITACION EN TEMAS AMBIENTALES	Nunca	Cada (05) años	Cada (03) años	Cada (02) años	Una (01) vez por año	Vector Priorización
Nunca	0.460	0.541	0.398	0.345	0.333	0.415
Cada (05) años	0.230	0.270	0.398	0.345	0.286	0.306
Cada (03) años	0.153	0.090	0.133	0.207	0.238	0.164
Cada (02) años	0.092	0.054	0.044	0.069	0.095	0.071
Una (01) vez por año	0.066	0.045	0.027	0.034	0.048	0.044

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 93. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas ambientales

IC	0.039
RC	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador

4.4.4 Análisis de la dimensión ambiental - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Dimensión ambiental

Cuadro 94. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión ambiental

PARÁMETRO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.000	3.000	5.000
Fragilidad	0.333	1.000	3.000
Resiliencia	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 95. Matriz de normalización del parámetro dimensión ambiental

PARÁMETRO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.692	0.556	0.633
Fragilidad	0.217	0.231	0.333	0.260
Resiliencia	0.130	0.077	0.111	0.106

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 96. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión ambiental

IC	0.019
RC	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador

4.5 Nivel de vulnerabilidad

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

Cuadro 97. Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.273	$\leq V \leq$	0.450
ALTO	0.152	$\leq V <$	0.273
MEDIO	0.080	$\leq V <$	0.152
BAJO	0.044	$\leq V <$	0.080

Elaboración: Equipo Evaluador

4.6 Estratificación de la vulnerabilidad

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

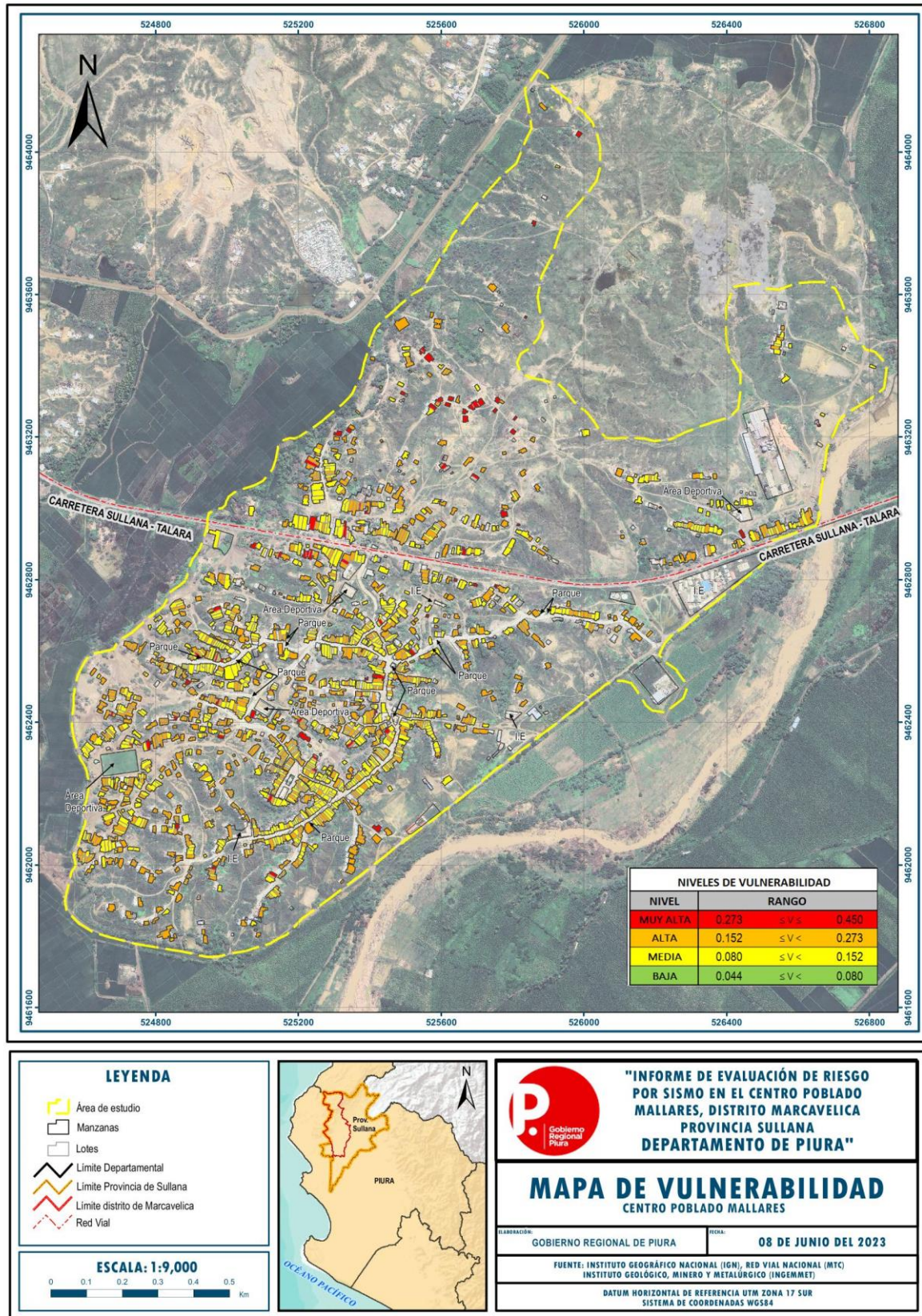
Cuadro 98. Estratificación de la Vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGOS
Vulnerabilidad Muy Alta	Con cantidad de personas expuestas mayor a 7, con discapacidad motora, acceso a agua potable de río, acequia, no cuenta con servicios higiénicos, no cuenta con acceso a seguro, no tiene capacitación en riesgo de desastres; exposición al peligro alto y/o muy alto; tipo de pared quincha, estera y/o madera triplay, con estado de conservación muy malo, con ocupación principal desempleado. Con distancia al foco de contaminación menor a 2 m., con disposición de residuos sólidos a la intemperie, con disposición de residuos líquidos al río o canal, sin capacitación ambiental.	$0.273 \leq V \leq 0.450$
Vulnerabilidad Alta	Con cantidad de personas expuestas de 6 a 7, con discapacidad visual y/o mental, acceso a agua potable de pozo y/o cisterna, utiliza servicios higiénicos en río, acequia o canal, pozo ciego y/o negro cuenta con acceso a seguro y/o cuenta con SIS, ESSALUD, con capacitación en riesgo de desastres de 1 a 2 veces al año; exposición al peligro alto y/o medio; tipo de pared adobe y/o tapial, con estado de conservación malo y/o regular con ocupación principal agricultor y/o ganadero y/o pesca. Con distancia al foco de contaminación de a 2.1 a 100 m., con disposición de residuos sólidos lo quema o entierra y/o botadero clandestino, con disposición de residuos líquidos a la intemperie y/o pozo ciego, sin capacitación ambiental cada 3 y/o 5 años.	$0.152 \leq V < 0.273$
Vulnerabilidad Media	Con cantidad de personas expuestas igual a 5, con discapacidad auditiva, acceso a agua potable de pozo y/o cisterna, utiliza servicios higiénicos en unidad básica de saneamiento, cuenta con acceso a seguro de PNP/FFAA, con capacitación en riesgo de desastres de 3 veces al año; exposición al peligro bajo; tipo de pared piedra con mortero, con estado de conservación bueno, con ocupación principal trabajador independiente. Con distancia al foco de contaminación de a 100.1 a 200 m., con disposición de residuos sólidos a reciclador, con disposición de residuos líquidos a letrina o similar, con capacitación ambiental cada 2 años.	$0.080 \leq V < 0.152$
Vulnerabilidad Baja	Con cantidad de personas expuestas menor a 4, sin discapacidad, acceso a agua potable de pozo y/o cisterna, utiliza servicios higiénicos de red pública de desagüe, cuenta con acceso a seguro privado, con capacitación en riesgo de desastres más de 3 veces al año; exposición al peligro muy bajo; tipo de pared ladrillo y/o bloque cemento, con estado de conservación muy bueno, con ocupación principal empleador. Con distancia al foco de contaminación de mayor a 200 m., con disposición de residuos sólidos camión recolector, con disposición de residuos líquidos a la alcantarilla, con capacitación ambiental 1 vez por año.	$0.044 \leq V < 0.080$

Elaboración: Equipo Evaluador

4.7 Mapa de vulnerabilidad

Figura 7. Mapa de vulnerabilidad del centro poblado de Mallares



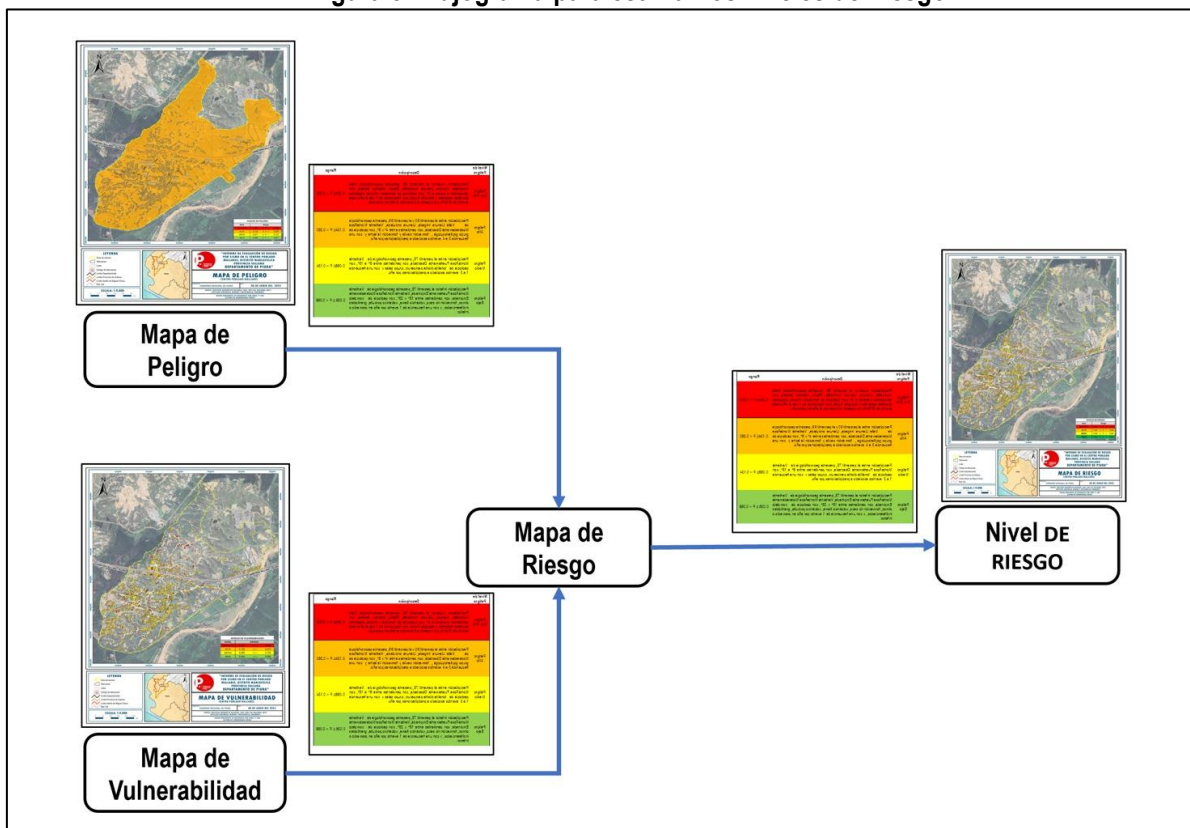
Elaboración: Equipo Evaluador

CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

5.1 Metodología para la determinación de los niveles del riesgo

Para la determinación de los niveles de riesgo, se ha utilizado un Sistema de Información Geográfica (SIG) el cual permitió automatizar el proceso, para lo cual se realizó en base al flujograma que se muestra en la siguiente figura:

Figura 8. Flujograma para estimar los niveles del riesgo



Elaboración: Equipo Evaluador

5.2 Determinación de los niveles de riesgos

5.2.1 Niveles del riesgo

Los niveles de riesgo por el peligro sísmico del área de influencia del centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, se detallan a continuación:

Cuadro 99. Niveles del riesgo

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.070	$\leq R \leq$	0.228
ALTO	0.020	$\leq R <$	0.068
MEDIO	0.006	$\leq R <$	0.020
BAJO	0.002	$\leq R <$	0.006

Elaboración: Equipo Evaluador

5.2.2 Matriz del riesgo

La matriz de riesgos originado por el peligro sísmico del área de influencia del centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, se detallan a continuación:

Cuadro 100. Matriz del riesgo

PMA	0.506	0.041	0.077	0.138	0.228
PA	0.250	0.020	0.038	0.068	0.112
PM	0.133	0.011	0.020	0.036	0.060
PB	0.071	0.006	0.011	0.020	0.032
		0.080	0.152	0.273	0.450
		VB	VM	VA	VMA

Elaboración: Equipo Evaluador

5.2.3 Estratificación del riesgo

Cuadro 101. Estratificación del riesgo

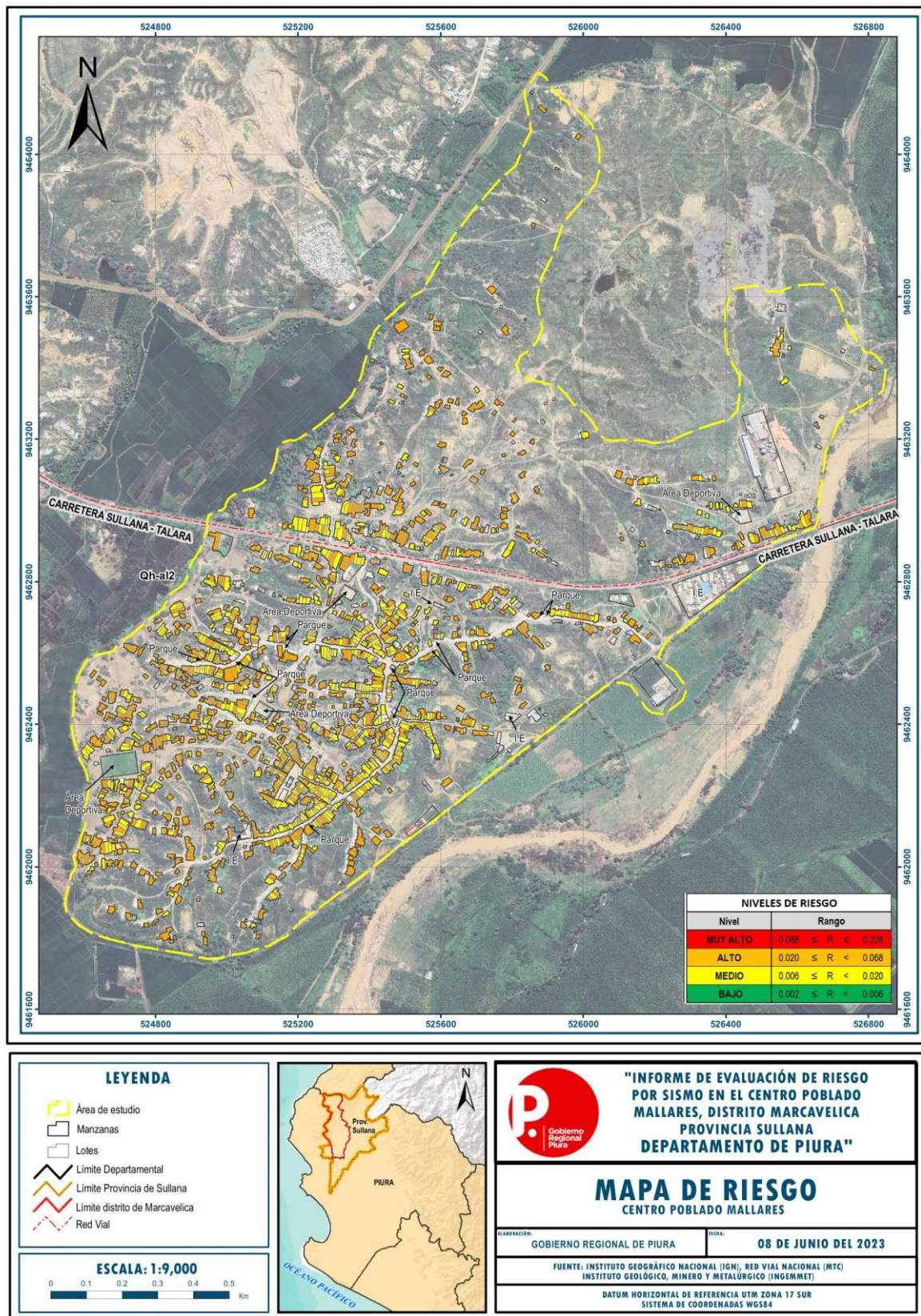
NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Con una magnitud de sismo de 6.0 - 7.9 Mw con tipo de suelos de materiales antrópicos, con unidad geomorfológica de lecho fluvial y cauce aluvial, con unidad geológica de depósito fluvial, con una probabilidad de recurrencia de 10 años.</p> <p>Con cantidad de personas expuestas mayor a 7, con discapacidad motora, acceso a agua potable de río, acequia, no cuenta con servicios higiénicos, no cuenta con acceso a seguro, no tiene capacitación en riesgo de desastres; exposición al peligro alto y/o muy alto; tipo de pared quincha, estera y/o madera triplay, con estado de conservación muy malo, con ocupación principal desempleado. Con distancia al foco de contaminación menor a 2 m., con disposición de residuos sólidos a la intemperie, con disposición de residuos líquidos al río o canal, sin capacitación ambiental.</p>	$0.068 \leq R \leq 0.228$
Riesgo Alto	<p>Con una magnitud de sismo de 6.0 - 7.9 Mw, con tipo de suelos de limos inorgánicos de alta plasticidad y/o arcillas inorgánicas con presencia de limo, con unidad geomorfológica de depresión aluvial y/o terraza fluvio aluvial, con unidad geológica de depósito aluvial reciente y/o depósito fluvio aluvial, con una probabilidad de recurrencia de 10 años.</p> <p>Con cantidad de personas expuestas de 6 a 7, con discapacidad visual y/o mental, acceso a agua potable de pozo y/o cisterna, utiliza servicios higiénicos en río, acequia o canal, pozo ciego y/o negro cuenta con acceso a seguro y/o cuenta con SIS, ESSALUD, con capacitación en riesgo de desastres de 1 a 2 veces al año; exposición al peligro alto y/o medio; tipo de pared adobe y/o tapial, con estado de conservación malo y/o regular con ocupación principal agricultor y/o ganadero y/o pesca. Con distancia al foco de contaminación de 2.1 a 100 m., con disposición de residuos sólidos lo quema o entierra y/o botadero clandestino, con disposición de residuos líquidos a la intemperie y/o pozo ciego, sin capacitación ambiental cada 3 y/o 5 años.</p>	$0.020 \leq R < 0.068$

Riesgo Medio	<p>Con una magnitud de sismo de 6.0 - 7.9 Mw, con tipo de suelos de arenas arcillosas con limos, con unidad geomorfológica de terraza aluvial, con unidad geológica de depósito aluvial antiguo, con una probabilidad de recurrencia de 10 años.</p> <p>Con cantidad de personas expuestas igual a 5, con discapacidad auditiva, acceso a agua potable de pozo y/o cisterna, utiliza servicios higiénicos en unidad básica de saneamiento, cuenta con acceso a seguro de PNP/FFAA, con capacitación en riesgo de desastres de 3 veces al año; exposición al peligro bajo; tipo de pared piedra con mortero, con estado de conservación bueno, con ocupación principal trabajador independiente. Con distancia al foco de contaminación de a 100.1 a 200 m., con disposición de residuos sólidos a reciclador, con disposición de residuos líquidos a letrina o similar, con capacitación ambiental cada 2 años.</p>	$0.006 \leq R < 0.020$
Riesgo Bajo	<p>Con una magnitud de sismo de 6.0 - 7.9 Mw, con tipo de suelos grava mal gradada con arcillas, con unidad geomorfológica de loma, con unidad geológica de formación chira, con una probabilidad de recurrencia de 10 años.</p> <p>Con cantidad de personas expuestas menor a 4, sin discapacidad, acceso a agua potable de pozo y/o cisterna, utiliza servicios higiénicos de red pública de desagüe, cuenta con acceso a seguro privado, con capacitación en riesgo de desastres más de 3 veces al año; exposición al peligro muy bajo; tipo de pared ladrillo y/o bloque cemento, con estado de conservación muy bueno, con ocupación principal empleador. Con distancia al foco de contaminación de mayor a 200 m., con disposición de residuos sólidos camión recolector, con disposición de residuos líquidos a la alcantarilla, con capacitación ambiental 1 vez por año.</p>	$0.002 \leq R < 0.006$

Elaboración: Equipo Evaluador

5.2.4 Mapa del Riesgo

Figura 9. Mapa de riesgo del centro poblado de Mallares



Elaboración: Equipo Evaluador

5.3 Cálculo de efectos probables (cualitativa y cuantitativa)

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, a consecuencia del impacto del peligro por sismos, basados en un escenario crítico con magnitud de sismo de 6.0 a 7.9 Mw. Se muestra a continuación los efectos probables del área de influencia del centro poblado, siendo estos de carácter netamente referencial, considerando las viviendas en mal y muy mal estado y en riesgo alto, estos se calcularon para un área de 100 m² de construcción, en base a los valores unitarios oficiales de edificación para la costa del MVCS. El monto de efectos probables asciende a S/ 39,328,337.00, de los cuales S/ 32,004,337.00 corresponde a los daños probables y S/ 7,324,000.00 corresponde a las pérdidas probables.

Cuadro 102. Efectos probables del centro poblado de Mallares

EFFECTOS PROBABLES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	DAÑOS PROBABLES	PÉRDIDAS PROBABLES
DAÑOS PROBABLES (VIVIENDAS EN RIESGOS ALTO) (Soles S/.)					
Viviendas construidas con material de concreto	153	79,143.00	12,108,879	12,108,879	-
Viviendas construidas con material precario	583	34,126.00	19,895,458	19,895,458	-
PÉRDIDAS PROBABLES					
Costos de adquisición de carpas	350	1,000.00	350,000	-	350,000
Costos de adquisición de módulos de viviendas	736	9,000.00	6,624,000	-	6,624,000
Gastos de atención de la emergencia	1	350,000.00	350,000	-	350,000.00
Total²			39,328,337	32,004,337	7,324,000

Elaboración: Equipo Evaluador

5.4 Zonificación de Riesgos

La zonificación de riesgo en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, está determinada por el resultado del mapa de riesgo, en el cual se están representando las áreas donde se encuentran las edificaciones y su nivel de riesgo, si bien este estudio solo representa el riesgo a nivel de lotes y no se está delimitando el riesgo a nivel territorial, en consecuencia, se entiende que la zonificación corresponde a los niveles de riesgo de las edificaciones en el sector analizado.

5.5 Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros)

La autoridad competente (responsable), deberá utilizar el presente informe de evaluación de riesgo, según lo estipulado en la normatividad vigente, con la finalidad de prevenir y/o reducir el riesgo.

5.5.1 De orden estructural

Uno de los factores mas relevantes para un aumento del riesgo es el estado de conservacion de las viviendas, muchas de ellas no cuentan con una adecuada construccion el cual disminuya la afectacion ante un posible sismo al ser de material precario (adobe y/o quincha).

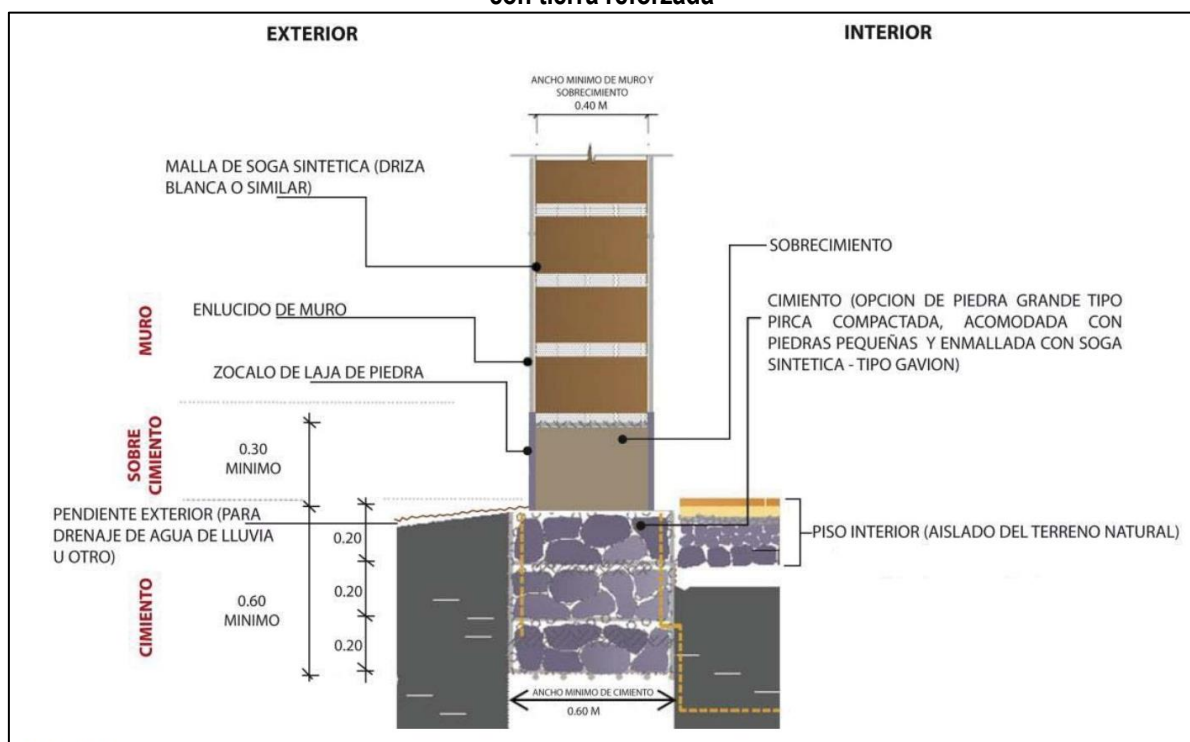
Intervenir con la reparacion y reforzamiento de las viviendas de albañileria, adobe y quincha de acuerdo a la normativa tecnica sismoresistente y con asesoria de las entidades correspondientes.

² Los valores son referenciales.

5.5.2 De orden no estructural

- Fortalecer las capacidades de la población en materia de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo de desastres.
- Elaborar el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PPRRD) ante sismos que puedan afectar a las viviendas del centro poblado de Mallares el cual debe estar liderado por la municipalidad del distrito de Marcavelica.
- Capacitar a la población en el cumplimiento de las normas técnicas de construcción sismoresistente para viviendas de adobe y material noble, como medida de seguridad en las futuras construcciones de sus viviendas.
- Plantear maquetas del modelo de sistema constructivo en adobe, quincha y material noble tomando en cuenta consideraciones sismoresistentes con asesoramiento técnico de las entidades correspondientes para plantear planos modelo para construcción en base al Reglamento Nacional de Edificaciones con las normas correspondientes E-020 (cargas), E-030 (Diseño sismoresistente), E-050 (suelos y cimentaciones), E-060 (concreto armado), E-070 (Albañilería), E-80 (Diseño y construcción en tierra reforzada), E-010 (Madera) y otros que apliquen.

Figura 10. Esquema de cimentación norma E-080 de diseño y construcción con tierra reforzada



Fuente: Norma E.080 E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada

5.6 Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes)

5.6.1 De orden estructural

- De manera urgente se deberá de considerar el reforzamiento de las viviendas de albañilería, adobe y quincha especialmente en paredes y techos.

5.6.2 De orden no estructural

Las medidas no estructurales que se muestran a continuación tienen carácter complementario y se sugiere realizarlas a la brevedad posible.

- Desarrollar capacidades, instrumentos y mecanismos para responder adecuadamente ante un probable sismo con el diseño del Plan de Contingencia ante un sismo de gran magnitud.
- El centro poblado no cuenta con Planes de Prevención de Riesgos de Desastres, según lo establece el Art. 39.1. del Reglamento de la Ley 29664, asimismo no cuentan con un Plan de Operaciones de Emergencia, Plan de Educación Comunitaria, etc, por lo que se deben elaborar en el marco de la normatividad vigente.
- Implementar los procesos de fortalecimiento de capacidades organizativas de la población en materia de preparación y prevención ante peligro por sismos, por lo que se debe realizar campañas de capacitación a la población en el cual se identifique las rutas de evacuación, zonas seguras frente a sismos y sistemas comunitarios de alerta temprana.
- La población no está capacitada en preparación y prevención de riesgos ante este fenómeno, por lo que deben realizarse campañas de preparación a la población.
- Desarrollar esquemas de ordenamiento urbano para orientar el crecimiento planificado, ordenado y adecuado en el centro poblado de Mallares.
- Plantear mecanismos financieros para implementar estrategias en reducción de riesgo de desastres. Asimismo, implementar programas de subsidios para reforzamiento y mejoramiento estructural de viviendas y construcciones precarias por parte de las entidades competentes del estado.
- Mantener activo los planes de contingencia con participación ciudadana y el COE (Centro de Operaciones de Emergencia) local correspondiente.
- Fortalecer programas de capacitación en temas de resiliencia y medios de vida para empoderar a las mujeres y /o grupos sociales desfavorecidos.
- Fortalecer las capacidades en temas constructivos con cursos básicos de construcción y fichas explicativas en forma sencilla, para mejorar los sistemas constructivos y protección de edificaciones.

CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO

6.1 De la evaluación de las medidas

6.1.1 Aceptabilidad / Tolerabilidad

a) Valoración de consecuencias:

Cuadro 103. Valoración de consecuencias

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

Elaboración: CENEPRED

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

b) Valoración de frecuencia:

Cuadro 104. Valoración de la frecuencia de ocurrencia

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

Elaboración: CENEPRED

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento sísmico puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias, es decir, posee el nivel 3 – Alta.

c) Nivel de consecuencia y daños:

Cuadro 105. Nivel de consecuencia y daños

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

Elaboración: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de Nivel 3 – Alta.

d) **Aceptabilidad y/o tolerancia:**

Cuadro 106. Nivel de consecuencia y daños

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

Elaboración: CENEPRED

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo por sismos en el centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica, es de nivel 3 – Inaceptable.

La matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo se indica a continuación:

Cuadro 107. Nivel de aceptabilidad y tolerancia

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

Elaboración: CENEPRED

e) **Prioridad de intervención:**

Cuadro 108. Prioridad de intervención

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

Elaboración: CENEPRED

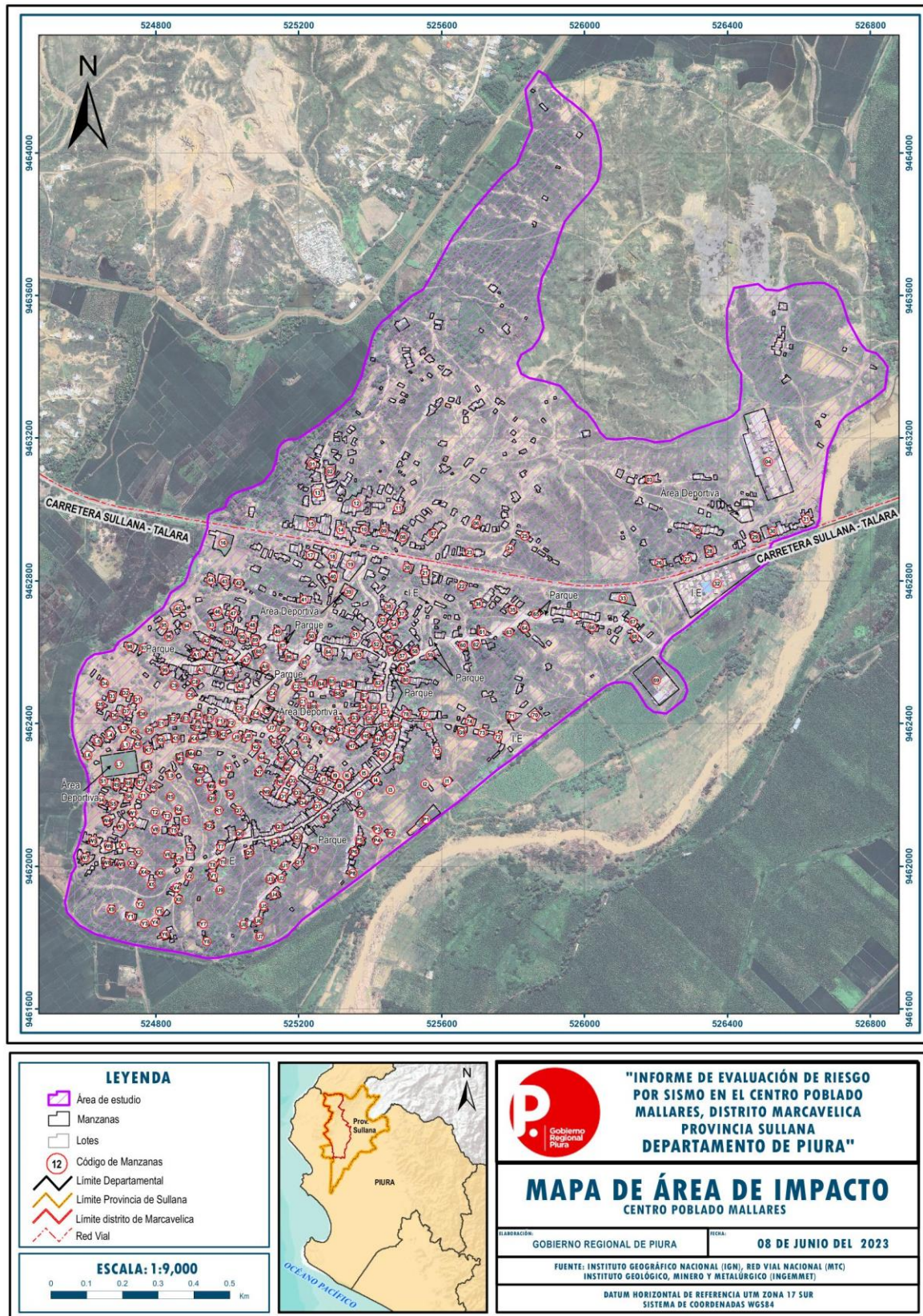
Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de II, del cual constituye se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos (deberán mejorarse la construcción de viviendas y demás edificaciones).

6.1.2 Control de riesgos

- El área de influencia es el centro poblado de Mallares, la totalidad de las edificaciones están expuestas a los sismos y dado el estado de conservación y materiales constructivos de las mismas presentan un Riesgo Medio y Alto, donde se observa que muchas de las viviendas en mal estado fueron afectadas por el sismo del 2021, si bien no han colapsado pero han sufrido serios daños (en especial por el mal estado de sus paredes y no contar con un sistema de reforzamiento estructural acorde a las normas de construcción para edificaciones antisísmicas).
- Se determinó 678 viviendas con riesgo Medio y 1044 viviendas con riesgo Alto, esto debido a las condiciones y estado de las viviendas, así como la materia predominante en paredes (adobe, quincha) y techos (calamina en mal estado).
- Del análisis de riesgo se concluye que 2211 personas están en riesgo Medio y 3936 personas se encuentran en riesgo Alto, debido a las condiciones de fragilidad social, económica y ambiental.
- Se obtiene que el nivel de priorización es de II (Inaceptable), del cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.
- El cálculo de los efectos probables asciende a S/. 39,328,337.00

ANEXO

Figura 11. Mapa de área de impacto en el centro poblado Mallares



Elaboración: Equipo Evaluador

BIBLIOGRAFÍA

- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Gobierno Regional de Piura. Zonificación Ecológica Económica – ZEE en la Región Piura, 2012.
- Gobierno Regional de Piura. Zonificación Ecológica Económica de la Región Piura: Estudio de la situación, utilidad y pasos a seguir en el proceso – primera edición 2014.
- Guía práctica construyendo viviendas con quincha mejorada, tecnología de mitigación de riesgos. Predes, Cuarta edición, Julio 2008.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2018). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. INEI.
- Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú, Julio Kuroiwa Horiuchi, 2016.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). E.080 (Diseño y construcción en tierra reforzada).
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma E-100 Bambú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma E.030. Diseño sismorresistente.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma E.010 Madera.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma EM.110. Confort térmico y lumínico con eficiencia energética.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Construcciones Norma E.050, Suelos y cimentaciones.
- Tavera, H., Bernal E., Yesenia I., Condori, C., Ordaz, M., Zevallos, A. & Ishizawa, O. (2014). Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú. IGP, Informes Técnicos (201), 91p.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Listado de emergencias en el distrito de Marcavelica.....	9
Cuadro 2. Centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica.....	11
Cuadro 3. Características de la población según sexo.....	13
Cuadro 4. Población según grupos de edades.....	14
Cuadro 5. Material predominante en las paredes.....	14
Cuadro 6. Material predominante en los pisos.....	15
Cuadro 7. Tipo de abastecimiento de agua.....	16
Cuadro 8. Viviendas con servicios higiénicos.....	17
Cuadro 9. Tipo de alumbrado.....	17
Cuadro 10. Rangos de magnitud sísmica para el centro poblado Mallares.....	34
Cuadro 11. Resumen estadístico descriptiva de profundidad y magnitud.....	38
Cuadro 12. Registro de sismos superficiales con diferencia de años.....	40
Cuadro 13. Registro de sismos intermedios con diferencia de años.....	40
Cuadro 14. Parámetros de probabilidad de recurrencia.....	41
Cuadro 15. Matriz de comparación de pares del parámetro probabilidad de recurrencia.....	42
Cuadro 16. Matriz de normalización del parámetro probabilidad de recurrencia.....	42
Cuadro 17. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro probabilidad de recurrencia.....	42
Cuadro 18. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad.....	42
Cuadro 19. Matriz de comparación de pares del parámetro magnitud de sismo.....	43
Cuadro 20. Matriz de normalización del parámetro magnitud del sismo.....	43
Cuadro 21. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro magnitud de sismo.....	43
Cuadro 22. Matriz de comparación de pares del parámetro suelos.....	44
Cuadro 23. Matriz de normalización del parámetro suelos.....	44
Cuadro 24. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro suelos.....	44
Cuadro 25. Matriz de comparación de pares del parámetro geología.....	45
Cuadro 26. Matriz de normalización del parámetro geología.....	45
Cuadro 27. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geología.....	45
Cuadro 28. Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología.....	45
Cuadro 29. Matriz de normalización del parámetro geomorfología.....	46
Cuadro 30. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro geomorfología.....	46
Cuadro 31. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante.....	46
Cuadro 32. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor condicionante.....	46
Cuadro 33. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros utilizados en el factor condicionante.....	46
Cuadro 34. Población expuesta.....	47
Cuadro 35. Niveles de peligro.....	49
Cuadro 36. Estratificación del peligro.....	49
Cuadro 37. Parámetros a utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social.....	51
Cuadro 38. Matriz de comparación de pares del parámetro cantidad de personas por vivienda.....	52
Cuadro 39. Matriz de normalización del parámetro cantidad de personas por vivienda.....	52
Cuadro 40. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro cantidad de personas por vivienda.....	52
Cuadro 41. Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad.....	52
Cuadro 42. Matriz de normalización del parámetro discapacidad.....	53
Cuadro 43. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro discapacidad.....	53
Cuadro 44. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicio de agua potable.....	53
Cuadro 45. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicio de agua potable.....	53
Cuadro 46. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro acceso a servicio de agua potable.....	53
Cuadro 47. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios higiénicos.....	54
Cuadro 48. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios higiénicos.....	54
Cuadro 49. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios higiénicos.....	54
Cuadro 50. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor fragilidad social.....	54
Cuadro 51. Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad social.....	55

Cuadro 52. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros de la fragilidad social	55
Cuadro 53. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso al seguro de salud	55
Cuadro 54. Matriz de normalización del parámetro acceso al seguro de salud	55
Cuadro 55. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro acceso al seguro de salud	55
Cuadro 56. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD	56
Cuadro 57. Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD	56
Cuadro 58. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en GRD	56
Cuadro 59. Resiliencia social	56
Cuadro 60. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión social	56
Cuadro 61. Matriz de normalización del parámetro dimensión social	57
Cuadro 62. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión social	57
Cuadro 63. Parámetros de dimensión económica	57
Cuadro 64. Matriz de comparación de pares del parámetro nivel de exposición al peligro	57
Cuadro 65. Matriz de normalización del parámetro nivel de exposición al peligro	57
Cuadro 66. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro nivel de exposición al peligro	58
Cuadro 67. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes	58
Cuadro 68. Matriz de normalización del parámetro material predominante en paredes	58
Cuadro 69. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante en paredes	58
Cuadro 70. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación	59
Cuadro 71. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación	59
Cuadro 72. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación	59
Cuadro 73. Fragilidad económica	59
Cuadro 74. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación principal	60
Cuadro 75. Matriz de normalización del parámetro ocupación principal	60
Cuadro 76. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de ocupación principal	60
Cuadro 77. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión económica	61
Cuadro 78. Matriz de normalización del parámetro dimensión económica	61
Cuadro 79. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión económica	61
Cuadro 80. Parámetros de dimensión ambiental	61
Cuadro 81. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia al foco de contaminación	61
Cuadro 82. Matriz de normalización del parámetro distancia al foco de contaminación	62
Cuadro 83. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro distancia al foco de contaminación	62
Cuadro 84. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos	62
Cuadro 85. Matriz de normalización del parámetro disposición de residuos sólidos	62
Cuadro 86. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de residuos sólidos	62
Cuadro 87. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos líquidos	63
Cuadro 88. Matriz de normalización del parámetro disposición de residuos líquidos	63
Cuadro 89. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de residuos líquidos	63
Cuadro 90. Fragilidad ambiental	63
Cuadro 91. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en temas ambientales	64
Cuadro 92. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas ambientales	64
Cuadro 93. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas ambientales	64
Cuadro 94. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión ambiental	65
Cuadro 95. Matriz de normalización del parámetro dimensión ambiental	65
Cuadro 96. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión ambiental	65
Cuadro 97. Niveles de vulnerabilidad	65
Cuadro 98. Estratificación de la Vulnerabilidad	66
Cuadro 99. Niveles del riesgo	68
Cuadro 100. Matriz del riesgo	69
Cuadro 101. Estratificación del riesgo	69
Cuadro 102. Efectos probables del centro poblado de Mallares	72
Cuadro 103. Valoración de consecuencias	75
Cuadro 104. Valoración de la frecuencia de ocurrencia	75
Cuadro 105. Nivel de consecuencia y daños	75
Cuadro 106. Nivel de consecuencia y daños	76
Cuadro 107. Nivel de aceptabilidad y tolerancia	76

Cuadro 108. Prioridad de intervención..... 76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Características de la población según sexo	13
Gráfico 2. Población según grupos de edades	14
Gráfico 3. Material predominante en las paredes	15
Gráfico 4. Material predominante en los pisos	15
Gráfico 5. Tipo de abastecimiento de agua	16
Gráfico 6. Viviendas con servicios higiénicos	17
Gráfico 7. Tipo de alumbrado.....	18
Gráfico 8. Esquema sismo tectónico en superficie y distribución de los principales sistemas de fallas geológicas en Perú	26
Gráfico 9. Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1960 y 2014.....	27
Gráfico 10. Mapa de sismicidad de Perú	30
Gráfico 11. Mapa de zonificación sísmica del Perú	31
Gráfico 12. Mapa de análisis de densidad de Kernel.....	33
Gráfico 13. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad	35
Gráfico 14. Flujograma general del proceso de análisis de información	36
Gráfico 15. Identificación de peligros en el distrito de Marcavelica	36
Gráfico 16. Distribución temporal de sismos con profundidad menor a 60 km.....	38
Gráfico 17. Distribución temporal de sismos con profundidad mayor a 60 km	39
Gráfico 18. Calculo de la probabilidad de recurrencia	41
Gráfico 19. Metodología del análisis de la vulnerabilidad	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del centro poblado de Mallares del distrito de Marcavelica	12
Figura 2. Mapa geológico del centro poblado Mallares	20
Figura 3. Mapa geomorfológico del centro poblado Mallares	22
Figura 4. Mapa de tipo de suelos del centro poblado Mallares.....	24
Figura 5. Mapa de elementos expuestos del centro poblado de Mallares	48
Figura 6. Mapa de peligro del centro poblado de Mallares	50
Figura 7. Mapa de vulnerabilidad del centro poblado de Mallares.....	67
Figura 8. Flujograma para estimar los niveles del riesgo.....	68
Figura 9. Mapa de riesgo del centro poblado de Mallares	71
Figura 10. Esquema de cimentación norma E- 080 de diseño y construcción	73
Figura 11. Mapa de área de impacto en el centro poblado Mallares	78