

INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR SISMO EN EL CENTRO POBLADO SOJO DEL DISTRITO DE MIGUEL CHECA, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA



Centro poblado Sojo

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. Felipe Rufino Cahuapaza Hilasaca

Ing. Miguel Ángel Uquichi Campos

EQUIPO CONSULTOR

Ing. Julio César Flores Moreno.....Evaluador De Riesgos

Ing. Lilyan Luza Ortega.....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.....	8
1.6 Marco normativo.....	11
CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	12
2.1. Ubicación geográfica.....	12
2.1.1. Límites.....	12
2.1.2. Área de estudio.....	12
2.2. Vías de acceso.....	14
2.3. Características sociales.....	14
2.3.1. Población.....	14
2.3.2. Vivienda.....	15
2.3.3. Abastecimiento de agua.....	17
2.3.4. Disponibilidad de servicios higiénicos.....	18
2.3.5. Tipo de alumbrado.....	19
2.3.6. Nivel educativo de la población.....	19
2.3.7. Salud.....	19
2.4. Características Económicas.....	20
2.4.1. Actividades económicas.....	20
2.5. Características Físicas.....	20
2.5.1. Condiciones geológicas.....	20
2.5.2. Condiciones geomorfológicas.....	23
2.5.3. Hidrografía.....	28
2.5.4. Condiciones tipo de Suelos.....	28
2.5.5. Pendiente.....	31
2.5.6. Condiciones climatológicas.....	31
2.5.7. Condiciones sísmicas.....	31
CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	34
3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad.....	34
3.2 Recopilación y análisis de la información.....	35
3.3 Identificación de probable área de influencia del peligro.....	35

3.4	Peligros generados por fenómenos de origen naturales	36
3.4.1	Caracterización del peligro por sismo.....	36
3.5	Parámetros de evaluación	37
3.5.1	Análisis temporal	39
3.5.2	Recurrencia	42
3.6	Susceptibilidad del territorio.....	42
3.6.1	Análisis del factor desencadenante	43
3.6.2	Análisis de los factores condicionantes	44
3.7	Análisis de elementos expuestos	46
3.7.1	Población.....	46
3.7.2	Vivienda.....	47
3.7.3	Educación.....	47
3.7.4	Salud	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	59
4.3.4	Análisis de la dimensión económica - ponderación de parámetros.....	60
4.4	Análisis de la dimensión ambiental.....	60
4.4.1	Análisis de la exposición en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros	60
4.4.2	Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros	61
4.4.3	Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental - ponderación de parámetros	62
4.4.4	Análisis de la dimensión ambiental - ponderación de parámetros.....	63
4.5	Nivel de vulnerabilidad.....	64
4.6	Estratificación de la vulnerabilidad	64
4.7	Mapa de Vulnerabilidad.....	66
CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO.....		67
5.1	Metodología para la determinación de los niveles del riesgo	67
5.2	Determinación de los niveles de riesgos	72
5.2.1	Niveles del riesgo	72

5.2.2	Matriz del riesgo	72
5.2.3	Estratificación del riesgo.....	72
5.2.4	Mapa del Riesgo.....	75
5.3	Cálculo de efectos probables (cualitativa y cuantitativa)	76
5.4	Zonificación de Riesgos.....	76
5.5	Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros).....	76
5.5.1	De orden estructural	76
5.5.2	De orden no estructural	77
5.6	Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes)	77
5.6.1	De orden estructural	77
5.6.2	De orden no estructural	77
CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO		78
6.1	De la evaluación de las medidas.....	78
6.1.1	Aceptabilidad / Tolerabilidad.....	78
6.1.2	Control de riesgos.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....		81
ANEXO		82
LISTA DE CUADROS		83
LISTA DE GRÁFICOS		85
LISTA DE FIGURAS		86

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 Sojo del distrito Miguel Checa, provincia de Paita, 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 ocurre un sismo de magnitud moderada (M6.1) 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. Sismo de Sullana del 30 de Julio 2021 (M6.1) – Aspectos Sismotectónicos. Instituto Geofísico del Perú (2021).

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo General

Determinar el nivel del riesgo por sismo en el centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, 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

La presente evaluación pretende sustentar la implementación de acciones de prevención y/o reducción de riesgos por sismo, en el centro poblado Sojo del distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, departamento de Piura.

De acuerdo a la Resolución Ministerial N° N° 147-2016-PCM, los gobiernos regionales, municipalidades provinciales y distritales elaboran los informes de evaluación de riesgo para la localidad afectada, bajo ese contexto el gobierno regional de Piura, solicita al CENEPRED la elaboración de diez (10) Informes de Evaluación de Riesgo *de Desastres en la región Piura – EVAR, y su aplicación para la gestión del riesgo de desastres en el marco del Plan de Reconstrucción Post Sismo de 6.1 Mw*, en las provincias de Paita y Sullana del departamento de Piura, con la información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú - IGP, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET, entre otros.

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

1.5 Antecedentes

El territorio peruano se caracteriza por sus condiciones geodinámicas y geomorfológicas que han sido aspectos importantes que han modelado el territorio a lo largo de los años, siendo uno de sus principales causas el proceso de convergencia entre las placas de Nazca (oceánica) y sudamericana (continental), generando sismos de diversas magnitudes y focos ubicados a diversas profundidades ocasionando daños estructurales a la infraestructura, vivienda y pérdida de vidas humanas², siendo otra de las fuente la deformación de la zona continental que ha dado origen a la formación de fallas con diversas longitudes³.

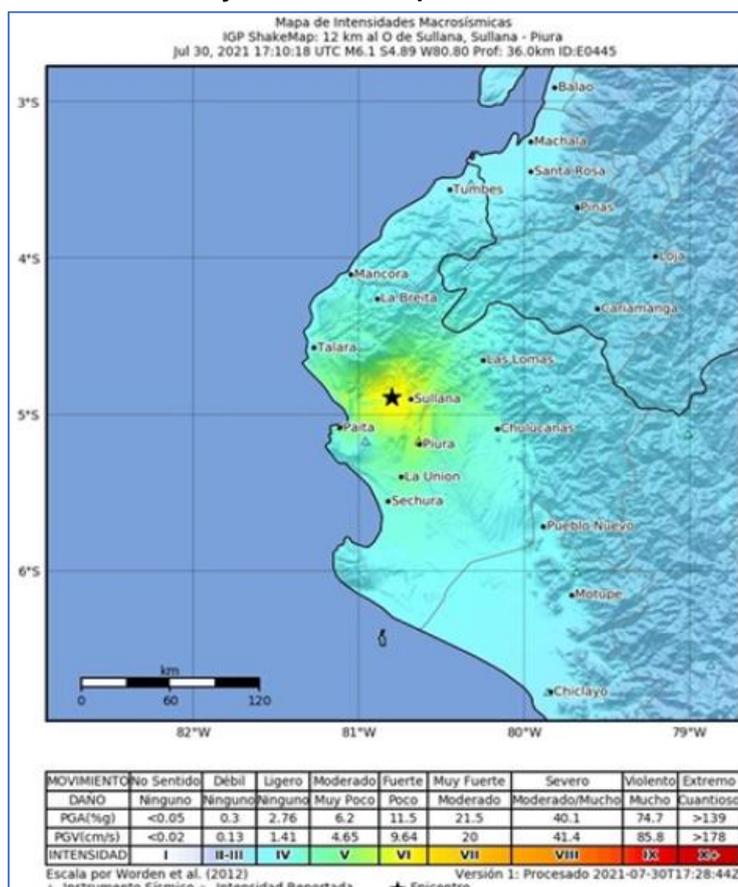
A continuación, podemos citar algunos reportes de sismos importante en el departamento de Piura, que afectaron y tuvieron impacto en el centro poblado Miguel Checa:

² Análisis y evaluaciones de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú, Instituto Geofísico del Perú (2020).

³ Zonificación sísmica Geotécnica de la Ciudad de Paita, Instituto Geofísico del Perú (2020).

- 20 de agosto de 1857; destruyó edificios y viviendas, produjo grietas y licuación de suelos en algunos lugares.
- El 24 de Julio de 1912 se registró en el departamento de Piura, tuvo una magnitud de 8.2 Mw a 30 km, de profundidad, ocasionando muertos heridos. Para este sismo se infiere que la zona de ruptura esté localizada más a la costa y asociada al proceso de subducción⁴.
- 10 de febrero de 1914; sismo registrado que causó daños a viviendas, catalogado como un sismo moderadamente destructor de intensidad VII M.M.
- El 15 de marzo de 2014 se registró en el departamento de Piura, provincia de Sechura, tuvo una magnitud de 6.2 Mw cuyo epicentro se ubicó a 38 km al oeste de la localidad de Sechura con una intensidad de VI en la escala de Mercalli Modificada (MM.).
- El 30 de julio del año 2021 ocurrió un sismo de 6.1 Mw. a una profundidad de 32 km, y que fue seguido por un total de 35 réplicas en las primeras 72 horas Este sismo produjo en la ciudad de Piura aceleraciones máximas del suelo de 86 cm/seg², así mismo produjo daños estructurales en viviendas.
- El 5 de octubre 2022, ocurre un sismo de magnitud 6.1Mw con epicentro a 17 km al oeste de la ciudad de Sullana (Piura), siendo el sacudimiento del suelo percibido en una 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.

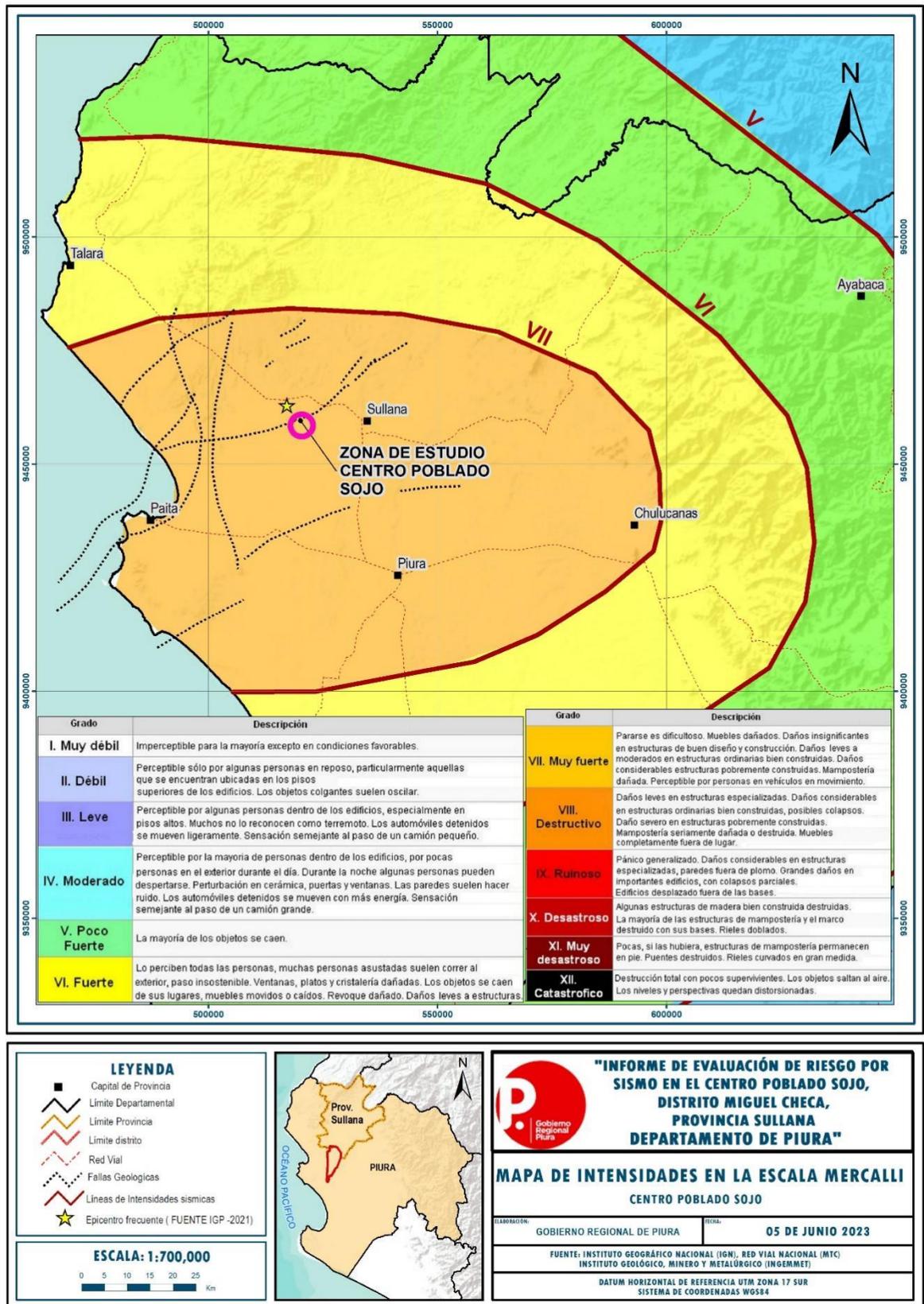
Figura 1. Mapa de Intensidades sísmicas y ubicación del epicentro del sismo del 30 de julio de 2021



Fuente: IGP

⁴ El GAP sísmico de Trujillo – Chiclayo y los sismos notables en la zona de subducción del noroeste del Perú – Leonidas Ocola – Instituto Geofísico del Perú (sf).

Figura 2. Mapa de Intensidades en la escala Mercalli



Elaboración: Equipo Evaluador adaptado de la fuente del IGP del deísmo del año 2021.

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 Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 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 distrito de Miguel Checa está situado en la parte sur de la provincia de Sullana, a una altura de 70 m.s.n.m., ubicado geográficamente en 4°54'08" de Latitud Sur y a 80°48'56" de Longitud Oeste, de la provincia de Sullana, de la región y departamento de Piura.

El distrito de Miguel Checa se encuentra a una distancia de 15 km de la provincia de Sullana. Abarca una superficie de 450.30 km², se ubica en la región natural costa.

El distrito de Miguel Checa, hidrográficamente se encuentra ubicado dentro de la cuenca del río Chira.

2.1.1. Límites

El distrito de Miguel Checa limita:

Norte: con los distritos de Bellavista y Marcavelica (provincia de Sullana).

Sur: con los distritos de La Arena y La unión (provincia de Piura).

Oeste: con el distrito de La Huaca (provincia de Paita).

Este: con el distrito de Piura (provincia de Piura).

2.1.2. Área de estudio

El área de evaluación comprende al centro poblado Sojo y geográficamente se encuentra entre las coordenadas:

Centro poblado Sojo:

COORDENADAS UTM 17S ESTE: 9458749.15 NORTE: 520789.27

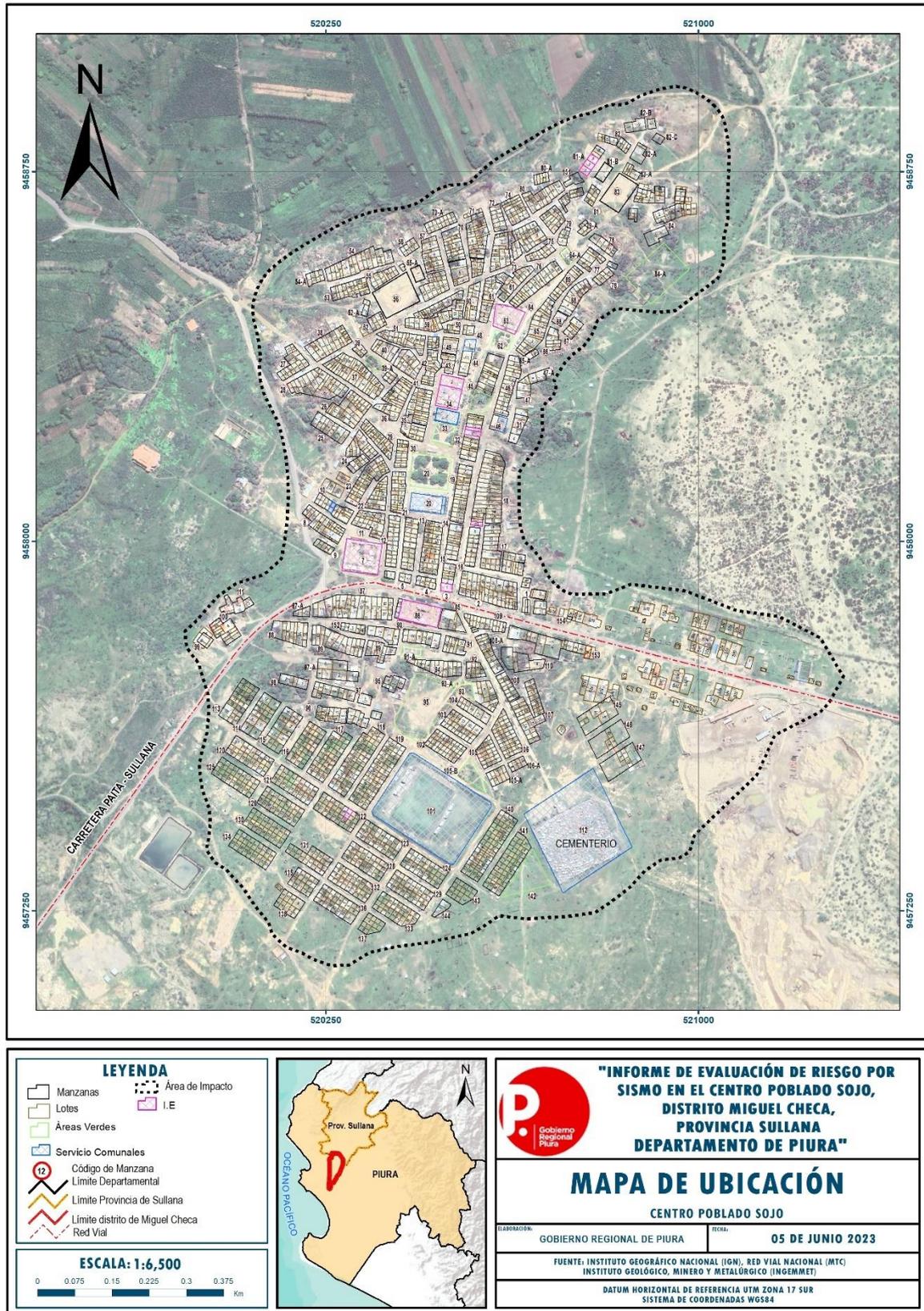
COORDENADAS GEOGRAFICAS: 80°48'56" O 4°54'08" S

Cuadro 1. Centro poblado Sojo del distrito Miguel Checa

Código	Centros Poblados	Región Natural (Según Piso Altitudinal)	Altitud (m s.n.m.)	Población Censada			Viviendas Particulares		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas	Desocupadas
200204	Distrito Miguel Checa			9,036	4,521	4,515	2,734	2,484	250
0018	Sojo	Chala	62	4403	2189	2214	1088	1024	64

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

Figura 3. Mapa de ubicación del centro poblado Sojo



Elaboración: Equipo Evaluador.

2.2. Vías de acceso

El acceso se realiza siguiendo desde Piura por la carretera Panamericana Norte, hasta el desvío de la carretera Sullana - Paita, a 61 km de la ciudad de Piura.

2.3. Características sociales

2.3.1. Población

A. Población Total

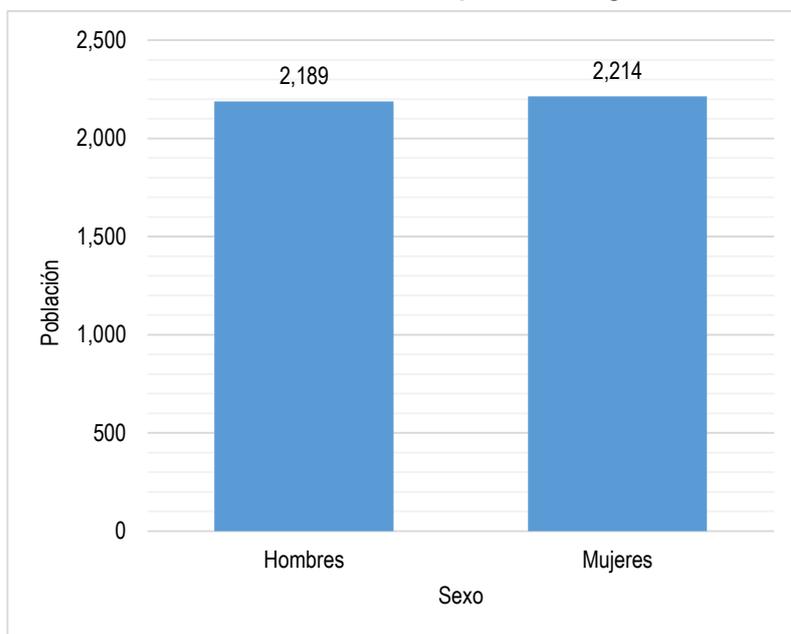
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, el centro poblado de Sojo del distrito de Miguel Checa cuenta con una población de 4,403 habitantes, entre hombres y mujeres.

Cuadro 2. Características de la población según sexo

Características de la población	Población total	%
Hombres	2,189	49.72
Mujeres	2,214	50.28
Total	4,403	100.00

Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

Gráfico 1. Características de la población según sexo



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

B. Población según grupo de edades

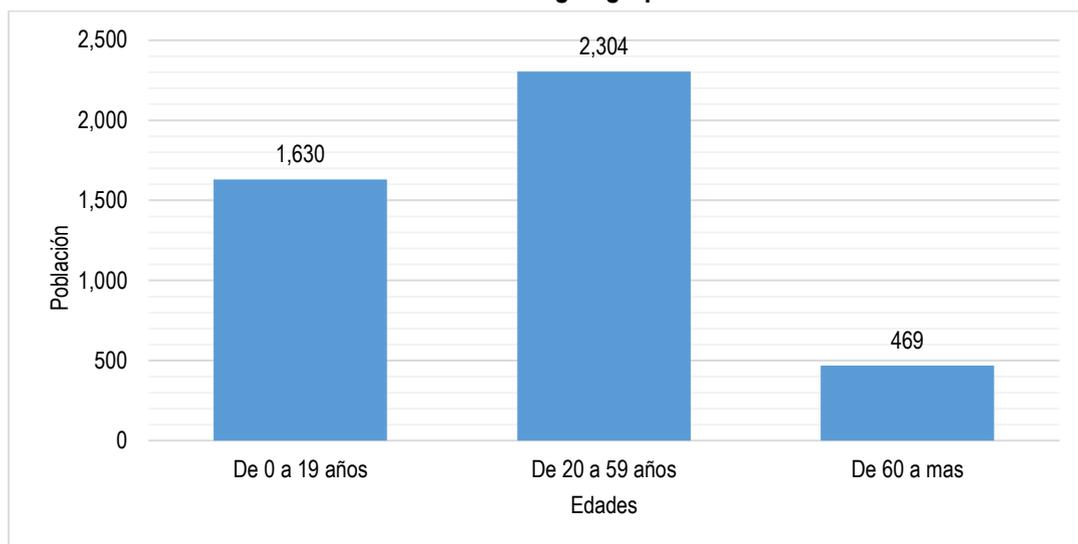
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que el centro poblado de Sojo del distrito de Miguel Checa cuenta con una población relativamente joven con casi el 52.33% entre los 20 y 59 años.

Cuadro 3. Población según grupos de edades

Grupos especiales de edad	Cantidad	%
De 0 a 19 años	1,630	37.02
De 20 a 59 años	2,304	52.33
De 60 a mas	469	10.65
Total	4,403	100.00

Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

Gráfico 2. Población según grupos de edades



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

2.3.2. Vivienda

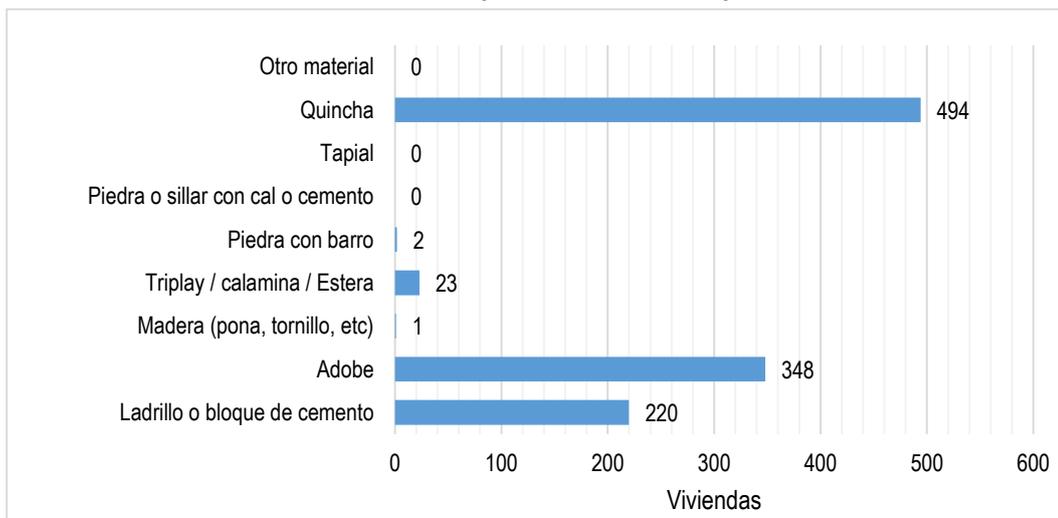
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Sojo el 45.40% de las viviendas tienen como material predominante en las paredes a la quincha.

Cuadro 4. Material predominante en las paredes

Tipo de material predominante en paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	220	20.22
Adobe	348	31.99
Madera (pona, tornillo, etc)	1	0.09
Triplay / calamina / Estera	23	2.11
Piedra con barro	2	0.18
Piedra o sillar con cal o cemento	0	0.00
Tapial	0	0.00
Quincha	494	45.40
Otro material	0	0.00
Total	1,088	100.00

Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

Gráfico 3. Material predominante en las paredes



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

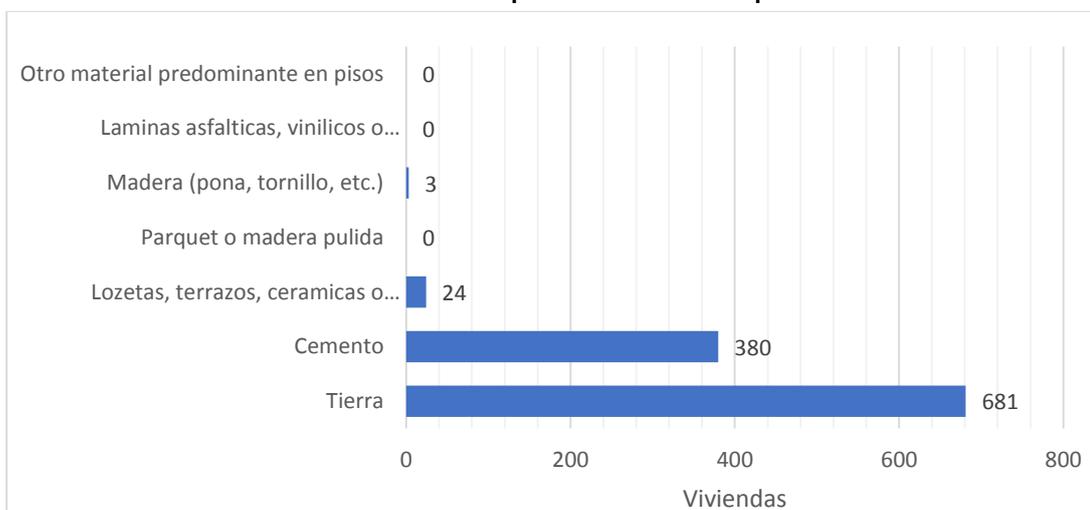
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, en el centro poblado de Sojo del distrito de Miguel Checa, el material predominante en los pisos de las viviendas es de tierra con el 62.59%.

Cuadro 5. Material predominante en los pisos

Tipo de material predominante en pisos	Viviendas	%
Tierra	681	62.59
Cemento	380	34.93
Losetas, terrazos, cerámicas o similares	24	2.21
Parquet o madera pulida	0	0.00
Madera (pona, tornillo, etc.)	3	0.28
Laminas asfálticas, vinílicos o similares	0	0.00
Otro material predominante en pisos	0	0.00
Total	1,088	100.00

Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

Gráfico 4. Material predominante en los pisos



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

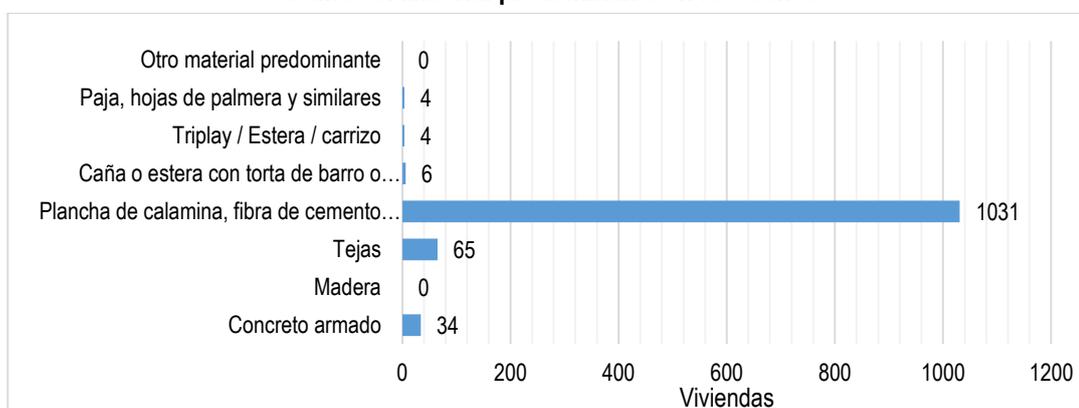
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, en el centro poblado de Sojo del distrito de Miguel Checa, el material predominante en los techos de las viviendas es de plancha de calamina, fibra de cemento o similares con el 90.12%.

Cuadro 6. Material predominante en los techos

Tipo de material predominante en los techos	Viviendas	%
Concreto armado	34	2.97
Madera	0	0.00
Tejas	65	5.68
Plancha de calamina, fibra de cemento o similares	1031	90.12
Caña o estera con torta de barro o cemento	6	0.52
Triplay / Estera / carrizo	4	0.35
Paja, hojas de palmera y similares	4	0.35
Otro material predominante	0	0.00
Total	1,088	100.00

Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

Gráfico 5. Material predominante en los techos



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

2.3.3. Abastecimiento de agua

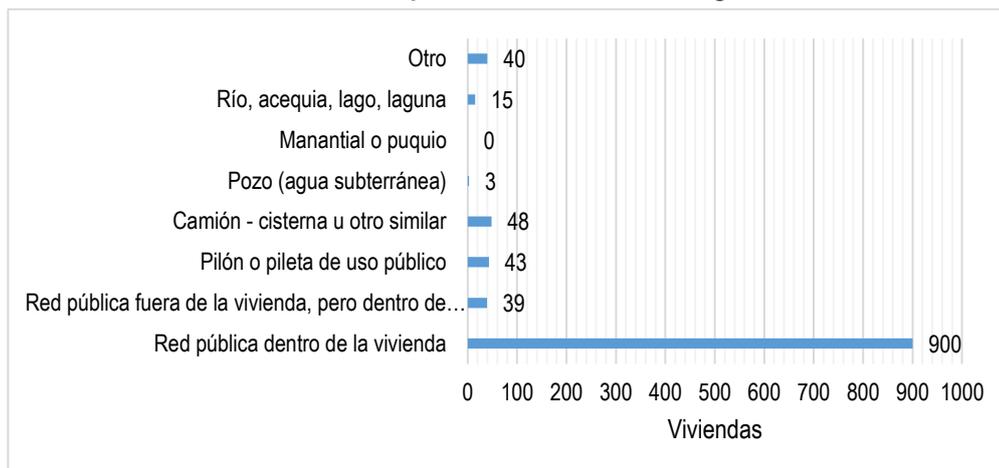
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Sojo del distrito de Miguel Checa, el 82.72% de las viviendas se abastece de agua a través de la red pública dentro de la vivienda.

Cuadro 7. Tipo de abastecimiento de agua

Viviendas con abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública dentro de la vivienda	900	82.72
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	39	3.58
Pilón o pileta de uso público	43	3.95
Camión - cisterna u otro similar	48	4.41
Pozo (agua subterránea)	3	0.28
Manantial o puquio	0	0.00
Río, acequia, lago, laguna	15	1.38
Otro	40	3.68
Total	1,088	100.00

Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

Gráfico 6. Tipo de abastecimiento de agua



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

2.3.4. Disponibilidad de servicios higiénicos

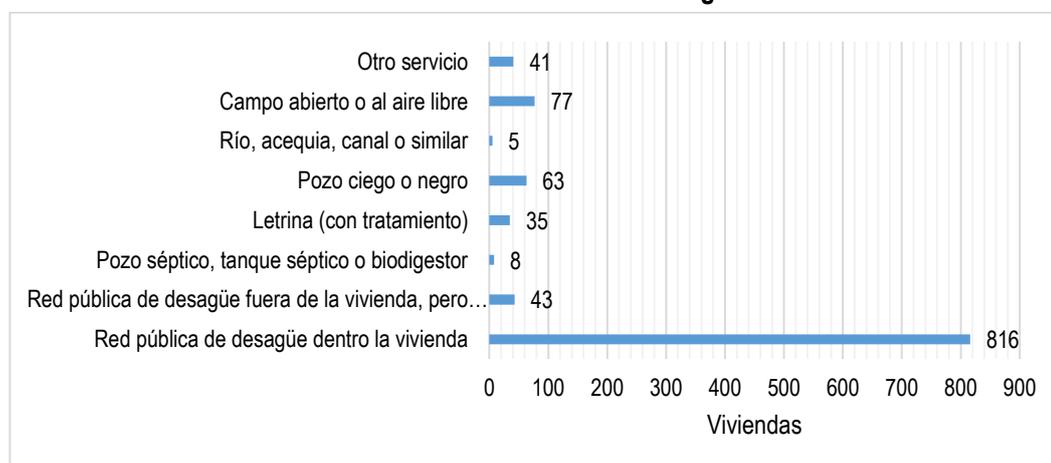
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, señala que, en el centro poblado de Sojo del distrito de Miguel Checa, el 75.00% de las viviendas realiza sus necesidades en red pública de desagüe dentro la vivienda.

Cuadro 8. Viviendas con servicios higiénicos

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe dentro la vivienda	816	75.00
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	43	3.95
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	8	0.74
Letrina (con tratamiento)	35	3.22
Pozo ciego o negro	63	5.79
Río, acequia, canal o similar	5	0.46
Campo abierto o al aire libre	77	7.08
Otro servicio	41	3.77
Total	1,088	100.00

Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

Gráfico 7. Viviendas con servicios higiénicos



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

2.3.5. Tipo de alumbrado

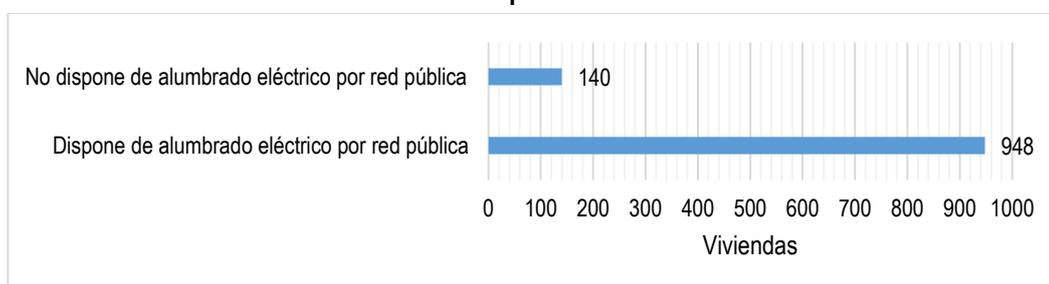
Según el Censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática del 2017, en el centro poblado de Sojo del distrito de Miguel Checa, el 87.13% de las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica, mientras que el 12.87% de las viviendas cuentan con otro tipo de alumbrado que es la vela u otro.

Cuadro 9. Tipo de alumbrado

Tipo de Alumbrado Público	Cantidad	%
Dispone de alumbrado eléctrico por red pública	948	87.13
No dispone de alumbrado eléctrico por red pública	140	12.87
Total	1,088	100.00

Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

Gráfico 8. Tipo de alumbrado



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del INEI (2017)

2.3.6. Nivel educativo de la población

En este aspecto se ha identificado que el nivel educativo alcanzado por la mayor parte de la población es secundaria completa e incompleta. Adicionalmente, se ha identificado el funcionamiento de nueve (09) instituciones educativas: IE N° 14857 San Miguel Arcángel (nivel primario), IE N° 14859 Felipe García Fijallo (nivel primario), IE N° 154 (nivel inicial – jardín), IE Activa Tu Ser (nivel inicial no escolarizado), IE Lizardo Otero Alcas (nivel secundario), IE Los Ángeles de INFORDP (nivel inicial jardín), IE Mi Lindo Jardín (nivel inicial no escolarizado), IE Mi Laurita (nivel inicial no escolarizado) y IE Mis Tesoritos (nivel inicial no escolarizado). Las cuales se encuentra con deficiencias en su infraestructura, siendo permanentes las gestiones de las Asociaciones de Padres de Familia por mejoras.

2.3.7. Salud

El distrito de Miguel Checa cuenta con tres (03) centros de salud: Centro de Salud Miguel Checa Escudero, Puesto de Salud Jíbito y el Centro Médico de Vida.

En ningún caso, los puestos de salud cuentan con equipos de comunicación radial, que permitan una comunicación de emergencias médicas que puedan presentarse y que requieran ser evacuados de emergencia.

Dentro del ámbito de trabajo del centro poblado Sojo se encuentra el Centro de Salud Miguel Checa.

2.4. Características Económicas

2.4.1. Actividades económicas

El centro poblado Sojo no cuenta con un mercado de abastos, por lo que tienen que desplazarse hasta la ciudad de Sullana o Paita que se encuentran a 30 minutos de tiempo aproximadamente para cubrir dichas necesidades. Dentro del centro poblado se ubican varias bodegas locales dentro de las viviendas que sirven como principales centros de expendio de abarrotes.

Respecto a la actividad económica, dentro de las actividades primarias resalta la agricultura, y en las actividades secundarias la industria de la caña y otros productos agroindustriales captan a personal a la población como mano de obra.

2.5. Características Físicas

2.5.1. Condiciones geológicas⁵

Las unidades geológicas cartografiadas en Sojo se realizan a la misma vez conforme se observan las unidades geomorfológicas, para realizar la geología se observaron muestras para poder verificar el tipo de roca que se encuentra en la zona evaluada. En este centro poblado las delimitaciones de las unidades geológicas se definieron que la mayor parte de las unidades son depósitos y la única unidad formada por estratos es la Formación Chira que se reconoce en campo porque es una arenisca de color blanquecino, posteriormente los corroboré con el mapa proporcionado por el IGP. Estas unidades geológicas se utilizarán como descriptores por los evaluadores y a continuación se describen:

a) Descriptores:

Descriptor 1: 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 a 500 m al noroeste de la plaza principal del centro poblado Sojo.

Descriptor 2: 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 las viviendas del centro poblado Sojo.

Descriptor 3: 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 del Chira y se desarrollan actividades agrícolas, esta unidad ha sido reconocida a 550 m al norte de la plaza principal del centro poblado Sojo.

Descriptor 4: Depósito aluvial reciente (Qh-al2):

Esta unidad geológica está conformada por materiales heterogéneos (arenas, limos y gravas en menor proporción) dispuestos sobre quebradas y cursos de agua temporales, por tanto, se presentan inconsolidados, estos depósitos se encuentran en las inmediaciones de la zona urbana del centro poblado Sojo (200 m al este, 270 m al oeste y 290 m al noreste de la plaza principal de Sojo).

⁵ Geología del centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, Campo ME, (2022).

Descriptor 5: Depósitos eólicos (Qh-e):

Están conformados por arenas de grano medio a fino, color beige que han sido transportados por la acción de los vientos. Se ha identificado esta unidad geológica en el extremo occidental de la plaza principal del centro poblado Sojo (aproximadamente a una distancia de 200 m), cubriendo una loma.

b) Identificación de los descriptores del parámetro condiciones geológicas

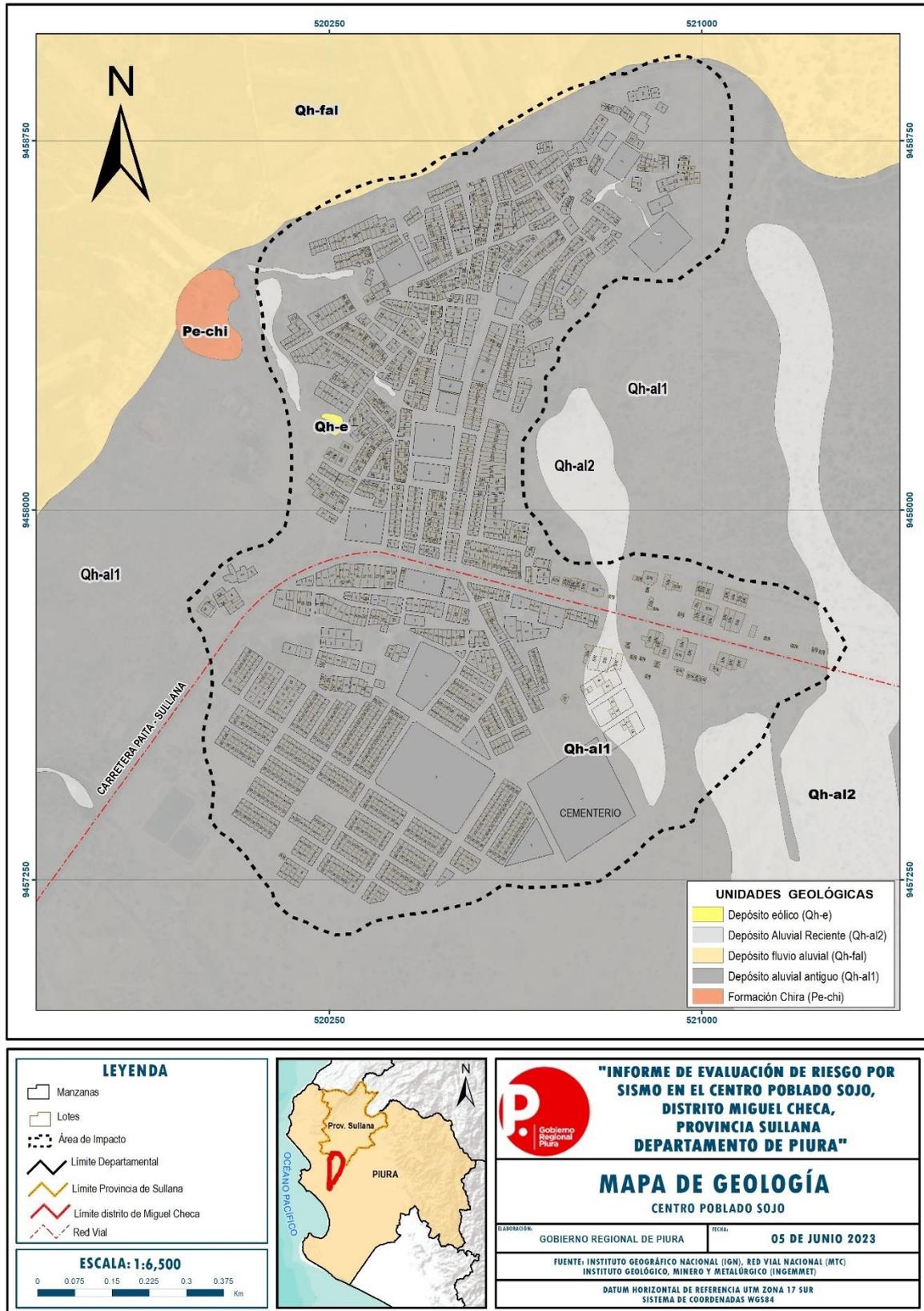
Para la presente evaluación de riesgo se sugiere la priorización de las siguientes unidades geológicas, que serán utilizadas como descriptores de los factores condicionantes del área evaluada esto debería realizarse en base al nivel de exposición al peligro, de la siguiente manera

Cuadro 10. Priorización de unidades geológicas para la ponderación de matriz de Saaty

UNIDADES GEOLÓGICAS	PRIORIZACIÓN
Depósitos eólicos (Qh-e)	MUY ALTO
Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	ALTO
Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	MEDIO
Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	BAJO
Formación Chira (Pe-chi)	MUY BAJO

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico siguiente:

Figura 4. Mapa geológico del centro poblado Sojo.



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del IGP (2022).

2.5.2. Condiciones geomorfológicas⁶

A continuación, se describen las unidades geomorfológicas que serán utilizados como descriptores:

a) Descriptores:

Descriptor 1: Cauce aluvial

Las quebradas situadas en las inmediaciones del centro poblado Sojo son de cauce temporal (se activan durante los meses de diciembre a abril), esta unidad geomorfológica ha sido identificada a 720 m al sureste de la plaza principal de Sojo

Unidad geomorfológica cauce aluvial (línea amarilla) que corresponde a una quebrada que se ubica aproximadamente a 720 m hacia el extremo sureste de la plaza principal del centro poblado Sojo



Fuente: Geología del centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, Campos ME. (2022).

Descriptor 2: Terraza fluvio - aluvial:

Esta unidad geomorfológica ha sido identificada en las inmediaciones de la zona agrícola del centro poblado Sojo que se ubica aproximadamente a 540 m hacia el norte de la plaza principal del centro poblado Sojo, presenta desnivel topográfico inferior de aproximadamente 1 a 3 m respecto a las viviendas del centro.

⁶ Geología del centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, Campo ME, (2022).

Unidad geomorfológica terraza fluvio aluvial (polígono amarillo) que se ubica aproximadamente a 540 m hacia el norte de la plaza principal del centro poblado Sojo, sobre esta unidad se vienen desarrollando actividades agrícolas



Fuente: Geología del centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, Campos ME. (2022).

Descriptor 3: Depresión aluvial:

Esta unidad geomorfológica en el centro poblado Sojo 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

Unidad geomorfológica depresión aluvial (polígono amarillo) ubicada a 120 m al noroeste de la plaza del centro poblado Sojo que presenta desnivel topográfico inferior de 2 m respecto a las viviendas del área de estudio



Fuente: Geología del centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, Campos ME. (2022).

Descriptor 4: Terraza aluvial:

Sobre esta unidad geomorfológica se ubican la mayor parte de las viviendas del centro poblado Sojo

Terraza aluvial (flecha amarilla) sobre la cual se asientan las viviendas del centro poblado Sojo



Fuente: Geología del centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, Campos ME. (2022).

Descriptor 5: Loma:

Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas de forma alargada con pendiente superior a los 15° de inclinación. Esta unidad se ubica a 440 m al noroeste de la plaza principal del centro poblado de Sojo.

Loma (polígono amarillo) ubicada a 190 m, al noroeste de la plaza principal del centro poblado Sojo



Fuente: Geología del centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, Campos ME. (2022).

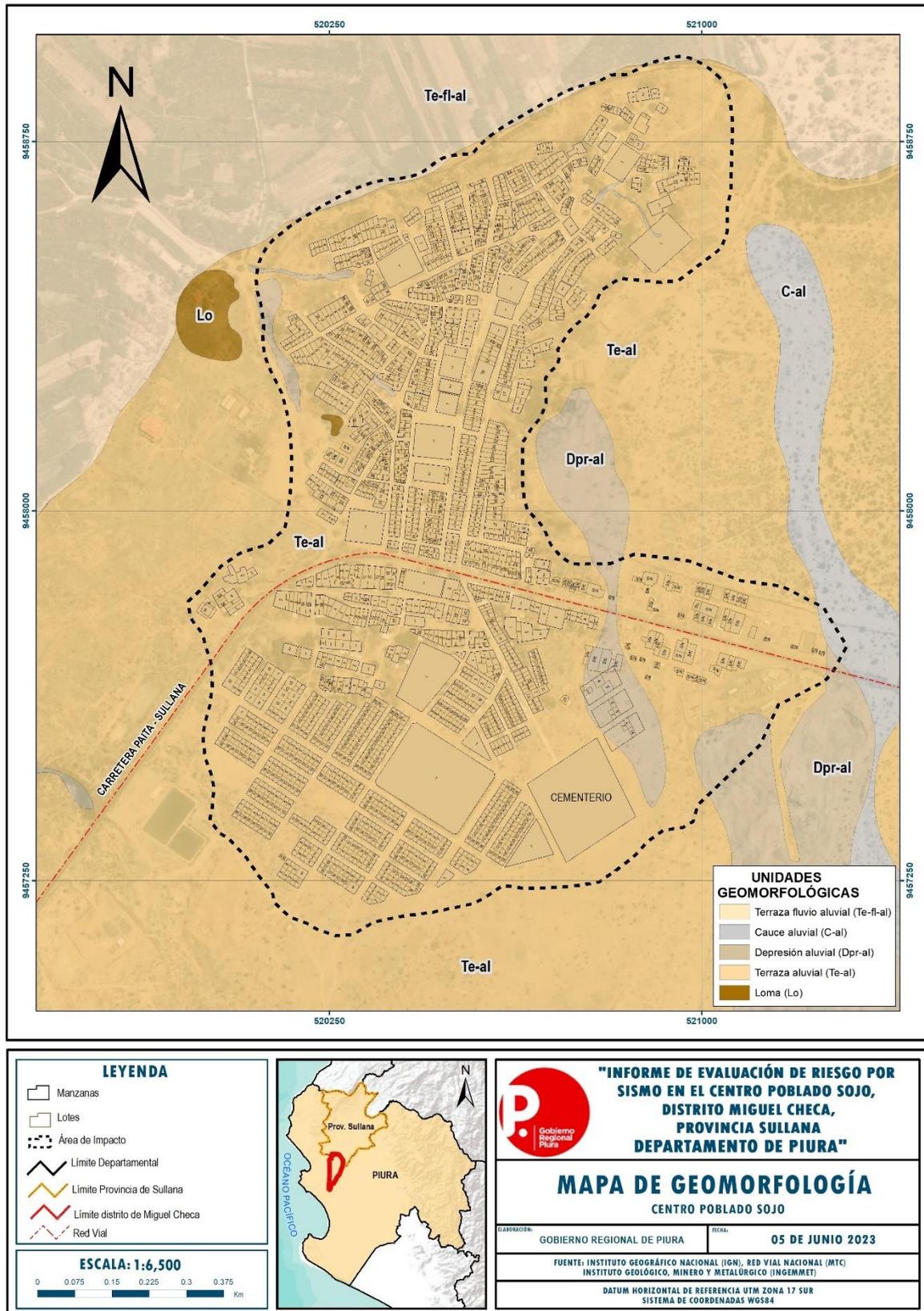
b) Identificación de los descriptores del parámetro condiciones geomorfológicas

Ante la ocurrencia de sismos para las evaluaciones de riesgo se sugiere la priorización de las unidades geomorfológicas, que serán utilizadas como descriptores de los factores condicionantes del área evaluada esto debería realizarse en base al nivel de exposición al peligro, de la siguiente manera.

Cuadro 11. Priorización de unidades geomorfológicas para la ponderación de matriz de Saaty

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	PRIORIZACIÓN
Cauce aluvial	MUY ALTO
Depresión aluvial	ALTO
Terraza fluvio - aluvial	MEDIO
Terraza aluvial	BAJO
Loma	MUY BAJO

Figura 5. Mapa geomorfológico del centro poblado Sojo.



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del IGP (2022).

2.5.3. Hidrografía

El centro poblado Sojo se encuentra ubicado en la parte baja de la cuenca del río Chira, específicamente en su margen izquierda.

El río Chira subtiende una cuenca binacional, cuyas nacientes se encuentran en las altas y frías punas del Parque Nacional Podocarpus del Ecuador, al norte de la ciudad de Loja, con el nombre del río Catamayo, cuando este río confluye con el río Macará, que sirve de límite entre el Perú y Ecuador en un sector de su recorrido cambia su denominación por el de río Chira, con el cual ingresa a nuestro territorio, recorriendo el departamento de Piura en dirección Noreste-Suroeste, hasta llegar a Sullana donde cambia su dirección, tomando rumbo de Este a Oeste hasta desembocar en el océano Pacífico. Sus principales afluentes son: por la margen izquierda los ríos Macará, Quiroz y Chipillico y por su margen derecha, el río Alamor y las quebradas Hawai, Venados y Samán⁷.

La cuenca del río Chira cuenta con un área de drenaje total hasta su desembocadura en el mar de 16,800 km², con una pendiente promedio de 0.73%, tiene un comportamiento fluvial de extrema escasez en los meses de estiaje por lo general de abril a diciembre y caudalosos en los meses de máxima avenida en los meses de enero a marzo.

Las precipitaciones pluviales son relativamente bajas en los meses de invierno, y registra sus máximos picos en los meses de máximas avenidas con un promedio anual de 492.4 mm.

De acuerdo con registros históricos de datos de la estación de aforo presa de derivación Sullana se tienen registro de caudales de 33 m³/seg en años secos (1980 – 1982), por el contrario, en años húmedos (1992) se tienen registro máximo de caudales de 3,542 m³/seg.⁸

2.5.4. Condiciones tipo de Suelos⁹

A continuación, se describen los tipos de suelos encontrado en el centro poblado: se usó el informe técnico N°78-2022/GRP-440311 del Estudio de Mecánica de Suelos del Proyecto: "ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES EVARs PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN REGIONAL INTEGRAL DE RECONSTRUCCIÓN POR SISMO" realizado por el Gobierno Regional de Piura, la información empleada de este informe fueron las calicatas que se realizaron en el centro poblado Sojo para poder interpretar qué tipo de suelo hay en la zona evaluada.

En campo observé la mayoría de las calicatas realizadas por el GORE de Piura y tome datos de ubicación con el GPS de las calicatas relevantes al estudio, para posteriormente en gabinete poder corroborar, revisar y chequear con la información proporcionada por el informe antes mencionado, estos tipos de suelo encontrados en el centro poblado Sojo serán utilizados como descriptores por los evaluadores, que a continuación, los describo:

a) Descriptores:

Descriptor 1: Arenas mal graduadas con limos (SP – SM)

Son suelos tipo SP - SM y corresponden a arenas mal graduadas con limos con contenido de humedad de 12.4 y 15.8 %, constituyen suelos de compacidad media a baja, no presentan índice plástico y densidad máxima de 1.762 gr/cm³ y 1.619 gr/cm³. Este tipo de suelos ha sido identificado en las calicatas CS-4 y CS-5 que se ubican a 605 m al suroeste y 210 m al oeste de la plaza principal del centro poblado Sojo, hasta una profundidad de 0.60 – 3.00 m y 1.30 – 2.60 m.

⁷ <http://www.ana.gob.pe/2019/consejo-de-cuenca/chira-piura/H> (2019)

⁸ Resumen ejecutivo de la delimitación de la faja marginal del Río Chira – Autoridad Nacional del Agua, (1999).

⁹ Geología del centro poblado Sojo, distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana, Campos ME. (2022).

Descriptor 2: Arena arcillosa con limos (SC – SM)

Son suelos tipo SC – SM y corresponden a arenas arcillosas con limos con contenido de humedad de 5.8 %, constituyen suelos de compacidad media a baja, presentan índice plástico de 4 % y densidad máxima de 2.246 gr/cm³. Este tipo de suelos ha sido identificado en la calicata CS-3 que se ubica a 440 m al sur de la plaza principal del centro poblado Sojo, hasta una profundidad de 0.30 - 1.00 m.

Descriptor 3: Limo inorgánico (ML)

Son suelos tipo ML y corresponden a limos inorgánicos de baja plasticidad con contenido de humedad de 10.7 %, constituyen suelos de compacidad baja, presentan índice plástico de 11% y densidad máxima de 1.821 gr/cm³. Este tipo de suelos ha sido identificado en la calicata CS-1 que se ubica a 636 m al noreste de la plaza principal del centro poblado Sojo, hasta una profundidad de 0.20 - 2.00 m.

Descriptor 4: Arcilla inorgánica con limos (CL – ML)

Son suelos tipo CL – ML y corresponden a arcillas inorgánicas de baja plasticidad con contenido de limos con contenido de humedad de 10.3 %, constituyen suelos de compacidad media, presentan índice plástico de 8 % y densidad máxima de 1.825 gr/cm³. Este tipo de suelos ha sido identificado en la calicata CS-2 que se ubica a 390 m al norte de la plaza principal del centro poblado Sojo, hasta una profundidad de 0.20 - 1.00 m.

Descriptor 5: Materiales antrópicos - Suelos de origen antrópico (Ant)

Son suelos de origen antrópico y están conformados por materiales heterogéneos (desmante, rellenos, residuos y basura) los cuales no se encuentran compactados. Estos suelos han sido identificados a 600 m al norte y 200 m al oeste de la plaza del centro poblado Sojo.

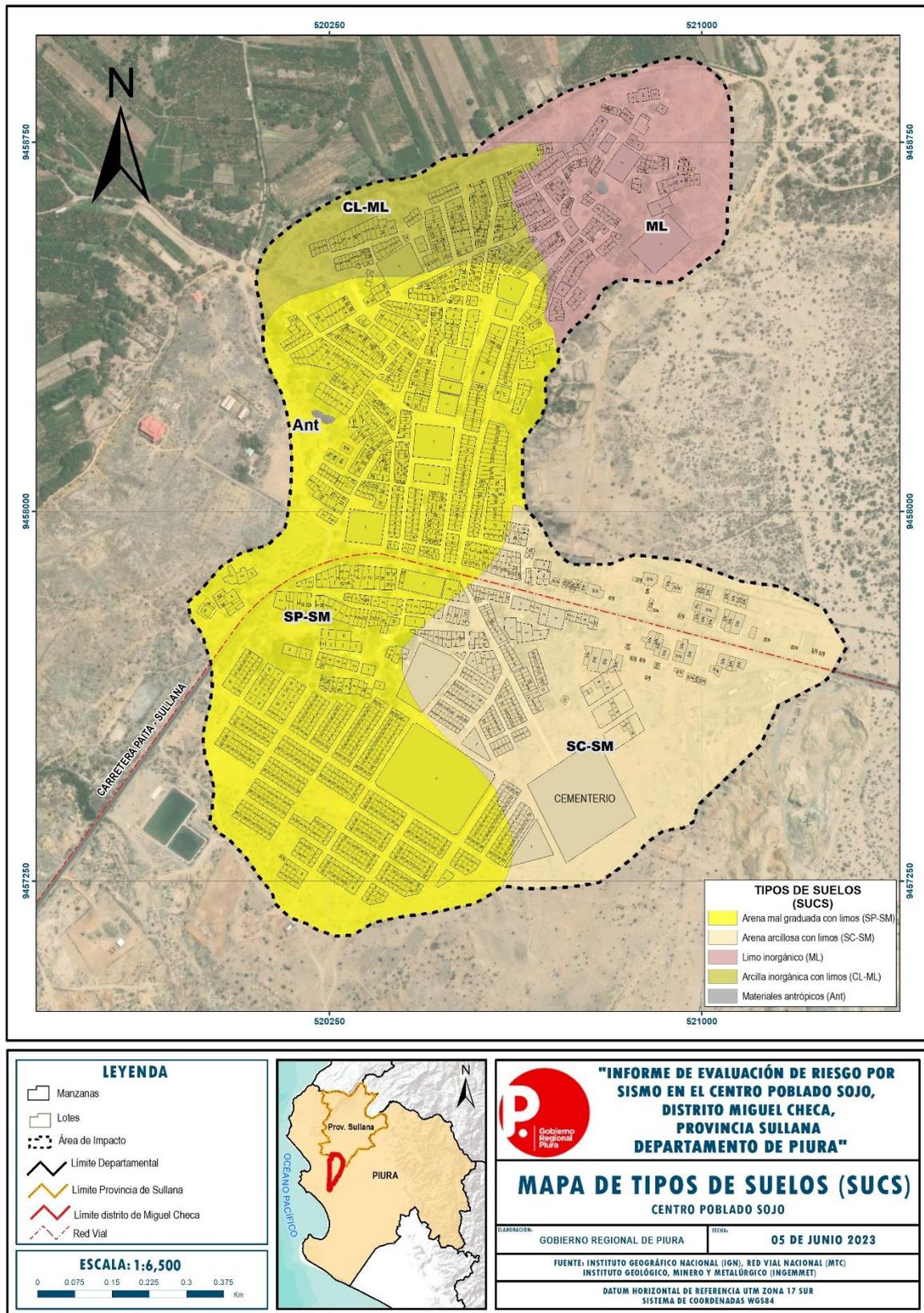
b) Identificación de los descriptores del parámetro tipos de suelos

Ante la ocurrencia de sismos para las evaluaciones de riesgo se sugiere la priorización de los tipos de suelos, que serán utilizadas como descriptores de los factores condicionantes del área evaluada esto debería realizarse en base al nivel de exposición al peligro, de la siguiente manera.

Cuadro 12. Priorización de tipos de suelos para la ponderación de matriz de Saaty

TIPOS DE SUELOS	PRIORIZACIÓN
Materiales antrópicos (Ant)	MUY ALTO
Arcilla inorgánica con limos (CL-ML)	ALTO
Limo inorgánico (ML)	MEDIO
Arena arcillosa con limos (SC-SM)	BAJO
Arena mal graduada con limos (SP-SM)	MUY BAJO

Figura 6. Mapa de tipo de suelos del centro poblado Sojo.



Elaboración: Equipo Evaluador con datos del IGP (2022).

2.5.5. Pendiente

El centro poblado Sojo se encuentra en la región Chala, gran parte de su territorio presenta una topografía plana, sin embargo, en la parte norte presenta algunas ondulaciones como pequeñas colinas con pendientes superiores a 5%.

2.5.6. Condiciones climatológicas

2.5.6.1. Clasificación climática

En base al Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 1988), desarrollado a través del Sistema de Clasificación de Climas de Warren Thornthwaite, el centro poblado Sojo del distrito Miguel Checa de la provincia de Sullana, se caracteriza por presentar un clima cálido o templado, con deficiencia de humedad todo el año, E(d) A' y E(d)B'10

2.5.6.2. Clima

El clima es árido y cálido; la temperatura máxima oscila entre 27.5° C, en julio, y 34° C, en febrero y marzo; y la temperatura mínima, entre 17° C, en invierno, y 23° C, en verano. La precipitación anual es de 235 mm, mayormente en los meses de enero a abril, con 40 a 60 mm por mes.

2.5.7. Condiciones sísmicas

El Perú a través de la historia se ha considerado uno de los países más sísmicos de América del Sur, ello se debe a la ubicación en el denominado cinturón de fuego del Pacífico así como el desarrollo de la convergencia de la placa de Nazca sobre la placa Sudamericana a una velocidad promedio de 7 – 8 cm/año; que ocasiona la actividad geodinámica y el modelamiento geomorfológico presente en el territorio peruano, que permiten la ocurrencia de sismos de diversas magnitudes a distintas profundidades que se encuentran asociados a la fricción de las placas, la deformación interna de la placa oceánica y la deformación cortical a niveles de superficie¹¹.

En general, los sismos con magnitudes mayores a 7.0, son menos frecuentes y cuando ocurren cerca de la superficie, debido a la fricción de placas, producen importantes niveles de sacudimiento del suelo en áreas relativamente grandes, tal como sucedió en la región Sur de Perú el 23 de junio de 2001 (M8.2) y en Pisco, el 15 de agosto de 2007 (M8.0).

Las características de los principales elementos estructurales que intervienen en el proceso de deformación regional y local en el norte del Perú son descritas a continuación:¹²

Proceso de Subducción: Presente en el borde occidental de Perú y es originado por la convergencia de las placas de Nazca (oceánica) y Sudamericana (continental). Las características de este proceso han sido ampliamente descritas por Cahill y Isacks (1992), Tavera y Buforn (2001), Bernal y Tavera (2003). En el Perú se distingue dos modos de subducción, subhorizontal en las regiones norte y centro, y normal en la región sur. En la actualidad, estudios de GPS han permitido conocer que el proceso de subducción se realiza con velocidades del orden de 7 a 9 cm/año (DeMets et al, 1994, Norabuena et al, 1999).

Placa de Nazca: Su geometría es heterogénea, subhorizontal en las regiones norte y centro de Perú y normal en la región sur. En superficie, la placa sostiene a las Dorsales de Nazca, Sarmiento y

¹⁰ Mapa Climático del Perú – SENAMHI (2020).

¹¹ Sismo Sullana 30 de Julio de 2021 "Aspectos sismotectónicos" - Instituto Geofísico del Perú (2021).

¹² Re. evaluación sísmico probabilístico para el Perú. – Instituto Geofísico del Perú (2014).

Alvarado, y de las fracturas de Mendaña, Nazca y Virú; además de la depresión de Trujillo y la fosa peruano-chilena. Esta heterogeneidad aporta al comportamiento geodinámico presente en Perú.

Dorsales de Sarmiento y Alvarado: Se encuentran frente al departamento de Piura con una orientación NE y longitud aproximada de 400 km con ejes paralelos entre sí. Están compuestas por lava del tipo basalto toleítico a alcalino (Castillo y Lonsdale, 2004).

Fosa peruano-chilena: Rasgo fisiográfico que indica el inicio del proceso de subducción, tiene una longitud de 5000 km desde Colombia hasta Tierra del Fuego en Chile. La fosa sigue una orientación paralela a la costa con profundidades de hasta 6 km y distancias, desde la fosa, entre 80 y 150 km.

Placa Sudamericana: A través del tiempo, el proceso de subducción ha modificado la morfología del Perú permitiendo el engrosamiento de la corteza y el plegamiento de sedimentos para dar origen a la formación de sistemas de fallas geológicas presentes en superficie. La Cordillera de los Andes es el principal resultado de esta deformación, se extiende paralela a la costa, desde Venezuela hasta Chile con anchos que oscilan entre 250 km en la región central hasta 500 km en la región sur de Perú. La configuración estructural de esta placa permite considerar las siguientes unidades: Los taludes inferior, medio y superior; la plataforma continental; la zona costanera; el pie de Monte Pacífico; la Cordillera Occidental, el Altiplano, la Cordillera Oriental, la zona Subandina y la Llanura Amazónica.

2.5.7.1. Área de acoplamiento sísmico

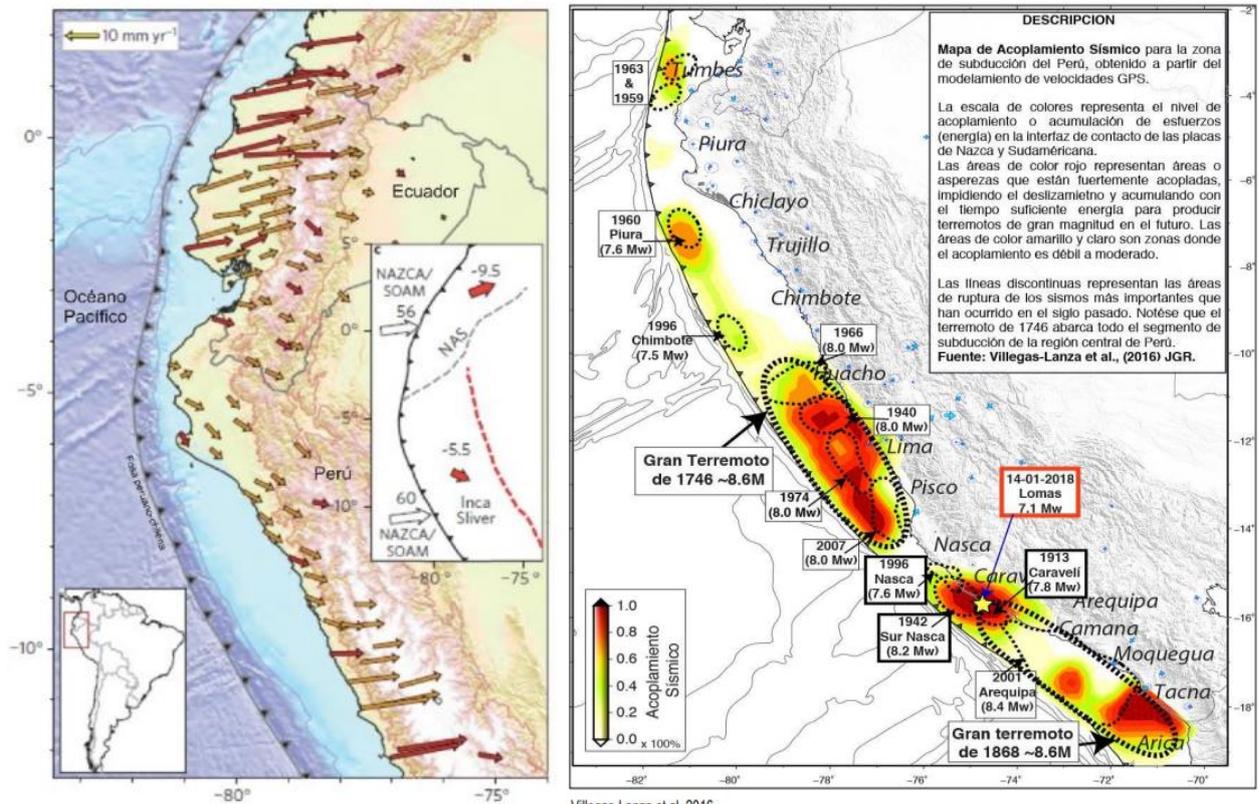
Con el desarrollo de la instrumentación geofísica se ha logrado diseñar dispositivos que permiten registrar con precisión los desplazamientos de la corteza terrestre. Estos son llamados Sistemas de Posicionamiento Global o simplemente GPS. La información obtenida con los GPS, al ser analizada permite conocer los movimientos milimétricos de las placas de Nazca y Sudamericana.¹³

Durante el sismo de Pisco 2007, la zona de Paracas tuvo un desplazamiento horizontal de 150 cm. Entonces, una red densa de estaciones GPS operando a lo largo de la zona costera de Perú, permitirá saber qué zonas evidencian o no desplazamientos. En este último caso, indican que la tensión y la energía se vienen acumulando, y al liberarse darían origen a un sismo de gran magnitud.

En la región norte del Perú, existe una incipiente historia sísmica y los datos de GPS sugieren que las placas se desplazan a velocidades del orden 4.5 mm/año (Figura 7); es decir, un 90% menor a lo observado en las regiones centro y sur del Perú (Nocquet, et al. 2014). Esto se correlaciona con un acoplamiento débil o insignificante, asociado a la presencia de un deslizamiento continuo asísmico. Asimismo, Nocquet et al. (2014) sugieren que la zona de acoplamiento se encuentra a niveles muy superficiales, cerca de la fosa peruano-chilena y a profundidades menores a 20 km. Este escenario haría improbable la ocurrencia de sismos grandes (magnitudes $M_w > 8.0$) y también poco probable la ocurrencia de tsunamis locales de importancia.

¹³ Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en el Perú – Instituto Geofísico del Perú (2014).

Figura 7. Mapa de Distribución de vectores de desplazamiento de placas en el borde occidental de la región norte del Perú y asperezas sísmicas.



Fuente: IGP

Villegas-Lanza et al. 2016

Fuente: Villegas_Lanza et al. 2016.

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.

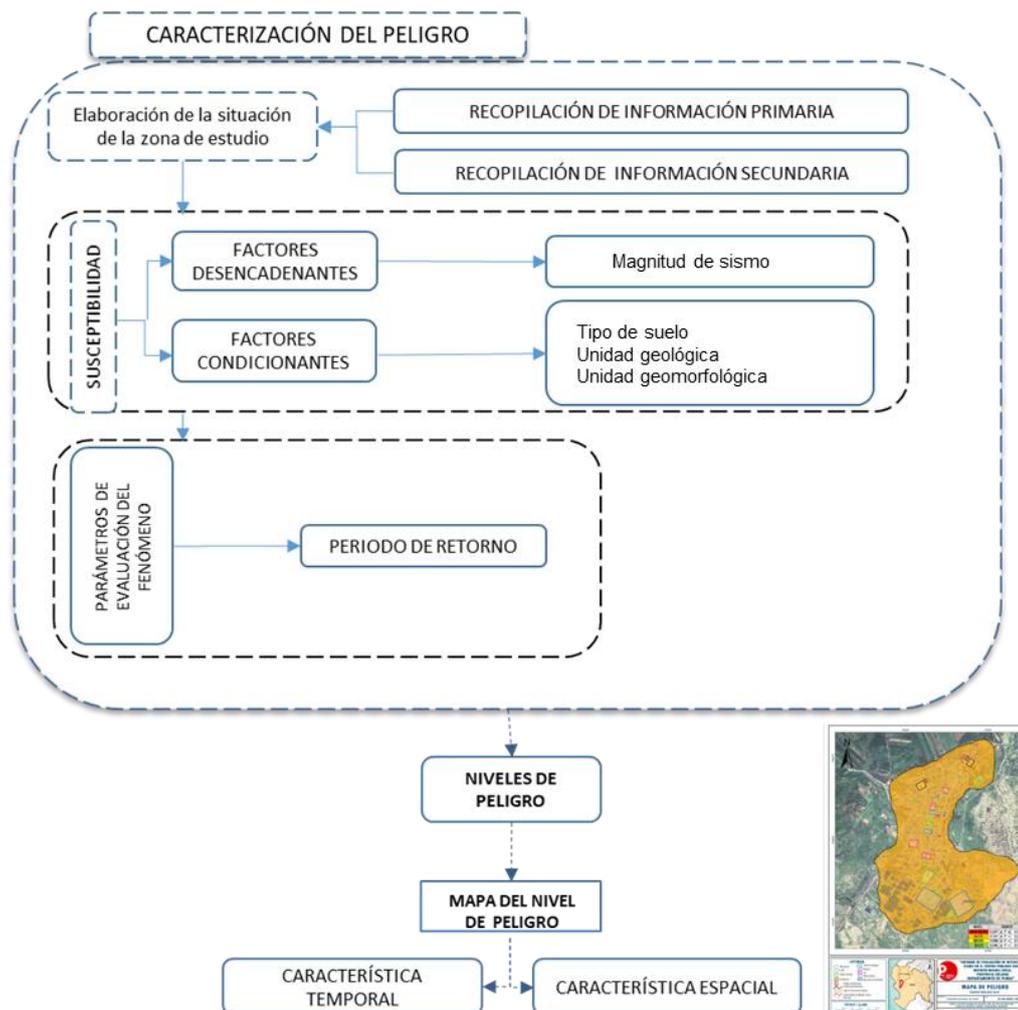
La estratificación que se establecerá para la evaluación del peligro permite cuantificar en términos de la magnitud del acontecimiento, o en términos del efecto que el acontecimiento tendrá en el área del centro poblado Sojo, del distrito de Miguel Checa, y es válido para el momento de realizada la presente 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, por lo que se analizará el peligro por sismo, tomando en cuenta la ubicación del área de estudio pertenece al Cinturón del Fuego del Pacífico, debido a ello presenta intensa actividad sísmica, cuyas condiciones de peligro del área de estudio se basan en los eventos sísmicos que ocurrieron a través del tiempo, los cuales afectaron los medios de vida de los pobladores e infraestructura del centro poblado Sojo.

3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de sismo, se utilizó la siguiente metodología descrita en el gráfico 9.

Gráfico 9. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



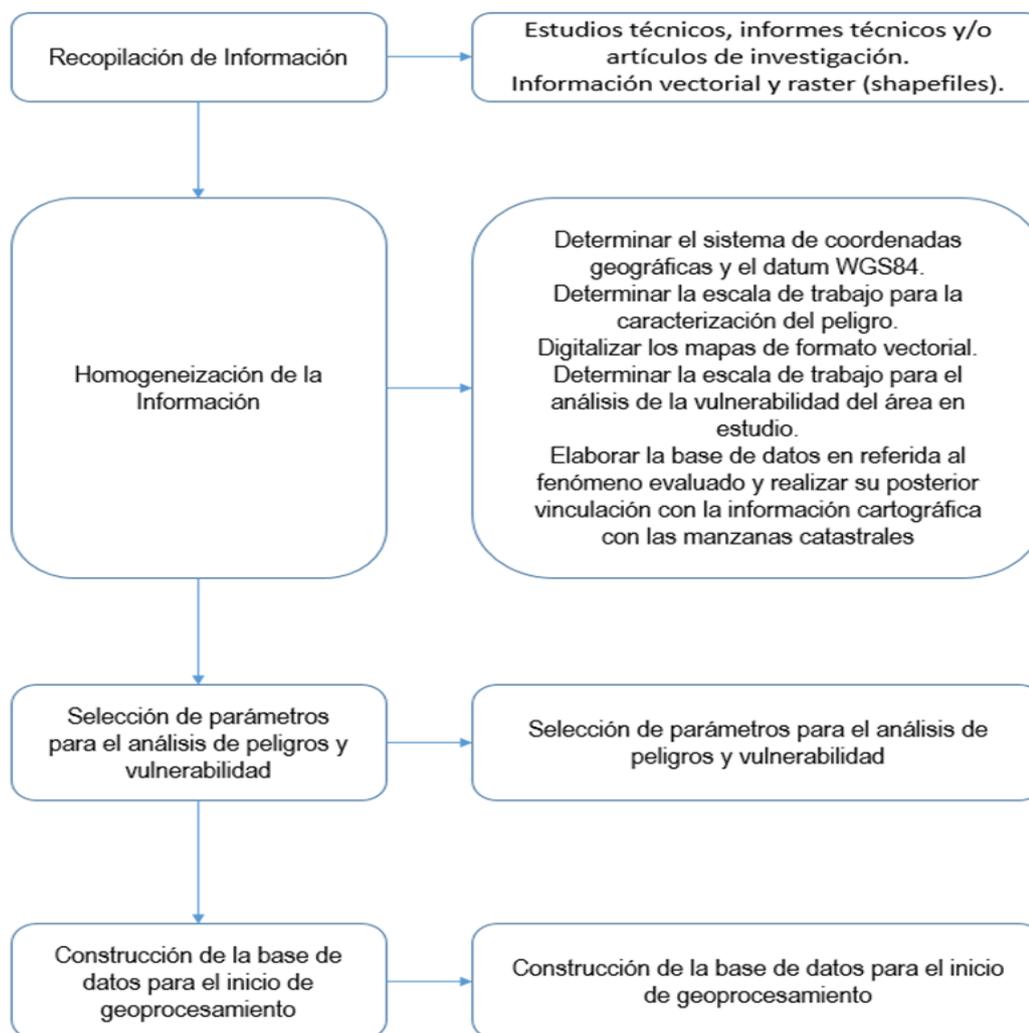
Fuente: Adaptado del Manual de Evaluación de Riesgo del Cenepred (2014).

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, SENAMHI), información histórica, estudio de peligros, cartografía, climatología, geología, suelos, geomorfología y cobertura vegetal, del centro poblado Sojo, del distrito de Miguel Checa para el peligro por sismos (Gráfico 10).

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

Gráfico 10. Flujograma general del proceso de análisis de información

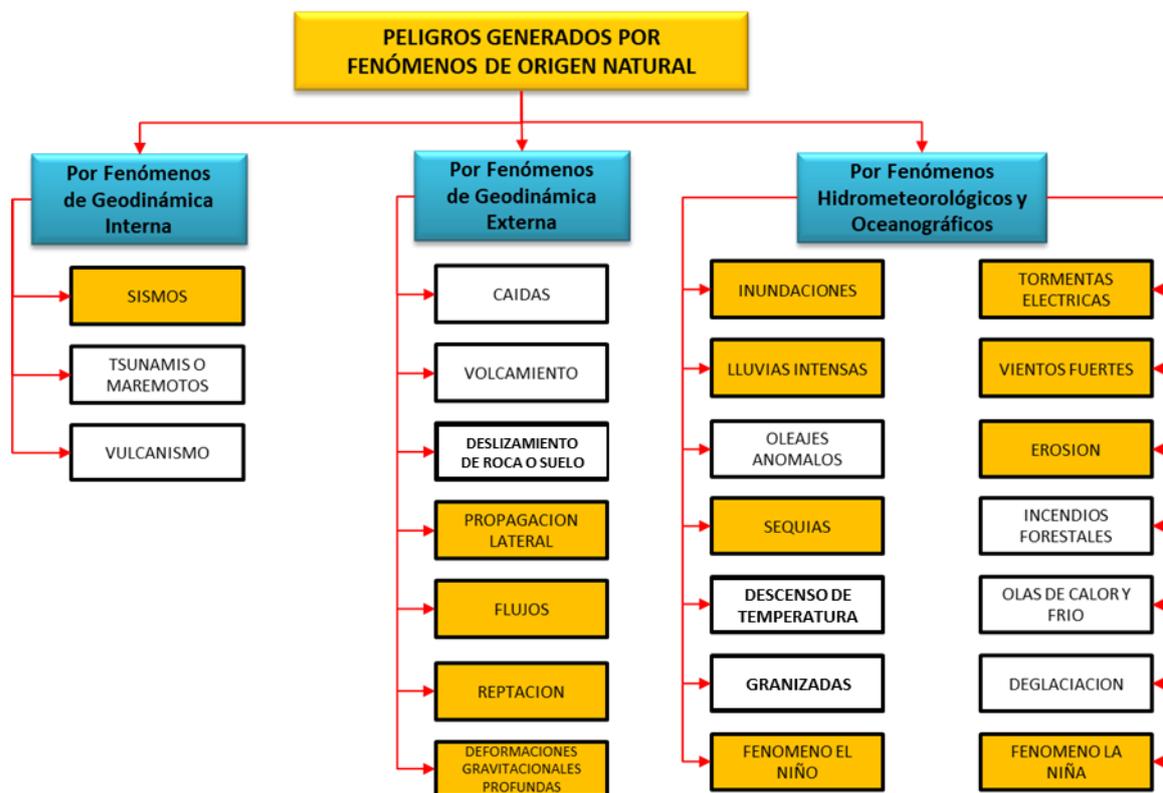


Fuente: CENEPRED

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 11. Identificación de peligros en el centro poblado Sojo.



Elaboración: CENEPRED

3.4 Peligros generados por fenómenos de origen naturales

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

3.4.1 Caracterización del peligro por sismo

Los sismos liberan la energía a través de ondas sísmicas y la transforma en calor, debido a la fricción en el plano de la falla. Su efecto inmediato es la transmisión de esa energía mecánica liberada mediante vibración del terreno aledaño al foco y de su difusión posterior mediante ondas sísmicas de diversos tipos (corpóreas y superficiales), a través de la corteza y a veces del manto terrestre.

En el borde occidental de la región Piura, el día 30 de julio del 2021 ocurrió un sismo de magnitud moderada (M6.1) y epicentro ubicado a 12 km oeste de la localidad de Sullana (región Piura). El sismo ocurrió a una profundidad de 32 km (foco superficial) y en general, el sacudimiento del suelo fue percibido por la población hasta distancias, desde el epicentro, del orden de 250 km, siendo mayor la intensidad de sacudimiento del suelo en las ciudades y localidades de Piura, Sullana, Paita, Chulucanas y Colán con valores de VII (MM). En este informe se describen los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas, los niveles de sacudimiento del suelo en la ciudad de Piura y los principales daños y efectos producidos por el sismo.¹⁴

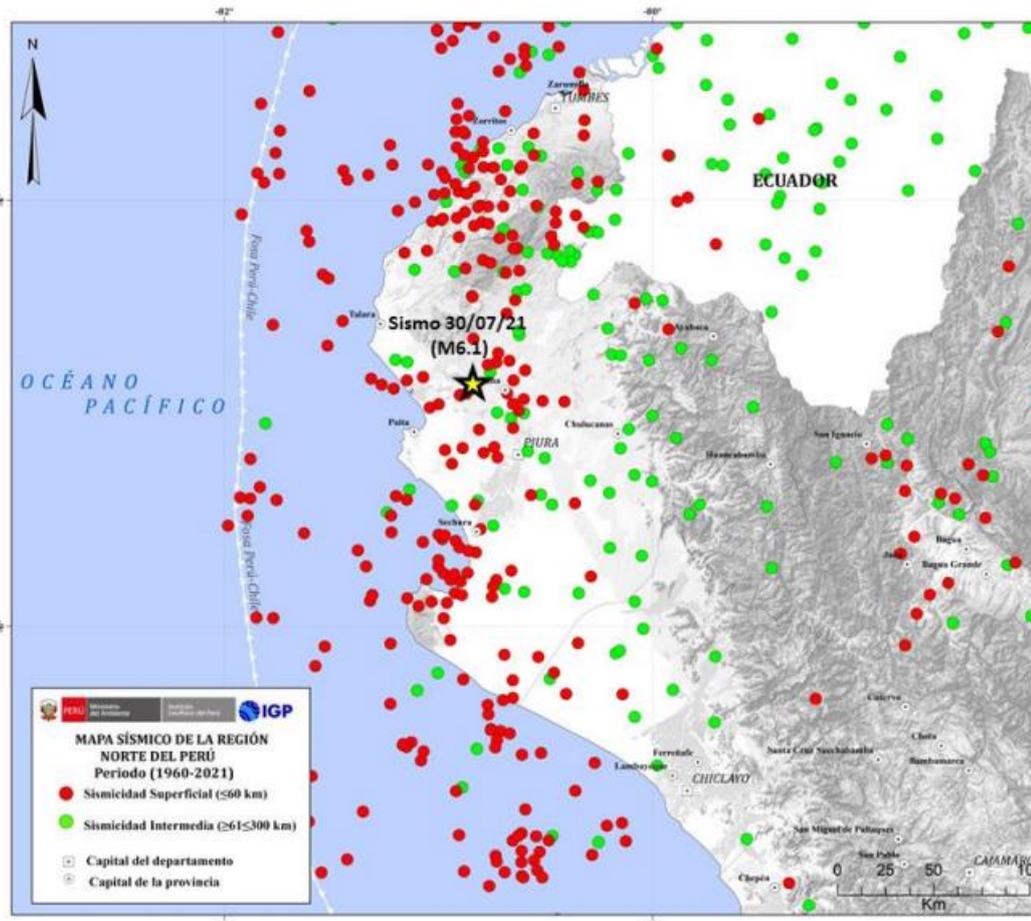
Los valores de aceleración registrados el área urbana de Piura fue de 137-134 cm/seg² en el componente este-oeste y de 115-158 cm/seg² en la componente norte-sur. Estos valores de aceleración

¹⁴ Informe Técnico N° 019-2021/IGP, Instituto Geofísico del Perú, (2021).

para el sacudimiento del suelo explicarían los importantes daños estructurales y efectos secundarios observados en superficie en el área epicentral.

Para ello es importante conocer la distribución de los sismos ocurridos en el norte del Perú, para lo cual el Instituto Geofísico del Perú – IGP, elaboró el mapa sísmico del periodo 1960 a 2021 con ubicación epicentrales de sismos mayores o iguales a 4.5 Mw.

Figura 8. Mapa sísmico de la región norte del Perú



Fuente: IGP

El mapa sísmico de la región norte nos muestra y define la constante actividad sísmica existente en la región Piura.

Los vectores de desplazamiento han mostrado un retroceso de la placa continental con una velocidad del orden de 4 mm/año, así mismo la presencia de una aspereza cerca a la fosa podría dar un sismo de gran magnitud, todo ello contribuye a la actividad sísmica y la susceptibilidad de la región a estos fenómenos.

3.5 Parámetros de evaluación

La recurrencia sísmica en una fuente cuantifica al número de eventos mayores o iguales a una determinada magnitud. Para la presente evaluación se ha tomado en cuenta, la recurrencia del fenómeno sismo con una probabilidad al 100% de que un sismo de magnitud mayor a 6 ocurra en un periodo de 10 años.

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.

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.

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 con 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 13. 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%

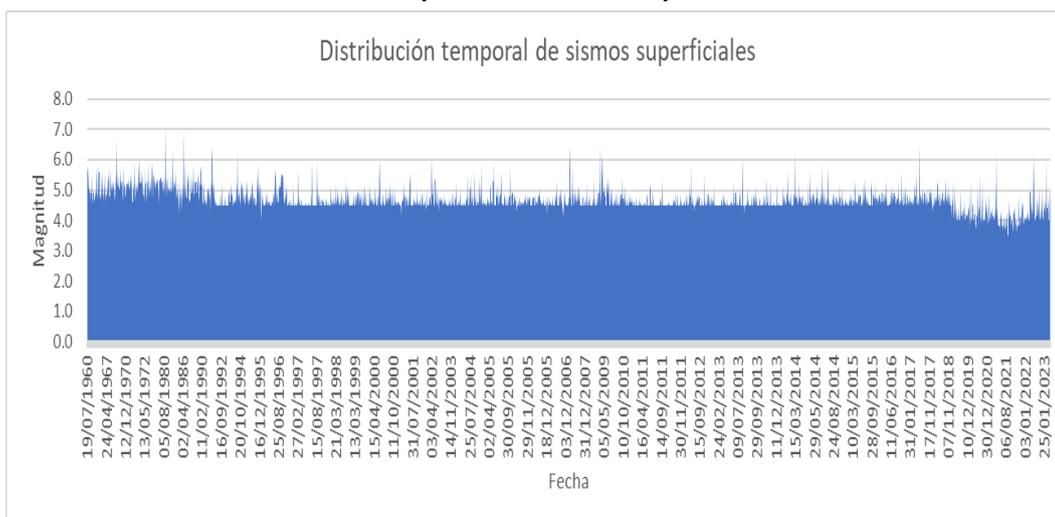
Elaboración: Equipo Evaluador en base a los registros sísmicos del IGP.

3.5.1 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.

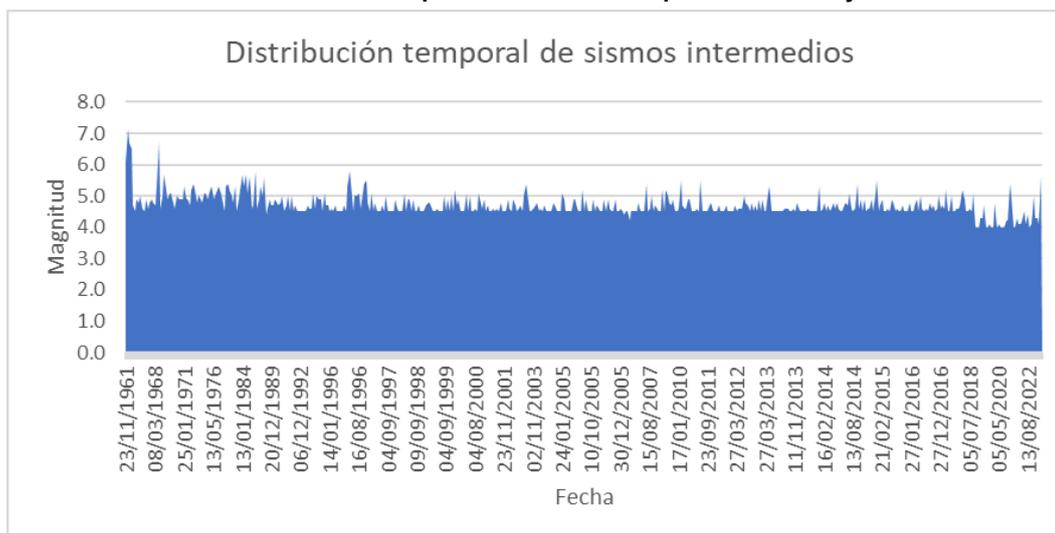
Para ello se han realizado los dos gráficos siguientes considerando el agrupamiento de datos sísmicos de foco superficial e intermedio. En estos se distingue que la mayor parte del registro sísmico se sitúa entre una magnitud de cuatro a cinco, por consiguiente, para una mejor visualización se optó por 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 12. Distribución temporal de sismos con profundidad menor a 60 km



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

Gráfico 13. 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 14. 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 cuadro 15), 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 15. 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.

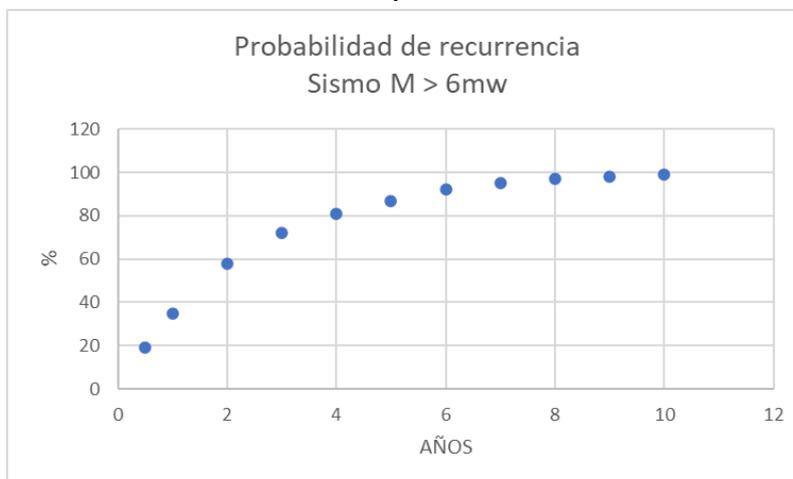
Algunas de las brechas temporales entre los sismos son relativamente cortas, con períodos de uno o dos años entre eventos consecutivos. Esto indica una mayor frecuencia de sismos durante esos períodos, lo que podría sugerir una actividad sísmica más intensa o una mayor concentración de eventos en determinados 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 14. Cálculo de la probabilidad de recurrencia



Elaboración: Equipo Evaluador

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

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

Cuadro 16. 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

3.5.2 Recurrencia

Cuadro 17. Matriz de comparación de pares del parámetro recurrencia

RECURRENCIA	Menor a 5 años	5 a 10 años	11 a 50 años	51 a 100 años	Mayores a 100 años
Menor a 5 años	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
5 a 10 años	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
11 a 50 años	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
51 a 100 años	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Mayores a 100 años	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.18	4.03	6.83	11.33	19.00
1/SUMA	0.46	0.25	0.15	0.09	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 18. Matriz de normalización del parámetro recurrencia

RECURRENCIA	Menor a 5 años	5 a 10 años	11 a 50 años	51 a 100 años	Mayores a 100 años	Vector Priorización
Menor a 5 años	0.460	0.496	0.439	0.441	0.368	0.441
5 a 10 años	0.230	0.248	0.293	0.265	0.263	0.260
11 a 50 años	0.153	0.124	0.146	0.176	0.158	0.152
51 a 100 años	0.092	0.083	0.073	0.088	0.158	0.099
Mayores a 100 años	0.066	0.050	0.049	0.029	0.053	0.049

Elaboración: Equipo Evaluador

Cuadro 19. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro recurrencia

IC	0.019
RC	0.017

Elaboración: Equipo Evaluador

3.6 Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia por sismos en el centro poblado Sojo del distrito de Miguel Checa, se consideraron los factores desencadenantes y condicionantes:

Cuadro 20. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes
Magnitud del sismo (Mw)	Tipo de suelo
	Unidad geológica
	Unidad geomorfológica

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

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

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

a) Parámetro: Magnitud de sismo (Mw)

La magnitud se define como una dimensión (valor numérico) que depende de la energía producida por el foco sísmico en forma de ondas sísmicas. Se mide en una escala logarítmica, de tal forma que cada unidad de magnitud corresponde a un incremento de raíz cuadrada de 1000, o bien, de aproximadamente 32 veces la energía liberada. Es decir que, un sismo de magnitud 8 es 32 veces más grande que uno de magnitud 7, 1000 veces más grande que uno de magnitud 6, 32,000 veces más grande que uno de magnitud 5, y así sucesivamente.

Cuadro 21. Matriz de comparación de pares del parámetro magnitud del sismo (Mw)

Magnitud de sismo (Mw)	Mayor o igual a 8,0 Mw.	Entre 6,0° a 7,9° Mw	Entre 4,5° a 5,9° Mw	Entre 3,5° a 4,4° Mw	Menor o igual a 3,4° Mw
Mayor o igual a 8,0 Mw.	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Entre 6,0° a 7,9° Mw	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Entre 4,5° a 5,9° Mw	0.20	0.50	1.00	2.00	3.00
Entre 3,5° a 4,4° Mw	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Menor o igual a 3,4° Mw	0.11	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.81	4.92	8.83	13.50	21.00
1/SUMA	0.55	0.20	0.11	0.07	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 22. Matriz de normalización del parámetro magnitud del sismo (Mw)

Magnitud de sismo (Mw)	Mayor o igual a 8,0 Mw.	Entre 6,0° a 7,9° Mw	Entre 4,5° a 5,9° Mw	Entre 3,5° a 4,4° Mw	Menor o igual a 3,4° Mw	Vector Priorización
Mayor o igual a 8,0 Mw.	0.552	0.610	0.566	0.444	0.429	0.520
Entre 6,0° a 7,9° Mw	0.184	0.203	0.226	0.296	0.286	0.239
Entre 4,5° a 5,9° Mw	0.110	0.102	0.113	0.148	0.143	0.123
Entre 3,5° a 4,4° Mw	0.092	0.051	0.057	0.074	0.095	0.074
Menor o igual a 3,4° Mw	0.061	0.034	0.038	0.037	0.048	0.044

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 23. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro magnitud del sismo (Mw)

IC	0.018
RC	0.016

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: Tipo de suelo

Cuadro 24. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de suelo

TIPO DE SUELO	Materiales antrópicos	Arcilla inorgánica con limos	Limo inorgánico	Arena arcillosa con limos	Arena mal graduada con limos
Materiales antrópicos	1.00	4.00	5.00	6.00	7.00
Arcilla inorgánica con limos	0.25	1.00	3.00	4.00	5.00
Limo inorgánico	0.20	0.33	1.00	3.00	4.00
Arena arcillosa con limos	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Arena mal graduada con limos	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.76	5.78	9.58	14.33	20.00
1/SUMA	0.57	0.17	0.10	0.07	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 25. Matriz de normalización del parámetro tipo de suelo

TIPO DE SUELO	Materiales antrópicos	Arcilla inorgánica con limos	Limo inorgánico	Arena arcillosa con limos	Arena mal graduada con limos	Vector Priorización
Materiales antrópicos	0.568	0.692	0.522	0.419	0.350	0.510
Arcilla inorgánica con limos	0.142	0.173	0.313	0.279	0.250	0.231
Limo inorgánico	0.114	0.058	0.104	0.209	0.200	0.137
Arena arcillosa con limos	0.095	0.043	0.035	0.070	0.150	0.079
Arena mal graduada con limos	0.081	0.035	0.026	0.023	0.050	0.043

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 26. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro tipo de suelo

IC	0.089
RC	0.080

Elaboración: Equipo Evaluador.

b) Parámetro: Unidad Geológica

Cuadro 27. Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geológica

UNIDAD GEOLÓGICA	Depósitos eólicos (Qh-e)	Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	Formación Chira (Pe-chi)
Depósitos eólicos (Qh-e)	1.00	2.00	4.00	5.00	7.00
Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Formación Chira (Pe-chi)	0.14	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.09	4.03	7.75	11.33	20.00
1/SUMA	0.48	0.25	0.13	0.09	0.05

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 28. Matriz de normalización del parámetro unidad geológica

UNIDAD GEOLÓGICA	Depósitos eólicos (Qh-e)	Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	Formación Chira (Pe-chi)	Vector Priorización
Depósitos eólicos (Qh-e)	0.478	0.496	0.516	0.441	0.350	0.456
Depósito aluvial reciente (Qh-al2)	0.239	0.248	0.258	0.265	0.250	0.252
Depósito fluvio - aluvial (Qh-fal)	0.119	0.124	0.129	0.176	0.200	0.150
Depósito aluvial antiguo (Qh-al1)	0.096	0.083	0.065	0.088	0.150	0.096
Formación Chira (Pe-chi)	0.068	0.050	0.032	0.029	0.050	0.046

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 29. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidad geológica

IC	0.025
RC	0.023

Elaboración: CENEPRED

c) Parámetro: Unidad geomorfológica

Cuadro 30. Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geomorfológica

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	Cauce aluvial	Depresión aluvial	Terraza fluvio - aluvial	Terraza aluvial	Loma
Cauce aluvial	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Depresión aluvial	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
Terraza fluvio - aluvial	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
Terraza aluvial	0.25	0.33	0.50	1.00	2.00
Loma	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 31. Matriz de normalización del parámetro unidad geomorfológica

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	Cauce aluvial	Depresión aluvial	Terraza fluvio - aluvial	Terraza aluvial	Loma	Vector Priorización
Cauce aluvial	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
Depresión aluvial	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
Terraza fluvio - aluvial	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
Terraza aluvial	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
Loma	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 32. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidad geomorfológica

IC	0.017
RC	0.015

Elaboración: Equipo Evaluador.

d) Análisis de los parámetros del factor condicionante

Cuadro 33. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante

PARÁMETROS	Tipo de suelo	Unidad Geológica	Unidad Geomorfológica
Tipo de suelo	1.00	3.00	7.00
Unidad Geológica	0.33	1.00	3.00
Unidad Geomorfológica	0.14	0.33	1.00
SUMA	1.48	4.33	11.00
1/SUMA	0.68	0.23	0.09

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 34. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor condicionante

PARÁMETROS	Tipo de suelo	Unidad Geológica	Unidad Geomorfológica	Vector Priorización
Tipo de suelo	0.677	0.692	0.636	0.669
Unidad Geológica	0.226	0.231	0.273	0.243
Unidad Geomorfológica	0.097	0.077	0.091	0.088

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 35. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros utilizados en el factor condicionante

IC	0.004
RC	0.007

Elaboración: Equipo Evaluador.

3.7 Análisis de elementos expuestos

Los elementos expuestos inmersos en el área de influencia han sido identificados en base a la información del Censo del 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, y de la información recopilada en campo, y que se muestra a continuación.

3.7.1 Población

Se muestra a continuación la población total expuesta del sector evaluado:

Cuadro 36. Población Expuesta

N°	CENTRO POBLADO	TOTAL
01	Centro poblado Sojo	9,036

3.7.2 Vivienda

De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda del 2017, el centro poblado de Sojo cuenta con 1,088 viviendas, sin embargo, en el trabajo de campo se encontraron 1,615 lotes de vivienda, los cuales para el presente caso serán considerados como nuestros elementos expuestos por ser considerados como unidad de análisis geográfico espacial.

Cuadro 37. Viviendas expuestas

N°	CENTRO POBLADO	TOTAL
01	Centro poblado Sojo	1,615

3.7.3 Educación

Se muestra a continuación las instituciones educativas expuestas del sector evaluado.

Cuadro 38. Instituciones educativas expuestas

N°	CENTRO POBLADO	TOTAL
01	- IE N° 14857 San Miguel Arcángel - IE N° 14859 Felipe García Fijallo - IE N° 154 - IE Activa Tu Ser - IE Lizardo Otero Alcas - IE Los Ángeles de INFORDP - IE Mi Lindo Jardín - IE Mi Laurita - IE Mis Tesoritos	09

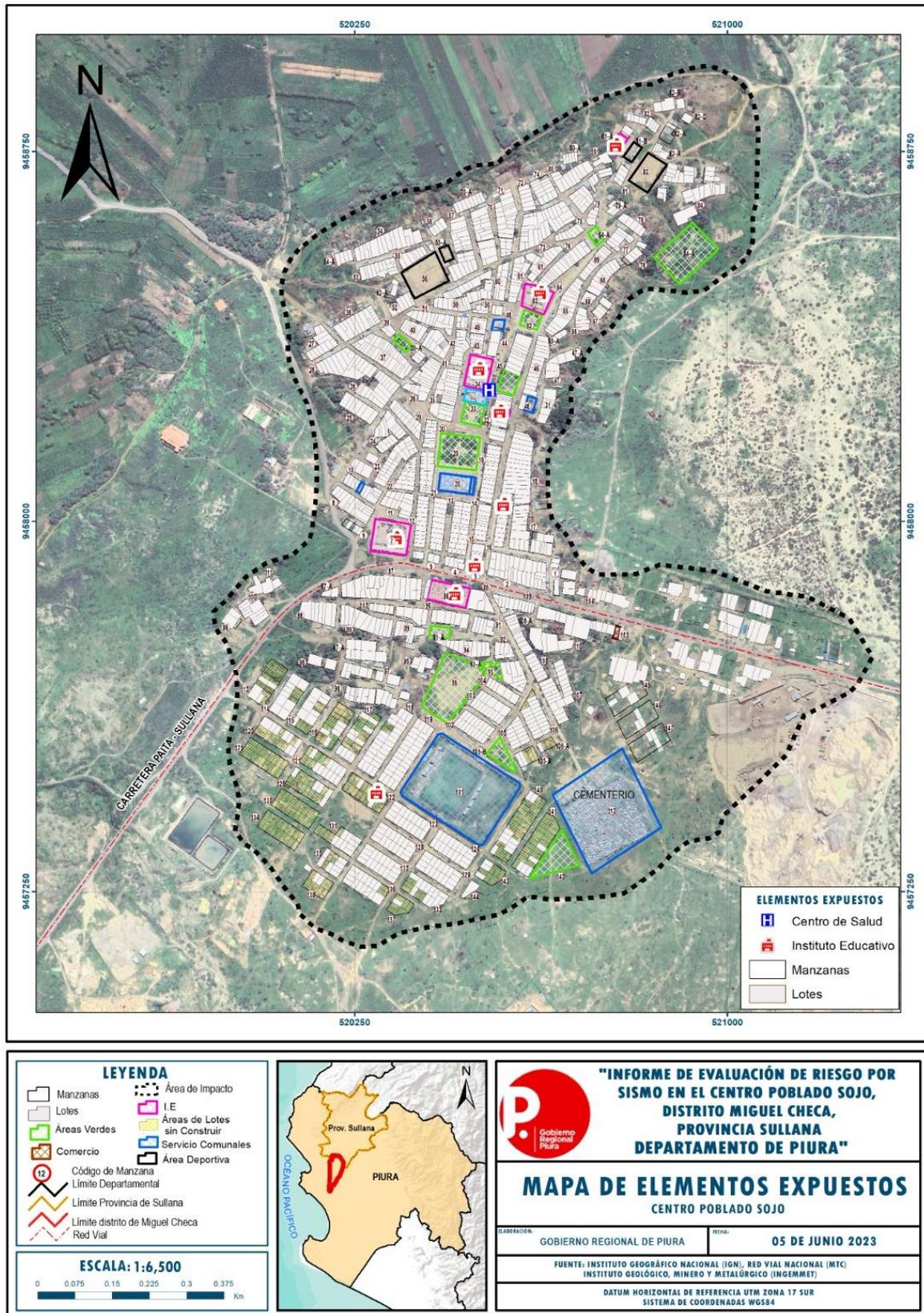
3.7.4 Salud

El centro poblado de Sojo cuenta con un centro de salud.

Cuadro 39. Centros de salud expuestas

N°	CENTRO POBLADO	TOTAL
01	- Centro de Salud Miguel Checa	01

Figura 9. Mapa de elementos expuestos del centro poblado Sojo



Elaboración: Equipo Evaluador.

3.8 Definición de escenarios

El escenario para el centro poblado es el siguiente:

El análisis para la elaboración del presente escenario se plantea ante la probabilidad de que ocurra el evento sísmico en el centro poblado Sojo en el distrito de Miguel Checa, provincia de Sullana y departamento de Piura, cuya magnitud se encontraría en el rango de 6 a 7.9 (Mw), tomando en cuenta las consideraciones geológicas y geomorfológicas del centro poblado que se encuentran sobre depósitos cuaternarios y con una probabilidad de ocurrencia entre 5 a 10 años; que ocasionarían severos daños y pérdidas a los elementos expuestos susceptibles en la dimensión social, dimensión económica y dimensión ambiental en el área de influencia del centro poblado Sojo.

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 40. Niveles de Peligro

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.247	$\leq P \leq$	0.477
ALTO	0.141	$\leq P <$	0.247
MEDIO	0.088	$\leq P <$	0.141
BAJO	0.046	$\leq P <$	0.088

Elaboración: Equipo Evaluador.

3.10 Estratificación del peligro

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

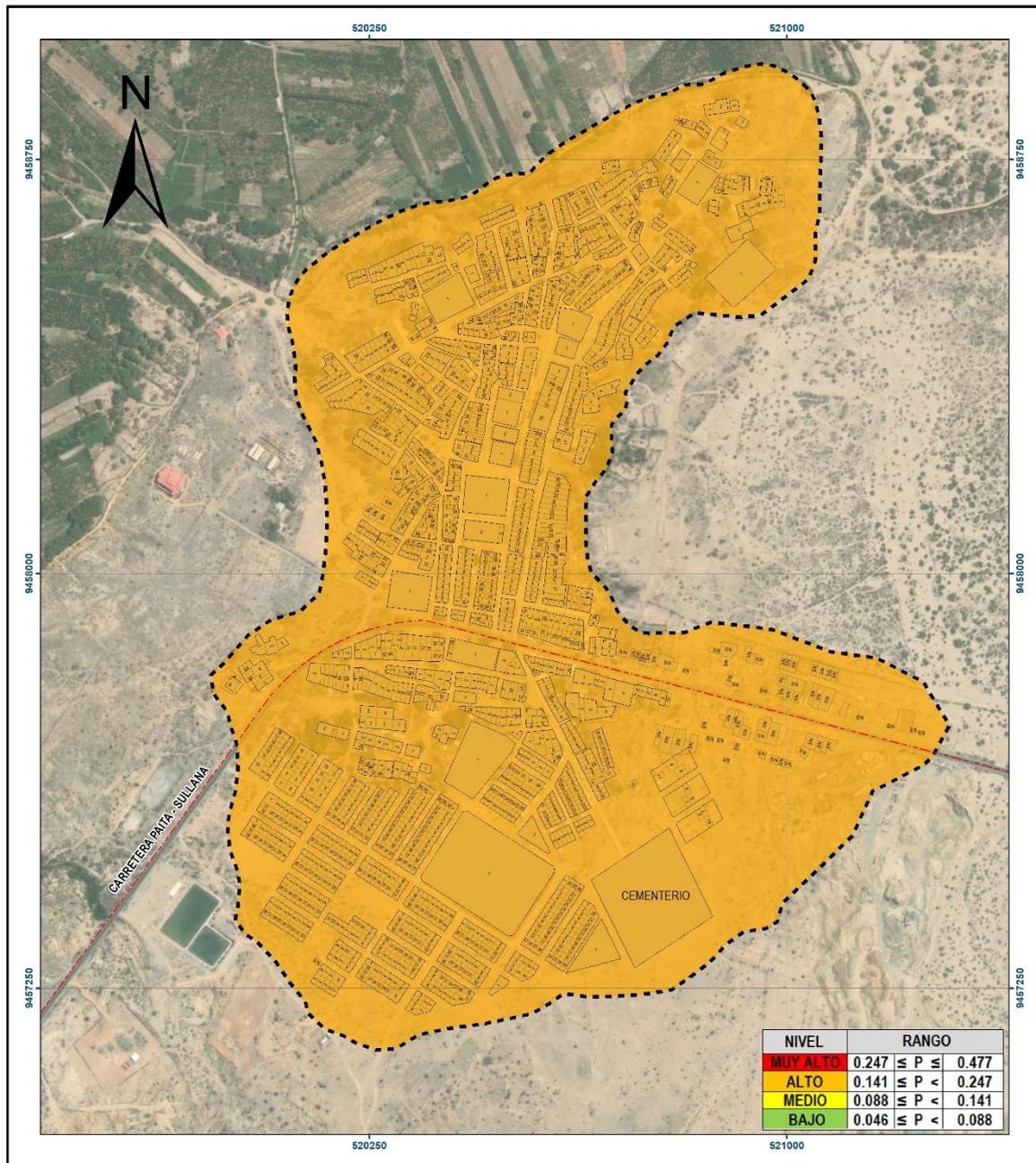
Cuadro 41. Estratificación del peligro

Nivel de Peligro	Descripción	Rangos
Peligro Muy Alto	Magnitud de Sismos: 6 – 7.9 Mw (Sismo mayor) Tipo de Suelos: Materiales antrópicos y arcilla inorgánica con limos. Unidades Geológicas: Depósitos eólicos y depósito aluvial reciente. Unidades Geomorfológicas: Cauce aluvial y depresión aluvial. Con probabilidad de recurrencia entre 5 a 10 años.	$0.247 \leq P \leq 0.477$
Peligro Alto	Magnitud de Sismos: 6 – 7.9 Mw (Sismo mayor) Tipo de Suelos: Arcilla inorgánica con limos y limo inorgánico. Unidades Geológicas: Depósito aluvial reciente y depósito fluvio – aluvial. Unidades Geomorfológicas: Depresión aluvial y terraza fluvio – aluvial. Con probabilidad de recurrencia de 5 a 10 años	$0.141 \leq P < 0.247$
Peligro Medio	Magnitud de Sismos: 6 – 7.9 Mw (Sismo mayor) Tipo de Suelos: Limo inorgánico y arena arcillosa con limos. Unidades Geológicas: Depósito fluvio – aluvial y depósito aluvial antiguo. Unidades Geomorfológicas: Terraza fluvio – aluvial y terraza aluvial. Con probabilidad de recurrencia de 5 a 10 años.	$0.088 \leq P < 0.141$
Peligro Bajo	Magnitud de Sismos: 6 – 7.9 Mw (Sismo mayor) Tipo de Suelos: Arena arcillosa con limos y arena mal graduada con limos. Unidades Geológicas: Depósito aluvial antiguo y Formación Chira. Unidades Geomorfológicas: Terraza aluvial y loma. Con probabilidad de recurrencia 5 a 10 años.	$0.046 \leq P < 0.088$

Elaboración: Equipo Evaluador.

3.11 Mapa de peligro

Figura 10. Mapa de peligro del centro poblado Sojo.



<p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Manzanas Lotes Área de Impacto Límite Departamental Límite Provincia de Sullana Límite distrito de Miguel Checa Red Vial 		<p>"INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR SISMO EN EL CENTRO POBLADO SOJO, DISTRITO MIGUEL CHECA, PROVINCIA SULLANA DEPARTAMENTO DE PIURA"</p> <p>MAPA DE PELIGRO</p> <p>CENTRO POBLADO SOJO</p>

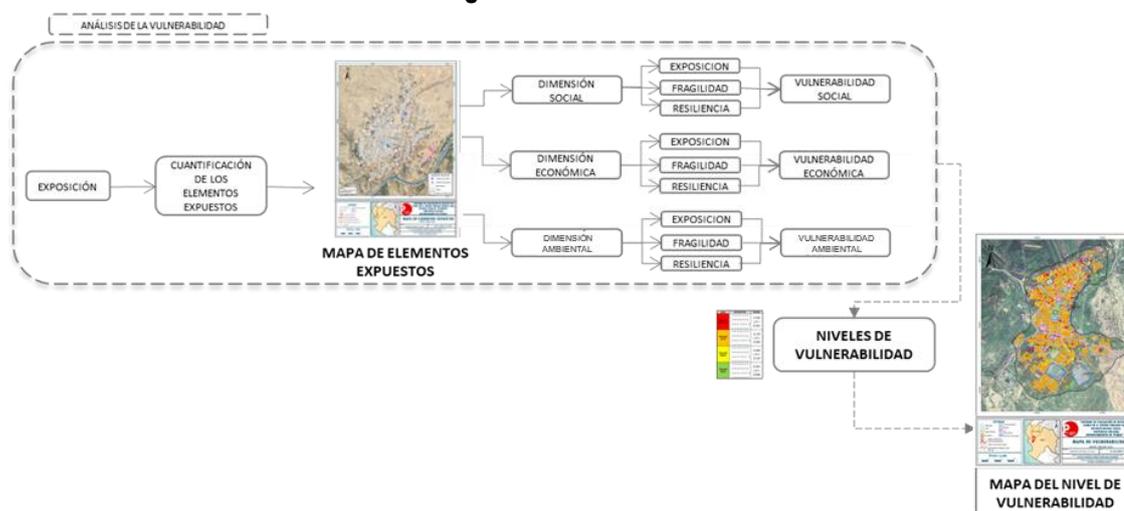
Elaboración: Equipo Evaluador.

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 15. Metodología del análisis de la vulnerabilidad



Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia del centro poblado Sojo, del distrito de Miguel Checa, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social, económica y ambiental a nivel de lote, utilizando los parámetros para ambos casos.

4.2 Análisis de la dimensión social

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

Cuadro 42. 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"> Personas por viviendas 	<ul style="list-style-type: none"> Discapacidad Acceso a servicios de agua potable Acceso a servicios de alcantarillado 	<ul style="list-style-type: none"> Acceso a seguros de salud Capacitación en GRD

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Personas por viviendas

Cuadro 43. Matriz de comparación de pares del parámetro personas por viviendas

PERSONAS POR VIVIENDAS	Mayor a 6	6	5	4	Menor a 4
Mayor a 6	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
6	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
5	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 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 44. Matriz de normalización del parámetro personas por viviendas

PERSONAS POR VIVIENDAS	Mayor a 6	6	5	4	Menor a 4	Vector Priorización
Mayor a 6	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
6	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
5	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 4	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 45. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro personas por viviendas

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Discapacidad

Cuadro 46. Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad

Parámetros	Motora	Visual	Mental	Auditiva	Sin discapacidad
Motora	1.00	4.00	5.00	6.00	9.00
Visual	0.25	1.00	2.00	4.00	7.00
Mental	0.20	0.50	1.00	3.00	6.00
Auditiva	0.17	0.25	0.33	1.00	4.00
Sin discapacidad	0.11	0.14	0.17	0.25	1.00
SUMA	1.73	5.89	8.50	14.25	27.00
1/SUMA	0.58	0.17	0.12	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 47. Matriz de normalización del parámetro discapacidad

Parámetros	Motora	Visual	Mental	Auditiva	Sin discapacidad	Vector Priorización
Motora	0.579	0.679	0.588	0.421	0.333	0.520
Visual	0.145	0.170	0.235	0.281	0.259	0.218
Mental	0.116	0.085	0.118	0.211	0.222	0.150
Auditiva	0.096	0.042	0.039	0.070	0.148	0.079
Sin discapacidad	0.064	0.024	0.020	0.018	0.037	0.033

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 48. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro discapacidad

IC	0.077
RC	0.069

Elaboración: Equipo Evaluador.

b) Parámetro: Acceso a servicios de agua potable

Cuadro 49. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios de agua potable

ACCESO A SERVICIOS DE AGUA POTABLE	Río, acequia	Pozo	Cisterna	Pileta	Red pública
Río, acequia	1.00	4.00	5.00	6.00	9.00
Pozo	0.25	1.00	3.00	5.00	7.00
Cisterna	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Pileta	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.73	5.68	9.53	15.33	25.00
1/SUMA	0.58	0.18	0.10	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 50. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios de agua potable

ACCESO A SERVICIOS DE AGUA POTABLE	Río, acequia	Pozo	Cisterna	Pileta	Red pública	Vector Priorización
Río, acequia	0.579	0.705	0.524	0.391	0.360	0.512
Pozo	0.145	0.176	0.315	0.326	0.280	0.248
Cisterna	0.116	0.059	0.105	0.196	0.200	0.135
Pileta	0.096	0.035	0.035	0.065	0.120	0.070
Red pública	0.064	0.025	0.021	0.022	0.040	0.034

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 51. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios de agua potable

IC	0.080
RC	0.072

Elaboración: Equipo Evaluador.

c) Parámetro: Acceso a servicios de alcantarillado

Cuadro 52. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios de alcantarillado

ACCESO A SERVICIOS DE ALCANTARILLADO	No tiene	Río, acequia, canal	Pozo ciego / negro	Unidad básica de abastecimiento (UBS)	Red Pública
No tiene	1.00	3.00	5.00	8.00	9.00
Río, acequia, canal	0.33	1.00	4.00	7.00	8.00
Pozo ciego / negro	0.20	0.25	1.00	3.00	4.00
Unidad básica de abastecimiento (UBS)	0.13	0.14	0.33	1.00	2.00
Red Pública	0.11	0.13	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.77	4.52	10.58	19.50	24.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.09	0.05	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 53. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios de alcantarillado

ACCESO A SERVICIOS DE ALCANTARILLADO	No tiene	Río, acequia, canal	Pozo ciego / negro	Unidad básica de abastecimiento (UBS)	Red Pública	Vector Priorización
No tiene	0.565	0.664	0.472	0.410	0.375	0.497
Río, acequia, canal	0.188	0.221	0.378	0.359	0.333	0.296
Pozo ciego / negro	0.113	0.055	0.094	0.154	0.167	0.117
Unidad básica de abastecimiento (UBS)	0.071	0.032	0.031	0.051	0.083	0.054
Red Pública	0.063	0.028	0.024	0.026	0.042	0.036

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 54. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios de alcantarillado

IC	0.105
RC	0.094

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

Cuadro 55. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor fragilidad social

PARÁMETROS	Discapacidad	Acceso a servicios de agua potable	Acceso a servicios de alcantarillado
Discapacidad	1.00	4.00	8.00
Acceso a servicios de agua potable	0.25	1.00	3.00
Acceso a servicios de alcantarillado	0.13	0.33	1.00
SUMA	1.38	5.33	12.00
1/SUMA	0.73	0.19	0.08

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 56. Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad social

PARÁMETROS	Discapacidad	Acceso a servicios de agua potable	Acceso a servicios de alcantarillado	Vector Priorización
Discapacidad	0.727	0.750	0.667	0.715
Acceso a servicios de agua potable	0.182	0.188	0.250	0.206
Acceso a servicios de alcantarillado	0.091	0.063	0.083	0.079

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 57. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros de la fragilidad social

IC	0.009
RC	0.017

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Acceso a seguros de salud

Cuadro 58. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a seguros de salud

ACCESO A SEGUROS DE SALUD	No tiene	SIS	ESSALUD	PNP / FFAA	Privado
No tiene	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
SIS	0.33	1.00	4.00	5.00	7.00
ESSALUD	0.17	0.25	1.00	3.00	5.00
PNP / FFAA	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Privado	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.75	4.59	11.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.09	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 59. Matriz de normalización del parámetro acceso a seguros de salud

ACCESO A SEGUROS DE SALUD	No tiene	SIS	ESSALUD	PNP / FFAA	Privado	Vector Priorización
No tiene	0.570	0.653	0.520	0.424	0.375	0.509
SIS	0.190	0.218	0.347	0.303	0.292	0.270
ESSALUD	0.095	0.054	0.087	0.182	0.208	0.125
PNP / FFAA	0.081	0.044	0.029	0.061	0.083	0.060
Privado	0.063	0.031	0.017	0.030	0.042	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 60. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro acceso a seguros de salud

IC	0.071
RC	0.064

Elaboración: Equipo Evaluador.

b) Parámetro: Capacitación e gestión de riesgo de desastre (GRD)

Cuadro 61. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD

CAPACITACIÓN EN GRD	Nunca	Una vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Mas de 3 veces al año
Nunca	1.00	4.00	6.00	7.00	9.00
Una vez al año	0.25	1.00	4.00	5.00	7.00
2 veces al año	0.17	0.25	1.00	3.00	5.00
3 veces al año	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Mas de 3 veces al año	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.67	5.59	11.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.60	0.18	0.09	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 62. Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD

CAPACITACIÓN EN GRD	Nunca	Una vez al año	2 veces al año	3 veces al año	Mas de 3 veces al año	Vector Priorización
Nunca	0.599	0.715	0.520	0.424	0.375	0.527
Una vez al año	0.150	0.179	0.347	0.303	0.292	0.254
2 veces al año	0.100	0.045	0.087	0.182	0.208	0.124
3 veces al año	0.086	0.036	0.029	0.061	0.083	0.059
Mas de 3 veces al año	0.067	0.026	0.017	0.030	0.042	0.036

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 63. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en GRD

IC	0.105
RC	0.094

Elaboración: Equipo Evaluador.

4.2.4 Análisis de la dimensión social - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Dimensión Social

Cuadro 64. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión social

PARÁMETROS	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	4.00	9.00
Fragilidad	0.25	1.00	4.00
Resiliencia	0.11	0.25	1.00
SUMA	1.36	5.25	14.00
1/SUMA	0.73	0.19	0.07

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 65. Matriz de normalización del parámetro dimensión social

PARÁMETROS	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.735	0.762	0.643	0.713
Fragilidad	0.184	0.190	0.286	0.220
Resiliencia	0.082	0.048	0.071	0.067

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 66. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión social

IC	0.019
RC	0.035

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 67. Parámetros de dimensión económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> Ubicación de vivienda con respecto al nivel del peligro 	<ul style="list-style-type: none"> Estado de conservación del predio Material predominante en paredes 	<ul style="list-style-type: none"> Ocupación principal (jefe del hogar)

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Ubicación de vivienda con respecto al nivel del peligro

Cuadro 68. Matriz de comparación de pares del parámetro ubicación de vivienda con respecto al nivel del peligro

UBICACIÓN DE VIVIENDA CON RESPECTO AL NIVEL DEL 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	4.00	5.00	7.00
Medio	0.20	0.25	1.00	3.00	5.00
Bajo	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Muy Bajo	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.79	4.59	10.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.56	0.22	0.09	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 69. Matriz de normalización del parámetro ubicación de vivienda con respecto al nivel del peligro

UBICACIÓN DE VIVIENDA CON RESPECTO AL NIVEL DEL PELIGRO	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo	Vector Priorización
Muy Alto	0.560	0.653	0.475	0.424	0.375	0.497
Alto	0.187	0.218	0.380	0.303	0.292	0.276
Medio	0.112	0.054	0.095	0.182	0.208	0.130
Bajo	0.080	0.044	0.032	0.061	0.083	0.060
Muy Bajo	0.062	0.031	0.019	0.030	0.042	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 70. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro ubicación de vivienda con respecto al nivel del peligro

IC	0.057
RC	0.051

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Estado de conservación del predio

Cuadro 71. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación del predio

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PREDIO	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Muy mala	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mala	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Buena	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy buena	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 72. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación del predio

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PREDIO	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Vector Priorización
Muy mala	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Mala	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Buena	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy buena	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 73. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación del predio

IC	0.061
RC	0.054

Elaboración: Equipo Evaluador.

b) Parámetro: Material predominante en paredes

Cuadro 74. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES	Quincha (caña con barro), estera, madera, triplay	Tapial	Adobe	Piedra con mortero de barro	Ladrillo y/o bloque de cemento
Quincha (caña con barro), estera, madera, triplay	1.00	3.00	4.00	6.00	9.00
Tapial	0.33	1.00	3.00	5.00	8.00
Adobe	0.25	0.33	1.00	4.00	7.00
Piedra con mortero de barro	0.17	0.20	0.25	1.00	4.00
Ladrillo y/o bloque de cemento	0.11	0.13	0.14	0.25	1.00
SUMA	1.86	4.66	8.39	16.25	29.00
1/SUMA	0.54	0.21	0.12	0.06	0.03

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 75. Matriz de normalización del parámetro material predominante en paredes

MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES	Quincha (caña con barro), estera, madera, triplay	Tapial	Adobe	Piedra con mortero de barro	Ladrillo y/o bloque de cemento	Vector Priorización
Quincha (caña con barro), estera, madera, triplay	0.537	0.644	0.477	0.369	0.310	0.467
Tapial	0.179	0.215	0.357	0.308	0.276	0.267
Adobe	0.134	0.072	0.119	0.246	0.241	0.163
Piedra con mortero de barro	0.090	0.043	0.030	0.062	0.138	0.072
Ladrillo y/o bloque de cemento	0.060	0.027	0.017	0.015	0.034	0.031

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 76. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante en paredes

IC	0.094
RC	0.084

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Ocupación principal (Jefe del hogar)

Cuadro 77. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación principal (jefe de hogar)

OCUPACIÓN PRINCIPAL (JEFE DEL HOGAR)	Desempleado	Agricultor o Ganadería	Pesca	Trabajador Independiente	Empleador
Desempleado	1.00	4.00	5.00	6.00	9.00
Agricultor o Ganadería	0.25	1.00	3.00	5.00	6.00
Pesca	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Trabajador Independiente	0.17	0.20	0.33	1.00	3.00
Empleador	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.73	5.70	9.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.58	0.18	0.10	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 78. Matriz de normalización del parámetro ocupación principal (jefe de hogar)

OCUPACIÓN PRINCIPAL (JEFE DEL HOGAR)	Desempleado	Agricultor o Ganadería	Pesca	Trabajador Independiente	Empleador	Vector Priorización
Desempleado	0.579	0.702	0.524	0.391	0.375	0.514
Agricultor o Ganadería	0.145	0.175	0.315	0.326	0.250	0.242
Pesca	0.116	0.058	0.105	0.196	0.208	0.137
Trabajador Independiente	0.096	0.035	0.035	0.065	0.125	0.071
Empleador	0.064	0.029	0.021	0.022	0.042	0.036

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 79. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de ocupación principal (jefe de hogar)

IC	0.055
RC	0.050

Elaboración: Equipo Evaluador.

4.3.4 Análisis de la dimensión económica - ponderación de parámetros

a) Parámetro: Dimensión económica

Cuadro 80. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión económica

COMPONENTES	Fragilidad	Exposición	Resiliencia
Fragilidad	1.00	4.00	9.00
Exposición	0.25	1.00	4.00
Resiliencia	0.11	0.25	1.00
SUMA	1.36	5.25	14.00
1/SUMA	0.73	0.19	0.07

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 81. Matriz de normalización del parámetro dimensión económica

COMPONENTES	Fragilidad	Exposición	Resiliencia	Vector Priorización
Fragilidad	0.735	0.762	0.643	0.713
Exposición	0.184	0.190	0.286	0.220
Resiliencia	0.082	0.048	0.071	0.067

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 82. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión económica

IC	0.019
RC	0.035

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 83. Parámetros de dimensión ambiental

Dimensión Ambiental		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> Distancia a un foco de contaminación 	<ul style="list-style-type: none"> Disposición de Residuos sólidos Disposición de efluentes líquidos 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación en temas ambientales

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Distancia a un foco de contaminación

Cuadro 84. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia a un foco de contaminación

DISTANCIA A UN FOCO DE CONTAMINACIÓN	Menor a 2 m.	DE 2m a 100m.	De 101 a 200 m	A 201 a 300 m	Mayor a 300m.
Menor a 2 m.	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
De 2m a 100m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 101 a 200 m	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
A 201 a 300 m	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Mayor a 300m.	0.11	0.14	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.75	4.68	10.53	16.50	24.00
1/SUMA	0.57	0.21	0.09	0.06	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 85. Matriz de normalización del parámetro distancia a un foco de contaminación

DISTANCIA A UN FOCO DE CONTAMINACIÓN	Menor a 2 m.	DE 2m a 100m.	De 101 a 200 m	A 201 a 300 m	Mayor a 300m.	Vector Priorización
Menor a 2 m.	0.570	0.642	0.570	0.424	0.375	0.516
DE 2m a 100m.	0.190	0.214	0.285	0.303	0.292	0.257
De 101 a 200 m	0.095	0.071	0.095	0.182	0.208	0.130
A 201 a 300 m	0.081	0.043	0.032	0.061	0.083	0.060
Mayor a 300m.	0.063	0.031	0.019	0.030	0.042	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 86. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro distancia a un foco de contaminación

IC	0.053
RC	0.047

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Disposición de residuos sólidos

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

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	A la intemperie	Lo quema o lo entierra	Botadero clandestino	Al reciclador	Camión recolector
A la intemperie	1.00	3.00	5.00	6.00	9.00
Lo quema o lo entierra	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
Botadero clandestino	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Al reciclador	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Camión recolector	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.81	4.75	9.53	14.33	24.00
1/SUMA	0.55	0.21	0.10	0.07	0.04

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	A la intemperie	Lo quema o lo entierra	Botadero clandestino	Al reciclador	Camión recolector	Vector Priorización
A la intemperie	0.552	0.632	0.524	0.419	0.375	0.500
Lo quema o lo entierra	0.184	0.211	0.315	0.279	0.250	0.248
Botadero clandestino	0.110	0.070	0.105	0.209	0.208	0.141
Al reciclador	0.092	0.053	0.035	0.070	0.125	0.075
Camión recolector	0.061	0.035	0.021	0.023	0.042	0.036

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

IC	0.018
RC	0.017

Elaboración: Equipo Evaluador.

b) Parámetro: Disposición de efluentes líquidos

Cuadro 90. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de efluentes líquidos

DISPOSICIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Al río o canal	A la intemperie	Pozo ciego	Letrina o similar	Sistema de alcantarillado
Al río o canal	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
A la intemperie	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pozo ciego	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Letrina o similar	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Sistema de alcantarillado	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 91. Matriz de normalización del parámetro disposición de efluentes líquidos

DISPOSICIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Al río o canal	A la intemperie	Pozo ciego	Letrina o similar	Sistema de alcantarillado	Vector Priorización
Al río o canal	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
A la intemperie	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
Pozo ciego	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
Letrina o similar	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Sistema de alcantarillado	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 92. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de efluentes líquidos

IC	0.037
RC	0.034

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

a) Parámetro: Capacitación en temas ambientales

Cuadro 93. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en temas ambientales

CAPACITACIONES EN TEMAS AMBIENTALES	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una vez al año
Nunca	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cada 5 años	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Cada 3 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cada 2 años	0.14	0.20	0.33	1.00	2.00
Una vez 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 94. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas ambientales

CAPACITACIONES EN TEMAS AMBIENTALES	Nunca	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada 2 años	Una vez al año	Vector Priorización
Nunca	0.560	0.642	0.524	0.424	0.375	0.505
Cada 5 años	0.187	0.214	0.315	0.303	0.292	0.262
Cada 3 años	0.112	0.071	0.105	0.182	0.208	0.136
Cada 2 años	0.080	0.043	0.035	0.061	0.083	0.060
Una vez al año	0.062	0.031	0.021	0.030	0.042	0.037

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 95. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas ambientales

IC	0.037
RC	0.034

Elaboración: Equipo Evaluador.

4.4.4 Análisis de la dimensión ambiental - ponderación de parámetros

b) Parámetro: Dimensión Ambiental

Cuadro 96. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión ambiental

COMPONENTES	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	7.00
Fragilidad	0.33	1.00	4.00
Resiliencia	0.14	0.25	1.00
SUMA	1.48	4.25	12.00
1/SUMA	0.68	0.24	0.08

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 97. Matriz de normalización del parámetro dimensión ambiental

COMPONENTES	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.677	0.706	0.583	0.656
Fragilidad	0.226	0.235	0.333	0.265
Resiliencia	0.097	0.059	0.083	0.080

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 98. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión ambiental

IC	0.016
RC	0.031

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 99. Niveles de Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.262	$\leq V \leq$	0.493
ALTO	0.143	$\leq V <$	0.262
MEDIO	0.068	$\leq V <$	0.143
BAJO	0.034	$\leq V <$	0.068

Elaboración: Equipo Evaluador.

4.6 Estratificación de la vulnerabilidad

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

Cuadro 100. Estratificación de la Vulnerabilidad

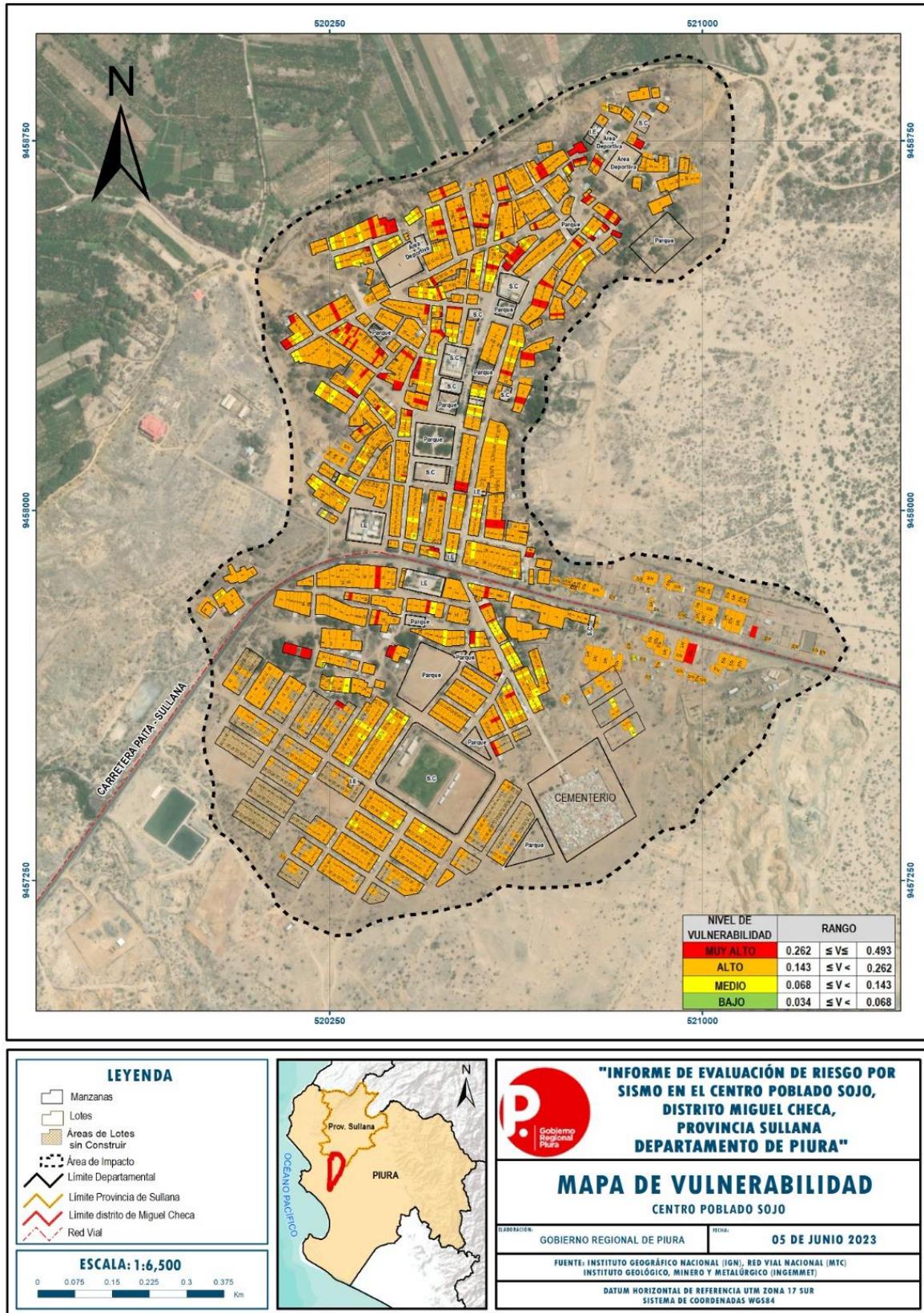
Nivel De Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	<p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: Vivienda con más de 6 habitantes. Fragilidad: Servicios básicos insatisfechos, abastecimiento de agua mediante pozos, manantiales, acequias, no cuentan con servicios de alcantarillado y con algún miembro de la familia con discapacidad motora o visual. Resiliencia: Los habitantes no cuentan con ningún tipo de seguro de salud y no han recibido capacitación en gestión de riesgo de desastres por lo que no saben cómo actuar ante una emergencia sísmica.</p> <p>DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Viviendas ubicadas en zona de peligro alto y muy alto. Fragilidad: La edificación presenta estado de conservación entre muy malo a malo, techos entre palos, trazas de madera y plásticos, y paredes de madera, adobe, tapial y/o quincha. Resiliencia: El jefe del hogar se encuentra desempleado por lo que no genera recursos para poder sobreponerse rápidamente de los daños.</p> <p>DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: Vivienda ubicada a menos de 2 metros de algún foco de contaminación. Fragilidad: Dispone sus residuos a la intemperie o lo quema o entierra y sus efluentes son evacuados al aire libre produciendo malos olores. Resiliencia: Los habitantes nunca han recibido alguna capacitación en temática ambiental.</p>	$0.262 \leq V \leq 0.493$
Vulnerabilidad Alta	<p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: Vivienda con 5 y 6 habitantes. Fragilidad: Se abastecen de agua a través de Pozos o cisternas, respecto a la disposición de sus excretas lo evacúan a un pozo o canal o a través de pozo ciego. Resiliencia: Los habitantes cuentan con seguro SIS y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres al menos una vez al año.</p> <p>DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Viviendas ubicadas en zona de peligro alto. Fragilidad: La edificación presenta estado de conservación entre malo y regular, con muros donde predomina el adobe y el tapial. Resiliencia: El jefe del hogar se dedica a la agricultura y/o ganadería donde recibe jornales como medio de pago. No es un trabajo estable.</p>	$0.143 \leq V < 0.262$

Nivel De Vulnerabilidad	Descripción	Rangos
	<p>DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: Vivienda ubicada entre 2 a 100 metros de algún foco de contaminación. Fragilidad: Quema o entierra sus residuos o lo dispone en algún botadero clandestino y evacua sus efluentes y/o excretas a la intemperie o un pozo ciego dentro de la vivienda. Resiliencia: Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo de 5 años).</p>	
Vulnerabilidad Media	<p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: Vivienda con 4 y 5 habitantes. Fragilidad: Se abastecen de agua a través de cisternas o piletas, dispone sus efluentes a través de algún pozo ciego y dentro de la vivienda existe algún miembro con discapacidad visual y/o mental. Resiliencia: Los habitantes cuentan con seguro social a través de ESSALUD y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres entre 2 a 3 veces al año. DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Viviendas ubicadas en zona de peligro medio. Fragilidad: La edificación presenta estado de conservación entre regular y bueno, con muros donde predomina el ladrillo o piedra con mortero. Resiliencia: El jefe del hogar se dedica a la pesca o cuenta con algún trabajo de manera independiente. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: Vivienda ubicada entre 100 y 200 metros de algún foco de contaminación. Fragilidad: Dispone sus residuos a través de un reciclador o a través del camión de recojo de basura. Resiliencia: Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo de 3 años).</p>	0.068 ≤ V < 0.143
Vulnerabilidad Baja	<p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: Vivienda con menos de 4 habitantes. Fragilidad: Se abastecen de agua a través de la red pública, dispone sus efluentes a través del servicio conectado al sistema de alcantarillado y ningún miembro de la familia presenta algún tipo de discapacidad. Resiliencia: Los habitantes cuentan con seguro privado de salud y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres recientemente (en el año) DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Viviendas ubicadas en zona de peligro bajo. Fragilidad: La edificación presenta estado de conservación entre bueno y muy bueno, con muros donde predomina el ladrillo y el concreto. Resiliencia: El jefe del hogar es emprendedor y genera sus propios recursos y brinda empleo a otras personas. DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: Vivienda ubicada a más de 200 metros de algún foco de contaminación. Fragilidad: Dispone sus residuos a través del camión de recojo de basura. Resiliencia: Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo menor a 2 años).</p>	0.034 ≤ V < 0.068

Elaboración: Equipo Evaluador.

4.7 Mapa de Vulnerabilidad

Figura 11. Mapa de vulnerabilidad del centro poblado Sojo.



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, siguiendo los siguientes pasos:

Paso 01. Se determinaron los parámetros de evaluación del peligro sísmico y sus correspondientes descriptores. Luego se calculó el valor de los parámetros de los factores condicionantes (FC), y del factor desencadenante (FD).

Cuadro 101. Cálculo del valor de los parámetros condicionantes y desencadenantes

FACTORES CONDICIONANTES (FC)								FACTOR DESENCADENANTE (FD)	
SUELO		UNIDAD GEOLÓGICA		UNIDAD GEOMORFOLÓGICA		VALOR	PESO	MAGNITUD DE MOMENTO (Mw)	
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			VALOR	PESO
0.669	0.510	0.243	0.456	0.088	0.416	0.489	0.60	0.520	0.40
0.669	0.231	0.243	0.252	0.088	0.262	0.239	0.60	0.239	0.40
0.669	0.137	0.243	0.150	0.088	0.161	0.142	0.60	0.123	0.40
0.669	0.079	0.243	0.096	0.088	0.099	0.085	0.60	0.074	0.40
0.669	0.043	0.243	0.046	0.088	0.062	0.045	0.60	0.044	0.40

Elaboración: Equipo Evaluador.

Paso 02. Se analiza la susceptibilidad del ámbito geográfico expuesto (S), con su parámetro de evaluación (PE).

Cuadro 102. Cálculo del valor de la susceptibilidad con el parámetro de evaluación

SUSCEPTIBILIDAD (S)		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE) - RECURRENCIA	
VALOR	PESO	VALOR	PESO
(VALOR FC*PESO FC) + (VALOR FD*PESO FD)		VALOR	PESO
0.501	0.60	0.441	0.40
0.239	0.60	0.260	0.40
0.135	0.60	0.152	0.40
0.080	0.60	0.099	0.40
0.045	0.60	0.049	0.40

Elaboración: Equipo Evaluador.

Paso 03. Determinamos el valor del peligro.

Cuadro 103. Cálculo del valor del peligro

VALOR DE PELIGRO
(VALOR S*PESO S+ (VALOR PE*PESO PE)
0.477
0.247
0.141
0.088
0.046

Elaboración: Equipo Evaluador.

Paso 04. Los resultados de los niveles de peligrosidad se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 104. Rango y niveles de peligrosidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.247	$\leq P \leq$	0.477
ALTO	0.141	$\leq P <$	0.247
MEDIO	0.088	$\leq P <$	0.141
BAJO	0.046	$\leq P <$	0.088

Elaboración: Equipo Evaluador.

Paso 05. La vulnerabilidad se analizó considerando las dimensiones social, económica y ambiental.

Cuadro 105. Cálculo del Valor de la exposición social

EXPOSICIÓN		Valor Exposición Social	Peso Exposición Social
Personas por vivienda			
Ppar	Pdesc		
1.000	0.503	0.503	0.713
1.000	0.260	0.260	0.713
1.000	0.134	0.134	0.713
1.000	0.068	0.068	0.713
1.000	0.035	0.035	0.713

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 106. Cálculo del valor de la fragilidad social

FRAGILIDAD SOCIAL						Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social
Discapacidad		Acceso al servicio de agua		Acceso al servicio de alcantarillado			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.715	0.520	0.206	0.512	0.079	0.497	0.517	0.220
0.715	0.218	0.206	0.248	0.079	0.296	0.230	0.220
0.715	0.150	0.206	0.135	0.079	0.117	0.144	0.220
0.715	0.079	0.206	0.070	0.079	0.054	0.075	0.220
0.715	0.033	0.206	0.034	0.079	0.036	0.033	0.220

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 107. Cálculo del Valor de la resiliencia social

RESILIENCIA SOCIAL				Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social
Acceso a seguro de salud		Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastre			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.600	0.509	0.400	0.527	0.516	0.067
0.600	0.270	0.400	0.254	0.264	0.067
0.600	0.125	0.400	0.124	0.125	0.067
0.600	0.060	0.400	0.059	0.059	0.067
0.600	0.037	0.400	0.036	0.037	0.067

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 108. Cálculo del valor de la dimensión social

VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
0.507	0.220
0.254	0.220
0.136	0.220
0.069	0.220
0.035	0.220

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 109. Cálculo del valor de la exposición económica

EXPOSICIÓN		Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica
Ubicación de la vivienda			
Ppar	Pdesc		
1.00	0.497	0.497	0.220
1.00	0.276	0.276	0.220
1.00	0.130	0.130	0.220
1.00	0.060	0.060	0.220
1.00	0.037	0.037	0.220

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 110. Cálculo del valor de la fragilidad económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA				Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica
Material predominante en paredes		Estado de conservación			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.600	0.467	0.400	0.503	0.482	0.713
0.600	0.267	0.400	0.260	0.264	0.713
0.600	0.163	0.400	0.134	0.151	0.713
0.600	0.072	0.400	0.068	0.071	0.713
0.600	0.031	0.400	0.035	0.032	0.713

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 111. Cálculo del valor de la resiliencia económica

RESILIENCIA ECONOMICA		Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica
Ocupación			
Ppar	Pdesc		
1.000	0.514	0.514	0.067
1.000	0.242	0.242	0.067
1.000	0.137	0.137	0.067
1.000	0.071	0.071	0.067
1.000	0.036	0.036	0.067

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 112. Cálculo del valor de la dimensión económica

VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA	PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA
0.487	0.713
0.265	0.713
0.146	0.713
0.068	0.713
0.034	0.713

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 113. Cálculo del valor de la exposición ambiental

EXPOSICIÓN		Valor Exposición Ambiental	Peso Exposición Ambiental
Distancia a foco de contaminación			
Ppar	Pdesc		
1.00	0.516	0.516	0.656
1.00	0.257	0.257	0.656
1.00	0.130	0.130	0.656
1.00	0.060	0.060	0.656
1.00	0.037	0.037	0.656

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 114. Cálculo del valor de la fragilidad ambiental

FRAGILIDAD AMBIENTAL				Valor Fragilidad ambiental	Peso Fragilidad ambiental
Disposición de residuos sólidos		Disposición de efluentes			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.500	0.500	0.500	0.505	0.503	0.265
0.500	0.248	0.500	0.262	0.255	0.265
0.500	0.141	0.500	0.136	0.138	0.265
0.500	0.075	0.500	0.060	0.068	0.265
0.500	0.036	0.500	0.037	0.037	0.265

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 115. Cálculo del valor de la resiliencia ambiental

RESILIENCIA AMBIENTAL		Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental
Ocupación			
Ppar	Pdesc		
1.000	0.505	0.505	0.080
1.000	0.262	0.262	0.080
1.000	0.136	0.136	0.080
1.000	0.060	0.060	0.080
1.000	0.037	0.037	0.080

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 116. Cálculo del valor de la dimensión ambiental

VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL
0.512	0.067
0.257	0.067
0.133	0.067
0.062	0.067
0.037	0.067

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 117. Cálculo del valor de la vulnerabilidad

VALOR DE LA VULNERABILIDAD
0.493
0.262
0.143
0.068
0.034

Elaboración: Equipo Evaluador.

Cuadro 118. Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.262	$\leq V \leq$	0.493
ALTO	0.143	$\leq V <$	0.262
MEDIO	0.068	$\leq V <$	0.143
BAJO	0.034	$\leq V <$	0.068

Elaboración: Equipo Evaluador.

Paso 06. El valor del riesgo se obtiene

Cuadro 119. Cálculo del valor del riesgo

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.477	0.493	0.235
0.247	0.262	0.065
0.141	0.143	0.020
0.088	0.068	0.006
0.046	0.034	0.002

Elaboración: Equipo Evaluador.

Este es el valor de riesgo para una fila, lo mismo se automatiza en la base de dato SIG asociado a cada polígono que representa la unidad de análisis, que para el presente estudio es la vivienda.

5.2 Determinación de los niveles de riesgos

5.2.1 Niveles del riesgo

Los niveles de riesgo por el peligro de sismo del área de influencia del centro poblado Sojo, del distrito de Miguel Checa, se detallan a continuación:

Cuadro 120. Niveles del riesgo

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.065	$\leq R \leq$	0.235
ALTO	0.020	$\leq R <$	0.065
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 de sismo del área de influencia del centro poblado Sojo, del distrito de Miguel Checa, se detallan a continuación:

Cuadro 121. Matriz del riesgo

PMA	0.477	0.032	0.068	0.125	0.235
PA	0.247	0.017	0.035	0.065	0.122
PM	0.141	0.010	0.020	0.037	0.070
PB	0.088	0.006	0.013	0.023	0.043
		0.068	0.143	0.262	0.493
		VB	VM	VA	VMA

Elaboración: Equipo Evaluador.

5.2.3 Estratificación del riesgo

Cuadro 122. Estratificación del Riesgo

NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Magnitud de Sismos: 6 – 7.9 Mw (Sismo mayor) Tipo de Suelos: Materiales antrópicos y arcilla inorgánica con limos. Unidades Geológicas: Depósitos eólicos y depósito aluvial reciente. Unidades Geomorfológicas: Cauce aluvial y depresión aluvial. Con probabilidad de recurrencia entre 5 a 10 años.</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: Vivienda con más de 6 habitantes. Fragilidad: Servicios básicos insatisfechos, abastecimiento de agua mediante pozos, manantiales, acequias, no cuentan con servicios de alcantarillado y con algún miembro de la familia con discapacidad motora o visual. Resiliencia: Los habitantes no cuentan con ningún tipo de seguro de salud y no han recibido capacitación en gestión de riesgo de desastres por lo que no saben cómo actuar ante una emergencia sísmica.</p> <p>DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Viviendas ubicadas en zona de peligro alto y muy alto.</p>	$0.065 \leq R \leq 0.235$

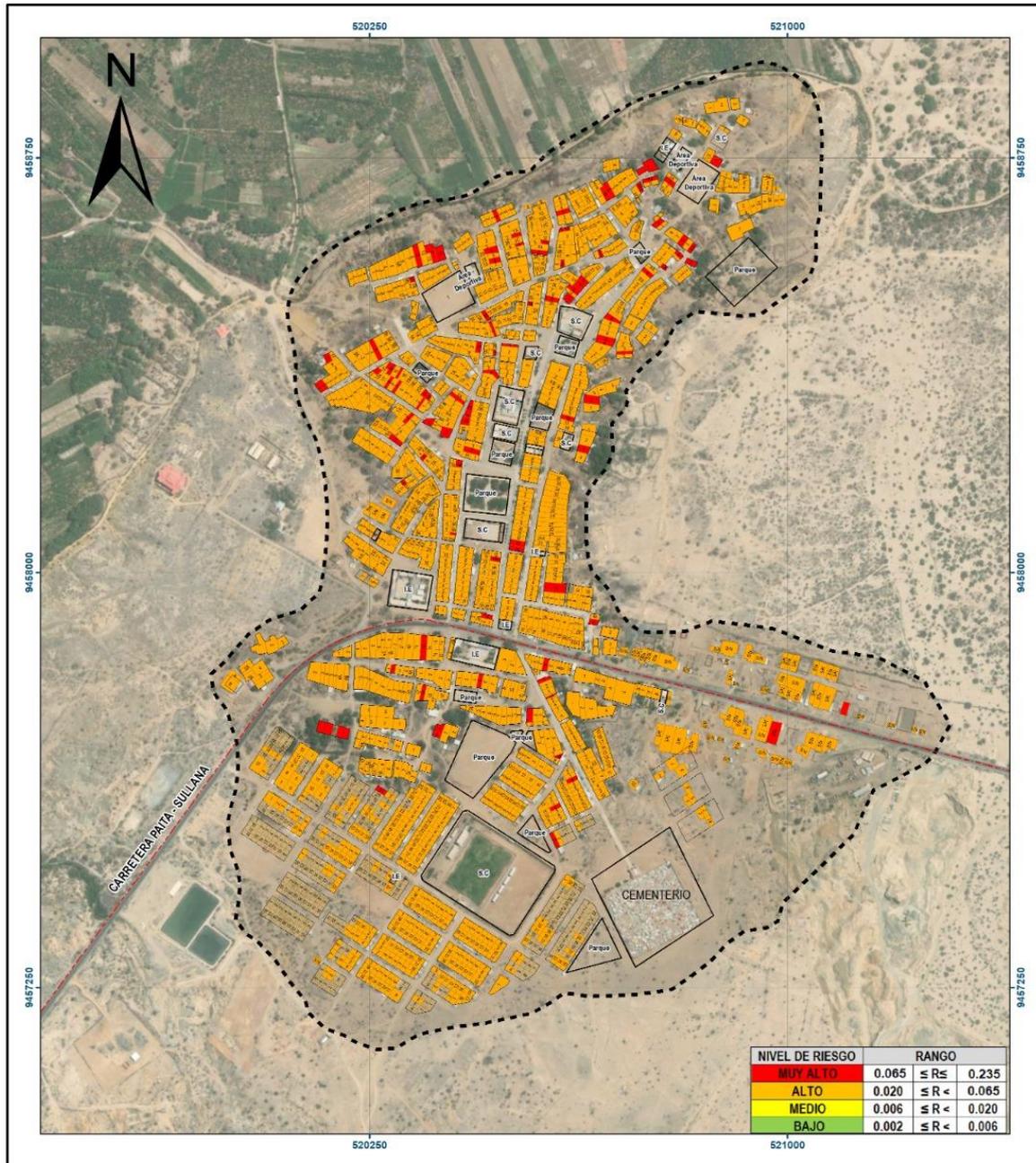
NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	Rangos
	<p>Fragilidad: La edificación presenta estado de conservación entre muy malo a malo, techos entre palos, trazas de madera y plásticos, y paredes de madera, adobe, tapial y/o quincha.</p> <p>Resiliencia: El jefe del hogar se encuentra desempleado por lo que no genera recursos para poder sobreponerse rápidamente de los daños.</p> <p>DIMENSIÓN AMBIENTAL:</p> <p>Exposición: Vivienda ubicada a menos de 2 metros de algún foco de contaminación.</p> <p>Fragilidad: Dispone sus residuos a la intemperie o lo quema o entierra y sus efluentes son evacuados al aire libre produciendo malos olores.</p> <p>Resiliencia: Los habitantes nunca han recibido alguna capacitación en temática ambiental.</p>	
Riesgo Alto	<p>Magnitud de Sismos: 6 – 7.9 Mw (Sismo mayor)</p> <p>Tipo de Suelos: Arcilla inorgánica con limos y limo inorgánico.</p> <p>Unidades Geológicas: Depósito aluvial reciente y depósito fluvio – aluvial.</p> <p>Unidades Geomorfológicas: Depresión aluvial y terraza fluvio – aluvial.</p> <p>Con probabilidad de recurrencia de 5 a 10 años</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL:</p> <p>Exposición: Vivienda con 5 y 6 habitantes.</p> <p>Fragilidad: Se abastecen de agua a través de Pozos o cisternas, respecto a la disposición de sus excretas lo evacúan a un pozo o canal o a través de pozo ciego.</p> <p>Resiliencia: Los habitantes cuentan con seguro SIS y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres al menos una vez al año.</p> <p>DIMENSIÓN ECONÓMICA:</p> <p>Exposición: Viviendas ubicadas en zona de peligro alto.</p> <p>Fragilidad: La edificación presenta estado de conservación entre malo y regular, con muros donde predomina el adobe y el tapial.</p> <p>Resiliencia: El jefe del hogar se dedica a la agricultura y/o ganadería donde recibe jornales como medio de pago. No es un trabajo estable.</p> <p>DIMENSIÓN AMBIENTAL:</p> <p>Exposición: Vivienda ubicada entre 2 a 100 metros de algún foco de contaminación.</p> <p>Fragilidad: Quema o entierra sus residuos o lo dispone en algún botadero clandestino y evacua sus efluentes y/o excretas a la intemperie o un pozo ciego dentro de la vivienda.</p> <p>Resiliencia: Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo de 5 años).</p>	0.020 ≤ R < 0.065
Riesgo Medio	<p>Magnitud de Sismos: 6 – 7.9 Mw (Sismo mayor)</p> <p>Tipo de Suelos: Limo inorgánico y arena arcillosa con limos.</p> <p>Unidades Geológicas: Depósito fluvio – aluvial y depósito aluvial antiguo.</p> <p>Unidades Geomorfológicas: Terraza fluvio – aluvial y terraza aluvial.</p> <p>Con probabilidad de recurrencia de 5 a 10 años.</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL:</p> <p>Exposición: Vivienda con 4 y 5 habitantes.</p> <p>Fragilidad: Se abastecen de agua a través de cisternas o piletas, dispone sus efluentes a través de algún pozo ciego y dentro de la vivienda existe algún miembro con discapacidad visual y/o mental.</p> <p>Resiliencia: Los habitantes cuentan con seguro social a través de ESSALUD y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres entre 2 a 3 veces al año.</p> <p>DIMENSIÓN ECONÓMICA:</p> <p>Exposición: Viviendas ubicadas en zona de peligro medio.</p> <p>Fragilidad: La edificación presenta estado de conservación entre regular y bueno, con muros donde predomina el ladrillo o piedra con mortero.</p> <p>Resiliencia: El jefe del hogar se dedica a la pesca o cuenta con algún trabajo de manera independiente.</p> <p>DIMENSIÓN AMBIENTAL:</p> <p>Exposición: Vivienda ubicada entre 100 y 200 metros de algún foco de contaminación.</p>	0.006 ≤ R < 0.020

NIVEL DEL RIESGO	DESCRIPCIÓN	Rangos
	<p>Fragilidad: Dispone sus residuos a través de un reciclador o a través del camión de recojo de basura.</p> <p>Resiliencia: Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo de 3 años).</p>	
Riesgo Bajo	<p>Magnitud de Sismos: 6 – 7.9 Mw (Sismo mayor) Tipo de Suelos: Arena arcillosa con limos y arena mal graduada con limos. Unidades Geológicas: Depósito aluvial antiguo y Formación Chira. Unidades Geomorfológicas: Terraza aluvial y loma. Con probabilidad de recurrencia 5 a 10 años.</p> <p>DIMENSIÓN SOCIAL: Exposición: Vivienda con menos de 4 habitantes. Fragilidad: Se abastecen de agua a través de la red pública, dispone sus efluentes a través del servicio conectado al sistema de alcantarillado y ningún miembro de la familia presenta algún tipo de discapacidad. Resiliencia: Los habitantes cuentan con seguro privado de salud y han recibido capacitación en gestión de riesgos de desastres recientemente (en el año)</p> <p>DIMENSIÓN ECONÓMICA: Exposición: Viviendas ubicadas en zona de peligro bajo. Fragilidad: La edificación presenta estado de conservación entre bueno y muy bueno, con muros donde predomina el ladrillo y el concreto. Resiliencia: El jefe del hogar es emprendedor y genera sus propios recursos y brinda empleo a otras personas.</p> <p>DIMENSIÓN AMBIENTAL: Exposición: Vivienda ubicada a más de 200 metros de algún foco de contaminación. Fragilidad: Dispone sus residuos a través del camión de recojo de basura. Resiliencia: Ha recibido alguna vez capacitación en temas ambientales (en un periodo menor a 2 años).</p>	0.002 ≤ R < 0.006

Elaboración: Equipo Evaluador.

5.2.4 Mapa del Riesgo

Figura 12. Mapa de riesgo del centro poblado Sojo.



LEYENDA

- Manzanas
- Lotos
- Áreas de Lotos sin Construir
- Área de Impacto
- Límite Departamental
- Límite Provincia de Sullana
- Límite distrito de Miguel Checa
- Red Vial

ESCALA: 1:6,500

0 0.075 0.15 0.225 0.3 0.375 Km

"INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR SISMO EN EL CENTRO POBLADO SOJO, DISTRITO MIGUEL CHECA, PROVINCIA SULLANA DEPARTAMENTO DE PIURA"

MAPA DE RIESGO

CENTRO POBLADO SOJO

ELABORACIÓN: GOBIERNO REGIONAL DE PIURA FECHA: 05 DE JUNIO 2023

FUENTE: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN), RED VIAL NACIONAL (MTC); INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO (INGEMMET)

DATUM HORIZONTAL DE REFERENCIA UTM ZONA 17 SUR
SISTEMA DE COORDENADAS WGS84

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 Sojo, a consecuencia del impacto del peligro por sismo.

Se muestra a continuación los efectos probables en el centro poblado Sojo, siendo estos de carácter netamente referencial. El monto probable asciende a S/ 103,083,733.00, de los cuales S/ 95,583,733.00 corresponde a los daños probables y S/ 7,500,000.00 corresponde a las pérdidas probables.

Cuadro 123. Efectos probables del centro poblado Sojo

EFFECTOS PROBABLES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	DAÑOS PROBABLES	PERDIDAS PROBABLES
DAÑOS PROBABLES (VIVIENDAS EN RIESGOS ALTO Y MUY ALTO)					
Viviendas construidas con material de ladrillo y/o concreto	899	79,143.00	71,149,557.00	71,149,557.00	
Viviendas construidas con material precario	716	34,126.00	24,434,216.00	24,434,216.00	
PERDIDAS PROBABLES					
Costo de adquisición de carpas	700	1,000.00	700,000.00		700,000.00
Costo de adquisición de módulo de viviendas	700	9,000.00	6,000,000.00		6,000,000.00
Gastos de la atención de la emergencia	1	500,000.00	500,000.00		500,000.00
TOTAL			103,083,733.00	95,583,733.00	7,500,000.00

Elaboración: Equipo Evaluador.

5.4 Zonificación de Riesgos

El mapa de elementos expuestos nos da cierto panorama respecto al análisis del riesgo, ya que, de los 1615 predios ubicados dentro del área de influencia del estudio, 102 se encuentran en Riesgo Muy Alto y 1513 predios en Riesgo Alto.

Básicamente el centro poblado Sojo se encuentra expuesto a este fenómeno, y son las condiciones de fragilidad de las viviendas debido al mal estado de estas y las condiciones socioeconómicas que determinan los niveles de riesgo alto y muy alto, para lo cual es sugerible tomar las medidas de mitigación y prevención a fin de revertir situaciones adversas.

En tal sentido se infiere, que los niveles de riesgo muy alto y alto y se localizan en toda el área de estudio donde un sismo superior a 6° Mw puede causar graves daños a la infraestructura, debido al mal estado de conservación, el material utilizado para la edificación de las viviendas y las condiciones del suelo que al ser suelos blandos favorecen la propagación de las ondas sísmicas produciendo fuertes sacudidas y el colapso de las viviendas, así como la pérdida de vidas.

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

5.5.1 De orden estructural

- Promover construcción sostenible basada en los lineamientos técnicos establecidos en la norma E.030 – Diseño sismo resistente del reglamento Nacional de edificaciones aprobado mediante D.S. 003-2016-VIVIENDA, de acuerdo a la filosofía y principios del diseño sismorresistente y la ley del SINAGERD, tomando en cuenta que el centro poblado Sojo se encuentra expuesto al fenómeno por sismo.

5.5.2 De orden no estructural

- Elaborar e implementar un plan de emergencia y/o contingencias que contemple además la señalización de rutas de evacuación y zonas de concentración seguras.
- Fortalecer la cultura de prevención y el aumento de la resiliencia mediante la realización de capacitaciones en temática de gestión de riesgo, así como la realización de simulacros que permitan al poblador conocer cómo actuar en caso de una emergencia.

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

5.6.1 De orden estructural

- Promover programas de reforzamiento de viviendas precarias mediante el uso de material resistente en techos y paredes (Uso de bloques de cemento y/o ladrillo en paredes), desalentando el uso de material precario (adobe) por ser un material de muy fácil deterioro y vulnerable ante la ocurrencia de sismo. Dicho programa puede ser coordinado y gestionado con la municipalidad distrital, municipalidad provincial, gobierno regional y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Realizar la limpieza constante de escombros y desmonte en calles que obstruyen posibles rutas de evacuación y zonas de concentración seguras.
- Proteger y mejorar los techos, muchos de ellos calaminas que están en mal estado que requieran cambio y/o mantenimiento.

5.6.2 De orden no estructural

- Implementar sistema de alerta temprana (SAT) para el fenómeno de sismos. Según el artículo 2 de la Resolución Ministerial N° 173-2015-PCM de julio de 2015 resuelve que “El INDECI es la entidad encargada de orientar y supervisar el cumplimiento de los Lineamientos para la Conformación y Funcionamiento de la Red Nacional de Alerta Temprana (RNAT) y la Conformación, Funcionamiento y Fortalecimiento de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT)”.
- Desarrollo de capacitaciones en métodos y técnicas constructivas que fortalezca las capacidades de la población, permitiendo mejorar la construcción de sus viviendas, tomando en cuenta que las edificaciones existentes se realizaron mediante técnicas de autoconstrucción.
- Conformación de comité de defensa civil zonal, que mantenga constante coordinación con las autoridades locales, provinciales y regionales que permita la reacción rápida y oportuna en caso de emergencias.
- Capacitar y conformar brigadas de evaluación de daños que facilite la labor de las autoridades como el COEL, COER y COEN, que permitirá la ayuda rápida y el pronto restablecimiento de los servicios y la ayuda inmediata en la atención de la emergencia.

CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO

6.1 De la evaluación de las medidas

6.1.1 Aceptabilidad / Tolerabilidad

a) Valoración de consecuencias:

Cuadro 124. 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: Equipo Evaluador.

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 125. 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: Equipo Evaluador.

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento de lluvias intensas 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 126. Nivel de consecuencia y daños

Consecuencias	Nivel	Zona de Consecuencias y daños			
		Muy Alta	4	Alta	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: Equipo Evaluador.

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

d) Aceptabilidad y/o Tolerancia:

Cuadro 127. 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: Equipo Evaluador.

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo por sismo en el centro poblado Sojo del distrito de Miguel Checa, es de nivel 3 – Inaceptable.

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

Cuadro 128. Nivel de aceptabilidad y/o 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: Equipo Evaluador.

e) Prioridad de Intervención:

Cuadro 129. Prioridad de intervención

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

Elaboración: Equipo Evaluador.

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

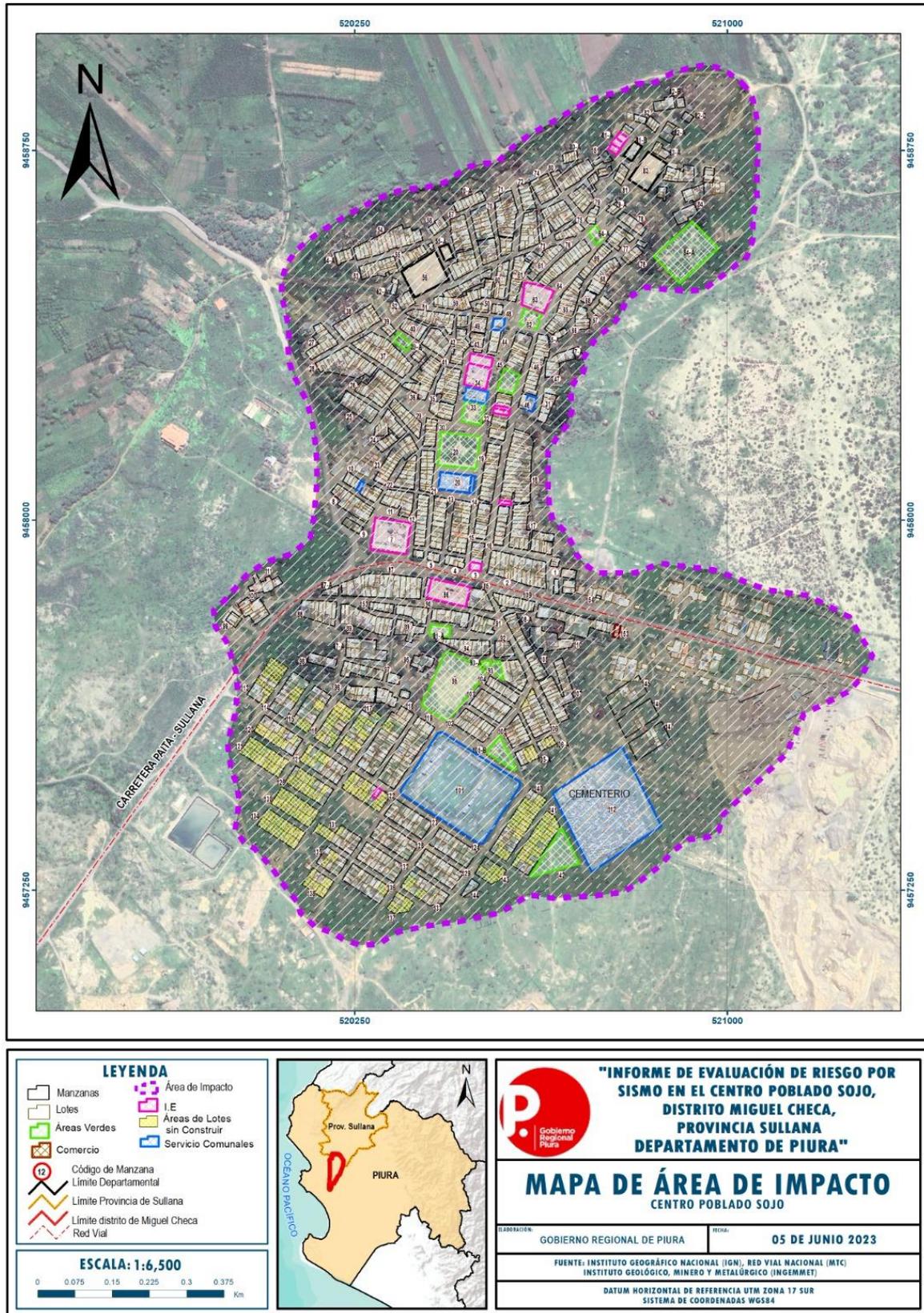
- El centro poblado Sojo en su totalidad se encuentra expuesto al sismo con un Peligro Alto, debido a las condiciones físicas del territorio, la recurrencia de eventos sísmicos y la magnitud de los sismos producidos en el pasado, dejando clara evidencia de su condición.
- Los niveles de vulnerabilidad predominantemente se encuentran entre alto y muy alto, esto debido a las condiciones y estado de las viviendas, así como la materia predominante en paredes (adobe, quincha) y techos (calamina, tejas en mal estado), la casi nula capacitación y conocimiento de gestión de riesgos de desastres que conllevan a contar con un bajo nivel de resiliencia.
- De los 1615 predios ubicados dentro del área de influencia del centro Sojo se han identificado 102 viviendas en Riesgo Muy Alto y 1513 predios en Riesgo Alto.
- El nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo es inaceptable, teniendo en cuenta que las paredes de adobe y quincha presentan evidencia de agrietamientos y rupturas estructurales, lo cual implica desarrollar actividades inmediatas y prioritarias, para evitar el incremento del riesgo existente y prevenir.
- Para el control de riesgo se estima un cálculo de efectos probables ascendente a S/ 103,083,733.00 soles.

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.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). Censo XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
- Instituto Geofísico del Perú, 2014. Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico del Perú (IGP)
- Instituto Geofísico del Perú (2014), Informe Técnico N° 01-2014 – Sismo de Sechura del 15 de marzo de 2014.
- Instituto Geofísico del Perú (2014), Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú.
- Instituto Geofísico del Perú (2014), Evaluación del peligro sísmico en Perú.
- Instituto Geofísico del Perú (2021), Informe Técnico N° 019-2021 – Sismo de Sullana del 30 de julio de 2021.
- Leonidas Ocola, El GAP sísmico de Trujillo – Chiclayo y los sismos notables en la zona de subducción del noroeste del Perú.
- Ministerio de Salud, análisis de vulnerabilidad sísmica en hospitales del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma E.030 “Diseño Sismorresistente”.
- SENAMHI, 1988. Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.

ANEXO

Figura 13. Mapa de Impacto del centro poblado Sojo.



Elaboración: Equipo Evaluador.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Centro poblado Sojo del distrito Miguel Checa	12
Cuadro 2. Características de la población según sexo	14
Cuadro 3. Población según grupos de edades	15
Cuadro 4. Material predominante en las paredes	15
Cuadro 5. Material predominante en los pisos	16
Cuadro 6. Material predominante en los techos	17
Cuadro 7. Tipo de abastecimiento de agua	17
Cuadro 8. Viviendas con servicios higiénicos	18
Cuadro 9. Tipo de alumbrado	19
Cuadro 10. Priorización de unidades geológicas para la ponderación de matriz de Saaty	21
Cuadro 11. Priorización de unidades geomorfológicas para la ponderación de matriz de Saaty	26
Cuadro 12. Priorización de tipos de suelos para la ponderación de matriz de Saaty	29
Cuadro 13. Resumen estadístico descriptiva de profundidad y magnitud	38
Cuadro 14. Registro de sismos superficiales con diferencia de años	40
Cuadro 15. Registro de sismos intermedios con diferencia de años	41
Cuadro 16. Parámetros de probabilidad de recurrencia	42
Cuadro 17. Matriz de comparación de pares del parámetro recurrencia	42
Cuadro 18. Matriz de normalización del parámetro recurrencia	42
Cuadro 19. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) del parámetro recurrencia	42
Cuadro 20. Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad	42
Cuadro 21. Matriz de comparación de pares del parámetro magnitud del sismo (Mw)	43
Cuadro 22. Matriz de normalización del parámetro magnitud del sismo (Mw)	43
Cuadro 23. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro magnitud del sismo (Mw)	43
Cuadro 24. Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de suelo	44
Cuadro 25. Matriz de normalización del parámetro tipo de suelo	44
Cuadro 26. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro tipo de suelo	44
Cuadro 27. Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geológica	44
Cuadro 28. Matriz de normalización del parámetro unidad geológica	45
Cuadro 29. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidad geológica	45
Cuadro 30. Matriz de comparación de pares del parámetro unidad geomorfológica	45
Cuadro 31. Matriz de normalización del parámetro unidad geomorfológica	45
Cuadro 32. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro unidad geomorfológica	45
Cuadro 33. Matriz de comparación de pares de los parámetros utilizados en el factor condicionante	46
Cuadro 34. Matriz de normalización de los parámetros utilizados en el factor condicionante	46
Cuadro 35. Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros utilizados en el factor condicionante	46
Cuadro 36. Población Expuesta	46
Cuadro 37. Viviendas expuestas	47
Cuadro 38. Instituciones educativas expuestas	47
Cuadro 39. Centros de salud expuestas	47
Cuadro 40. Niveles de Peligro	49
Cuadro 41. Estratificación del peligro	49
Cuadro 42. Parámetros a utilizar en los factores exposición, fragilidad y resiliencia de la dimensión social	51
Cuadro 43. Matriz de comparación de pares del parámetro personas por viviendas	52
Cuadro 44. Matriz de normalización del parámetro personas por viviendas	52
Cuadro 45. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro personas por viviendas	52
Cuadro 46. Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad	52
Cuadro 47. Matriz de normalización del parámetro discapacidad	53
Cuadro 48. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro discapacidad	53
Cuadro 49. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios de agua potable	53
Cuadro 50. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios de agua potable	53
Cuadro 51. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios de agua potable	53

Cuadro 52. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a servicios de alcantarillado	54
Cuadro 53. Matriz de normalización del parámetro acceso a servicios de alcantarillado	54
Cuadro 54. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de acceso a servicios de alcantarillado	54
Cuadro 55. Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor fragilidad social	54
Cuadro 56. Matriz de normalización de los parámetros del factor fragilidad social	55
Cuadro 57. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para los parámetros de la fragilidad social	55
Cuadro 58. Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a seguros de salud	55
Cuadro 59. Matriz de normalización del parámetro acceso a seguros de salud	55
Cuadro 60. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro acceso a seguros de salud	55
Cuadro 61. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD	56
Cuadro 62. Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD	56
Cuadro 63. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en GRD	56
Cuadro 64. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión social	56
Cuadro 65. Matriz de normalización del parámetro dimensión social.....	56
Cuadro 66. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión social	57
Cuadro 67. Parámetros de dimensión económica	57
Cuadro 68. Matriz de comparación de pares del parámetro ubicación de vivienda con respecto al nivel del peligro	57
Cuadro 69. Matriz de normalización del parámetro ubicación de vivienda con respecto al nivel del peligro	57
Cuadro 70. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro ubicación de vivienda con respecto al nivel del peligro	57
Cuadro 71. Matriz de comparación de pares del parámetro estado de conservación del predio	58
Cuadro 72. Matriz de normalización del parámetro estado de conservación del predio	58
Cuadro 73. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro estado de conservación del predio.....	58
Cuadro 74. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante en paredes	58
Cuadro 75. Matriz de normalización del parámetro material predominante en paredes	59
Cuadro 76. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro material predominante en paredes	59
Cuadro 77. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación principal (jefe de hogar).....	59
Cuadro 78. Matriz de normalización del parámetro ocupación principal (jefe de hogar)	59
Cuadro 79. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro de ocupación principal (jefe de hogar)	59
Cuadro 80. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión económica	60
Cuadro 81. Matriz de normalización del parámetro dimensión económica	60
Cuadro 82. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión económica	60
Cuadro 83. Parámetros de dimensión ambiental.....	60
Cuadro 84. Matriz de comparación de pares del parámetro distancia a un foco de contaminación	60
Cuadro 85. Matriz de normalización del parámetro distancia a un foco de contaminación	61
Cuadro 86. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro distancia a un foco de contaminación	61
Cuadro 87. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos	61
Cuadro 88. Matriz de normalización del parámetro disposición de residuos sólidos.....	61
Cuadro 89. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de residuos sólidos	61
Cuadro 90. Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de efluentes líquidos	62
Cuadro 91. Matriz de normalización del parámetro disposición de efluentes líquidos	62
Cuadro 92. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro disposición de efluentes líquidos.....	62
Cuadro 93. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en temas ambientales	62
Cuadro 94. Matriz de normalización del parámetro capacitación en temas ambientales	63
Cuadro 95. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro capacitación en temas ambientales	63
Cuadro 96. Matriz de comparación de pares del parámetro dimensión ambiental	63
Cuadro 97. Matriz de normalización del parámetro dimensión ambiental	63
Cuadro 98. Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) para el parámetro dimensión ambiental	63
Cuadro 99. Niveles de Vulnerabilidad	64
Cuadro 100. Estratificación de la Vulnerabilidad	64
Cuadro 101. Cálculo del valor de los parámetros condicionantes y desencadenantes	67
Cuadro 102. Cálculo del valor de la susceptibilidad con el parámetro de evaluación	67
Cuadro 103. Cálculo del valor del peligro	67
Cuadro 104. Rango y niveles de peligrosidad	68
Cuadro 105. Cálculo del Valor de la exposición social	68
Cuadro 106. Cálculo del valor de la fragilidad social	68

Cuadro 107. Cálculo del Valor de la resiliencia social	68
Cuadro 108. Cálculo del valor de la dimensión social	69
Cuadro 109. Cálculo del valor de la exposición económica.....	69
Cuadro 110. Cálculo del valor de la fragilidad económica	69
Cuadro 111. Cálculo del valor de la resiliencia económica.....	69
Cuadro 112. Cálculo del valor de la dimensión económica	70
Cuadro 113. Cálculo del valor de la exposición ambiental	70
Cuadro 114. Cálculo del valor de la fragilidad ambiental.....	70
Cuadro 115. Cálculo del valor de la resiliencia ambiental	70
Cuadro 116. Cálculo del valor de la dimensión ambiental	71
Cuadro 117. Cálculo del valor de la vulnerabilidad	71
Cuadro 118. Niveles de vulnerabilidad	71
Cuadro 119. Cálculo del valor del riesgo	71
Cuadro 120. Niveles del riesgo	72
Cuadro 121. Matriz del riesgo	72
Cuadro 122. Estratificación del Riesgo	72
Cuadro 123. Efectos probables del centro poblado Sojo	76
Cuadro 124. Valoración de consecuencias.....	78
Cuadro 125. Valoración de la frecuencia de ocurrencia	78
Cuadro 126. Nivel de consecuencia y daños.....	78
Cuadro 127. Nivel de consecuencia y daños.....	79
Cuadro 128. Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia.....	79
Cuadro 129. Prioridad de intervención.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Características de la población según sexo	14
Gráfico 2. Población según grupos de edades	15
Gráfico 3. Material predominante en las paredes	16
Gráfico 4. Material predominante en los pisos	16
Gráfico 5. Material predominante en los techos.....	17
Gráfico 6. Tipo de abastecimiento de agua	18
Gráfico 7. Viviendas con servicios higiénicos	18
Gráfico 8. Tipo de alumbrado.....	19
Gráfico 9. Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad	34
Gráfico 10. Flujograma general del proceso de análisis de información	35
Gráfico 11. Identificación de peligros en el centro poblado Sojo.	36
Gráfico 12. Distribución temporal de sismos con profundidad menor a 60 km	39
Gráfico 13. Distribución temporal de sismos con profundidad mayor a 60 km	39
Gráfico 14. Cálculo de la probabilidad de recurrencia	41
Gráfico 15. Metodología del análisis de la vulnerabilidad	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Intensidades sísmicas y ubicación del epicentro del sismo del 30 de julio de 2021	9
Figura 2. Mapa de Intensidades en la escala Mercalli	10
Figura 3. Mapa de ubicación del centro poblado Sojo	13
Figura 4. Mapa geológico del centro poblado Sojo.....	22
Figura 5. Mapa geomorfológico del centro poblado Sojo.....	27
Figura 6. Mapa de tipo de suelos del centro poblado Sojo.	30
Figura 7. Mapa de Distribución de vectores de desplazamiento de placas en el borde occidental de la región norte del Perú y asperezas sísmicas.....	33
Figura 8. Mapa sísmico de la región norte del Perú	37
Figura 9. Mapa de elementos expuestos del centro poblado Sojo	48
Figura 10. Mapa de peligro del centro poblado Sojo.	50
Figura 11. Mapa de vulnerabilidad del centro poblado Sojo	66
Figura 12. Mapa de riesgo del centro poblado Sojo.	75
Figura 13. Mapa de Impacto del centro poblado Sojo.	82