

**“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y
CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA”**

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA



**PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DEL
RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL
SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”**

2025

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA

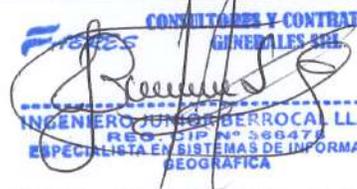
❖ Sra. Gilia Ninfa Gutiérrez Ayala – Gobernador Regional

GERENCIA REGIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

❖ Ing. Juan Alberto Paredes Urviola – Gerente Regional

EQUIPO CONSULTOR

❖ Consultores y Contratistas Generales FABRES S.R.L.

EQUIPO CONSULTOR		
EVALUADOR DE RIESGO (ACREDITADO)	ING. JAIME EFRAIN SALAS ZEGARRA R.J. N°122-2018-CENEPRED/J	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL Jaime Salas Zegarra ING. GEÓLOGO Reg. CIP N° 21791 R.J. N°122-2018-CENEPRED/J EVALUADOR DE RIESGO
ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE RIESGO	ING. RELISA ÑAUPA QUISPE R.J. N°052-2019-CENEPRED/J	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL INGENIERA RELISA ÑAUPA QUISPE REG. CIP N°192147 R.J. N°052-2019-CENEPRED/J ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE RIESGO
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFIA (GIS)	ING. JUNIOR BERROCAL LLACZA	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL INGENIERO JUNIOR BERROCAL LLACZA REG. CIP N° 368478 ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA
ESPECIALISTA EN DIAGNOSTICO DE COMUNIDADES EN RIESGO	LIC. KETY ALTAMIRANO CHACCHI	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL LIC. KETY ALTAMIRANO CHACCHI C.A.P. N° 1211 ESPECIALISTA EN DIAGNOSTICO DE COMUNIDADES EN RIESGO
ASISTENTE TÉCNICO	ING. JEFFERSON BERROCAL LLACZA	 CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SRL INGENIERO JEFFERSON BERROCAL LLACZA REG. CIP N° 308819 ASISTENTE TECNICO

INDICE GENERALES

PRESENTACIÓN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO I: OBJETIVO.....	8
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.3. FINALIDAD.....	8
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.5. ANTECEDENTES.....	9
1.6. MARCO NORMATIVO.....	10
CAPITULO II: SITUACIÓN GENERAL.....	11
2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	11
2.1.1. Límites.....	11
2.1.2. Vías de acceso al área de estudio.....	13
2.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR.....	15
2.2.1. Geomorfología.....	15
2.2.2. Geología.....	21
2.2.3. Pendientes.....	28
2.2.4. Altitudes.....	31
2.2.5. Tsunami.....	34
2.2.6. Sismo.....	42
2.2.7. Cronología de Tsunamis que afectaron al Perú.....	49
2.2.8. Modelado de la inundación y su relación con el área de estudio.....	50
2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR.....	53
2.3.1. Características sociales del área de estudio.....	53
2.3.2. Características económicas del área de estudio.....	75
CAPITULO III: DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	77
3.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	77
3.1.1. Identificación del peligro.....	77
3.1.2. Caracterización del peligro.....	79
3.1.3. Ponderación de los parámetros de peligro por Tsunami.....	79
3.1.4. Niveles de peligro.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5. Identificación de elementos expuestos.....	82
3.1.6. Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros.....	92
3.1.7. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad.....	103
3.1.8. Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad.....	107
3.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES.....	108
3.2.1. Análisis de la componente exposición.....	112
3.2.2. Ponderación de los parámetros de exposición.....	124
3.2.3. Análisis de la componente fragilidad.....	125
3.2.4. Ponderación de los parámetros de fragilidad.....	151
3.2.5. Análisis de la componente resiliencia.....	152

3.2.6.	Ponderación de los parámetros de resiliencia.....	181
3.2.7.	Nivel de vulnerabilidad	182
3.2.8.	Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad.....	185
3.3.	CÁLCULO DE RIESGOS	186
3.3.1.	Determinación de los niveles de riesgos	187
3.3.2.	Cálculo de posibles pérdidas (cualitativa y cuantitativa)	190
3.3.3.	Zonificación de riesgos	192
3.3.4.	Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros).....	193
3.3.5.	Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes).....	194
3.4.	DEL CONTROL DE RIESGOS	201
3.4.1.	De la evaluación de las medidas	201
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		207
4.1.	CONCLUSIONES	207
4.2.	RECOMENDACIONES	208
BIBLIOGRAFÍA		210
ANEXOS		211

INDICE DE MAPAS

Mapa N°1:	Ubicación Del Área De Estudio.....	12
Mapa N°2:	Vías De Acceso.....	14
Mapa N°3:	Unidades Geomorfológicas.....	20
Mapa N°4:	Unidades Geológicas.....	27
Mapa N°5:	Pendientes	30
Mapa N°6:	Altitudes.....	33
Mapa N°7:	Microzonificación Sísmica.....	41
Mapa N°8:	Aceleración Del Suelo - Pga	48
Mapa N°9:	Áreas Inundables Para Un Sismo De 8.5 Y 9 Mw	52
Mapa N°10:	Ubicación De Instituciones Educativas En El Área De Estudio	69
Mapa N°11:	Ubicación De Comisarias En El Área De Estudio	71
Mapa N°12:	Ubicación De Carreteras En El Área De Estudio.....	74
Mapa N°13:	Elementos Expuestos – Viviendas Por Manzanas.....	84
Mapa N°14:	Elementos Expuestos – Instituciones Educativas.....	86
Mapa N°15:	Elementos Expuestos – Comisarias	88
Mapa N°16:	Elementos Expuestos - Infraestructura Vial.....	91
Mapa N°17:	Nivel De Susceptibilidad	105
Mapa N°18:	Peligro Por Tsunami En Patillos Y Valle Hermoso	107
Mapa N°19:	Vulnerabilidad En Patillos Y Valle Hermoso	185
Mapa N°20:	Riesgo Por Tsunami En Patillos Y Valle Hermoso.....	192
Mapa N°21:	Rutas De Evacuación Ante Tsunami - Propuesta.....	197
Mapa N°22:	Altura De Edificaciones	211
Mapa N°23:	Estado De Conservación De Edificaciones.....	212

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Mapa N°24: Distribución De Líneas De Refracción Sísmica.....	213
Mapa N°25: Puntos De Medida De Vibración Ambiental.....	214
Mapa N°26: Distribución De Líneas De Tomografía Eléctrica.....	215



FROXES
 DIRECTOR GENERAL
 GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
 AV. SAN JUAN DE LOS RIOS 1001
 ILO - MOQUEGUA



FROXES
 DESASTRES Y EMERGENCIAS
 GENERALISTA DEL RIESGO
 ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11291
 R.L.N° 122-2018 - CENEPRADU
 EVALUADOR DE RIESGO

PRESENTACIÓN

El Perú, al igual que otros países, se encuentra expuesto a diversos peligros naturales, como terremotos, tsunamis, deslizamientos, huaicos, inundaciones, sequías y heladas. Estos fenómenos provocan pérdidas humanas, daños a la salud pública, alteraciones en el medio ambiente y significativas pérdidas económicas.

El presente informe de evaluación de riesgos naturales tiene como objetivo analizar el impacto potencial de un tsunami en el área de influencia del estudio. Este fenómeno podría generar graves efectos en la zona urbana, especialmente debido a la falta de medidas preventivas o acciones que aseguren la estabilidad física de las infraestructuras y la protección de las personas y sus medios de vida ante estos eventos.

El Gobierno Regional de Moquegua ha encargado la elaboración de este informe, el cual constituye un proceso técnico diseñado para identificar los peligros naturales presentes en las inmediaciones de los sectores de Patillos y Valle Hermoso, en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua. Este análisis incluye la identificación de las vulnerabilidades y la evaluación de los niveles de riesgo frente a estos fenómenos, así como la propuesta de medidas preventivas y estrategias para reducir el riesgo de desastres.

El análisis se basa en un registro exhaustivo de los peligros naturales que podrían afectar el área de estudio. El Perú está ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona caracterizada por la actividad sísmica y volcánica frecuente debido a la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana. Este proceso de convergencia de placas genera sismos de diversas magnitudes y profundidades, siendo los más intensos los que pueden desencadenar tsunamis, afectando gravemente la seguridad física de las poblaciones y la infraestructura.

La evaluación se complementa con la inspección de campo realizada por el equipo técnico consultor en las cercanías de los sectores de Patillos y Valle Hermoso en abril de 2025, así como con el uso de insumos técnicos como mapas geomorfológicos y escenarios sísmicos. Estos datos han sido fundamentales para la elaboración del presente estudio de evaluación de riesgos.

El presente informe sigue la metodología establecida en el “Manual para la Evaluación del Riesgo Originado por Fenómenos Naturales”, 2da versión, que permite evaluar la susceptibilidad de los peligros, estudiar la vulnerabilidad de los elementos expuestos al riesgo, y determinar la fragilidad y resiliencia de los mismos. Además, se establece la zonificación de los niveles de riesgo y se proponen recomendaciones orientadas a la prevención y reducción de riesgos para las áreas analizadas.

INTRODUCCIÓN

La Gerencia Regional de Gestión del Riesgo de Desastres del Gobierno Regional de Moquegua, en su esfuerzo por mejorar la gestión de los procesos relacionados con la reducción de riesgos de desastres, está llevando a cabo la elaboración de estudios y la ejecución de obras que permitan materializar esta misión, contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de la población. De acuerdo con la Política Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres, el país está constantemente expuesto a fenómenos naturales que pueden generar desastres. Esta realidad, combinada con el crecimiento informal y desordenado de las ciudades, así como la falta de planificación urbana, pone en peligro la seguridad y la vida de las personas, afecta la infraestructura, el patrimonio, el medio ambiente, y por consiguiente, al desarrollo del Gobierno Regional de Moquegua.

El territorio peruano es vulnerable a diversos fenómenos geodinámicos, producto de la interacción entre las características físicas del terreno (factores condicionantes) y los fenómenos que los originan, tales como la sismicidad y las actividades humanas. Estos eventos naturales pueden generar riesgos significativos que impactan a las poblaciones y a la infraestructura, además de afectar las actividades productivas y los medios de vida. Estos fenómenos pueden transformarse en desastres, especialmente cuando las poblaciones se asientan en zonas de alto riesgo, ocupan el territorio de manera desordenada, construyen infraestructuras de forma informal e improvisada, y carecen de conciencia sobre la importancia de la prevención y la reducción de riesgos.

El informe desarrolla una evaluación de riesgos frente a este escenario sísmico, que incluye la determinación del peligro y la identificación del área de influencia en función de los factores condicionantes, lo que permite definir los niveles de riesgo, los cuales se representan en un mapa de peligros. También se incluye un análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos (como las viviendas), evaluando tanto las dimensiones sociales como económicas de la vulnerabilidad. Cada dimensión se analiza mediante factores clave: exposición, fragilidad y resiliencia, para establecer los niveles de vulnerabilidad correspondientes y su representación en un mapa.

A continuación, se describe el procedimiento para el cálculo del riesgo, que identifica el nivel de riesgo asociado al sismo en las áreas cercanas a los sectores de Patillos y Valle Hermoso, en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua. Los resultados de la evaluación, que incluyen el mapa de riesgo derivado del análisis del peligro y la vulnerabilidad, permitirán evaluar el control del riesgo y determinar su aceptación o tolerancia.

Finalmente, los resultados del informe servirán para identificar e implementar medidas de prevención y reducción de riesgos, con el objetivo de disminuir la vulnerabilidad de las áreas evaluadas.

CAPITULO I: OBJETIVO

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel del riesgo por Tsunami, originado por un sismo de gran magnitud en los sectores de Patillos y Valle Hermoso, en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Caracterizar las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales de la zona de estudio.
- ❖ Identificar y establecer los niveles de peligro por tsunami en la zona de estudio, y elaborar el correspondiente mapa de peligros.
- ❖ Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad en la zona de estudio, y elaborar el correspondiente mapa de vulnerabilidad.
- ❖ Evaluar y establecer los niveles de riesgo existentes en la zona de estudio, y elaborar el correspondiente mapa de riesgo.
- ❖ Proponer medidas estructurales y no estructurales orientadas a la reducción del riesgo de desastre por tsunami y sismo en la zona de estudio.

1.3. FINALIDAD

El presente estudio tiene como finalidad proporcionar a las autoridades competentes y a la población local información técnica clara, actualizada y basada en evidencia, que facilite la toma de decisiones oportunas y eficaces en materia de prevención y reducción del riesgo de desastres, en concordancia con la normativa nacional vigente.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El desconocimiento y la falta de caracterización de los riesgos naturales en áreas urbanas constituye un factor clave en la vulnerabilidad de la población y la infraestructura pública ante desastres. La identificación y evaluación precisa de los peligros naturales, como sismos y tsunamis, son esenciales para poder anticipar sus efectos y planificar medidas de mitigación y respuesta adecuadas. La estimación de los niveles de riesgo asociados permite crear una base sólida para la toma de decisiones informadas y la implementación de estrategias de gestión del riesgo, lo cual es fundamental para la reducción de la exposición y la vulnerabilidad de las comunidades.

El área de estudio se encuentra en el departamento de Moquegua, dentro de una región geodinámicamente activa debido a la presencia de la falla Chololo, lo que la convierte en una zona sísmica de alto riesgo. A su proximidad con el Océano Pacífico, la región está igualmente expuesta a la ocurrencia de tsunamis originados por eventos sísmicos submarinos. La evaluación técnica de estos riesgos es crucial para establecer un marco de referencia que permita a las autoridades locales y la población tomar decisiones informadas para prevenir y reducir las consecuencias de estos desastres naturales, promoviendo así una gestión eficiente del riesgo que fortalezca la resiliencia del territorio y sus habitantes.

1.5. ANTECEDENTES

El litoral peruano, en especial la costa sur donde se ubica los sectores de Patillos y Valle Hermoso, se encuentra en una zona de alta actividad sísmica y oceánica, producto de la convergencia entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Esta interacción tectónica forma parte del denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, una región altamente sísmica que concentra aproximadamente el 80 % de los terremotos a nivel mundial (CENEPRED, 2020). La configuración geodinámica de esta zona ha dado lugar, a lo largo de la historia, a numerosos sismos de gran magnitud, muchos de los cuales han estado asociados a tsunamis que han causado severos impactos en las poblaciones costeras (IGP, 2020).

Eventos Históricos Relevantes

Uno de los eventos más antiguos y significativos fue el terremoto del 24 de noviembre de 1604, considerado uno de los más destructivos del Virreinato del Perú. Este sismo afectó gravemente a las ciudades de Arequipa, Moquegua y Arica, y generó un tsunami que impactó fuertemente los asentamientos costeros, incluyendo el área que hoy corresponde al distrito de Ilo (Prensa Regional, 2022).

Otro evento trascendental fue el terremoto del 13 de agosto de 1868, cuya magnitud se estima entre 8.5 y 9.0. Este movimiento telúrico generó un tsunami que arrasó con poblaciones costeras desde el sur del Perú hasta el norte de Chile. En Ilo, la infraestructura portuaria fue destruida, y las pérdidas humanas y materiales marcaron un hito en la percepción del riesgo en la región (Wikipedia, 2023).

Más recientemente, el 23 de junio de 2001, un sismo de magnitud 6.9 Mw con epicentro frente a las costas de Arequipa provocó intensos movimientos en las regiones de Moquegua e Ilo. Aunque el tsunami generado tuvo su mayor impacto en Camaná (Arequipa), con olas de hasta 7 metros de altura, en Ilo se activaron protocolos de emergencia y evacuación, lo que evidenció la importancia de estar preparados ante este tipo de eventos (INDECI, 2001).

Estos antecedentes demuestran que, si bien los tsunamis no ocurren con frecuencia, su impacto potencial es considerable, sobre todo en zonas densamente pobladas o con infraestructura crítica próxima al mar. Por ello, resulta fundamental desarrollar estudios de evaluación de riesgos que permitan comprender y anticipar los escenarios de peligro, y así establecer medidas preventivas y de respuesta adecuadas (CENEPRED, 2020).

Estudios y Alertas Recientes

Diversas investigaciones científicas han advertido sobre la posibilidad de futuros sismos de gran magnitud en la zona central y sur del país. El Instituto Geofísico del Perú (IGP), en estudios recientes, ha identificado la existencia de una brecha sísmica frente a las costas de Ica y Moquegua, la cual podría liberar una gran cantidad de energía acumulada, generando un tsunami de consecuencias graves para la región (IGP, 2020).

En respuesta a estas advertencias, entidades como el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y la Dirección de Hidrografía y Navegación

(DHN) han impulsado estudios de microzonificación sísmica y modelamiento de tsunamis en diversas ciudades del litoral peruano, incluyendo Ilo. Estos estudios han permitido delimitar zonas de inundación y establecer rutas de evacuación (CENEPRED, 2020; DHN, 2019).

El presente estudio se enmarca en estas iniciativas y tiene como objetivo fortalecer las capacidades locales mediante la generación de información técnica detallada sobre la exposición, peligrosidad y vulnerabilidad ante tsunamis, con un enfoque específico en los sectores de Patillos y Valle Hermoso en el distrito de Pacocha, zona altamente susceptible por su cercanía al mar.

La revisión de los antecedentes confirma la urgente necesidad de continuar desarrollando herramientas técnicas que orienten una planificación territorial segura, fomenten la implementación de medidas de reducción del riesgo y fortalezcan la resiliencia de la población y de las infraestructuras frente a futuros eventos de origen sísmico u oceánico (CENEPRED, 2020).

1.6. MARCO NORMATIVO

- ❖ Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- ❖ Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- ❖ Ley N° 32185 - Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2025.
- ❖ Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- ❖ Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- ❖ Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- ❖ D.S. 020-2015-VIVIENDA, que modifica el art. 10° del Reglamento de Formalización de la Propiedad a cargo de COFOPRI.
- ❖ Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- ❖ Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- ❖ Resolución Jefatural N°112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- ❖ Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- ❖ Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- ❖ Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- ❖ Decreto Supremo N° 111-2012-PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- ❖ Resolución ministerial N° 147-2016-PCM, de fecha 18 de julio 2016, que aprueba los Lineamientos para la implementación del Proceso de reconstrucción.

CAPITULO II: SITUACIÓN GENERAL

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los sectores de Patillos y Valle Hermoso se localizan en la franja costera del distrito de Pacocha, en la provincia de Ilo, departamento de Moquegua, al sur del territorio peruano. Esta zona forma parte del litoral sur del país, caracterizado por su cercanía directa al Océano Pacífico y su exposición a fenómenos naturales de origen sísmico y oceánico.

El área de estudio abarca una superficie aproximada de 97.8 hectáreas, distribuidas entre ambos sectores, y se encuentra dentro del ámbito urbano-expansivo del distrito de Pacocha. Esta ubicación estratégica, en una zona de crecimiento urbano, presenta una combinación de usos residenciales, comerciales y de servicios.

Geográficamente, el área de estudio se localiza dentro del sistema de coordenadas UTM (Datum WGS 84, Zona 19 K), abarcando aproximadamente entre:

Cuadro N°1: Coordenadas geográficas del ámbito de estudio

Departamento	Provincia	Distrito	Sector	Coordenadas UTM	
				Coordenada Este (m E)	Coordenada Norte (m S)
Moquegua	Ilo	Pacocha	Patillos	251486.00	8050486.00
			Valle Hermoso	251829.00	8050489.00

Fuente: Elaboración Propia.

Esta zona costera, directamente expuesta al Océano Pacífico, se encuentra en un entorno urbano que concentra infraestructura crítica, tanto habitacional como de servicios. Esta configuración incrementa significativamente su nivel de exposición frente a fenómenos naturales como tsunamis y sismos.

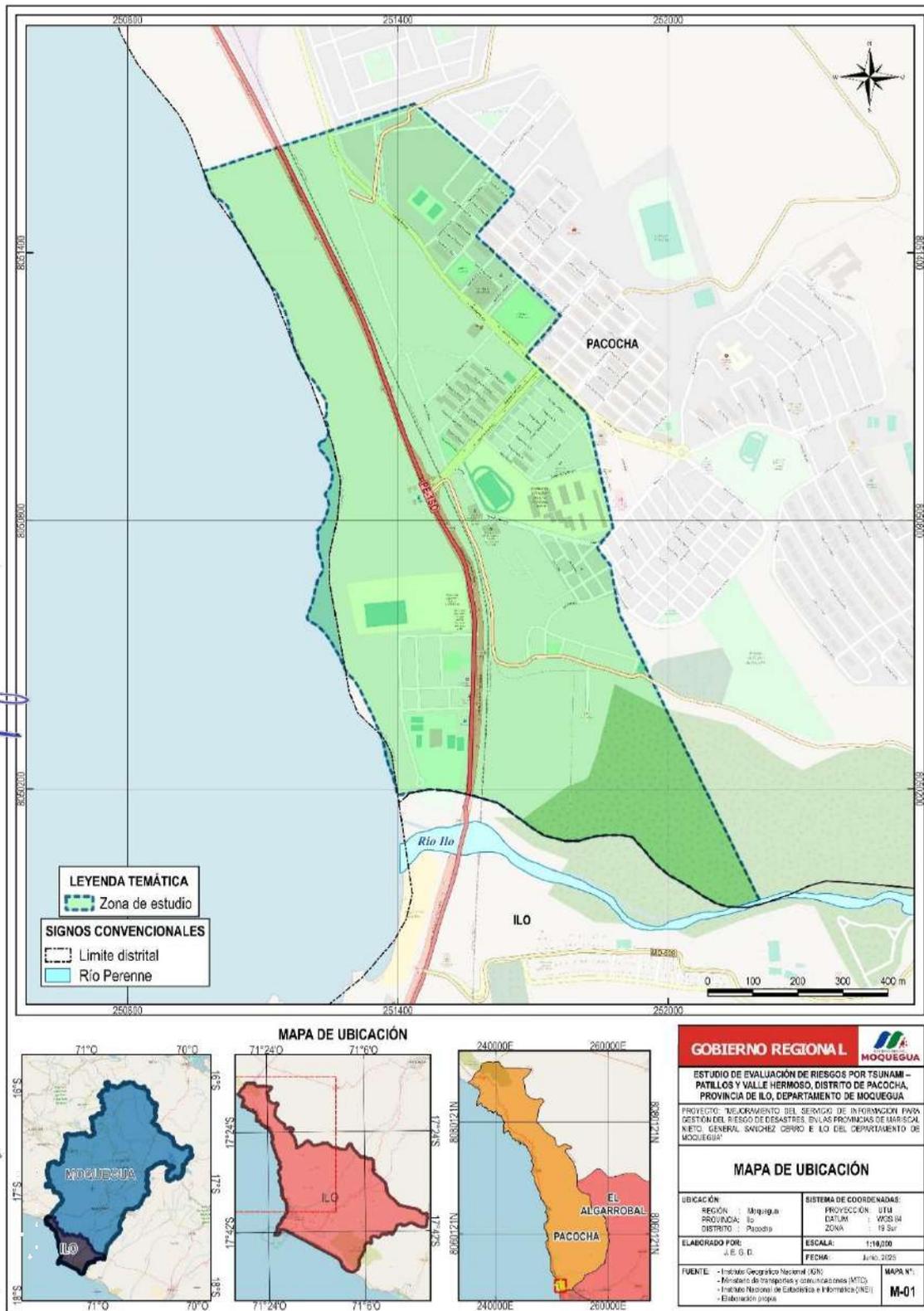
2.1.1. Límites

De los sectores de Patillos y Valle Hermoso sus límites son los siguientes:

- ❖ Por el Norte : Centro Poblado de Pueblo Nuevo
- ❖ Por el Sur : Distrito de Ilo
- ❖ Por el Este : Valle Pacocha
- ❖ Por el Oeste : Océano Pacífico

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

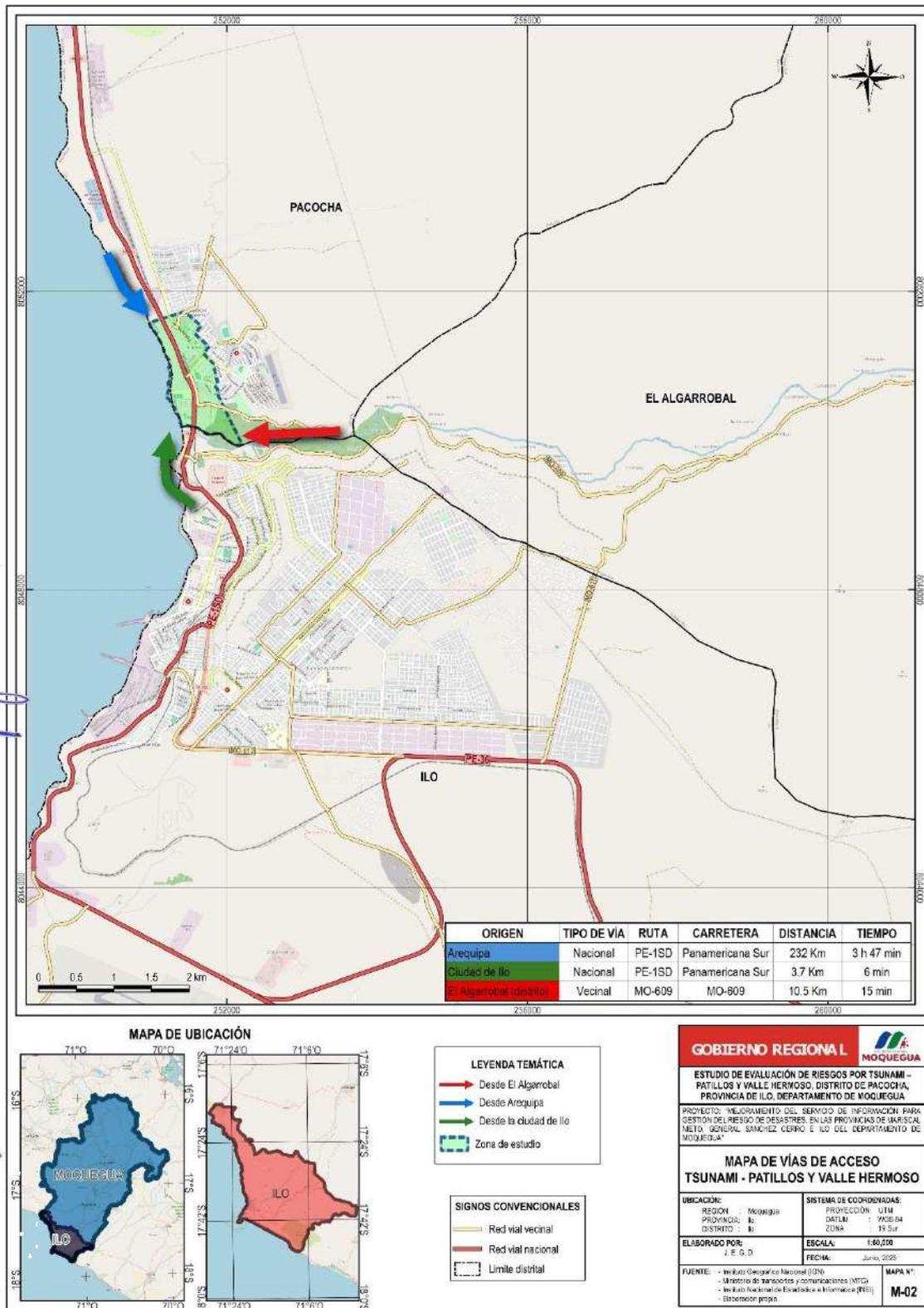
Mapa N°1: Ubicación del área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

Mapa N°2: Vías de acceso



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR

A continuación, se describirán las principales características físicas del área de estudio que se emplearán para determinar el mapa de peligro, referidas a los factores condicionantes y desencadenante:

2.2.1. Geomorfología

Las unidades geomorfológicas son formas del terreno con características físicas particulares, originadas por la acción combinada de procesos morfogenéticos de origen endógeno (internos, como la actividad tectónica y volcánica) y exógeno (externos, como la erosión, sedimentación y acción marina). Estos procesos han modelado el paisaje en formas de relieve tanto positivas (elevaciones) como negativas (depresiones o hundimientos), configurando la geodinámica actual del territorio.

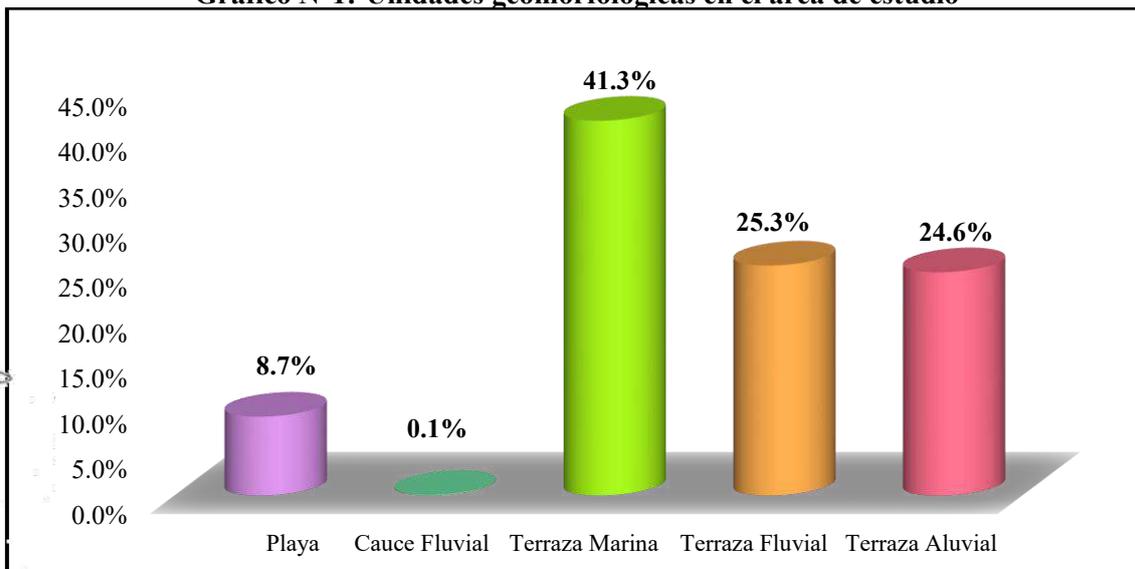
En el ámbito de estudio, los sectores de Patillos y Valle Hermoso se identifican diversas unidades geomorfológicas que reflejan la interacción histórica entre la dinámica costera y los movimientos tectónicos regionales. A continuación, se detallan las principales unidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio:

Cuadro N°2: Unidades geomorfológicas en el área de estudio

Unidades Geomorfológicas	Simbol.	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Playa	PL	8.5	8.7%
Cauce Fluvial	CF	0.08	0.1%
Terraza Marina	TM	40.4	41.3%
Terraza Fluvial	TF	24.8	25.3%
Terraza Aluvial	TA	24.1	24.6%
Total		97.8	100.0%

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Gráfico N°1: Unidades geomorfológicas en el área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

❖ **Playa (Pl):**

Unidad costera caracterizada por la acumulación de sedimentos arenosos y/o gravas, modelada por la dinámica marina. Presenta un relieve plano a suavemente inclinado, en contacto directo con el océano. Su morfología está en constante cambio debido a los procesos de erosión, transporte y sedimentación por acción del oleaje y las mareas. Presenta una superficie de 8.5 ha. Representando el 8.7% del total del área de estudio. Sobre esta unidad la presencia de infraestructura urbana es prácticamente nula.

Estas áreas son las primeras en ser impactadas en eventos de tsunami, por lo que constituyen zonas de altísima vulnerabilidad.

Figura N°2: Playa (Pl)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Cauce Fluvial (Cf):**

Corresponde a los canales naturales de escurrimiento que transportan aguas superficiales, en este caso el cauce del río Osmore (de forma parcial para esta área de estudio). Se caracteriza por la presencia de sedimentos no consolidados como arenas, gravas y limos, producto de procesos de acarreo y deposición fluvial. Presenta la menor superficie dentro del área de estudio con 0.08 hectáreas que representan solo el 0.1% del total. Sobre esta unidad geomorfológica no hay presencia de ningún agrupamiento urbano.

❖ **Terraza Marina (Tm):**

Formaciones planas o ligeramente inclinadas, elevadas respecto al nivel actual del mar, originadas por antiguos niveles marinos. En Pacocha, estas terrazas presentan geometría alargada y pendientes suaves (<5°), y son áreas de asentamiento urbano debido a su estabilidad relativa. Presenta la mayor superficie dentro del área de estudio con 40.4 hectáreas que representan el 41.3% del total. Sobre esta unidad se localizan diversos agrupamientos de infraestructura urbana, entre los cuales destaca el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, que abarca

13.10 hectáreas, constituyéndose como el asentamiento más extenso. Le siguen el Colegio Militar Mariscal Domingo Nieto (3.24 ha) y la Entidad Prestadora de Servicios (1.57 ha), ambos considerados sectores críticos por su función institucional y operativa. Asimismo, otras áreas menores como la Urbanización César Vallejo - Patillos (0.62 ha) y el Asentamiento Humano Valle Hermoso (0.13 ha) presentan condiciones similares de exposición.

Figura N°3: Terraza Marina (Tm)



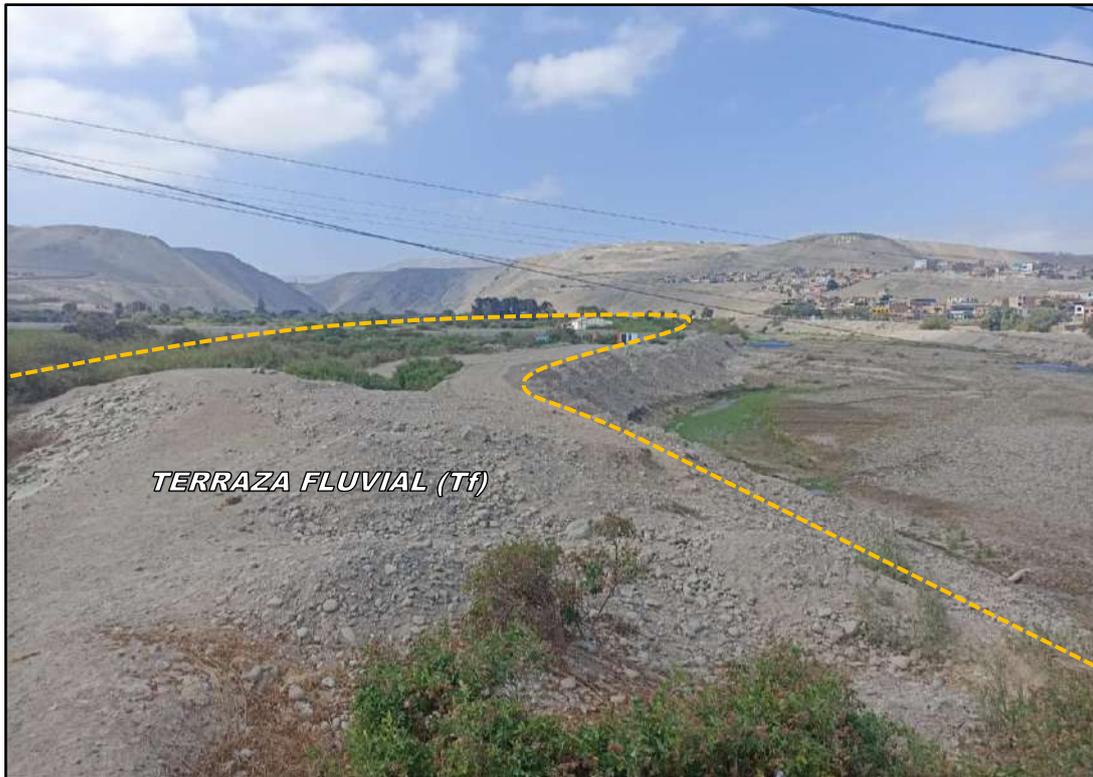
Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Terraza Fluvial (Tf):**

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por presentar pendientes suaves, menores al 5°, son geoformas planas o suavemente inclinadas formadas por procesos antiguos de sedimentación fluvial, que han quedado elevados respecto al cauce actual del río. Presenta una superficie de 24.8 ha. Representando el 25.3% del total del área de estudio. La presencia de infraestructura urbana sobre esta unidad es escasa; sin embargo, se identifican algunos agrupamientos urbanos relevantes. La Urbanización César Vallejo - Patillos, con una extensión de 2.13 hectáreas, constituye el asentamiento más representativo en esta zona. Le sigue el Complejo Recreacional Patillos (1.99 ha), considerado un sector expuesto debido a su uso abierto y proximidad al litoral. Asimismo, el Fundo La Pascana (1.22 ha) y el ex Complejo Pesca Perú (0.64 ha) presentan menor superficie, pero comparten condiciones similares de exposición y riesgo.

El Fundo La Pascana (1.22 ha) y el ex Complejo de Pesca Perú (0.64 ha) presentan menor extensión, pero mantienen similares condiciones de riesgo.

Figura N°4: Terraza Fluvial (Tf)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Figura N°5: Terraza Fluvial (Tf)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Terraza Aluvial (Ta):**

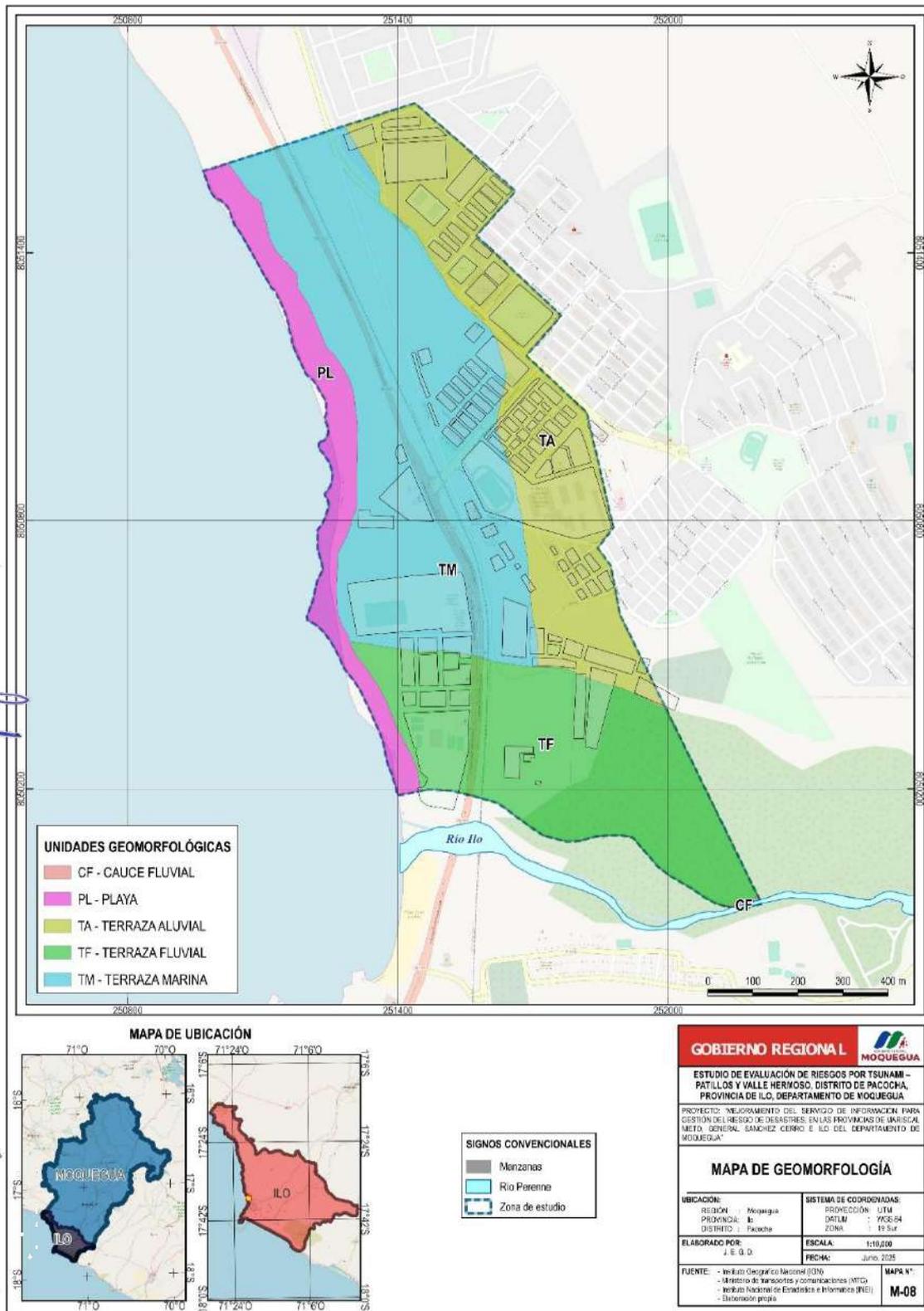
Formaciones escalonadas de origen fluvial ubicadas por encima del cauce activo, conformadas por antiguos depósitos de aluvión estabilizados. Estas terrazas presentan materiales relativamente sueltos, con una topografía plana o levemente inclinada. Presenta una superficie de 24.1 ha. Representando el 24.6% del total del área de estudio. Sobre esta unidad se superpone el principal agrupamiento urbano del área de estudio es el Centro Poblado de Pueblo Nuevo, que ocupa 20.40 hectáreas, constituyéndose como la zona urbana más extensa y crítica debido a su alta densidad poblacional y elevada exposición. Adicionalmente, se identifican el Asentamiento Humano Valle Hermoso (1.55 ha) y el Fundo La Pascana (0.20 ha), que, aunque de menor escala, comparten condiciones similares de susceptibilidad ante eventos naturales.

Figura N°6: Terraza Aluvial (Ta)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

Mapa N°3: Unidades geomorfológicas



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2.2. Geología

La geología es la ciencia encargada del estudio de la Tierra, su origen, evolución y estructura, así como de los materiales que la conforman y los procesos internos y externos que han actuado sobre su superficie a lo largo del tiempo geológico. A través de esta disciplina, se analiza la configuración del subsuelo, la distribución de las formaciones rocosas y los eventos geodinámicos que han modelado el paisaje actual.

En el ámbito del distrito de Pacocha, la geología local está caracterizada por una combinación de depósitos cuaternarios y formaciones sedimentarias más antiguas, influenciadas por procesos tectónicos asociados a la convergencia de la placa de Nazca con la placa Sudamericana. Esta interacción ha dado lugar a la deformación de los estratos, la presencia de fracturas y fallas activas, y la acumulación de sedimentos marinos y continentales en las zonas bajas.

2.2.2.1. Geología regional

El contexto geológico regional es esencial para interpretar los procesos y eventos geodinámicos de gran escala que han ocurrido a lo largo del tiempo geológico. Para este análisis, se ha empleado la cartografía geológica desarrollada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 1979), a una escala de 1:50,000. De acuerdo con esta información, en la región afloran unidades litológicas que abarcan desde el Jurásico (aproximadamente 145 millones de años) hasta depósitos del Cuaternario reciente, lo que refleja una evolución tectónica y volcánica compleja y prolongada.

a) Geología histórica

Desde el punto de vista estratigráfico, el área de estudio presenta una complejidad estructural y volcánica significativa, que ha sido cartografiada con mayor precisión gracias a los avances en el conocimiento geológico de la región sur del Perú.

Las unidades más antiguas corresponden al Jurásico superior, representadas por la Formación Guaneros. A esta le siguen unidades del Cretácico-Paleógeno, como el Grupo Toquepala, y del Paleógeno, como las Formaciones Sotillo y Moquegua. Finalmente, se identifican unidades del Neógeno, incluyendo las Formaciones Huaylillas, Capillune, Millo y el Grupo Barroso, las cuales evidencian actividad volcánica significativa.

Estructuralmente, el cuadrángulo donde se ubica el área de estudio está dividido en dos dominios tectónicos principales:

- ❖ **Dominio Occidental (Cuenca Moquegua):** corresponde a una depresión rellena por depósitos sedimentarios continentales.
- ❖ **Dominio Oriental:** caracterizado por una serie de secuencias volcanoclásticas e intrusivos menores asociados a la evolución tectónica andina (INGEMMET, 1979; Bellido Bravo, 1979).

b) Geología estructural

La estructura geológica del área está controlada por el sistema de fallas Incapuquio, una megaestructura transcurrente con componente sinistral, que ha generado fallas secundarias

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

transversales y alineamientos estructurales con orientación predominante noreste-suroeste (NE-SO).

Entre las principales fallas que afectan el área de estudio destacan:

- ❖ **Falla Pampa Trapiche:** Ubicada a aproximadamente 5.75 km al este de la ciudad de Moquegua, forma parte del sistema de fallas Toquepala-Incapuquio. Se manifiesta en el terreno como escarpes discontinuos en roca y depósitos aluviales, con una altura aproximada de 4 metros y rumbo NE-SO (Noller, 1993).
- ❖ **Falla Chololo:** Situada a unos 23 km al sur de la ciudad de Moquegua. Pertenece al sistema de fallas costeras del antearco meridional y tiene una extensión aproximada de 50 km. Se extiende desde Punta de Coles hasta el valle de Moquegua, afectando depósitos cuaternarios recientes del Holoceno. Además, modifica sistemas de drenaje y presenta evidencia de movimiento transcurrente sinestral (Noller et al., 1993).
- ❖ **Falla Oeste del río Moquegua:** Ubicada a 23.6 km al suroeste de la ciudad de Moquegua. Tiene una longitud de 10 km y rumbo aproximadamente este-oeste (EO), con una inclinación leve hacia el sur. Muestra importantes evidencias de erosión asociadas a su actividad tectónica (Fenton et al., 1995).

Estas estructuras activas representan elementos condicionantes relevantes en la evaluación de peligros geológicos y riesgos asociados en el área de estudio.

El área de estudio se encuentra en un dominio de fallas y alineamientos: a) Falla Pampa Trapiche, b) Falla Micalaco, c) Falla Toquepala, d) Falla Purgatorio, e) Falla Chololo y f) Falla oeste del río Moquegua. (Imagen Google earth).

Figura N°7: Fallas y alineamientos del área de estudio



Fuente: Google Earth.

2.2.2.2. Geología local

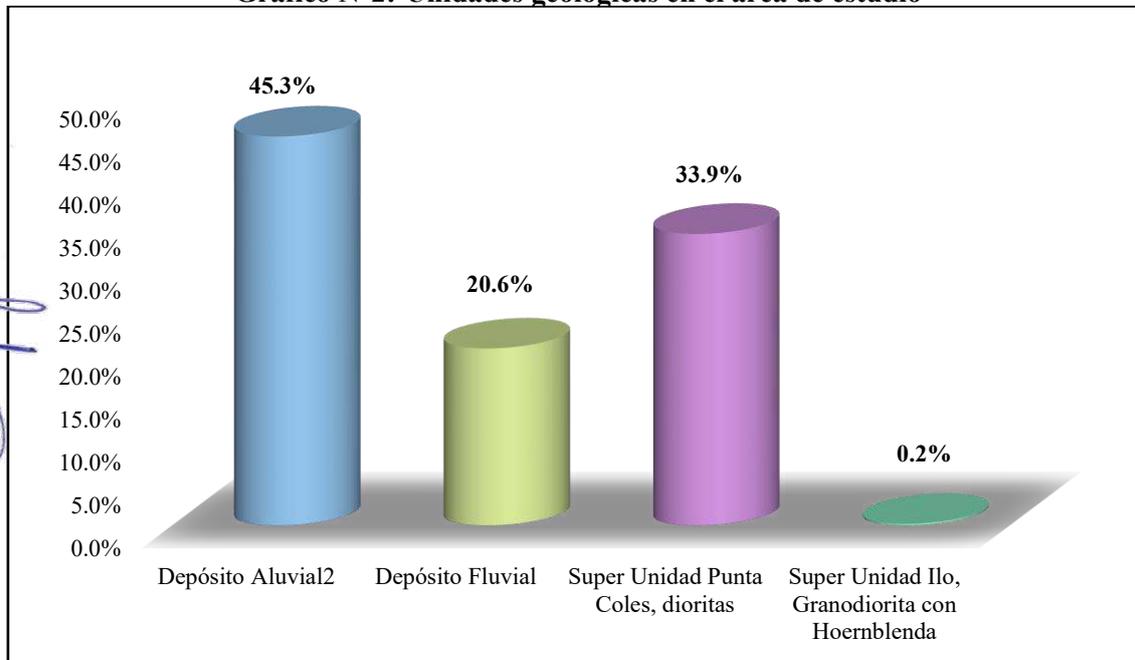
En el área de estudio, que incluye los sectores de Patillos y Valle Hermoso, se han reconocido varias unidades geológicas. A continuación, se presenta una descripción de las principales unidades geológicas que conforman esta zona:

Cuadro N°3: Unidades geológicas en el área de estudio

Unidades Geológicas	Simbol.	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Depósito Aluvial2	Qh-al2	44.3	45.3%
Depósito Fluvial	Qh-fl	20.2	20.6%
Super Unidad Punta Coles, dioritas	Jim-pc/di	33.2	33.9%
Super Unidad Ilo, Granodiorita con Hoernblenda	Ki-il/gd-h	0.2	0.2%
Total		97.83	100.0%

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Gráfico N°2: Unidades geológicas en el área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

❖ Depósito Aluvial 2 (Qh-al2)

Corresponde a un nivel superior o más reciente del depósito aluvial, asociado a fases más modernas de sedimentación en terrazas aluviales o zonas de abanicos. Se distingue por su textura más suelta y clastos de menor grado de consolidación. Estos materiales incluyen gravas más finas y arenas poco cementadas, indicando procesos de transporte más cercanos y menos retrabajados. Se presentan comúnmente en las inmediaciones de quebradas activas o en sectores bajos de acumulación aluvial reciente.

Con una superficie de 44.3 hectáreas, esta unidad representa el 45.3 % del total del área de estudio, siendo la de mayor extensión. Sobre ella se superpone, casi en su totalidad, el principal

agrupamiento urbano de la zona: el Centro Poblado Pueblo Nuevo, que abarca 32.28 hectáreas, constituyéndose en el asentamiento más extenso y expuesto de esta unidad geomorfológica.

Le siguen en menor magnitud el Asentamiento Humano Valle Hermoso (1.68 ha), el Fundo La Pascana (0.38 ha) y las Entidades Prestadoras de Servicio (0.33 ha), todos ubicados sobre suelos sueltos y planos, lo que incrementa su vulnerabilidad. Asimismo, otras áreas menores como la Urbanización César Vallejo - Patillos (0.14 ha), el Complejo Recreacional Patillos (0.03 ha) y el Colegio Militar Mariscal Domingo Nieto (0.01 ha) también se localizan sobre esta unidad, compartiendo condiciones similares de susceptibilidad geotécnica.

Figura N°8: Depósito Aluvial 2 (Qh-al2)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Depósito Fluvial (Qh-fl)**

Este depósito se localiza a lo largo del cauce actual de los ríos o quebradas que desembocan en la zona costera de Ilo. Está conformado por gravas redondeadas, arenas de grano medio a grueso y en menor proporción limos. Su origen es netamente fluvial, resultado de procesos de meteorización, transporte y sedimentación de materiales erosionados aguas arriba. Presentan bajo grado de consolidación, alta permeabilidad, y se encuentran en constante retrabajo por eventos de creciente estacional.

Ocupa una superficie de 20.2 ha (20.6% del área de estudio). Las zonas urbanas asentadas sobre esta unidad son el Complejo Recreacional Patillos (1.67 ha), el Fundo La Pascana (1.03 ha) y el ex Complejo de Pesca Perú (0.64 ha).

Figura N°9: Depósito Fluvial (Qh-fl)



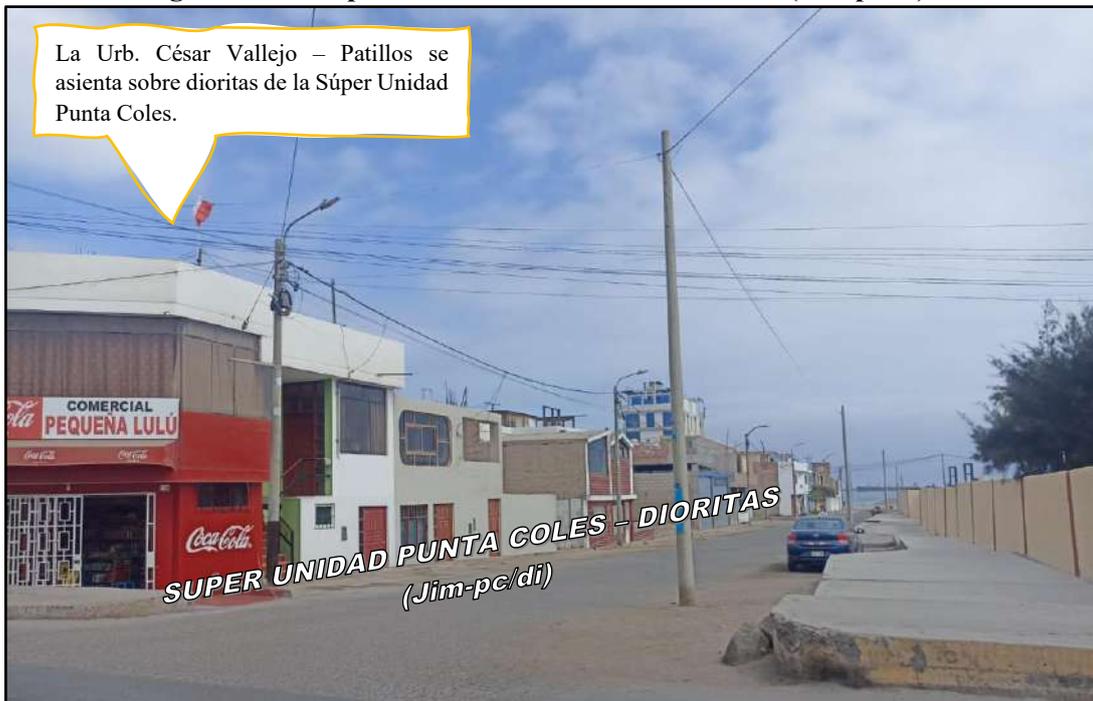
Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

❖ **Super Unidad Punta Coles – Dioritas (Jim-pc/di):**

Las dioritas de esta unidad se diferencian por su menor contenido de minerales férricos respecto a los gabros y una textura intermedia a gruesa. Se encuentran intercaladas con cuerpos de granodiorita y gabro, formando una secuencia compleja de intrusivos. Compuestas por plagioclasas, anfíboles y biotita, estas rocas son indicadores de una evolución magmática progresiva. Afloran principalmente al sur de Punta Coles, y forman parte del zócalo geológico sobre el cual se depositan unidades más recientes.

La unidad abarca una superficie de 33.2 hectáreas, representando el 33.9 % del área total de estudio. En esta unidad se han desarrollado importantes zonas urbanas. Entre ellas destacan el Colegio Militar Mariscal Domingo Nieto (3.24 ha), la Urbanización César Vallejo - Patillos (2.60 ha) y una parte del Centro Poblado Pueblo Nuevo (1.27 ha). Asimismo, se localizan sobre esta formación geológica las Entidades Prestadoras de Servicio (1.24 ha) y el Complejo Recreacional Patillos (0.29 ha).

Figura N°10: Super Unidad Punta Coles – Dioritas (Jim-pc/di)



Fuente: Trabajo de campo – Equipo Consultor.

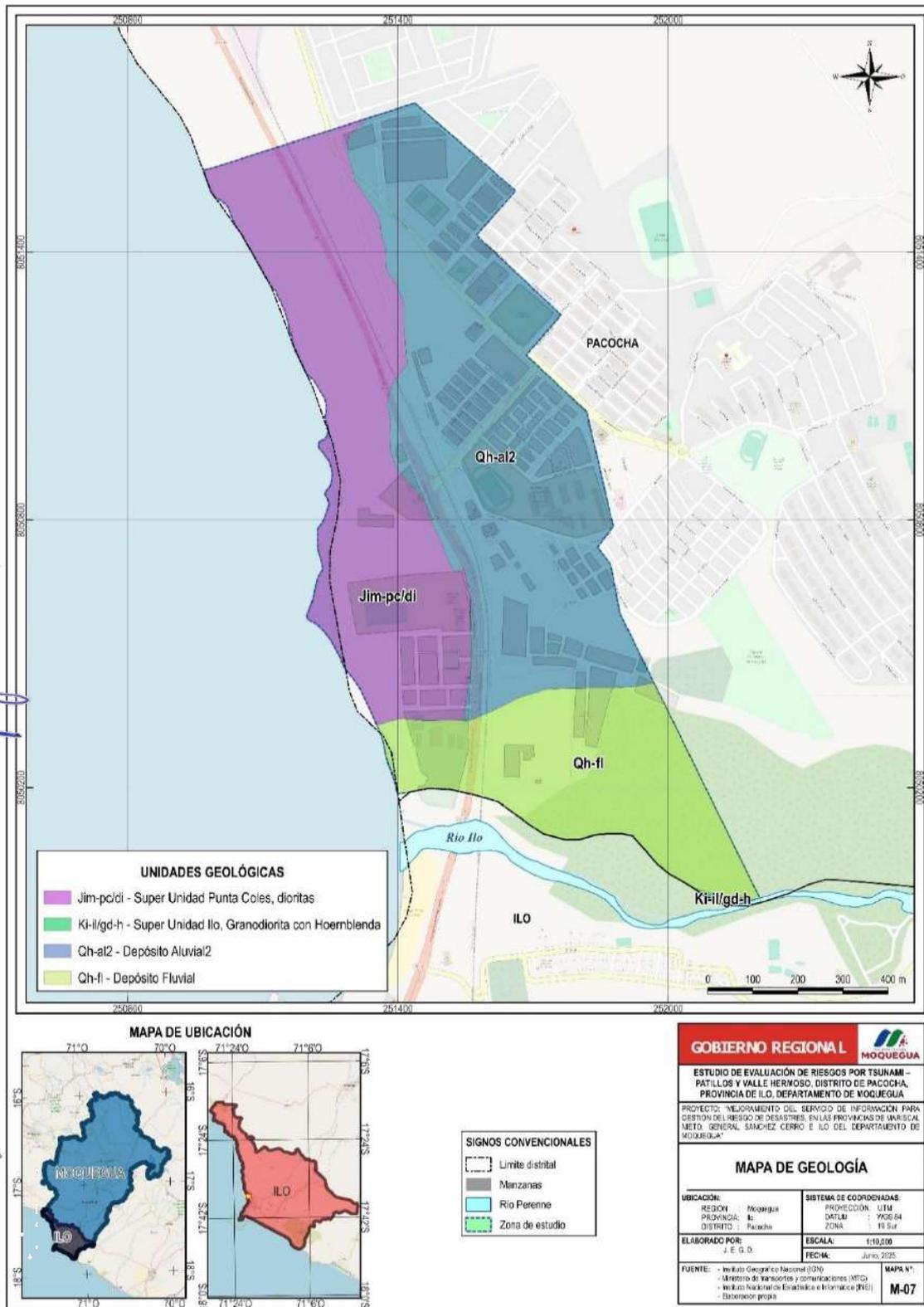
❖ **Super Unidad Ilo, Granodiorita con Hoernblenda (Ki-il/gd-h)**

Esta unidad geológica corresponde al Cretácico y está representada principalmente por granodioritas con presencia de hornblenda, y en algunos sectores, por dioritas. Estas litologías afloran en el margen izquierdo del río Osmore y forman parte del conocido Batolito de Ilo, ubicado en la región Moquegua, caracterizado por la predominancia de rocas intrusivas de composición tonalítica y granodiorítica. Presenta la menor superficie dentro del área de estudio con 0.19 hectáreas que representan solo el 0.2% del total. Sobre esta unidad geológica no hay presencia de ningún agrupamiento urbano.

[Handwritten signature and stamp]
PROCES CONSULTORES Y COMERCIALIZADORA S.A.S.
 JIMENEZ, JUAN CARLOS L. JACZA
 GERENTE GENERAL

[Handwritten signature and stamp]
PROCES CONSULTORES Y COMERCIALIZADORA S.A.S.
 GENERALISTAS S.R.L.
 ING. G. OLDOBO Reg. CIP N° 11281
 R.L. N° 1222018 - CENEPRADU
 EVALUADOR DE RIESGO

Mapa N°4: Unidades geológicas



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

2.2.3. Pendientes

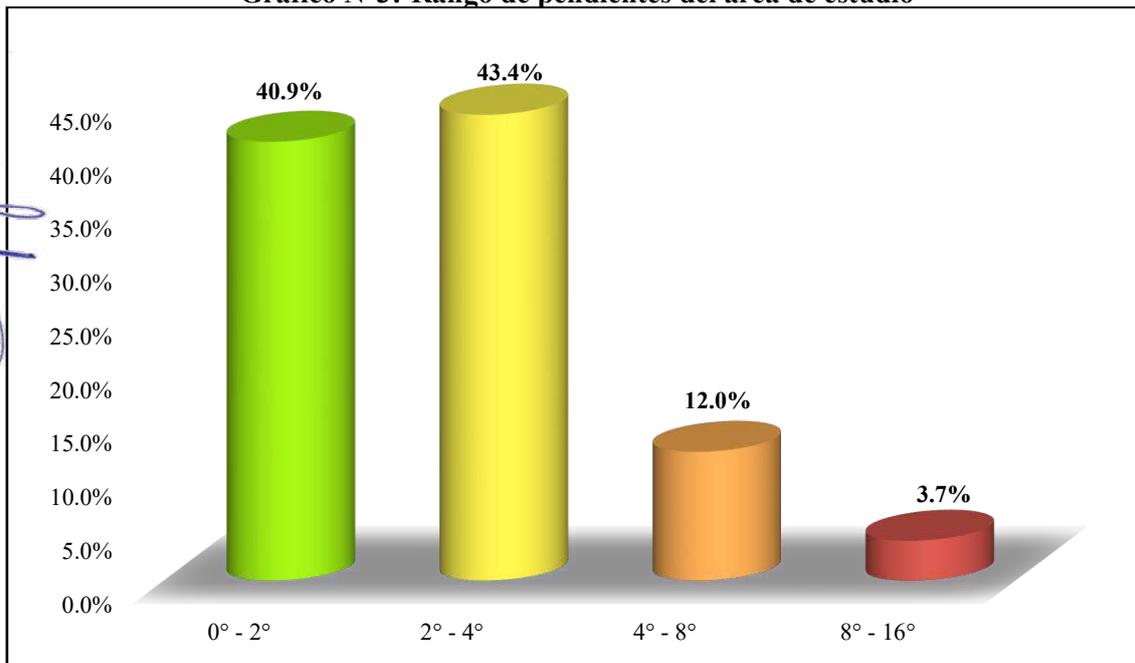
La pendiente, como característica geomorfológica del terreno, desempeña un papel crucial en la dinámica de inundación provocada por un tsunami. En zonas con pendientes suaves o terrenos planos, el agua tiende a acumularse debido a la limitada capacidad de escurrimiento superficial. Asimismo, la velocidad de infiltración dependerá de la permeabilidad de los materiales geológicos presentes en el área. En este sentido, a menor inclinación del terreno, mayor será el riesgo de inundación. A continuación, se presentan las características de pendiente del área de estudio:

Cuadro N°4: Rango de pendientes del área de estudio

Pendientes	Área (Ha)	Porcentaje (%)
0° - 2°	40.0	40.9%
2° - 4°	42.5	43.4%
4° - 8°	11.8	12.0%
8° - 16°	3.6	3.7%
Total	97.8	100.0%

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Gráfico N°3: Rango de pendientes del área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

❖ Planicie, sin denudación apreciable (0-2°):

Morfológicamente se caracterizan por presentar superficies subhorizontales con pendientes menores a 2°, desarrolladas sobre depósitos marinos recientes, playas consolidadas y áreas de relleno antrópico. Estas condiciones topográficas favorecen tanto el desarrollo de infraestructura como la acumulación de sedimentos transportados por procesos marinos y fluviales. Presenta una superficie de 40.0 ha. Representando el 40.9% del total del área de estudio.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Sobre este rango se superponen principalmente de forma parcial infraestructura urbana como el Centro Poblado Pueblo Nuevo (6.85 ha), seguido del Colegio Militar Mariscal Domingo Nieto (2.83 ha), la Urb. César Vallejo - Patillos (1.96 ha) y el Complejo Recreacional Patillos (1.65 ha). También se incluyen el Fundo La Pascana (0.81 ha), las Entidades Prestadoras de Servicio (0.71 ha), el AA.HH. Valle Hermoso (0.70 ha) y el ex Complejo de Pesca Perú (0.64 ha).

❖ **Pendiente muy baja, peligro de erosión (2°-4°):**

Estas áreas se ubican principalmente en las terrazas marinas y en las zonas de transición hacia las planicies costeras, conformando terrenos suavemente inclinados que favorecen el asentamiento urbano y el desarrollo de infraestructura. Presenta la mayor superficie dentro del área de estudio con 42.5 hectáreas que representan el 43.4% del total.

En esta categoría de pendiente se superpone el principal agrupamiento urbano del área de estudio, el Centro Poblado Pueblo Nuevo domina este rango con 21.95 ha, siendo el principal sector urbanizado en esta pendiente. Le siguen el AA.HH. Valle Hermoso (0.88 ha), la Urb. César Vallejo - Patillos (0.79 ha) y el Fundo La Pascana (0.59 ha). También figuran el Colegio Militar Mariscal Domingo Nieto (0.42 ha), las Entidades Prestadoras de Servicio (0.39 ha) y el Complejo Recreacional Patillos (0.34 ha).

❖ **Pendiente baja, peligro severo de erosión (4°-8°):**

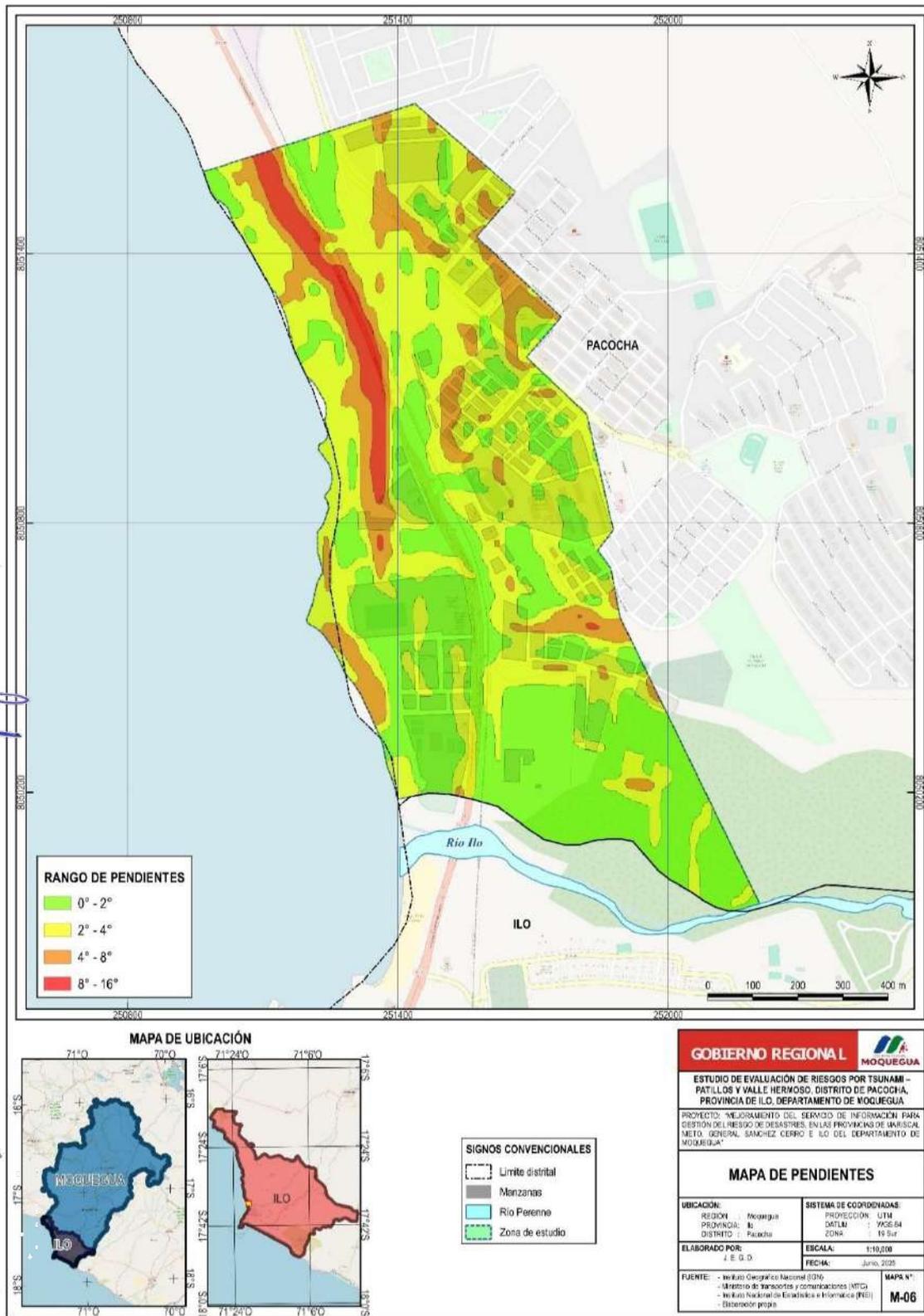
Estas zonas se distribuyen principalmente en los sectores de transición, ubicados entre las superficies planas de la franja costera y las áreas de mayor elevación hacia el interior del territorio. Son sectores ampliamente urbanizados. Su morfología favorece el asentamiento urbano, la construcción de infraestructura y el transporte. Presenta una superficie de 11.8 ha. Representando el 12.0% del total del área de estudio.

Sobre este rango se superponen principalmente de forma parcial infraestructura urbana como el Centro Poblado Pueblo Nuevo presenta la mayor superficie urbanizada en este rango, con 4.71 ha, seguido por las Entidades Prestadoras de Servicio (0.43 ha), el AA.HH. Valle Hermoso (0.10 ha), el Fundo La Pascana (0.03 ha) y el Complejo Recreacional Patillos (0.02 ha).

❖ **Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro severo de erosión (8°-16°):**

Zonas más abruptas, posiblemente en laderas. Presenta la menor superficie dentro del área de estudio con 3.6 hectáreas que representan solo el 3.7% del total. Sobre este rango de pendientes la presencia de agrupamientos urbanos es prácticamente nula.

Mapa N°5: Pendientes



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"

2.2.4. Altitudes

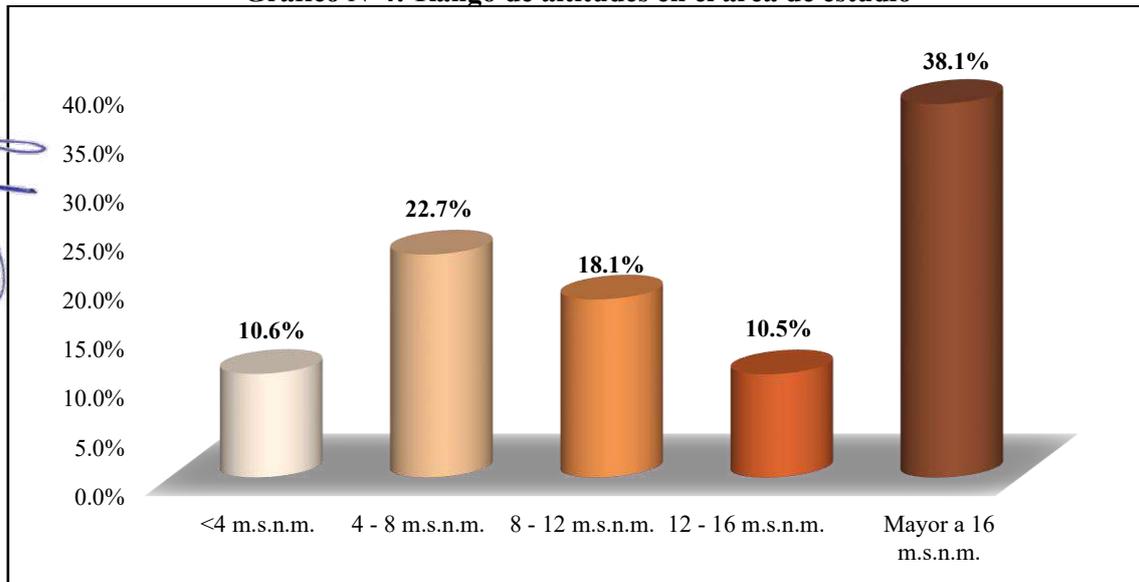
El distrito de Pacocha presenta una notable variabilidad altitudinal, influenciada por su cercanía al litoral y la configuración geomorfológica predominante en la zona. La franja costera, ubicada inmediatamente adyacente al océano Pacífico, se caracteriza por altitudes muy bajas, que oscilan entre 0 y 16 metros sobre el nivel del mar. Esta zona, identificada por la coloración amarilla en la cartografía temática, corresponde a una planicie costera de origen sedimentario, lo que la convierte en un área altamente susceptible a procesos de inundación, especialmente ante la ocurrencia de fenómenos marinos extremos como tsunamis o marejadas anómalas.

Cuadro N°5: Rango de altitudes en el área de estudio

Altitud	Área (Ha)	Porcentaje (%)
<4 m.s.n.m.	10.3	10.6%
4 - 8 m.s.n.m.	22.2	22.7%
8 - 12 m.s.n.m.	17.8	18.1%
12 - 16 m.s.n.m.	10.3	10.5%
Mayor a 16 m.s.n.m.	37.3	38.1%
Total	97.8	100.0%

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

Gráfico N°4: Rango de altitudes en el área de estudio



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

❖ **Altitud menor a 4 m.s.n.m.:**

Presenta una superficie de 10.33 ha. Representando el 10.6% del total del área de estudio. Corresponde a la franja costera inmediata, colindante con el litoral. Estas áreas presentan máxima exposición ante la llegada de un tsunami. Se recomienda evitar la ubicación de infraestructura crítica en esta franja y considerarla como zona de evacuación inmediata. Sobre este rango de altitud se encuentra asentada el Complejo Recreacional Patillos con una extensión de 0.42 ha.

❖ **Altitud de 4 a 8 m.s.n.m.:**

Presenta una superficie de 22.2 ha. Representando el 22.7% del total del área de estudio. Sobre este rango de altitud se encuentra asentadas la Urb. César Vallejo - Patillos (2.09 ha) y el Colegio Militar Mariscal Domingo Nieto (1.66 ha), seguidas por el Complejo Recreacional Patillos (1.57 ha). También se ubican aquí el ex Complejo de Pesca Perú (0.64 ha), el Fundo La Pascana (0.52 ha) y las Entidades Prestadoras de Servicio (0.26 ha).

Representa zonas cercanas al mar que, si bien están ligeramente elevadas, siguen en riesgo considerable de ser afectadas por un tsunami moderado a severo. Se recomienda establecer restricciones de uso del suelo para funciones residenciales y promover actividades de menor exposición.

❖ **Altitud de 8 a 12 m.s.n.m.:**

Presenta una superficie de 17.8 ha. Representando el 18.1% del total del área de estudio. Sobre esta categoría se asienta el Colegio Militar Mariscal Domingo Nieto (1.58 ha), el AA.HH. Valle Hermoso (1.18 ha), el Fundo La Pascana (0.90 ha), la Urb. César Vallejo - Patillos (0.66 ha) y las Entidades Prestadoras de Servicio (0.31 ha).

Esta franja representa una zona de transición, donde la exposición al tsunami se reduce, pero no se descarta en escenarios de mayor magnitud o tsunamis generados por sismos muy cercanos a la costa. Las edificaciones en esta área deben considerar criterios de diseño sismorresistente y planes de evacuación hacia zonas más elevadas.

❖ **Altitud de 12 a 16 m.s.n.m.:**

Presenta una superficie de 10.3 ha. Representando el 10.5% del total del área de estudio. Sobre este rango de altitud se encuentran infraestructuras urbanas como el Centro Poblado Pueblo Nuevo (1.85 ha), las Entidades Prestadoras de Servicio (0.99 ha) y el AA.HH. Valle Hermoso (0.50 ha).

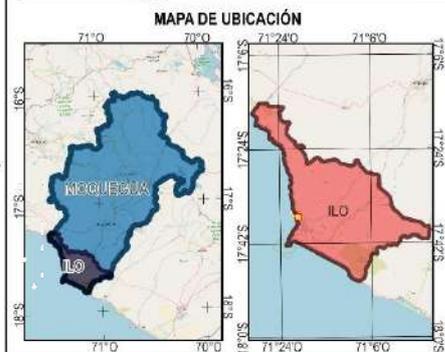
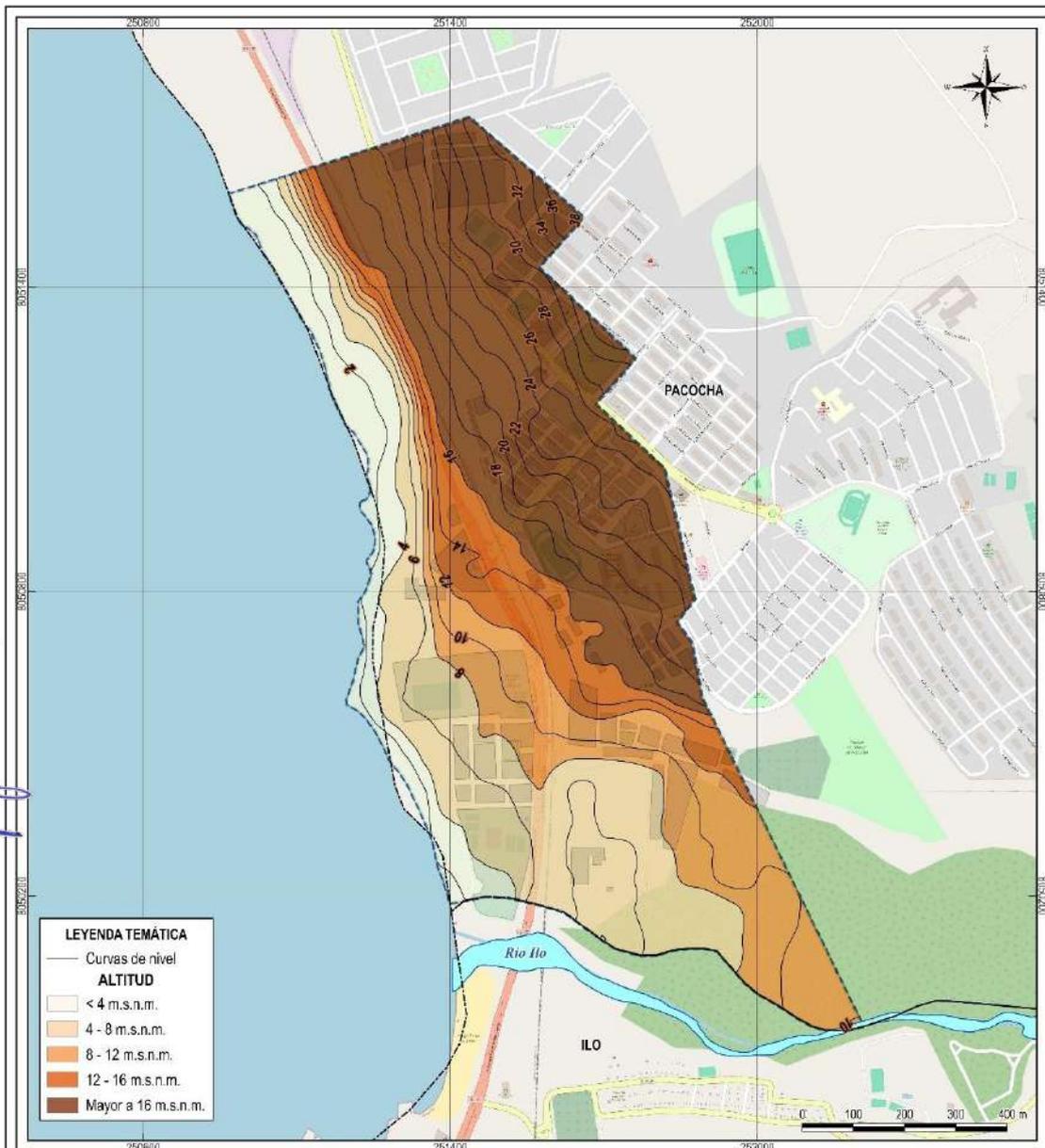
Áreas con menor probabilidad de afectación directa, aunque podrían experimentar impactos indirectos como rebalses localizados, escurrimientos secundarios o congestión por evacuación masiva. Estas zonas pueden funcionar como corredores de evacuación o espacios de apoyo logístico ante emergencias.

❖ **Altitud mayor a 16 m.s.n.m.:**

Presenta la mayor superficie dentro del área de estudio con 37.3 hectáreas que representan el 38.1% del total. En esta categoría de altitud se superpone el principal agrupamiento urbano del área de estudio, el Centro Poblado de Pueblo Nuevo con 31.66 hectáreas.

Constituyen las zonas seguras del área de estudio. Son apropiadas para establecer puntos de encuentro, albergues temporales y depósitos de ayuda humanitaria. Además, deben ser el destino prioritario en los planes de evacuación comunitarios.

Mapa N°6: Altitudes



<p>GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA</p> <p>ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA</p> <p>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"</p>	
<p>MAPA DE ALTITUD</p>	
<p>UBICACIÓN:</p> <p>REGION : Moquegua</p> <p>PROVINCIA : Ilo</p> <p>DISTRITO : Pacocha</p>	<p>SISTEMA DE COORDENADAS:</p> <p>PROYECCIÓN : UTM</p> <p>DATUM : WGS 84</p> <p>ZONA : 18 S</p>
<p>ELABORADO POR:</p> <p>J. E. G. D.</p>	<p>ESCALA:</p> <p>1:10,000</p> <p>FECHA:</p> <p>Junio, 2022</p>
<p>FUENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instituto Geográfico Nacional (IGN) - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Elaboración propia 	<p>MAPA N°:</p> <p>M-03</p>

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"

2.2.5. Tsunami

2.2.5.1. Concepto de Tsunami

El término tsunami, proveniente del japonés y que significa “ola en el puerto”, se refiere a una serie de olas de gran energía que se generan principalmente por perturbaciones súbitas en el fondo marino, tales como terremotos, erupciones volcánicas o deslizamientos submarinos. Estos eventos causan un desplazamiento vertical de grandes volúmenes de agua, originando ondas que se propagan rápidamente en todas direcciones. Al acercarse a zonas costeras de menor profundidad, la velocidad de las olas disminuye, mientras que su altura se incrementa notablemente, lo que puede provocar inundaciones severas y daños estructurales importantes en las áreas impactadas (IGP, 2022).

En el caso del litoral peruano, la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú señala que, aunque los tsunamis suelen tener poca amplitud en aguas profundas y, por tanto, no causan daños significativos en alta mar, al llegar a la costa pueden volverse extremadamente peligrosos debido al aumento considerable de la altura de las olas y la energía liberada.

2.2.5.2. Características de un Tsunami

Los tsunamis presentan una serie de características particulares que los distinguen de otras olas marinas, entre las cuales destacan:



❖ **Longitud de onda:**

Los tsunamis originados por terremotos suelen tener longitudes de onda que varían entre 20 y 300 kilómetros. Por otro lado, los generados por deslizamientos submarinos o erupciones volcánicas pueden presentar longitudes de onda más cortas, que oscilan desde varios cientos de metros hasta decenas de kilómetros.

❖ **Período del tsunami:**

Este se refiere al intervalo de tiempo entre la llegada de dos crestas consecutivas de la ola. En el caso de los tsunamis, el período típicamente fluctúa entre 5 y 60 minutos. Este parámetro resulta fundamental para los sistemas de detección y alerta temprana, ya que ayuda a estimar el tiempo disponible para evacuar las zonas costeras.

❖ **Altura de inundación o altura del tsunami:**

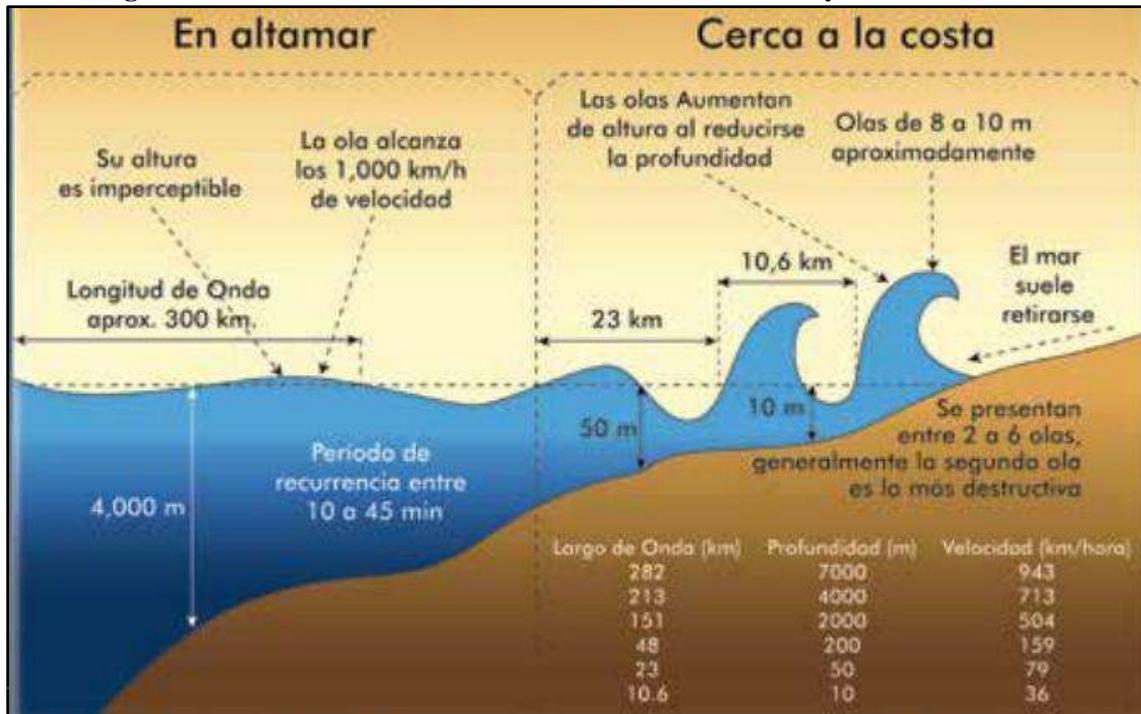
Se define como la elevación máxima del nivel del mar que se alcanza durante el paso del tsunami, medida respecto a un datum específico, usualmente el nivel medio del mar. Esta altura es un indicador clave para evaluar el potencial destructivo del fenómeno en las áreas costeras.



❖ **Run-up:**

Este término describe la altura máxima vertical que el agua del mar alcanza sobre el nivel del mar, desplazándose hacia tierra firme durante un tsunami. El valor del run-up es esencial para determinar la extensión de las inundaciones y para la planificación de zonas seguras para evacuación y refugio ante un evento tsunamigénico.

Figura N°11: Características de un Tsunami en altamar y cerca de la costa



Fuente: Centro Nacional de Alerta de Tsunamis, 2013

2.2.5.3. Fases de un Tsunami

La dinámica de un maremoto generado por causas tectónicas, presenta tres etapas: fase de generación, fase de propagación y fase de inundación como se desarrolla a continuación:

a) Fase de Generación

La etapa de generación de un maremoto se inicia con la deformación del fondo oceánico, producido por el terremoto tsunamigénico. Si se considera al océano como un fluido incompresible, se producirá un empuje hacia arriba (efecto pistón), moviendo grandes volúmenes de fluido sobre la superficie. Esto será la condición inicial de la siguiente fase.

b) Fase de Propagación

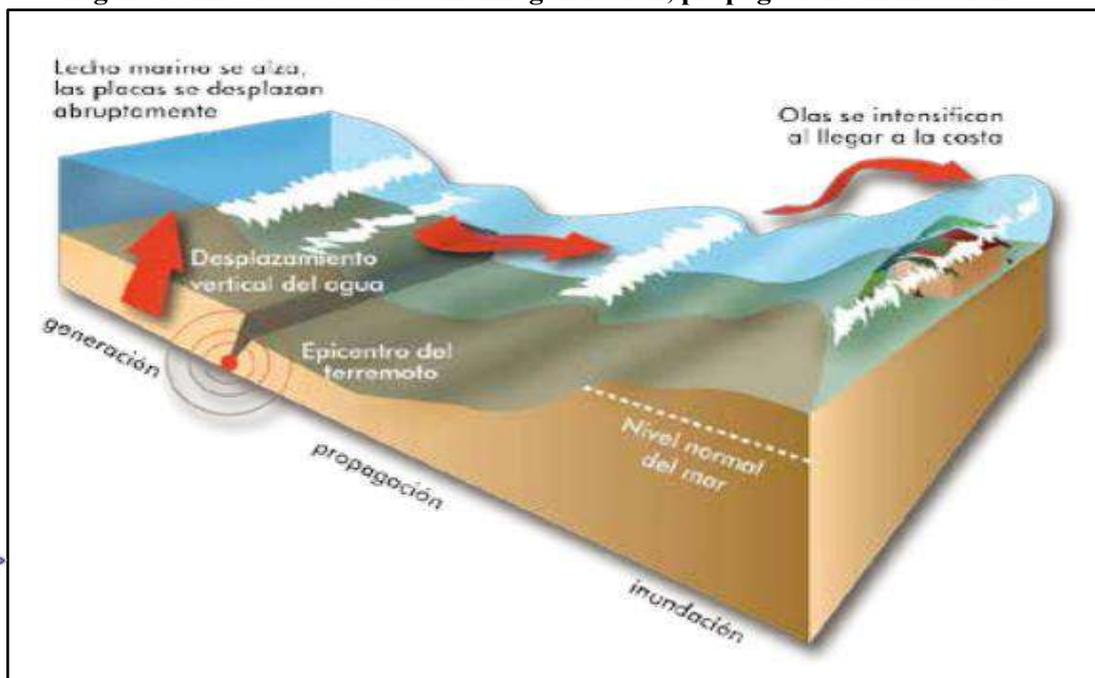
De inmediato la fuerza recuperadora de la gravedad contribuye a la formación de ondas gravitacionales que se propagan en todas las direcciones. La velocidad de estas ondas es proporcional a la raíz cuadrada de la profundidad del océano (batimetría) por la que se propaga. Así, por ejemplo, en aguas del océano profundo, las ondas pueden viajar a velocidades comprendidas entre los 500 a 1000 km/h. En otras palabras, esta onda puede desplazarse a la velocidad de un avión jet. En cambio, cuando las ondas llegan a las costas, la profundidad disminuye y su velocidad se reduce a unas decenas de km/h, entonces la altura de la onda aumenta, pudiendo llegar con una fuerza destructiva y violenta.

c) Fase de Inundación

Cuando la onda llega a la costa, su velocidad se reduce, pero su altura se incrementa. La altura alcanzada por el tsunami al arribar a la costa se debe a la interacción de varios factores físicos

y morfológicos tales como: características de las ondas en mar abierto, batimetría, pendiente del fondo marino, configuración del contorno de la costa, difracción, refracción, reflexión, dispersión, entre otros. Estos factores determinan que el arribo del tsunami a la costa sea un proceso complejo, lo cual genera diferencias notables de altura máxima de inundación (run-up), aún a cortas distancias a lo largo de ella. La estimación del área inundada en zonas costeras, producidas por ondas de tsunami, es de vital importancia para la previsión y mitigación del peligro de inundación por tsunami.

Figura N°12: Fases de un tsunami: generación, propagación e inundación



Fuente: Centro Nacional de Alerta de Tsunamis, 2013.

2.2.5.4. Clasificación de Tsunamis

- ❖ **Tsunamis de origen cercano:** Se consideran tsunamis de origen cercano o local aquellos que se generan cuando el evento sísmico ocurre a corta distancia de la costa, es decir, a menos de 100 km del origen. Este tipo de tsunami provoca efectos destructivos en áreas cercanas en un tiempo de llegada menor a una hora. Los sismos locales, deslizamientos de tierra o erupciones volcánicas, como el tsunami causado por la erupción del volcán Krakatoa, pueden ser responsables de tsunamis de este tipo.
- ❖ **Tsunamis de origen lejano:** Los tsunamis de origen lejano o regional se producen debido a eventos sísmicos ocurridos a una distancia mayor a los 100 km del lugar de impacto, pero pueden causar destrucción significativa en áreas costeras específicas. Estos tsunamis pueden tardar de 3 horas a más en llegar desde el epicentro hasta las costas afectadas.

2.2.5.5. Diferencia entre olas de viento y Tsunami

Es fundamental no confundir las olas de un tsunami con las olas comunes que se observan en las playas, Es fundamental diferenciar las olas generadas por el viento, comúnmente observadas en las playas, de las olas provocadas por un tsunami. Las olas de viento (también llamadas "olas superficiales") se generan debido a la fricción del viento sobre la superficie del mar. Su energía está limitada a las capas superiores del agua y su comportamiento depende de factores como la velocidad y duración del viento, la distancia de generación (fetch), y la profundidad del mar. Generalmente, estas olas tienen una longitud de onda corta (menor a 150 m), un período de entre 5 y 20 segundos y velocidades relativamente bajas (10 a 100 km/h) (NOAA, 2023).

Por otro lado, las olas de tsunami tienen un origen completamente diferente: se producen por desplazamientos súbitos del fondo marino generados por eventos como terremotos, deslizamientos submarinos o erupciones volcánicas. Estos eventos transfieren energía a toda la columna de agua, desde el lecho marino hasta la superficie, creando una onda de gran longitud (hasta 500 km), con períodos que oscilan entre 5 y 60 minutos y que pueden alcanzar velocidades de propagación de hasta 800 km/h en mar abierto (DHN, 2014).

Una de las diferencias más importantes radica en la forma en que estas olas se manifiestan al llegar a la costa. Mientras que las olas de viento rompen en la zona de rompiente y se disipan en la playa, las olas de un tsunami pueden causar un aumento repentino del nivel del mar, penetrando varios cientos de metros tierra adentro, con alto poder destructivo. El tsunami no siempre presenta una ola visible al aproximarse; a veces se manifiesta como una rápida y violenta subida del nivel del mar, precedida o no por un retroceso del agua.

Esta diferencia es crucial para la gestión del riesgo en zonas costeras: mientras las olas de viento son parte del régimen normal marino, los tsunamis representan un riesgo poco frecuente pero potencialmente catastrófico, por lo que requieren mecanismos de monitoreo, alerta temprana y evacuación específicos (IGP, 2020, UNESCO-IOC, 2013).

Figura N°13: Esquema de diferencia entre olas de viento y tsunami



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos

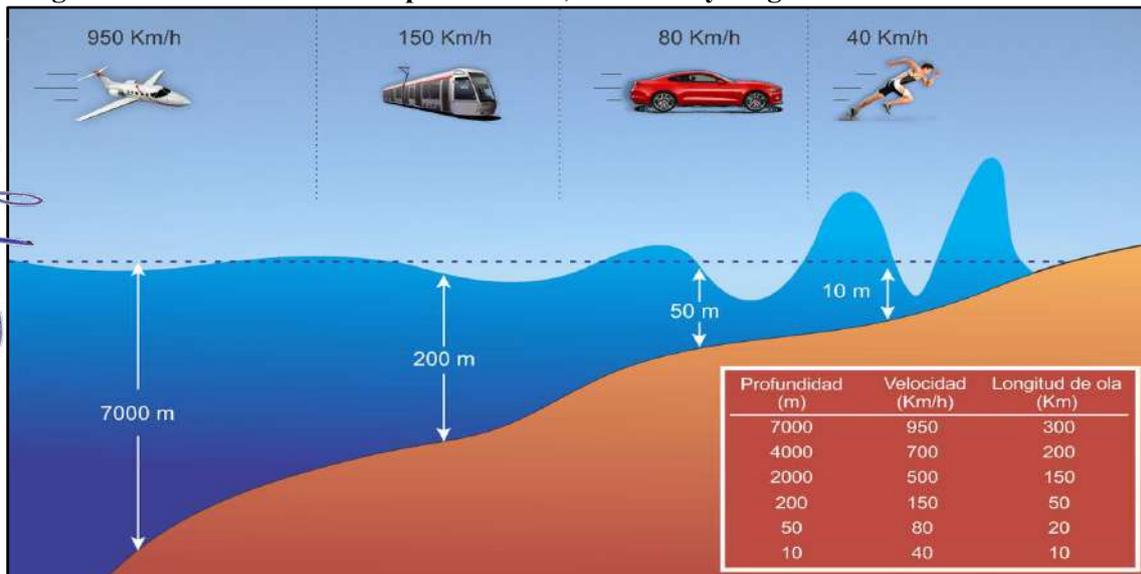
2.2.5.6. Velocidad y energía de las olas del Tsunami

La forma y características de las ondas de un tsunami pueden variar según su posición relativa a la línea costera y la profundidad del agua (Geist, 1997, citado por Bryant, 2014). En mar abierto, las ondas suelen presentar un perfil sinusoidal y oscilatorio. No obstante, esta forma puede modificarse al acercarse a la costa, debido a la interacción con el relieve submarino y los cambios en la profundidad del agua. Estas condiciones influyen tanto en la velocidad como en la energía que transportan las olas durante su avance hacia la orilla.

2.2.5.7. Modelamientos de Tsunami

La propagación de los tsunamis se puede modelar mediante métodos de simulación numérica (modelos matemáticos). Estos modelos permiten predecir con precisión los tiempos de arribo de las primeras olas de tsunami, las áreas potenciales de inundación y la altura de las olas a lo largo de la costa. Entre los programas utilizados para modelar el comportamiento de los tsunamis se encuentran TUNAMI-N2, que simula la propagación de las olas, y TTT (Tsunami Travel Time), que calcula el tiempo estimado de llegada de las olas a diferentes puntos de la costa. Estos modelos son esenciales para la planificación de la respuesta ante tsunamis y la mitigación de sus efectos.

Figura N°14: Relación entre profundidad, velocidad y longitud de onda de un tsunami



Fuente: Centro Nacional de Alerta de Tsunami – Marina de Guerra del Perú.

La Marina de Guerra del Perú, a través del Departamento de Oceanografía de la Dirección de Hidrografía y Navegación, en el marco del Programa Presupuestal de Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias (PREVAED), ha elaborado la “Carta de Inundación en caso de Tsunami Puerto Ilo – Moquegua”. Esta carta ha sido desarrollada considerando dos escenarios sísmicos: uno de magnitud 8.5 Mw y otro de 9 Mw, con el objetivo de proporcionar información detallada sobre los posibles efectos de un tsunami en la zona costera frente a dichos eventos sísmicos.

2.2.5.8. Análisis de posible sismo en Ilo – Moquegua

La provincia de Ilo, situada en el sur del Perú, forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las zonas más sísmicamente activas del mundo debido a la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana. Esta interacción genera una acumulación de esfuerzos y energía en la corteza terrestre, que, al ser liberada, provoca la ocurrencia de sismos. Esta región es especialmente vulnerable a eventos sísmicos de gran magnitud, dado que está ubicada cerca de la zona de subducción entre estas dos placas tectónicas.

Tectónica en la región sur del Perú:

La región sur del Perú, incluida la provincia de Ilo, es una zona de alta actividad sísmica debido a la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana. Este proceso tectónico genera la falla de subducción frente a la costa peruana, que ha sido responsable de la ocurrencia de grandes terremotos históricos. La subducción es un proceso en el que una placa tectónica se desliza por debajo de otra, generando acumulación de energía a lo largo de las interfaces de las placas, las cuales, cuando superan el límite de resistencia, provocan terremotos.

Zonas de Acoplamiento Sísmico:

En el contexto de la provincia de Ilo, se identifican áreas de acoplamiento sísmico máximo, también conocidas como asperezas tectónicas. Estas asperezas son regiones de la interfaz entre las placas de Nazca y Sudamericana donde la fricción es lo suficientemente alta como para inhibir el movimiento relativo entre las placas. Este fenómeno provoca la acumulación de deformación y energía a lo largo de décadas o incluso siglos.

Cuando la acumulación de energía en estas zonas supera la capacidad de fricción de las placas, la energía se libera repentinamente en forma de un terremoto. En el caso de Ilo, las principales zonas de acoplamiento sísmico se encuentran frente a la costa, en áreas de subducción activa, como la Fosa de Atacama y la Fosa de Nazca, ambas situadas en el océano Pacífico frente a la región sur del Perú.

Posibles escenarios sísmicos:

El análisis sísmico de la zona ha determinado que, a pesar de los pequeños temblores frecuentes en la región, existe una alta probabilidad de que un gran terremoto de magnitud superior a 8.0 Mw pueda ocurrir en el futuro. Los modelos de simulación y los estudios de desplazamiento de placas obtenidos por tecnologías de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) han identificado que las placas de Nazca y Sudamericana están acumulando energía en áreas específicas, lo que podría dar lugar a un sismo de gran magnitud, similar a los que se han registrado históricamente en la región.

Sismos históricos relevantes:

La historia sísmica del Perú ha documentado varios eventos catastróficos que han afectado la provincia de Ilo y sus alrededores. Entre los más destacados se incluyen:

- ❖ El terremoto de 1746 (magnitud 9.0 Mw): Considerado uno de los más grandes de la historia peruana, con un tsunami asociado que afectó gravemente la zona costera del Perú, incluyendo Ilo, causando destrucción masiva.
- ❖ El sismo de 2001 (magnitud 8.4 Mw): Con epicentro cerca de Ocoña, Arequipa, este terremoto también afectó la región de Ilo, causando daños en infraestructuras y dejando víctimas fatales.
- ❖ El sismo de 1868 (magnitud 8.5 Mw): Otro evento importante que generó grandes olas de tsunami, afectando no solo a las costas peruanas, sino también a Chile, con gran impacto en la zona sur.

Posibles impactos de un sismo de gran magnitud:

De ocurrir un sismo de más de 8.0 Mw, la provincia de Ilo experimentaría los siguientes efectos potenciales:

Aceleraciones sísmicas intensas: Las aceleraciones del suelo en las áreas urbanas de Ilo podrían superar los 500 cm/s², similar a los valores registrados durante el sismo de 1746. Esto generaría un fuerte sacudimiento del suelo, lo que causaría daños estructurales importantes en viviendas, edificios y otras infraestructuras.

Tsunami asociado: Un sismo de esta magnitud podría generar un tsunami de gran altura, afectando principalmente las zonas costeras de Ilo y sus alrededores. Las olas podrían llegar a alturas superiores a 10 metros, lo que ocasionaría inundaciones extensas y daños en la infraestructura costera.

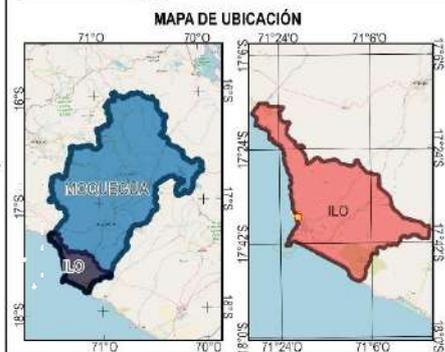
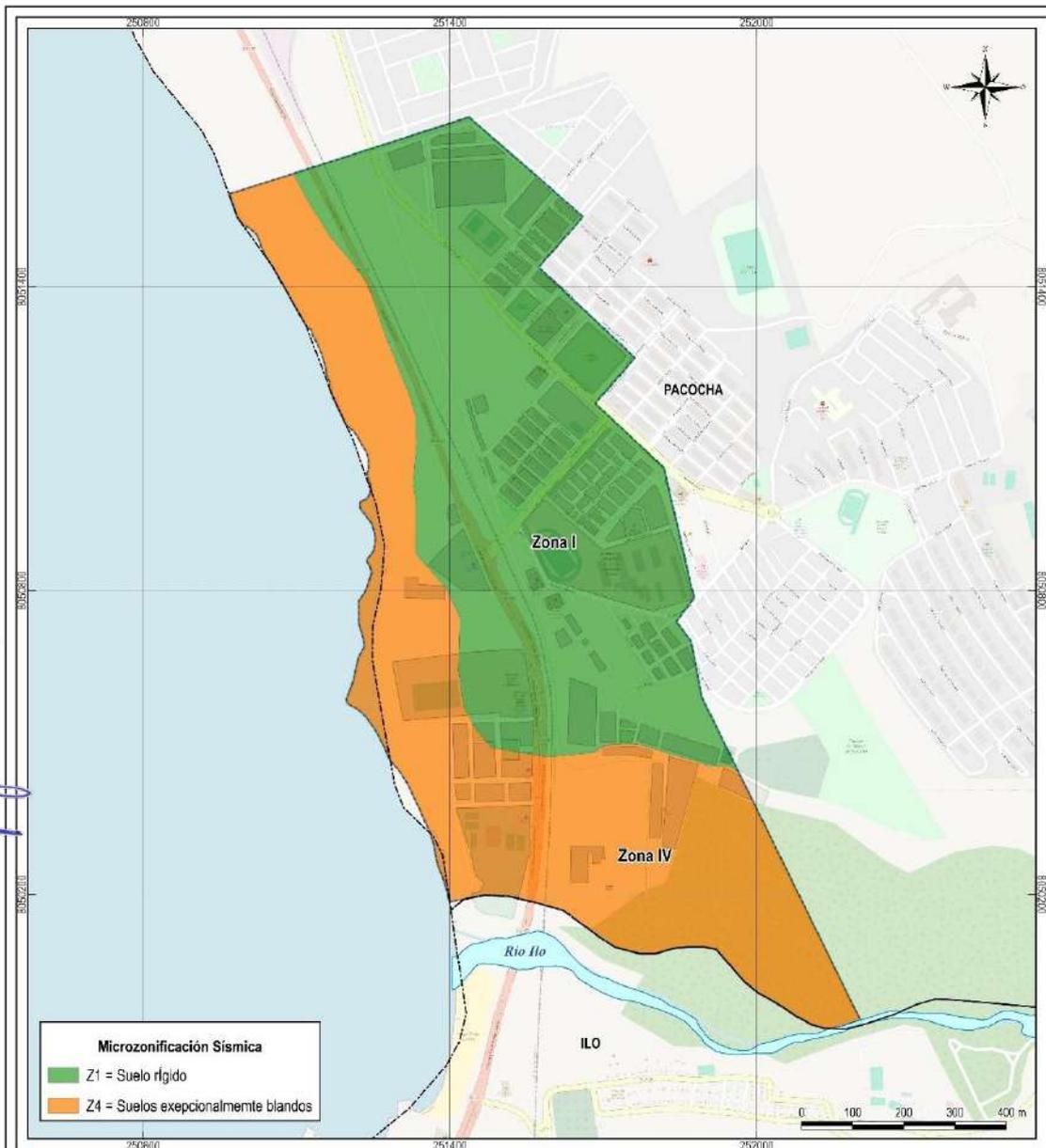
Desplazamientos y rupturas geológicas: El evento sísmico podría generar fallas geológicas, deslizamientos de tierra y alteraciones en el paisaje, afectando la estabilidad de la región y modificando el relieve de la costa.

2.2.5.9. Magnitud de sismo en Ilo - Moquegua

La provincia de Ilo ha experimentado varios sismos de diversa magnitud en los últimos años. El 17 de agosto de 2024, se registró un sismo de magnitud 4.3 con epicentro a 80 km al sur de Ilo, a una profundidad de 26 km. La intensidad del sismo fue de grado III en la ciudad de Ilo.

Estos eventos evidencian que la provincia de Ilo está expuesta a sismos de magnitudes considerables, lo que resalta la importancia de implementar estrategias efectivas de gestión del riesgo y preparación ante desastres.

Mapa N°7: Microzonificación sísmica



SIGNOS CONVENCIONALES

- Límite distrital
- Manzanas
- Río Perene
- Zona de estudio

GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

MAPA DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA

UBICACIÓN:	REGION : Moquegua	SISTEMA DE COORDENADAS:
PROVINCIA : Ilo	DISTRICTO : Pacocha	PROYECCIÓN : UTM
ELABORADO POR:	J. E. G. D.	DATUM : WGS 84
FECHA:	Junio, 2022	ZONA : 18 SUT
FUENTE:	- Instituto Geográfico Nacional (IGN)	ESCALA: 1:10,000
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)		FECHA:
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)		MAPA N°:
- Elaboración propia		M-04

Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

2.2.6. Sismo

Un sismo se trata de la manifestación de ondas de volumen y superficiales en movimientos complejos cuyos efectos pueden ser muy devastadores.

2.2.6.1. Ondas sísmicas

Las ondas sísmicas son perturbaciones generadas por una súbita liberación de energía causada por una ruptura sísmica, una erupción volcánica o una explosión; estas ondas se propagan a través de la Tierra y pueden causar destrucción en las zonas alrededor de donde se originaron. Una idea aproximada de ondas sísmicas es cuando una roca cae sobre la superficie de un estanque de agua, notamos que se propagan perturbaciones concéntricas en todas las direcciones; de manera análoga, pero a mayor escala, en la Tierra se propagan ondas sísmicas en todas las direcciones desde el origen o punto de ruptura.

Las ondas viajan a través del interior de la Tierra, en su trayecto éstas se modifican al atravesar las diferentes capas de su estructura interna. De esta forma, las ondas sísmicas nos indican la naturaleza física de las zonas que atraviesan. Las ondas sísmicas pueden ser registradas por unos instrumentos llamados sismógrafos. Cuando ocurren sismos superficiales (0 a 60 Km de profundidad) la generación de las ondas corresponde a la ruptura de las rocas en esa zona debido a los esfuerzos tectónicos. Una ruptura sísmica (fractura entre placas) genera fundamentalmente dos tipos de ondas sísmicas: ondas de volumen (Primarias y Secundarias) y ondas superficiales (Love y Rayleigh).



a) Ondas de volumen

Llamadas también ondas internas o de cuerpo debido que viajan o se propagan a través del interior de la Tierra.

❖ Onda primaria:

La onda P es una onda longitudinal que se caracteriza porque el movimiento de las partículas en el medio tiene la misma dirección que la propagación de la onda. La onda P se propaga en medio sólido y en medios líquidos. Las ondas P son las primeras que se observan en el registro sísmico completo de un movimiento sísmico, ya que son las que viajan más rápido (el nombre se deriva de la abreviación de primaria, es decir, la primera onda en llegar). Generalmente viajan a velocidades entre 1.5 y 14 km/s. La velocidad de una onda depende de las propiedades elásticas y de la densidad del material en que se propaga.

❖ Onda secundaria:

Las ondas S o secundarias viajan más lento que las ondas P y se conocen también como ondas “de cizalla” o “de corte” debido a que no alteran el volumen del material que atraviesan, sino que lo cortan. Las ondas S son ondas transversales, ya que el movimiento de una partícula es perpendicular a la dirección en que viajan las ondas. La velocidad de una onda S depende del módulo de rigidez y de la densidad del material. Una característica particular importante de las ondas S es su incapacidad para propagarse a través de un fluido

o un gas, lo cual se debe a que los fluidos y los gases no pueden transmitir tensión de corte, de manera que sólo se propagan en medios sólidos.

b) Ondas superficiales

Se denominan así porque su movimiento y propagación está restringidos a la superficie de la Tierra, estas ondas se dividen en ondas Love (L) y Rayleigh (R). Se diferencian de las ondas de volumen en tres aspectos principales: viajan más lentamente, sus velocidades dependen en gran medida de la frecuencia de la onda y llegan a ser las ondas más destructivas.

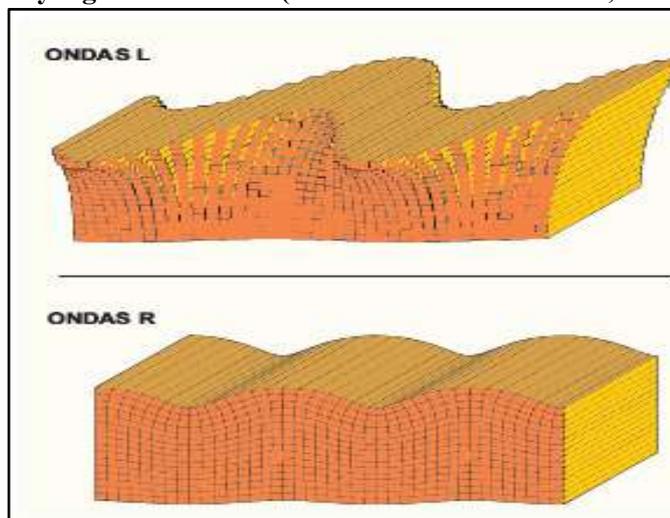
❖ Ondas Love (L):

Son ligeramente más veloces que las ondas Rayleigh, su amplitud disminuye con la profundidad. La profundidad de penetración de estas ondas depende de la frecuencia. El comportamiento de las partículas es semejante a las ondas S, pero solamente se mueven en el plano horizontal.

❖ Ondas Rayleigh (R):

Son ondas mucho más lentas. Cada partícula por donde pasa la onda se mueve en forma de elipse, la amplitud disminuye con la profundidad (figura 4). Al igual que las ondas Love, la profundidad de penetración depende de la frecuencia, cuanto menor la frecuencia, mayor la profundidad de penetración.

Figura N°15: Desplazamientos que se producen por una onda Love a la izquierda y Rayleigh a la derecha (modificado de Shearer P., 2009)



Fuente: Shearer P., 2009.

2.2.6.2. Tsunamis generados por Sismo

Las condiciones para que un sismo pueda generar un tsunami son:

- ❖ Terremoto de gran magnitud (mayor a 7.0 Mw).
- ❖ Epicentro del sismo en el mar o cerca de la línea de costa (hasta 60 km tierra adentro).

- ❖ Profundidad focal superficial, menor a 60 km (como valor referencial).

Los tsunamis generados por sismos se clasifican de acuerdo a la distancia epicentral, en:

a) Tsunami local o de origen cercano

Cuyos efectos destructivos se originan en menos de 1 hora de viaje, normalmente unos 200 km desde su origen. Históricamente, el 90% de víctimas por tsunamis han sido causadas por tsunamis locales.

b) Tsunami regional

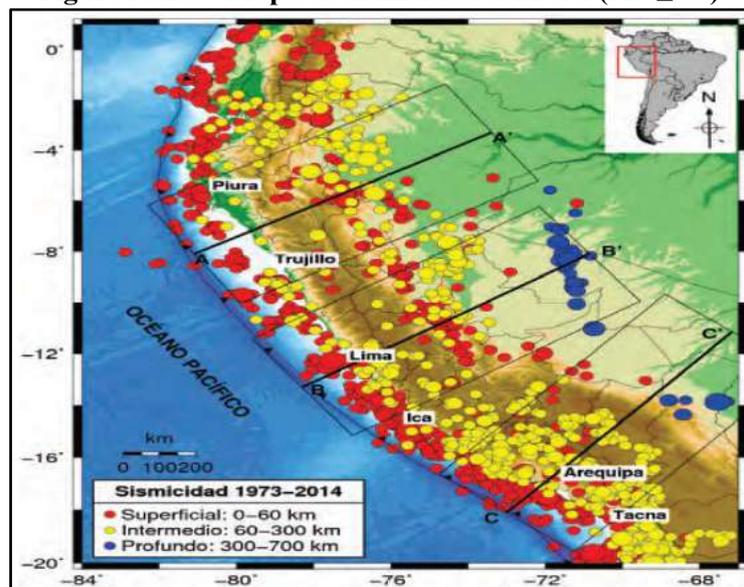
Tsunami que causa destrucción en una región en particular; generalmente entre 1 – 3 horas de viaje, o 1000 km desde su origen. Estos tsunamis pueden también causar efectos menores fuera de la región.

c) Tsunami lejano, distante o tele tsunami

Originados en una fuente lejana (superior a los 1000 km), a más de 3 horas de viaje. Son menos frecuentes que los tsunamis regionales; se inician como un tsunami local causando gran destrucción en las zonas cercanas. Ante un tsunami de origen cercano es muy importante mantenerse preparado y evacuar hacia zonas seguras en el menor tiempo posible, ya que el arribo de olas hacia las costas puede ser relativamente rápido.

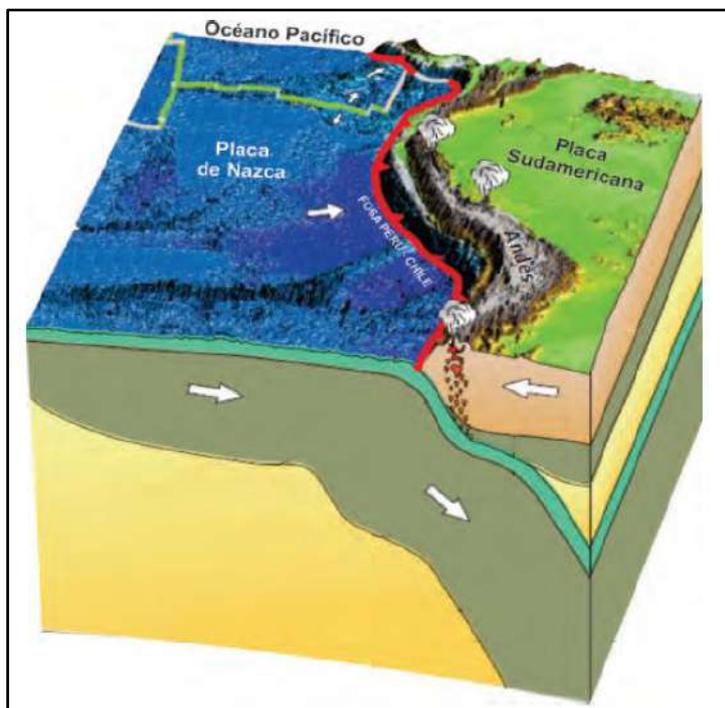
El Perú es un lugar altamente sísmico por encontrarse en una zona de subducción (convergencia entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana). Por ello, una gran cantidad de los epicentros de los sismos superficiales ocurren en el mar, lo cual aumenta la posibilidad de ocurrencia de un tsunami. La Figura 06 muestra un mapa de la sismicidad del Perú, se observa que la mayoría de los sismos superficiales se ubican entre la fosa marina y la costa peruana. En la Figura 07 se observa el proceso de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana.

Figura N°16: Mapa de sismicidad del Perú ($M_w \geq 5.0$).



Fuente: Los datos sísmicos provienen del USGS. (Modificado de Jiménez, 2015).

Figura N°17: Proceso de subducción comprendida entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana



Fuente: Modificado de Frish, Meschede y Blakey, 2011.

2.2.6.3. Intensidad y magnitud de un terremoto

- ❖ **La intensidad** de un sismo es la medida de la severidad o violencia del movimiento de la Tierra en un lugar determinado, en relación a los efectos que ésta produce en el hombre y en las edificaciones (es decir, cómo es percibido por el hombre) y se mide en la escala modificada de Mercalli, que va del I al XII. La intensidad es un parámetro cualitativo que depende del tipo de suelo, tipo de edificación, entre otros.

Escala de Mercalli Modificada: Esta escala fue desarrollada en 1931 por los sismólogos estadounidenses Harry Wood y Frank Neumann, se compone de 12 niveles en orden creciente de intensidad. No tienen una base matemática, se trata de una clasificación basada en efectos observados.

Figura N°18: Intensidad de Mercalli Modificada

I.	Imperceptible.
II.	Apenas perceptible.
III.	Débil, observado parcial.
IV.	Observado por muchos.
V.	Las personas despiertan.
VI.	Las personas se asustan.
VII.	Daños en los edificios.
VIII.	Daños considerables en edificios.
IX.	Hundimientos parciales y grietas en el suelo.
X.	Destrucción de edificios.
XI.	Quedan en pie pocos edificios.
XII.	Destrucción total.

- 
- ❖ **La magnitud sísmica**, por su propia definición, es una medida directa que da una idea de la cantidad de una medida directa que da una idea de la cantidad de energía liberada por un terremoto. La magnitud de un sismo es un parámetro relacionado a la energía liberada por éste, medida por un sismógrafo. Es un parámetro objetivo y cuantitativo que no depende de variables macroscópicas. Para fines de esta publicación se describen dos tipos de escalas de magnitud:

- **Escala de Magnitud Local (ML)**

Ideada por Richter en 1935, se fundamenta en que la amplitud de las ondas sísmicas es una medida de la energía liberada en el foco. La magnitud local o escala de Richter es sólo aplicable para sismos locales y regionales ($d < 600$ km) menores a 7.0, debido a la saturación de la escala.

- **Escala de Magnitud de Momento (Mw)**

Está relacionado con el momento sísmico (M_0) de un terremoto. Este parámetro describe mejor la idea del tamaño de un sismo. Los terremotos de gran tamaño o tsunamigénicos, mayores a 7.0 Mw son mejor cuantificados por esta escala, debido a que no se satura.

2.2.6.4. Análisis de la aceleración del suelo - PGA

Este estudio tiene como finalidad evaluar la amenaza de un posible tsunami generado por un evento sísmico de gran magnitud, con potencial impacto en los sectores de Patillos y Valle Hermoso. A través de investigaciones en neotectónica y paleosismología, se examinaron aspectos esenciales de esta estructura, tales como su tipo de desplazamiento, dirección, longitud, inclinación y la magnitud estimada de ruptura, con el fin de calcular la magnitud máxima que podría alcanzar un sismo originado por su activación. Esta información resulta clave para la elaboración de mapas de aceleración del suelo.

Para modelar los mapas de aceleración, se empleó el método de atenuación de utilizada en el Informe Técnico N° A6887 Informe sobre la existencia de fallas geológicas activas en el distrito El Algarrobal, provincia Ilo, región Moquegua (INGEMMET, 2019), que integra el mapeo de fallas activas y las velocidades de onda de corte (V_{s30}), un parámetro que refleja cómo responde el terreno a un sismo según su composición geológica.

La escala de colores en el mapa indica los niveles de aceleración sísmica (PGA) registrados a lo largo de la falla Chololo, basados en los parámetros establecidos por la norma peruana E 030.

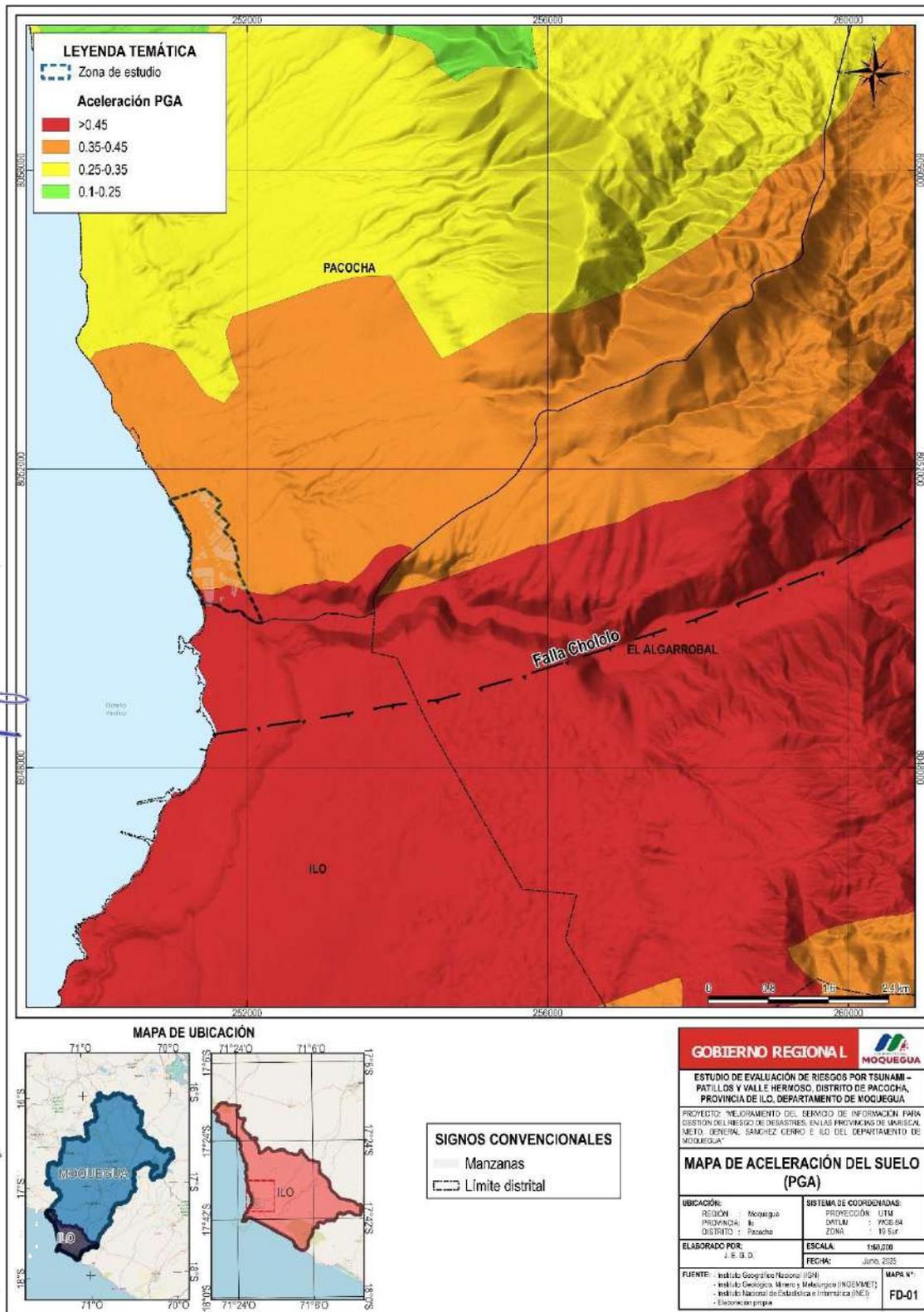


PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI
DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA
ING. G. OLDOGO
REG. CIP N° 11281
EVALUADOR DE RIESGO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI
DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA
ING. G. OLDOGO
REG. CIP N° 11281
EVALUADOR DE RIESGO

Mapa N°8: Aceleración del suelo - PGA



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

2.2.7. Cronología de Tsunamis que afectaron al Perú

El Perú es parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, zona conocida así por la intensa actividad volcánica y sísmica debido a la interacción entre placas tectónicas. La placa de Nazca se subduce debajo de la placa Sudamericana a una razón promedio de 8 cm/año, debido a lo cual se producen un gran número de sismos de variada magnitud en la costa peruana. Como se indicó previamente, un sismo de magnitud 7.0 Mw o mayor con epicentro en el mar podría generar un tsunami.

A lo largo de la historia, numerosos eventos tsunamigénicos han azotado las costas peruanas causando grandes pérdidas materiales y de vidas humanas; pudiendo mencionar los siguientes:

- ❖ **1586:** 09 de julio, Lima. Debido a un sismo de intensidad VII. El mar se elevó hasta 4 m, las olas inundaron parte del puerto Callao (llegaron hasta el monasterio de Santo Domingo) y Lima, ocasionó la muerte de 22 personas.
- ❖ **1604:** 24 de noviembre, Arica (que actualmente forma parte de Chile). Debido a un sismo de magnitud entre 8.5 Mw y 9.0 Mw. Afectó Arica, Ilo, Camaná y Pisco; murieron en total 74 personas.
- ❖ **1664:** 12 de mayo, Ica. Terremoto de magnitud aproximada de 8.0 Mw, el terremoto produjo 400 muertos. Un tsunami afectó la ciudad de Pisco, 60 personas murieron.
- ❖ **1687:** 20 de octubre, Lima. Se produjeron dos terremotos, uno de magnitud 8.0 Mw y el otro de 8.4 Mw (1541 víctimas). El segundo terremoto originó un tsunami, murieron a causa del tsunami cerca de 300 personas.
- ❖ **1716:** 10 de febrero, Pisco. Sismo de magnitud 8 Mw con probable epicentro en el mar de Ica que produjo un tsunami. Por sus características, este evento es muy similar al de Pisco 2007.
- ❖ **1746:** 28 de octubre, Callao. Sismo con magnitud estimada de 9 Mw que originó un tsunami con olas de hasta 10 m. En el Callao, de los 5000 habitantes solo se salvaron 200. Probablemente el maremoto más destructivo registrado a la fecha en el Perú central.
- ❖ **1806:** 01 de diciembre, Lima. Sismo de magnitud 8 Mw, con hasta 2 minutos de duración. El tsunami con olas de hasta 6 m arrastró un ancla de 1.5 Tn y afectó Lima y Callao.
- ❖ **1868:** 13 de agosto, Arica. Sismo de magnitud 9 Mw. Se generó un tsunami con altura de la ola máxima registrada de 16 m, murieron a causa de este evento alrededor de 700 personas.
- ❖ **1940:** 24 de mayo, Callao. Terremoto de magnitud 8.2 Mw acompañado de un maremoto que afectó desde Guayaquil a Arica. Se contabilizaron aproximadamente.
- ❖ **1960:** 20 de noviembre, norte del Perú. Terremoto de magnitud 7.8 Mw y tsunami con olas de hasta 9 m de altura que afectó Piura y Lambayeque. Murieron tres personas a causa del tsunami. La isla Lobos de Afuera fue barrida totalmente.
- ❖ **1974:** 03 de octubre, Lima. Sismo de magnitud 8.1 Mw y tsunami que afectaron Lima e Ica. Se registraron 252 muertos además muchas fábricas, muelles y zonas de cultivo.
- ❖ **1996:** 21 de febrero, Chimbote. Sismo de magnitud 7.5 Mw que ocasionó un tsunami, se reportaron daños en los puertos Salaverry y Chimbote, 15 personas fallecieron.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

- ❖ **1996:** 12 de noviembre, Nazca. Sismo de magnitud 7.7 Mw y profundidad de 46 km, generó un tsunami que afectó principalmente el puerto de San Juan de Marcona.
- ❖ **2001:** 23 de junio, Camaná. Sismo de magnitud 8.4 Mw que ocasionó un tsunami. Este evento afectó las localidades de Ocoña, Camaná, Quilca y Matarani. Aproximadamente 240 personas murieron.
- ❖ **2007:** 15 de agosto, Ica. Tsunami producido por un terremoto de 8.0 grados. El tsunami alcanzó una altura máxima de casi 10 metros. A causa del evento se reportaron 595 personas fallecidas y numerosas pérdidas. 1000 muertos debido a este evento. Se produjo un pequeño tsunami observado en Ancón y Callao.
- ❖ **2010:** 27 de febrero, Talcahuano (Chile). Sismo de magnitud 8.8 Mw, y posterior tsunami que dejó 593 víctimas en Chile. Las olas llegaron al litoral peruano con un promedio de altura aproximado de 1 m.
- ❖ **2011:** 11 de marzo, Honshu (Japón). Sismo de magnitud 9.0 Mw, produjo olas de 10 m en Japón, dejando un total de 25, 000 víctimas en Japón. Al litoral peruano llegaron luego de unas horas, olas entre 0.44 y 1.75 m. 1000 muertos debido a este evento. Se produjo un pequeño tsunami observado en Ancón y Callao.
- ❖ **2014:** 01 de abril, Iquique (Chile). Fuerte sismo en el norte de Chile, magnitud 8.1 Mw, con tsunami cuyas olas alcanzaron hasta 3 m registradas en Iquique. En Perú, el puerto de Ilo registró olas de 1 m e inundación leve.
- ❖ **2015:** 16 de setiembre, Coquimbo (Chile). Sismo al noroeste de Santiago, magnitud 8.3 Mw, un tsunami con altura de ola de 4,5 m se registró en Coquimbo. En Perú, el puerto del Callao registró un máximo de altura de ola de 0.6 m. fallecidas y numerosas pérdidas. 1000 muertos debido a este evento. Se produjo un pequeño tsunami observado en Ancón y Callao.

2.2.8. Modelado de la inundación y su relación con el área de estudio

Dentro del proceso de modelado de tsunamis, la simulación de la propagación de las ondas marinas incluye un subdominio específico destinado a la simulación del proceso de inundación costera. Este proceso posee una dinámica más compleja que la propagación oceánica, debido a la interacción directa de las masas de agua con el relieve costero y terrestre, así como con las estructuras existentes.

En este contexto, se identifican varios factores determinantes que intervienen en el modelado de la inundación. Uno de los aspectos más relevantes son los fenómenos no lineales, los cuales se manifiestan como variaciones bruscas en el nivel del mar al momento del ingreso de las ondas de tsunami en zonas de baja profundidad. Estas variaciones son inducidas por cambios abruptos en la batimetría costera y están representadas en los términos no lineales de las ecuaciones de modelado.

Asimismo, el rozamiento cobra especial importancia en las zonas de inundación, ya que las masas de agua interactúan directamente con el fondo marino y el terreno continental. La simulación incorpora estos efectos a través de los términos de fricción que afectan la velocidad y la extensión del flujo de agua. El dominio de simulación de la inundación se encuentra contenido dentro del dominio general de propagación, pero se caracteriza por una mayor resolución espacial. Esto significa que los puntos de cálculo (o celdas) utilizados en la modelación están más próximos

entre sí, permitiendo una representación más detallada del relieve topográfico y batimétrico. Los datos de batimetría empleados provienen de mediciones in situ, como las realizadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), y se procesan mediante herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), utilizando métodos de interpolación geoestadística como Kriging.

Cabe destacar que una mayor resolución espacial no garantiza automáticamente resultados más realistas, ya que la validez de la simulación también depende del cumplimiento de los supuestos físicos del modelo, como los establecidos por la teoría de aguas someras, la cual tiene limitaciones en su aplicación dependiendo de la profundidad y del tipo de evento.

Durante la simulación, se evalúa continuamente, en cada intervalo de tiempo (producto de la discretización temporal), el nivel del agua respecto a la batimetría y topografía en cada celda computacional. Cuando se detecta que el nivel del agua supera el relieve del terreno, se registra la ocurrencia de una inundación. Al concluir la simulación, se obtiene un registro espacial en formato ráster que identifica el conjunto de puntos inundados, lo que permite delinear el área de inundación máxima.

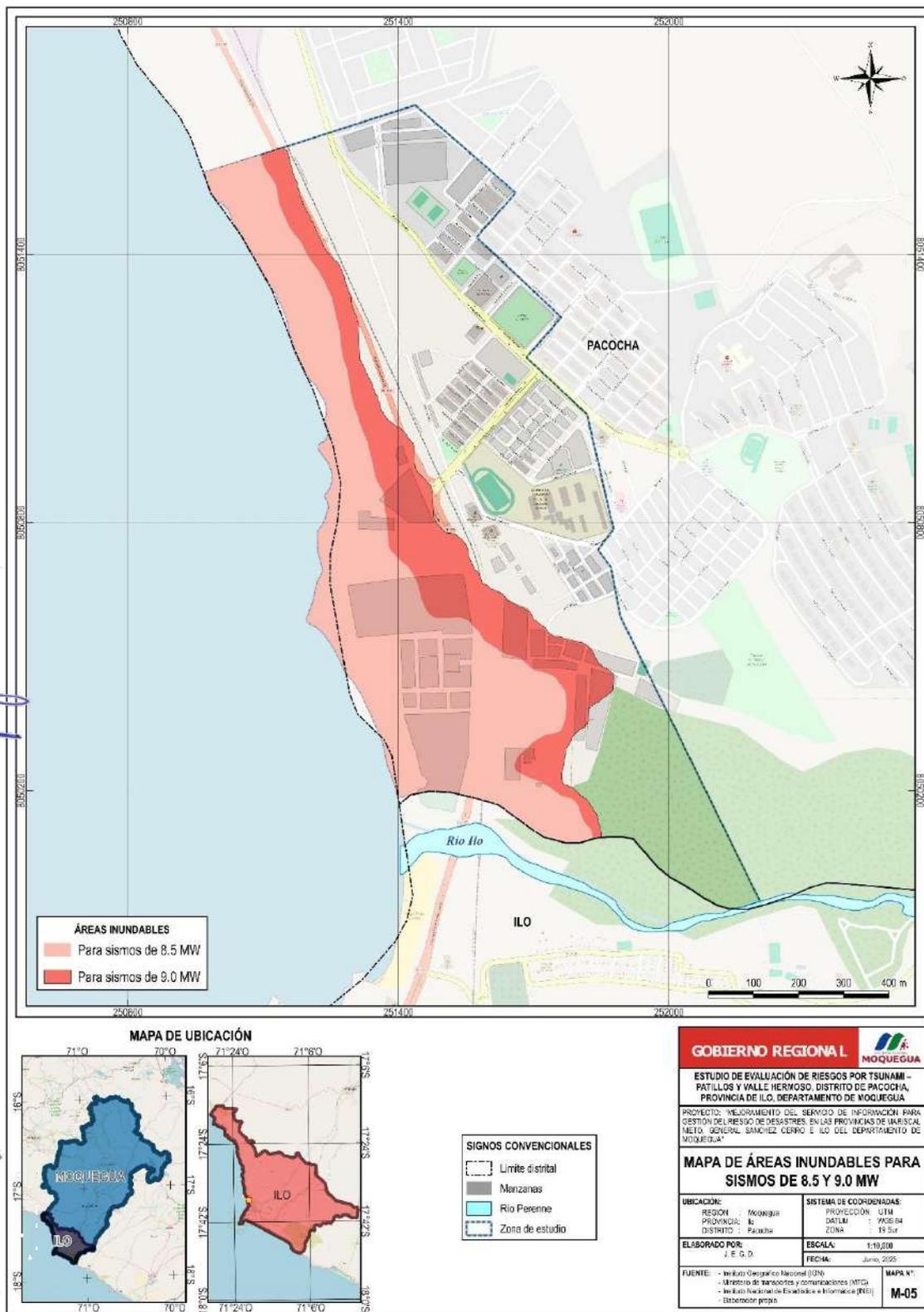
Esta información da origen al mapa de inundación por tsunami elaborado por la DHN. En relación con los efectos estructurales del tsunami, se debe señalar que las fuerzas generadas por estos eventos en zonas costeras superan ampliamente a las generadas por inundaciones fluviales o por tormentas. Aunque algunos parámetros existentes pueden ser extrapolados, tienden a subestimar la intensidad real de las fuerzas provocadas por la velocidad y volumen de flujo de los tsunamis (Jia J., 2017). Las fuerzas que deben considerarse incluyen impactos iniciales del frente de onda y escombros, así como fuerzas hidrodinámicas, hidrostáticas y de flotación posteriores, cuya estimación idealmente debe realizarse mediante modelado numérico especializado.

2.2.8.1. Áreas inundables por ocurrencia de Tsunami

Con base en las cartas de inundación por tsunami publicadas por la DHN, se ha identificado que, en los sectores de Patillos y Valle Hermoso, en la región Moquegua, presenta altos niveles de exposición ante tsunamis generados por sismos de magnitudes 8.5 Mw y 9.0 Mw, originados frente a la costa central del Perú. Al aproximarse a zonas costeras de menor profundidad, las ondas de tsunami experimentan un incremento significativo en su amplitud, lo cual provoca un aumento en la altura de la superficie del agua, generando un impacto devastador sobre las áreas urbanas, infraestructura y población.

El mapa generado en este estudio incluye dentro del área de inundación a los sectores de Patillos y Valle Hermoso, ubicados en la provincia de Ilo. Ambos sectores se encuentran comprendidos dentro de las zonas susceptibles a inundación tanto para el escenario sísmico de magnitud 8.5 Mw como para el de 9.0 Mw, evidenciando una alta vulnerabilidad ante este tipo de eventos extremos.

Mapa N°9: Áreas inundables para un sismo de 8.5 y 9 MW



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA A EVALUAR

Con el objetivo de caracterizar el área geográfica correspondiente a los sectores de Patillos y Valle Hermoso del distrito de Pacocha, se llevó a cabo un proceso de recolección de información mediante encuestas por muestreo, aplicando la metodología de estimación en áreas menores (ELL, por sus siglas en inglés), desarrollada por Chris Elbers, Jean Lanjouw y Peter Lanjouw (Econométrica, 2003), investigadores vinculados al Banco Mundial. Esta metodología ha sido validada y adoptada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú para la generación de estimaciones estadísticas a nivel desagregado.

La metodología utilizada permite modelar y predecir el logaritmo del nivel de vulnerabilidad y peligrosidad a escala de lote, combinando información recolectada mediante encuestas probabilísticas con variables comunes provenientes de los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

De esta manera, es posible actualizar y proyectar indicadores socioeconómicos y territoriales a nivel de manzana para el año 2025, contribuyendo a una planificación territorial más precisa y orientada a la reducción de riesgos.

2.3.1. Características sociales del área de estudio

2.3.1.1. Población

a) Grupo etario



La población urbana del área de estudio que comprende los sectores de Patillos y Valle Hermoso, así como una parte del Centro Poblado Pueblo Nuevo, presenta una estructura etaria marcada por el predominio de adultos mayores (34.5%). La intensidad del fenómeno varía entre sectores: es más acentuado en el AA.HH. Valle Hermoso (35.6%), seguido por la Urb. César Vallejo (33.3%), mientras que, en el Centro Poblado Pueblo Nuevo, aunque concentra la mayor cantidad absoluta de adultos mayores, mantiene una distribución más equilibrada debido a su tamaño poblacional.

El grupo de adultos (24.2%) refuerza la idea de que más de la mitad de la población se encuentra en etapas económicamente activa o en retiro. Pueblo Nuevo reúne la mayor parte de esta fuerza laboral, consolidando su rol como núcleo demográfico y económico del área; en cambio, en César Vallejo y Valle Hermoso la proporción de adultos es menor.

Las etapas tempranas de la vida (niñez, infancia y adolescencia) representan en conjunto el 28.7% de la población, con mayor peso relativo en César Vallejo. Este sector también destaca por su proporción de juventud (15.3%), superior a la de Valle Hermoso (12.6%) y Pueblo Nuevo (12.2%), lo que le otorga mayor potencial para la renovación de liderazgos comunitarios y el impulso de actividades sociales.

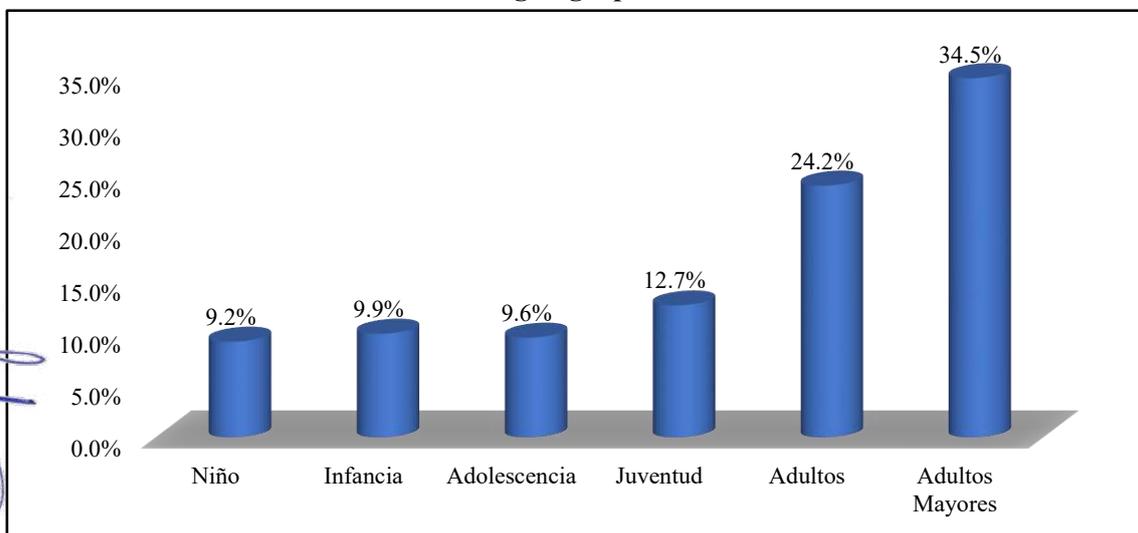
En síntesis, el área de estudio se encuentra en una fase de transición demográfica avanzada, caracterizada por un envejecimiento sostenido, una base juvenil moderada y una alta concentración poblacional en el Centro Poblado Pueblo Nuevo (74.1%).

Cuadro N°6: Población según grupo etario del área de estudio

Grupo Etario	Sectores			Población Total	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Niño	23	123	23	169	9.2%
Infancia	26	136	21	183	9.9%
Adolescencia	27	129	20	176	9.6%
Juventud	33	167	33	233	12.7%
Adultos	59	339	47	445	24.2%
Adultos Mayores	93	470	72	635	34.5%
Total	261	1,364	216	1,841	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°5: Población según grupo etario del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

b) Población con discapacidad

La población urbana del área de estudio que comprende los sectores de Patillos y Valle Hermoso, así como una parte del Centro Poblado Pueblo Nuevo, presenta una amplia mayoría de habitantes sin discapacidad (84.6%), lo que indica un estado general de salud funcional positivo. No obstante, el 15.4% restante vive con alguna limitación física, sensorial o cognitiva, lo que constituye un segmento significativo que requiere atención diferenciada en políticas públicas y servicios comunitarios.

Entre las discapacidades registradas, la más frecuente es la dificultad para ver (9.9%), la cual afecta a los tres sectores con una incidencia notable. El Centro Poblado Pueblo Nuevo concentra el mayor número de personas con esta condición (131), debido a su peso demográfico, seguido por Valle Hermoso (26) y César Vallejo (26).

Las demás discapacidades presentan una incidencia mucho menor. La dificultad para oír alcanza el 1.7% del total, siendo más frecuente en Pueblo Nuevo (23 casos) y menos en César Vallejo (2

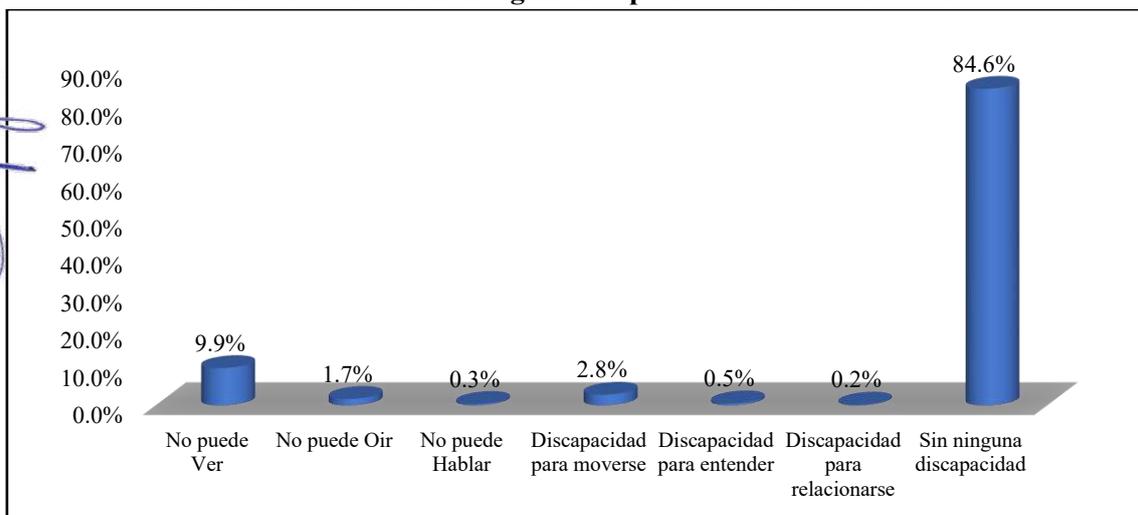
casos). Las limitaciones para moverse representan el 2.8% y siguen un patrón similar, con mayor concentración en Pueblo Nuevo (44 casos), reflejando probablemente la combinación de envejecimiento poblacional y condiciones de infraestructura urbana que dificultan la movilidad. Las discapacidades relacionadas con el habla (0.3%), la comprensión (0.5%) y la interacción social (0.2%) son poco frecuentes y se presentan de forma aislada.

Cuadro N°7: Población según discapacidad del área de estudio

Población con alguna discapacidad	Sectores			Población Total	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
No puede Ver	26	131	26	183	9.9%
No puede Oír	6	23	2	31	1.7%
No puede Hablar	0	6	0	6	0.3%
Discapacidad para moverse	5	44	3	52	2.8%
Discapacidad para entender	1	7	1	9	0.5%
Discapacidad para relacionarse	0	3	0	3	0.2%
Sin ninguna discapacidad	222	1,159	176	1,557	84.6%
Total	260	1,373	208	1,841	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°6: Población según discapacidad del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

2.3.1.2. Vivienda

a) Tipo de material predominante de las paredes

La población urbana que comprende los sectores de Patillos y Valle Hermoso, así como una parte del Centro Poblado Pueblo Nuevo, presenta un patrón constructivo ampliamente homogéneo, con un predominio casi absoluto de viviendas edificadas con ladrillo o bloque de cemento (97.1%). Esta tendencia refleja un grado elevado de consolidación urbana y acceso a

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

materiales de construcción duraderos, propios de áreas que han experimentado procesos de urbanización formal a lo largo del tiempo.

En los tres sectores, este material predomina sin excepción, aunque el Centro Poblado Pueblo Nuevo concentra la mayor cantidad de viviendas de este tipo (1,284), seguido por Valle Hermoso (236) y César Vallejo (195). La alta presencia de ladrillo y cemento indica no solo un mejor desempeño frente a condiciones climáticas y riesgos naturales, sino también un cierto nivel de inversión económica por parte de los hogares.

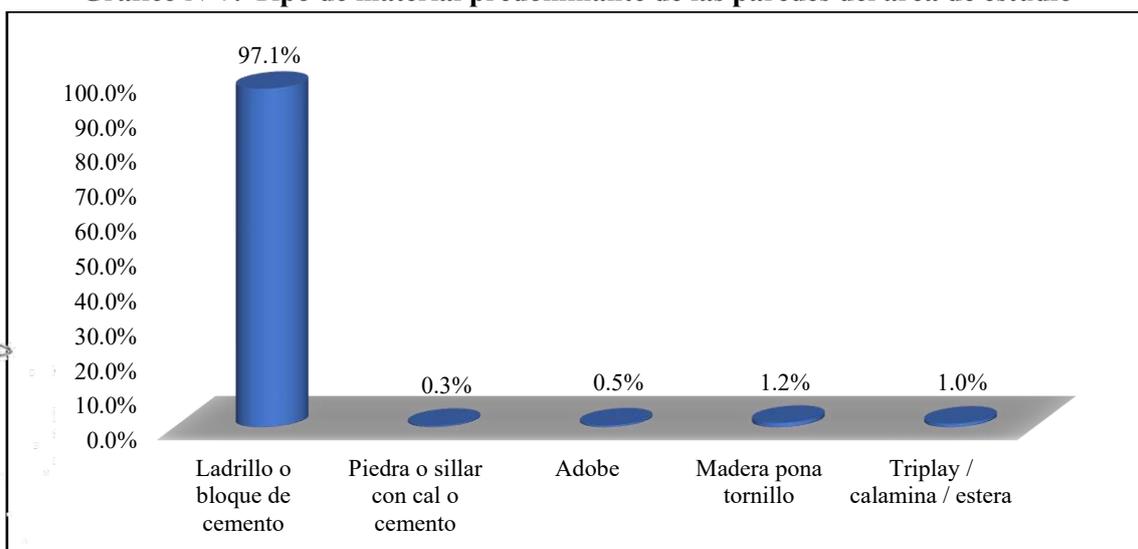
Los materiales alternativos, como piedra o sillar con cal o cemento (0.3%), adobe (0.5%), madera pona tornillo (1.2%) y triplay/calamina/estera (1.0%), tienen una presencia marginal. Sin embargo, su distribución no es uniforme: el uso de madera pona tornillo y triplay/calamina/estera es más visible en el Centro Poblado Pueblo Nuevo y, en menor medida, en Valle Hermoso, mientras que en César Vallejo estas construcciones son casi inexistentes. El adobe aparece únicamente en Pueblo Nuevo (8 viviendas), lo que puede asociarse a edificaciones antiguas aún en uso.

Cuadro N°8: Tipo de materiales predominantes en paredes del área de estudio

Material de construcción predominante en las paredes	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Ladrillo o bloque de cemento	236	1,284	195	1,715	97.1%
Piedra o sillar con cal o cemento	0	6	0	6	0.3%
Adobe	0	8	0	8	0.5%
Madera pona tornillo	0	18	3	21	1.2%
Triplay / calamina / estera	3	14	0	17	1.0%
Total	239	1,330	198	1,767	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°7: Tipo de material predominante de las paredes del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

b) Tipo de material predominante en los techos

La población urbana que comprende los sectores de Patillos, Valle Hermoso y una parte del centro poblado Pueblo Nuevo presenta una marcada homogeneidad en el tipo de material predominante en los techos de sus viviendas, evidenciando un claro patrón constructivo de carácter moderno y resistente. El concreto armado constituye el principal material, alcanzando el 92.6% del total, lo que refleja una infraestructura mayormente consolidada y adaptada para brindar mayor durabilidad y seguridad estructural frente a eventos climáticos o sísmicos.

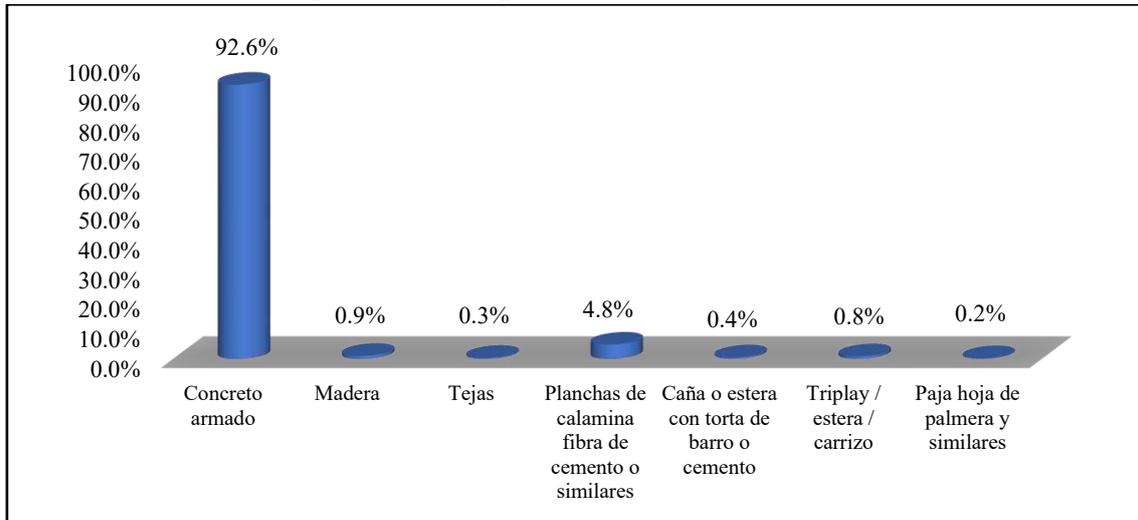
No obstante, se observan ligeras variaciones entre los sectores. En el Centro Poblado Pueblo Nuevo, aunque el concreto armado es igualmente predominante, se registra una mayor presencia de techos con planchas de calamina, fibra de cemento o similares (74 viviendas), lo que está vinculado a construcciones de menor costo o etapas intermedias de edificación. En Valle Hermoso, esta proporción es mucho menor (9 viviendas), mientras que en la Urb. César Vallejo se mantiene una baja incidencia (3 viviendas). Materiales como triplay, estera, carrizo o madera tienen presencia marginal, lo que sugiere que las soluciones temporales o precarias en techumbre son mínimas.

Cuadro N°9: Tipo de material predominante en techos del área de estudio

Material de construcción predominante en los techos	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Concreto armado	226	1,251	189	1,666	92.6%
Madera	0	14	3	17	0.9%
Tejas	0	5	0	5	0.3%
Planchas de calamina fibra de cemento o similares	9	74	3	86	4.8%
Caña o estera con torta de barro o cemento	0	8	0	8	0.4%
Triplay / estera / carrizo	3	8	3	14	0.8%
Paja hoja de palmera y similares	0	3	0	3	0.2%
Total	238	1,363	198	1,799	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°8: Tipo de material predominante en techos del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

c) Tipo de material predominante en los pisos

El análisis del material predominante en los pisos de las viviendas del área de estudio revela una clara preferencia por acabados duraderos y de fácil mantenimiento, con una marcada predominancia de losetas, terrazos, cerámicos o similares, que representan el 71.1% del total de viviendas. En segundo lugar, el cemento constituye el acabado de piso en el 33.5% de las viviendas, siendo más frecuente en el AA.HH. Valle Hermoso (104 viviendas) y en la Urb. César Vallejo (57 viviendas), mientras que su presencia en el Centro Poblado Pueblo Nuevo (299 viviendas).

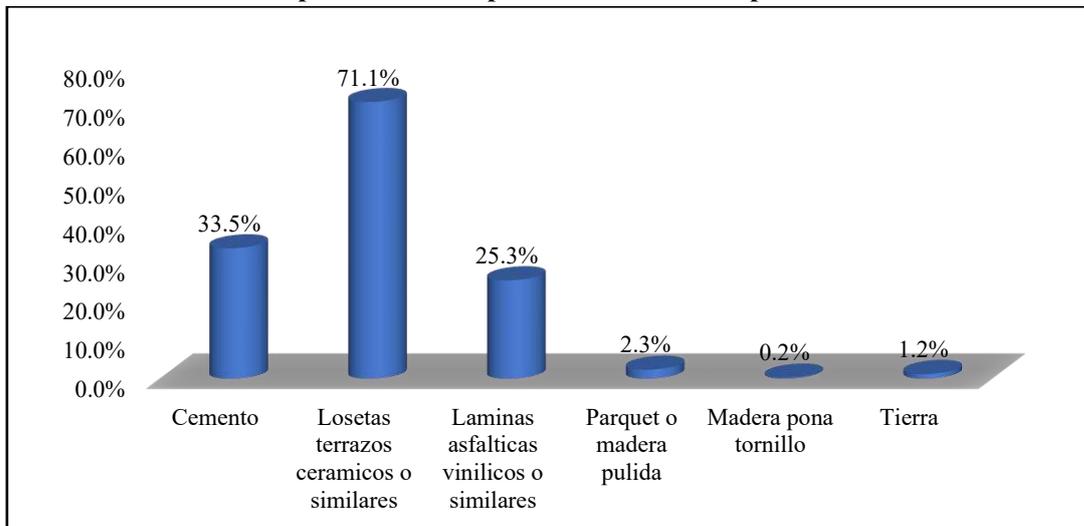
Por su parte, las láminas asfálticas, vinílicas o similares alcanzan un 25.3%, con una concentración notable en Pueblo Nuevo (287 viviendas), lo que refleja la utilización de soluciones más económicas o de rápida instalación, posiblemente vinculadas a viviendas que priorizan la funcionalidad sobre la durabilidad a largo plazo. Materiales como parquet o madera pulida (2.3%), madera pona tornillo (0.2%) y pisos de tierra (1.2%) tienen presencia reducida, principalmente en Valle Hermoso y Pueblo Nuevo.

Cuadro N°10: Tipo de material predominante en los pisos del área de estudio

Material predominante en los pisos	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Cemento	104	299	57	460	33.5%
Losetas terrazos cerámicos o similares	109	751	117	977	71.1%
Laminas asfálticas vinílicos o similares	30	287	30	347	25.3%
Parquet o madera pulida	0	28	3	31	2.3%
Madera pona tornillo	0	3	0	3	0.2%
Tierra	3	13	0	16	1.2%
Total	246	1,082	150	1,374	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°9: Tipo de material predominante en los pisos del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

d) Tipo de vivienda

La población urbana que comprende los sectores de AA.HH. Valle Hermoso, Centro Poblado Pueblo Nuevo y Urb. César Vallejo evidencia una composición habitacional dominada por dos tipologías principales: la casa independiente (48.2%) y el departamento en edificio (48.0%), que en conjunto representan el 96.2% del total de viviendas. Las otras modalidades, como vivienda en quinta o vecindad (0.1%), vivienda improvisada (0.1%), otro tipo de vivienda (3.5%) y sin vivienda (0.1%), presentan una incidencia marginal.

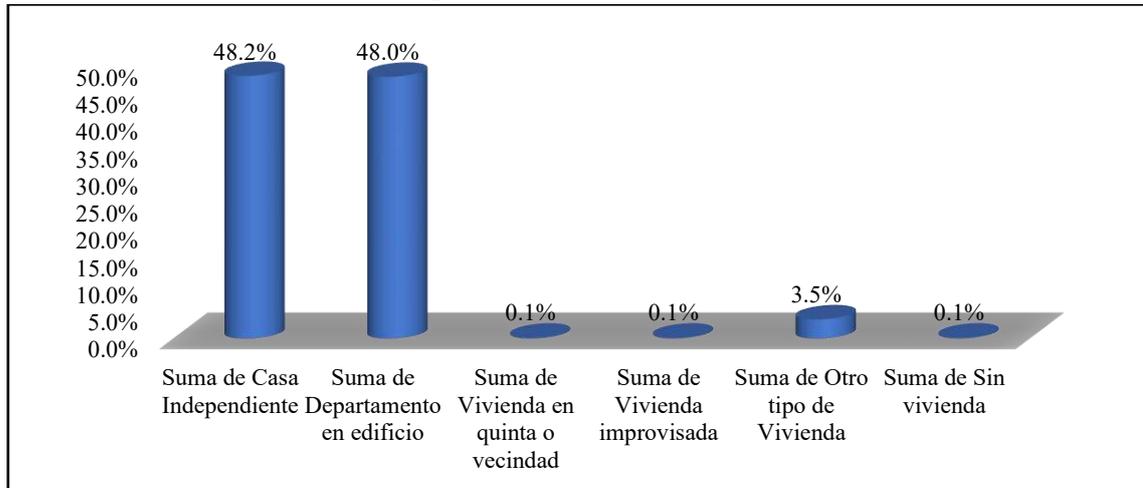
En términos comparativos, Pueblo Nuevo concentra la mayor cantidad de departamentos (54.5% de sus viviendas), lo que refleja un patrón urbanístico de mayor densificación vertical. Por el contrario, Valle Hermoso presenta predominio de casas independientes (73.4% de su parque habitacional), lo que sugiere un desarrollo de baja densidad y probablemente menor altura edificatoria. En César Vallejo también prevalece la vivienda independiente (69.3%), aunque con presencia significativa de departamentos (29.8%), evidenciando una transición hacia una ocupación mixta.

Cuadro N°11: Tipo de viviendas del área de estudio

Tipo de vivienda	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Suma de Casa Independiente	157	565	149	871	48.2%
Suma de Departamento en edificio	52	752	64	868	48.0%
Suma de Vivienda en quinta o vecindad	2	0	0	2	0.1%
Suma de Vivienda improvisada	0	2	0	2	0.1%
Suma de Otro tipo de Vivienda	3	58	2	63	3.5%
Suma de Sin vivienda	0	2	0	2	0.1%
Total	214	1,379	215	1,808	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°10: Tipo de viviendas del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

e) Tipo de tenencia de vivienda

La población urbana que comprende los sectores de Patillos y Valle Hermoso y una parte del centro poblado Pueblo Nuevo presenta un patrón de tenencia de vivienda caracterizado por una alta proporción de hogares propietarios con título de propiedad, alcanzando en conjunto el 57.8% del total de viviendas. Este predominio es más evidente en el Centro Poblado Pueblo Nuevo, donde este tipo de tenencia representa el mayor número absoluto (777 viviendas), seguido por Valle Hermoso (164) y la Urb. César Vallejo (118). En segundo lugar, se encuentran las viviendas alquiladas, que constituyen el 18.4% del total, con una mayor concentración en Pueblo Nuevo (264), seguido por César Vallejo (38) y Valle Hermoso (35). Las viviendas propias sin título de propiedad representan el 14.7%, destacando nuevamente Pueblo Nuevo (206) como el sector con mayor número en esta condición, mientras que Valle Hermoso (30) y César Vallejo (33) muestran cifras mucho menores.

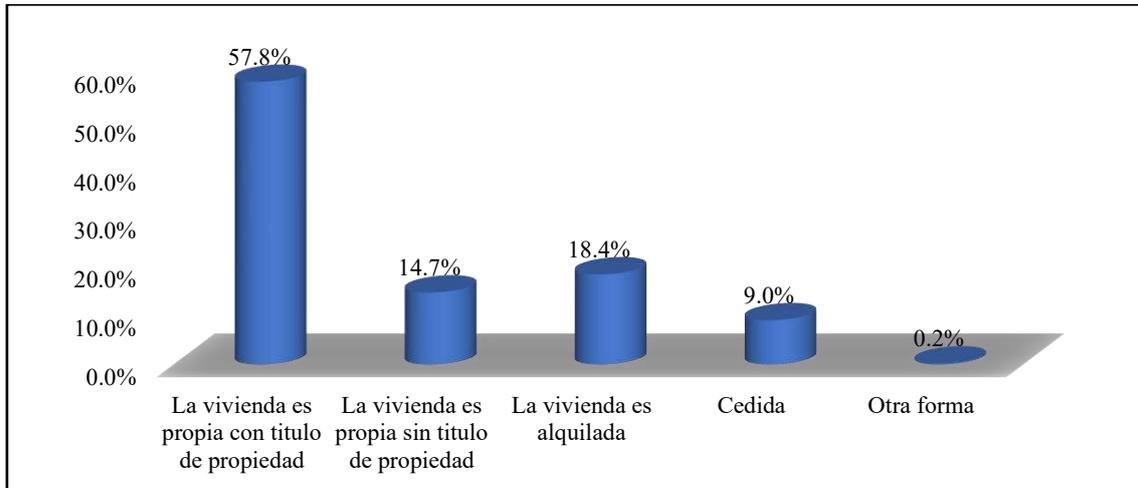
Finalmente, las viviendas cedidas alcanzan el 9.0%, siendo más frecuentes en César Vallejo (35) y Valle Hermoso (30), mientras que las de “otra forma” representan apenas el 0.2% del total, con presencia mínima y exclusiva en Pueblo Nuevo.

Cuadro N°12: Tenencia de la vivienda del área de estudio

Tenencia de la vivienda - La vivienda que ocupa es:	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
La vivienda es propia con título de propiedad	164	777	118	1,059	57.8%
La vivienda es propia sin título de propiedad	30	206	33	269	14.7%
La vivienda es alquilada	35	264	38	337	18.4%
Cedida	30	100	35	165	9.0%
Otra forma	0	3	0	3	0.2%
Total	259	1,350	224	1,833	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°11: Tenencia de la vivienda del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

f) Ocupación de la vivienda

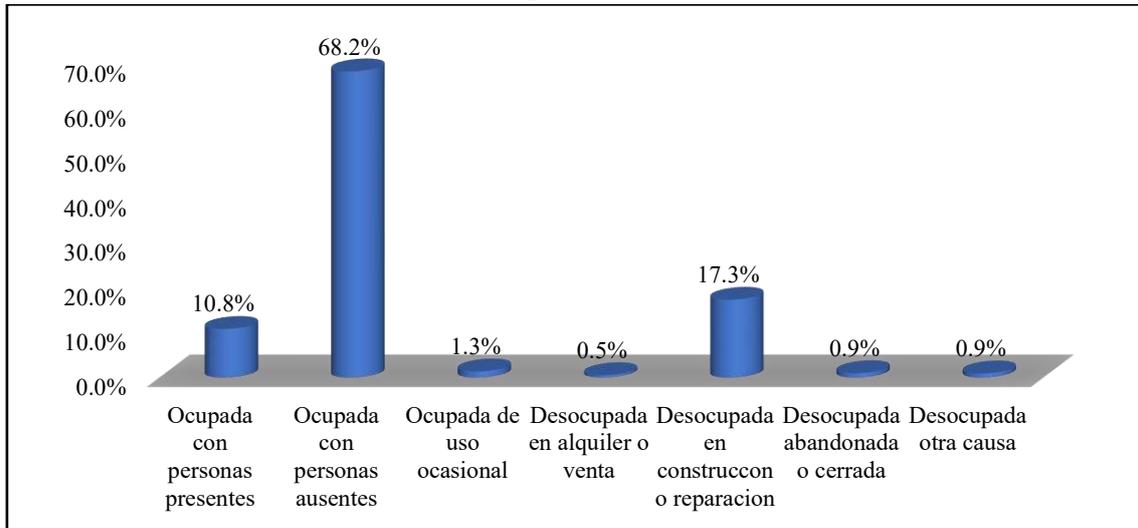
La población urbana que comprende los sectores de Patillos y Valle Hermoso, así como una parte del centro poblado Pueblo Nuevo, presenta un patrón de ocupación de viviendas con marcada predominancia de unidades habitadas por personas ausentes, que representan el 68.2% del total. En segundo lugar, destaca la proporción de viviendas desocupadas por motivos de construcción o reparación (17.3%), lo que refleja procesos de ampliación, mejoramiento o edificación reciente, particularmente en Pueblo Nuevo, donde se concentra el mayor número absoluto de casos. Las viviendas ocupadas con personas presentes constituyen apenas el 10.8% del total, lo que denota una baja densidad habitacional efectiva en el área estudiada. Al comparar sectores, Valle Hermoso presenta una mayor proporción relativa de viviendas ocupadas con personas presentes (16.3%) frente a Pueblo Nuevo (9.5%) y César Vallejo (12.9%), lo que indicaría una ocupación más estable y continua. En contraste, Pueblo Nuevo concentra el mayor porcentaje de viviendas desocupadas por construcción o reparación (18.4%). César Vallejo mantiene proporciones intermedias en todos los indicadores, reflejando un patrón de ocupación más equilibrado.

Cuadro N°13: Condición de ocupación de la vivienda del área de estudio

Condición de ocupación de la vivienda	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Ocupada con personas presentes	39	127	28	194	10.8%
Ocupada con personas ausentes	167	917	141	1,225	68.2%
Ocupada de uso ocasional	3	16	5	24	1.3%
Desocupada en alquiler o venta	0	6	3	9	0.5%
Desocupada en construcción o reparación	30	247	34	311	17.3%
Desocupada abandonada o cerrada	0	14	3	17	0.9%
Desocupada otra causa	0	13	3	16	0.9%
Total	239	1,340	217	1,796	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°12: Condición de ocupación de la vivienda del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

2.3.1.3. Servicios básicos

a) Tipo de abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua en los sectores evaluados presenta una cobertura predominante a través de la red pública instalada dentro de la vivienda, alcanzando el 88.6% del total, lo que evidencia un alto nivel de acceso domiciliario al recurso. Este patrón es particularmente uniforme en los tres sectores, aunque destaca Valle Hermoso con un 90.3% y César Vallejo con un 85.3%, mientras que Pueblo Nuevo presenta un 88.8%, manteniendo una cobertura similar.

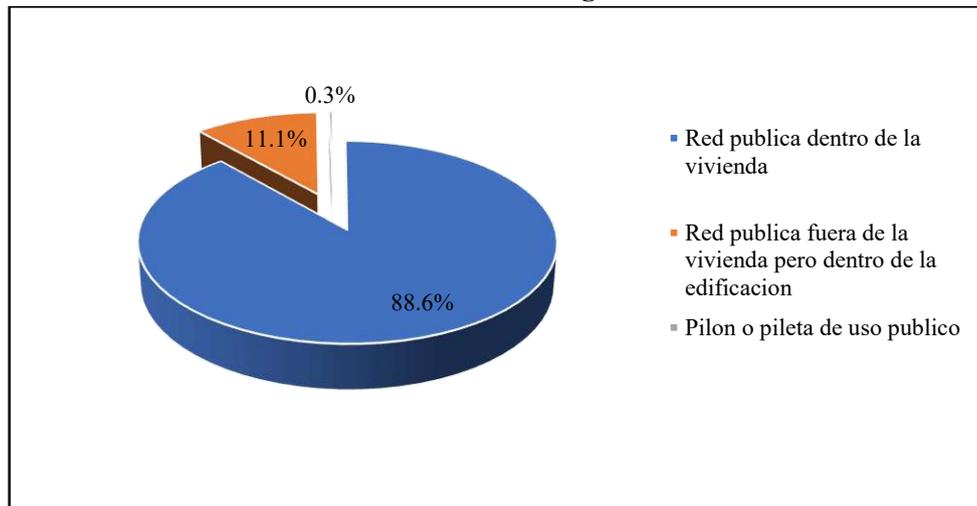
En segundo lugar, el 11.1% de las viviendas accede al servicio mediante red pública ubicada fuera de la vivienda, pero dentro de la misma edificación. Pueblo Nuevo concentra la mayoría de estos casos (147 viviendas). El uso de pilón o pileta pública es mínimo (0.3%), registrado únicamente en Pueblo Nuevo, lo que indica que el abastecimiento comunitario es prácticamente inexistente en el área de estudio y que la dotación de agua se sustenta mayoritariamente en conexiones formales domiciliarias.

Cuadro N°14: Abastecimiento de agua del área de estudio

Abastecimiento de agua en la vivienda	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Red pública dentro de la vivienda	224	1,206	186	1,616	88.6%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	24	147	32	203	11.1%
Pilón o pileta de uso publico	0	5	0	5	0.3%
Total	248	1,358	218	1,824	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°13: Abastecimiento de Agua del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

b) Servicios higiénicos

La disponibilidad de servicios higiénicos en el área de estudio muestra una cobertura mayoritaria mediante red pública de desagüe dentro de la vivienda, alcanzando el 87.6% del total. Este acceso directo es consistente en los tres sectores, con porcentajes ligeramente superiores en Valle Hermoso (90.0%) y César Vallejo (85.0%), mientras que Pueblo Nuevo registra un 87.5%.

El 12.4% de las viviendas cuenta con conexión a red pública fuera de la vivienda pero dentro de la misma edificación, lo que refleja la presencia de inmuebles con servicios compartidos o distribuidos en áreas comunes. Este patrón se observa con mayor frecuencia en Pueblo Nuevo (170 viviendas) y en menor proporción en los otros sectores.

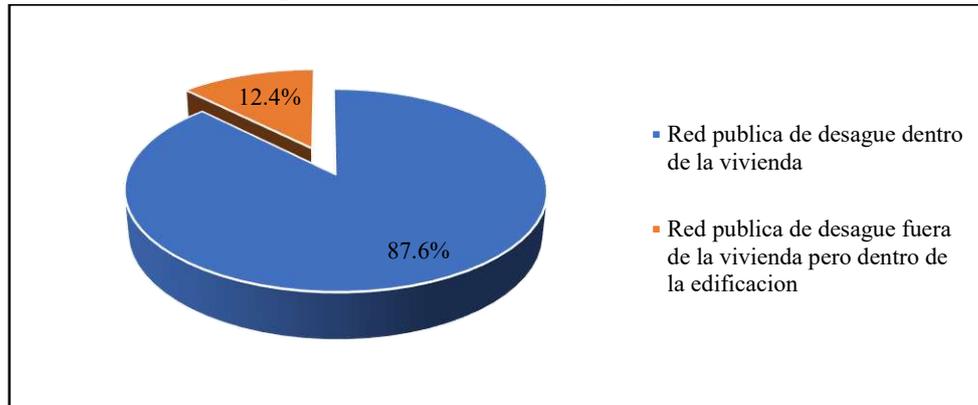
En general, los datos evidencian que la cobertura de desagüe en el área es amplia y formal, con un predominio claro de instalaciones intradomiciliarias, lo que constituye un indicador positivo para las condiciones sanitarias y la reducción de riesgos asociados a la falta de saneamiento básico.

Cuadro N°15: Disponibilidad de servicios higiénicos del área de estudio

Servicio higiénico que tiene la vivienda	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	217	1,196	186	1,599	87.6%
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	24	170	33	227	12.4%
Total	241	1,366	219	1,826	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°14: Disponibilidad de servicios higiénicos del área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

c) Servicios energía eléctrica

El acceso a alumbrado eléctrico en el área de estudio presenta una distribución heterogénea entre los sectores, evidenciando diferencias significativas en la cobertura. El 33.2% del total de viviendas se ubica en zonas donde más del 80% de los hogares cuenta con conexión a la red pública, situación más frecuente en Pueblo Nuevo (427 viviendas) y en menor proporción en Valle Hermoso y César Vallejo.

Un 30.9% de las viviendas se concentra en áreas con una cobertura inferior al 80% pero superior al 60%, mientras que el 11.1% se localiza en sectores con una disponibilidad menor al 60%, lo que indica una brecha intermedia en el acceso.

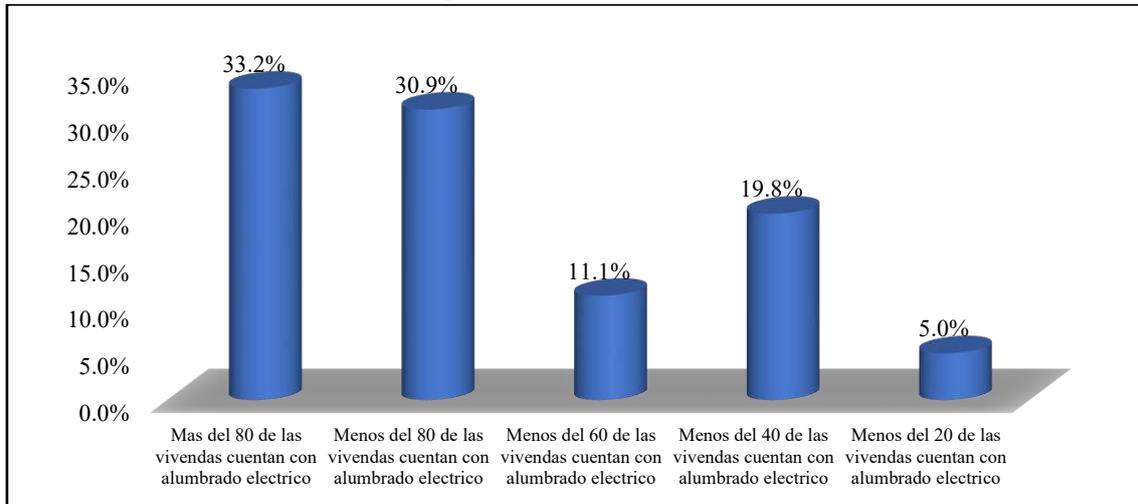
La situación más crítica se observa en el 19.8% de las viviendas, ubicadas en zonas donde menos del 40% cuenta con alumbrado eléctrico, y en un 5.0% adicional en sectores con menos del 20% de cobertura.

Cuadro N°16: Tipo de alumbrado en el área de estudio

La vivienda tiene alumbrado eléctrico por red publica	Sectores			Total de Viviendas	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Más del 80 de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	96	427	57	580	33.2%
Menos del 80 de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	82	414	45	541	30.9%
Menos del 60 de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	20	151	23	194	11.1%
Menos del 40 de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	35	259	53	347	19.8%
Menos del 20 de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	7	63	17	87	5.0%
Total	240	1,314	195	1,749	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°15: Tipo de Alumbrado en el área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

2.3.1.4. Educación

a) Nivel educativo

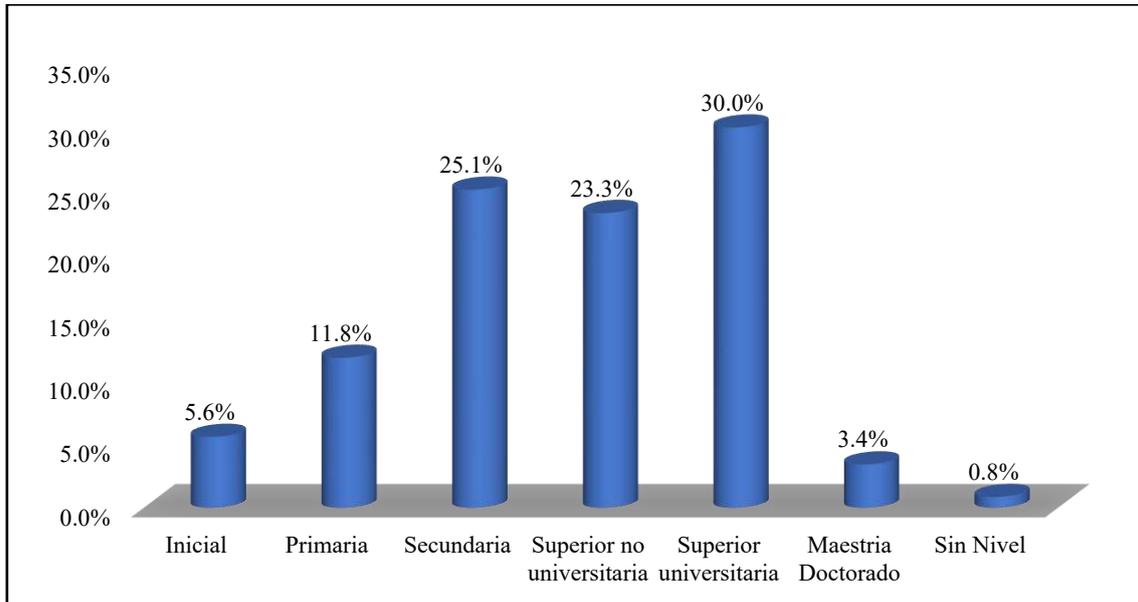
El nivel educativo de la población del área de estudio evidencia un perfil con predominio de formación secundaria y superior. El 30.0% de los habitantes ha alcanzado estudios universitarios, con mayor concentración en el centro poblado Pueblo Nuevo (395 personas), seguido de la urbanización César Vallejo y el AA.HH. Valle Hermoso. A este grupo se suma un 23.3% con educación superior no universitaria, lo que refleja una presencia significativa de población con formación técnica. La educación secundaria representa el 25.1% de la población, distribuyéndose principalmente en Pueblo Nuevo (318 personas). En niveles educativos más bajos, la primaria agrupa al 11.8% y el inicial al 5.6%, mientras que un 0.8% no presenta escolaridad alguna. En el segmento de formación académica avanzada, el 3.4% cuenta con estudios de maestría o doctorado, lo que, aunque minoritario, evidencia la existencia de capital humano especializado.

Cuadro N°17: Nivel educativo en el área de estudio

Nivel Educativo	Sectores			Población Total	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Inicial	15	75	10	100	5.6%
Primaria	35	153	24	212	11.8%
Secundaria	78	318	54	450	25.1%
Superior no universitaria	43	336	38	417	23.3%
Superior universitaria	77	395	66	538	30.0%
Maestría Doctorado	10	42	9	61	3.4%
Sin Nivel	1	12	2	15	0.8%
Total	259	1,331	203	1,793	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°16: Nivel educativo en el área de estudio



Fuente: INEI – Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

2.3.1.5. Aspectos de Salud

a) Tipo de seguro

La población urbana que comprende los sectores de Patillos y Valle Hermoso y una parte del centro poblado Pueblo Nuevo presenta una alta cobertura de seguros de salud, con el 86.2% afiliado a algún tipo de seguro y solo el 13.8% sin cobertura. El ESSALUD es el principal régimen de afiliación, concentrando al 47.8% de la población, con mayor presencia en el centro poblado Pueblo Nuevo (661 personas), seguido por la urbanización César Vallejo y el AA.HH. Valle Hermoso.

En segundo lugar, el seguro privado registra el 23.2% de afiliación, también con predominio en Pueblo Nuevo (316 personas). El SIS alcanza al 11.1% de la población, siendo más representativo en Valle Hermoso (48 personas), lo que evidencia una mayor dependencia de este régimen en áreas con características socioeconómicas menos favorecidas. Los seguros de las Fuerzas Armadas (0.5%) y otros seguros (3.6%) tienen participación marginal.

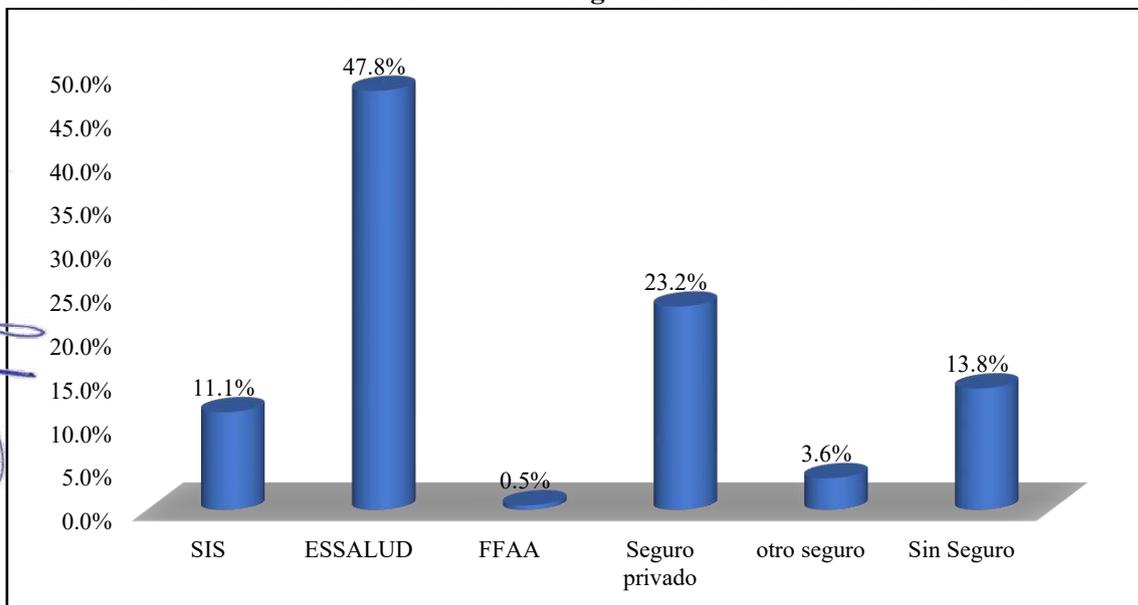
Al comparar sectores, se observa que Pueblo Nuevo concentra la mayor proporción de población asegurada en todos los regímenes, mientras que Valle Hermoso presenta un perfil más diversificado, con menor presencia en ESSALUD y mayor peso del SIS. La urbanización César Vallejo mantiene una distribución intermedia, con predominio de ESSALUD y seguro privado.

Cuadro N°18: Población afiliada a seguros de salud en el área de estudio

Población afiliada a algún tipo de seguro	Sectores			Población Total	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
SIS	48	127	26	201	11.1%
ESSALUD	114	661	89	864	47.8%
FFAA	0	4	5	9	0.5%
Seguro privado	51	316	52	419	23.2%
otro seguro	8	46	11	65	3.6%
Sin Seguro	36	182	32	250	13.8%
Total	257	1,336	215	1,808	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°17: Población afiliada a seguros de salud en el área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

2.3.1.6. Aspectos equipamental

a) Instituciones educativas

Según la Ley N°28044, la educación es un proceso de enseñanza y aprendizaje que contribuye a la formación integral de las personas, mediante el desarrollo de sus potencialidades a la cultura y desarrollo de la familia, se desarrolla en instituciones educativas en diferentes ámbitos de la sociedad.

Una institución educativa es la principal instancia de gestión del sistema educativa, puede ser público o privado donde se lleva a cabo la prestación de servicio de educación, estas instituciones deberán estar registradas en el padrón de instituciones educativas, además de poseer un código modular y código local escolar.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Según la información proporcionada por el sistema de Información de la Calidad Educativa (ESCALE), el área de estudio cuenta con un total de 5 Instituciones Educativas.

Cuadro N°19: Clasificación de centros educativos en el área de estudio

Nivel / Modalidad	Código modular	Nombre de IE	Gestión / Dependencia		Total
			Pública - Otro Sector Público	Pública - Sector Educación	
Inicial No Escolarizado	3918143	CHIQUILINES CREATIVOS		1	2
	3919676	CARIÑOS II		1	
Primaria	0612895	AMERICO GARIBALDI GHERSI		1	1
Secundaria	1210186	AMERICO GARIBALDI GHERSI		1	2
	1346790	COLEGIO MILITAR MARISCAL DOMINGO NIETO	1		
Total			1	4	5

Fuente: ESCALE – MINEDU.

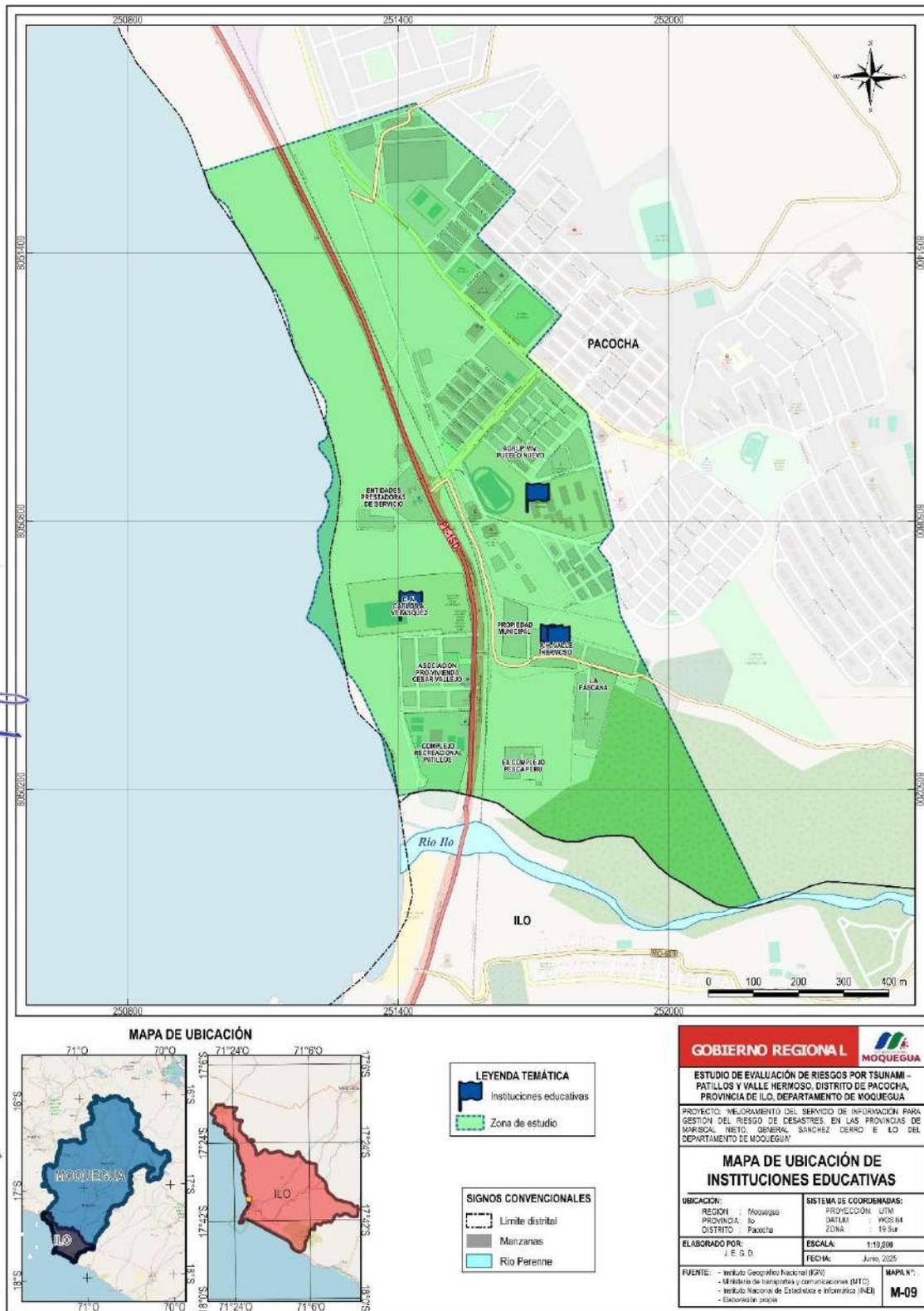


PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
DIRECCIÓN REGIONAL DE EDUCACIÓN
GENERAL SANCHEZ CERRO
GENERAL SANCHEZ CERRO
GENERAL SANCHEZ CERRO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
DIRECCIÓN REGIONAL DE EDUCACIÓN
GENERAL SANCHEZ CERRO
GENERAL SANCHEZ CERRO
GENERAL SANCHEZ CERRO
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11291
R.L. N° 122-2018 - CENEPRADU
EVALUADOR DE RIESGO

Mapa N°10: Ubicación de instituciones educativas en el área de estudio



Fuente: Trabajo de campo – Elaboración propia

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

b) Establecimientos de salud

La Organización Panamericana de la Salud menciona que el acceso a la salud implica a todas las personas y comunidades sin distinción alguna, de raza, edad, religión, et casi como el acceso a medicamentos de calidad, seguros eficaces y asequibles de modo que los usuarios no se expongan a dificultades financieras y los grupos en situación de vulnerabilidad. El Ministerio de Salud define a los establecimientos de salud a aquellos que realizan atención de salud con fines de prevención, promoción diagnóstico tratamiento y rehabilitación para mantener o restablecer la salud de las personas. Estos establecimientos están categorizados según el nivel de atención, esta implementado con recursos humanos, materiales, equipos, etc. Para la atención integral de las personas.

Dentro de los límites del área de estudio no se encuentra ubicado ningún establecimiento de salud.

c) Comisarias

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), las comisarías son dependencias policiales cuya función principal es mantener el orden público, además de realizar labores preventivas, de investigación y control en el ámbito de su jurisdicción. Asimismo, cumplen un rol clave en la atención y respuesta ante situaciones de emergencia, brindando servicios de protección civil en casos de desastres o riesgos que afecten a la población.

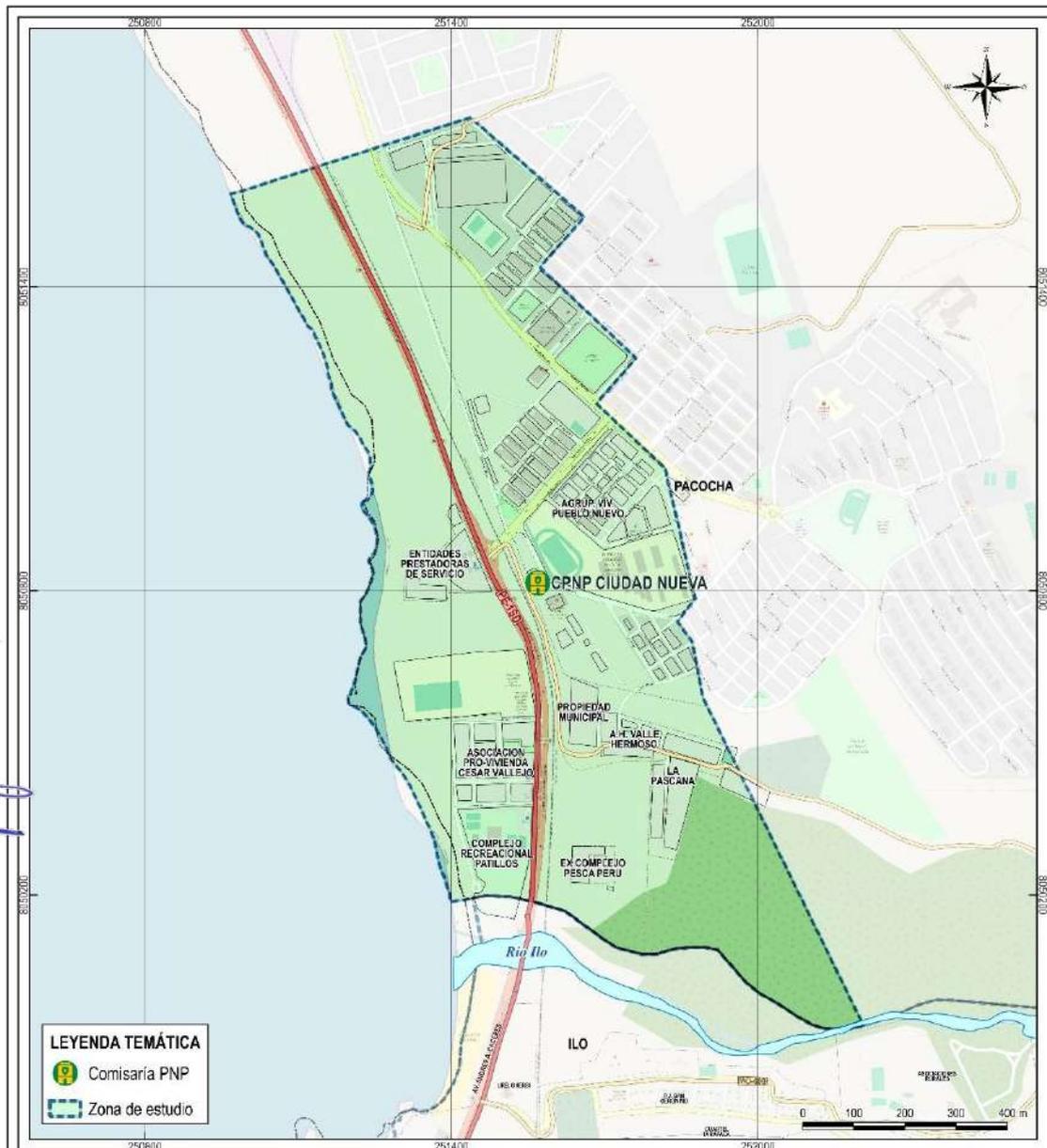
El área de estudio cuenta con una comisaría ubicada en el distrito de Pacocha, el cual forma parte de la División Policial (DIVOPUS) Moquegua.

Cuadro N°20: Ubicación de comisarías en el área de estudio

Comisarias del área de estudio					
Provincia	Distrito	Comisaria	División Policial	Tipo	Resolución de Aprobación
Ilo	Pacocha	CPNP CIUDAD NUEVA	DIVOPUS MOQUEGUA	B	Aprobado con Resolución de Comandancia General de la Policía Nacional N° 149-2020-CG PNP/ SCG del 30MAY2020

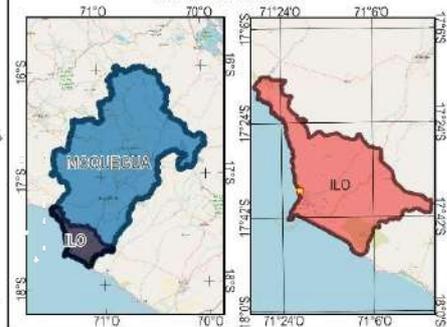
Fuente: GEOMININTER - <https://aplicaciones.mininter.gob.pe/geomininter/>

Mapa N°11: Ubicación de comisarias en el área de estudio



LEYENDA TEMÁTICA
 Comisaría PNP
 Zona de estudio

MAPA DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES
 Agrupamientos Urbanos
 Manzanas
 Límite distrital
 Río Perenne

<p>GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA</p> <p>ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA</p> <p>PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA</p>	
<p>MAPA DE UBICACIÓN DE COMISARIAS</p>	
<p>UBICACIÓN:</p> <p>REGION : Moquegua PROVINCIA : Ilo DISTRITO : Pacocha</p>	<p>SISTEMA DE COORDENADAS:</p> <p>PROYECCIÓN : UTM DATUM : WGS 84 ZONA : 18 S</p>
<p>ELABORADO POR: J. E. G. D.</p>	<p>ESCALA: 1:10,000 FECHA: Junio 2025</p>
<p>FUENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instituto Geográfico Nacional (IGN) - Instituto de Telecomunicaciones y Comunicaciones (ITC) - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Elaboración propia 	<p>MAPA N° M-9B</p>

Fuente: Trabajo de campo – Elaboración propia

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

d) Sistemas de red vial

La información presentada en esta sección se basa en el inventario de la red vial principal existente en el área de estudio. Esta infraestructura conecta las principales zonas urbanas del distrito de Pacocha y cumple un rol fundamental en el transporte de personas y mercancías, contribuyendo directamente al desarrollo económico tanto a nivel local como regional.

Cuadro N°21: Red vial nacional del área de estudio

Jerarquía vial de la red	Código de Ruta	Trayecto	Superficie	Estado de Transitabilidad	Longitud (m)
Red Nacional	PE-1SD	Emp. PE-1S (Dv. Quilca) - Quilca - Huata - Islay (PE-34) - Mollendo (Vía de Evitamiento) - Pte. Freyre - Punta de Bombón - Fundación Southern - Ilo (Av. Andrés Avelino Cáceres - Av. José Olaya) Tacahuay - Sama - Pte. Los Baños - El Pozo - Emp. PE-	Asfaltado	Bueno	1,542
Total					1,542

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC - <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>

Cuadro N°22: Red vial vecinal del área de estudio

Jerarquía vial de la red	Código de Ruta	Trayecto	Superficie	Estado de Transitabilidad	Longitud (m)
Red Vial Vecinal	R	Emp. PE-1S D - Valle Hermoso - Lim. Dist. El Algarrobal	Afirmado	Regular	296
			Asfaltado	Regular	558
	R	Emp. PE-1S D - Cuidad Jardín	Trocha	Malo	269
			Asfaltado	Bueno	53
Total					1,175

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC - <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>

Cuadro N°23: Ubicación de carretera

Nombre de la Calle	Superficie	Longitud (m)
Alameda El Oro	Asfaltado	0.11
Av. Andrés A. Cáceres	Asfaltado	803
Av. Las Casuarinas	Asfaltado	601
Avenida Del Parque	Asfaltado	10
Avenida Fundación	Asfaltado	453
Avenida Garibaldi	Asfaltado	88
Avenida Ingeniería	Asfaltado	118
Avenida La Limonita	Asfaltado	203
Avenida La Plata	Asfaltado	232
Avenida Minería	Asfaltado	601
Avenida Refinería	Asfaltado	512
Calle 1	Asfaltado	238
Calle 2	Asfaltado	72
Calle 3	Asfaltado	59
Calle 4	Asfaltado	44
Calle 5	Asfaltado	42
Calle 6	Asfaltado	40

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Nombre de la Calle	Superficie	Longitud (m)
Calle 7	Asfaltado	255
Calle Chavín	Asfaltado	184
Calle El Bosque	Asfaltado	121
Calle El Faro	Asfaltado	212
Calle El Malecón	Asfaltado	168
Calle El Puerto	Asfaltado	166
Calle La Alameda	Asfaltado	167
Calle La Integración	Asfaltado	138
Calle Las Palas	Asfaltado	279
Calle Los Crisoles	Asfaltado	138
Calle Los Incas	Asfaltado	195
Calle Los Sauces	Asfaltado	164
Calle Los Túneles	Asfaltado	4
Calle Machu Pichu	Asfaltado	149
Calle Vista Alegre	Asfaltado	176
Psje. Chavín	Asfaltado	30
Psje. Chimú	Asfaltado	143
Psje. Chiribaya	Asfaltado	141
Psje. El Azufre	Asfaltado	123
Psje. El Bronce	Asfaltado	139
Psje. El Carbón	Trocha	34
Psje. El Estaño	Asfaltado	65
Psje. El Manganeso	Asfaltado	0
Psje. El Mercurio	Asfaltado	65
Psje. El Parque	Asfaltado	7
Psje. El Puente	Asfaltado	60
Psje. Grafito	Asfaltado	68
Psje. La Calcopirita	Asfaltado	1
Psje. Las Barras	Asfaltado	31
Psje. Los Molinos	Asfaltado	168
Psje. Los Trenes	Asfaltado	92
Psje. Mochica	Asfaltado	143
Psje. Nazca	Asfaltado	142
Psje. Paracas	Asfaltado	144
Psje. Sr. de Sipán	Asfaltado	83
	Trocha	25
Psje. Tiahuanaco	Asfaltado	172
	Trocha	25
Psje. Wari	Asfaltado	142
Vía Nacional	Asfaltado	158
Vías Sin Nombre	Asfaltado	335
	Trocha	1,192
Total		10,361

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC - <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>

2.3.2. Características económicas del área de estudio

2.3.2.1. Aspectos económicos

a) Ocupación laboral del jefe de hogar

El área de estudio concentra 1,809 personas económicamente activas, siendo el Centro Poblado Pueblo Nuevo el núcleo laboral más importante con 1,343 personas, seguido por el AA.HH. Valle Hermoso con 263 y la Urb. César Vallejo con 203. En los tres sectores predomina la categoría de otros empleos, que agrupa 914 personas (50.5%), evidenciando la diversidad de oficios y la baja formalidad del mercado laboral. Los obreros constituyen el segundo grupo en importancia con 453 personas (25.0%), reflejando la dependencia de actividades manuales. En menor proporción aparecen los empleados (213 personas, 11.8%), los trabajadores del hogar (111, 6.1%) y los independientes por cuenta propia (103, 5.7%), mientras que los empleadores apenas alcanzan 15 personas (0.8%), lo que revela la escasa capacidad de emprendimiento consolidado.

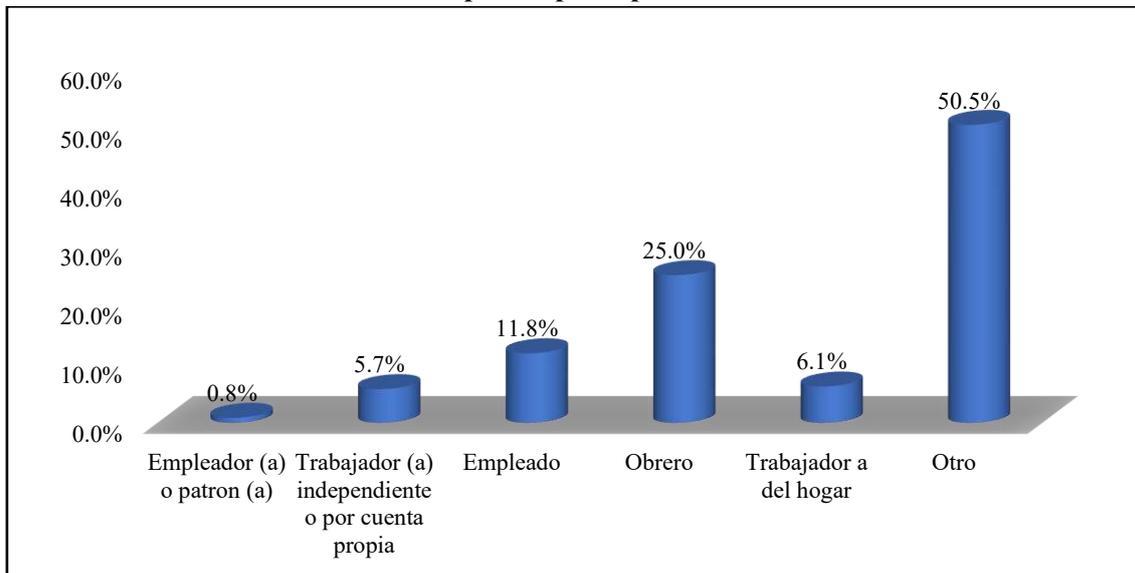
Al comparar los sectores, se observa que Pueblo Nuevo concentra la mayor fuerza laboral, con predominio de otros empleos (693 personas, 51.6%) y obreros (318, 23.7%), configurando un perfil diverso pero frágil en estabilidad. Valle Hermoso muestra una fuerte presencia de obreros (81, 30.8%) y otros empleos (121, 46.0%), lo que lo convierte en un sector más dependiente del trabajo manual y de subsistencia. En cambio, César Vallejo, aunque de menor tamaño, presenta una estructura más equilibrada, con otros empleos (100, 49.3%) y obreros (54, 26.6%), además de una participación relativamente mayor de empleados (24, 11.8%), lo que le otorga un leve componente de estabilidad frente a los otros dos sectores.

Cuadro N°24: Ocupación laboral en el área de estudio

Ocupación laboral	Sectores			Población Total	Porcentaje (%)
	AA.HH. Valle Hermoso	Centro Poblado Pueblo Nuevo	Urb. Cesar Vallejo		
Empleador (a) o patrón (a)	1	12	2	15	0.8%
Trabajador (a) independiente o por cuenta propia	15	78	10	103	5.7%
Empleado	35	154	24	213	11.8%
Obrero	81	318	54	453	25.0%
Trabajador a del hogar	10	88	13	111	6.1%
Otro	121	693	100	914	50.5%
Total	263	1,343	203	1,809	100.0%

Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.

Gráfico N°18: Ocupación principal en el área de estudio



Fuente: Trabajo de campo - INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda 2017.


PROCES
GENERAL DIRECTOR
GENERAL SANCHEZ CERRO
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA


PROCES
EVALUADOR DE RIESGO
GENERAL SANCHEZ CERRO
DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA
ING. G. OLDOBO
R.J.N°122-2018 - CENEPRADU
Reg. CIP N° 11291

CAPITULO III: DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

3.1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

3.1.1. Identificación del peligro

La identificación del peligro se ha realizado considerando tanto la información revisada por entidades técnico-científicas especializadas (como el Instituto Geofísico del Perú - IGP, la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú - DHN, y el CENEPRED), como el reconocimiento técnico de campo (cartografiado), con el objetivo de validar condiciones locales relevantes para la ocurrencia del fenómeno.

En ese sentido, se precisa lo siguiente:

- ❖ **Fenómeno natural evaluado:** El peligro identificado corresponde a la ocurrencia de un tsunami, fenómeno que consiste en una serie de olas marinas de gran energía generadas generalmente por eventos sísmicos de gran magnitud en el fondo oceánico. Su principal efecto en el territorio continental es la inundación repentina debido al desplazamiento masivo de agua hacia la costa.
- ❖ **Condiciones geográficas y tectónicas del área de estudio:** El área de estudio comprende el ámbito urbano de los sectores de Patillos y Valle Hermoso del distrito de Pacocha, ubicado en la provincia de Ilo, en el departamento de Moquegua. Esta zona es colindante con el océano Pacífico y se encuentra emplazada dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, una región de alta actividad sísmica como consecuencia de la subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana.
- ❖ **Factores desencadenantes:** El principal factor desencadenante del tsunami es un sismo de gran magnitud (≥ 8.0 Mw) ocurrido en la zona de subducción frente a la costa sur del Perú. Este tipo de evento puede generar una rápida perturbación en la columna de agua oceánica, originando olas que se propagan hacia la costa con consecuencias potencialmente devastadoras.
- ❖ **Implicancias para la zona de estudio:** La configuración geomorfológica del litoral de Ilo, su baja altitud en algunas zonas urbanas y la ubicación de infraestructura portuaria, industrial y residencial en zonas cercanas al mar incrementan la exposición y vulnerabilidad ante un evento de tsunami. El fenómeno podría afectar directamente la vida, los medios de subsistencia y la infraestructura crítica del área, ocasionando daños significativos si no se cuenta con medidas de preparación y mitigación adecuadas.

3.1.1.1. Metodología para la determinación del peligro

Se entiende peligro como la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural y/o inducido por la acción humana se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad, en un periodo y frecuencia de tiempo definidos.

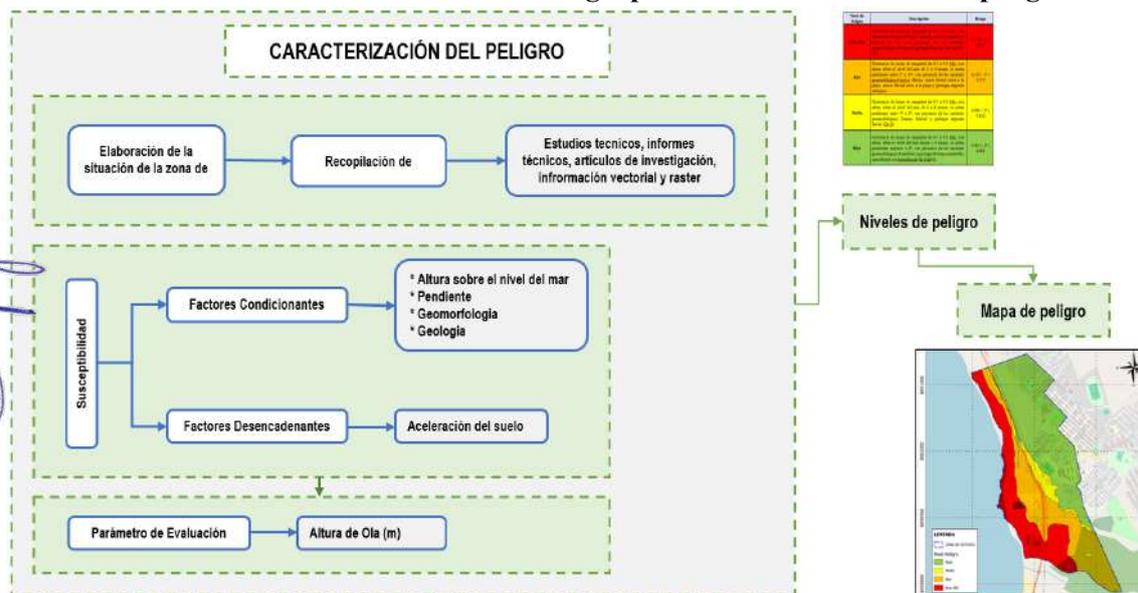
Para determinar el nivel de peligro asociado al fenómeno de tsunami en los sectores de Patillos y Valle Hermoso, se empleó la metodología establecida en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – Versión 2.0, elaborado por el CENEPRED. Esta metodología permite un análisis sistemático de los factores condicionantes del peligro, a partir de

la evaluación de variables físicas del territorio. En este estudio, se consideraron las siguientes variables relevantes:

- ❖ **Altura sobre el nivel del mar:** Que influye directamente en la posibilidad de inundación costera.
- ❖ **Pendiente del terreno:** Que condiciona la velocidad y alcance del flujo marino tierra adentro.
- ❖ **Geomorfología:** Que describe la forma y características del relieve costero, fundamentales para la propagación del tsunami.
- ❖ **Geología:** Que determina la estabilidad del terreno frente al impacto del evento.

Con el fin de facilitar la interpretación del análisis, se elaboró un esquema gráfico que resume los parámetros involucrados en la determinación del nivel de peligro por tsunami, permitiendo una visualización clara de los factores evaluados y su interacción.

Gráfico N°19: Metodología para determinar el nivel de peligro



Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.

Asimismo, conforme a los estudios sísmicos realizados en el Perú, la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) ha establecido la necesidad de efectuar modelamientos numéricos de maremotos generados por sismos con magnitudes de 8.5 y 9.0 Mw. La deformación de la superficie del suelo como consecuencia de estos eventos sísmicos se calcula utilizando la formulación propuesta por Okada (1992), la cual permite estimar de manera precisa el levantamiento o hundimiento del fondo marino tras un sismo.

En ese sentido, más adelante se presentará el modelado de inundación realizado por la DHN, específicamente en su relación con el área de estudio. Este modelamiento constituyó un insumo fundamental para lograr una caracterización más precisa y técnica del peligro por tsunami en la zona analizada.

3.1.2. Caracterización del peligro

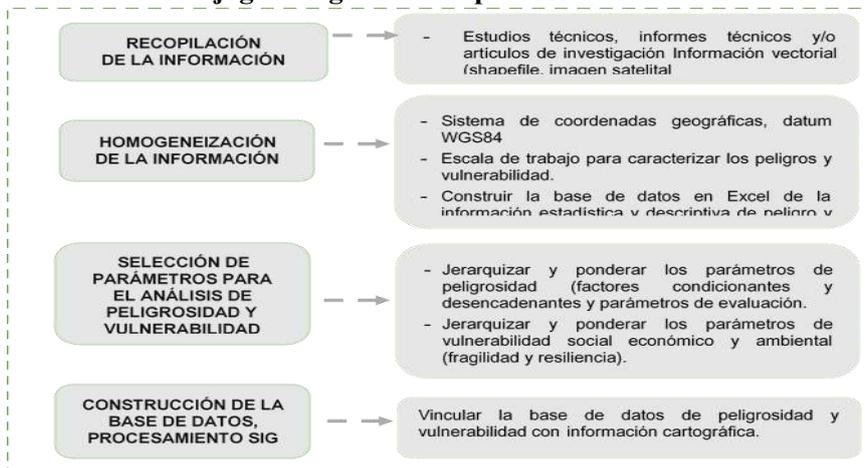
Los sectores de Patillos y Valle Hermoso, por su proximidad al litoral, se encuentra expuesto a la ocurrencia de tsunamis desencadenados por eventos sísmicos, lo que convierte a este fenómeno en uno de los principales peligros de origen natural que podrían afectar significativamente a las viviendas, infraestructura pública y privada, así como a los medios de vida de la población local.

Cabe señalar que, según información generada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), existe la posibilidad de que en el departamento de Moquegua ocurra un sismo de magnitud momento superior, entre 8.5 y 9.0 Mw, con potencial para generar un tsunami. Ante este escenario, resulta fundamental analizar las principales características físicas del área de estudio como la altitud sobre el nivel del mar, las pendientes, la geología y la geomorfología, con el objetivo de determinar los niveles de peligro que podrían presentarse ante la ocurrencia de dicho evento.

3.1.2.1. Recopilación y análisis de información

Para la evaluación del fenómeno tsunami, se ha recopilado y analizado información proveniente de diversas fuentes especializadas, considerando estudios técnicos publicados por entidades competentes como el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), y el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), entre otras. Asimismo, se ha incorporado información histórica sobre eventos sísmicos y tsunamis, así como estudios previos de peligros. La caracterización del área de estudio se ha complementado con datos cartográficos, topográficos, hidrológicos, de sismicidad, geología y geomorfología, lo cual ha permitido establecer una base sólida para el análisis del peligro por tsunami en la zona.

Gráfico N°20: Flujoograma general del proceso de análisis de información



Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.

3.1.3. Ponderación de los parámetros de peligro por Tsunami

Para la caracterización del peligro por tsunami en el área de estudio, se han identificado y ponderado diversos parámetros que permiten definir el nivel de peligrosidad. Los factores condicionantes considerados son: la altitud sobre el nivel del mar, el grado de pendiente, las

unidades geomorfológicas y la geología del terreno. Estos elementos han sido previamente descritos en el numeral 2.2, correspondiente a las características físicas del área evaluada.

En cuanto al factor desencadenante, se ha considerado la aceleración del suelo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, cuya evaluación técnica a través de modelamientos numéricos y análisis geodinámico permitirá estimar la intensidad del fenómeno y su impacto potencial en la zona costera.

En el presente apartado se desarrollan con mayor detalle los parámetros de evaluación, así como la metodología empleada para la ponderación de los factores desencadenantes y condicionantes, con el objetivo de establecer los niveles de peligrosidad ante la ocurrencia de un tsunami en el área de influencia del estudio.

Cuadro N°25: Variables del peligro por Tsunami

Factor	Parámetro
Factores condicionantes	Altura sobre el nivel del mar
	Pendiente
	Geomorfología
	Geología
Factor desencadenante	Aceleración del suelo
Parámetro de evaluación	Altura de Ola (m)

Fuente: Elaboración Propia.

Para la obtención de los pesos ponderados correspondientes a los parámetros de evaluación, se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), siguiendo las directrices establecidas en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, versión 2.0.

3.1.3.1. Parámetros de evaluación

Para determinar los parámetros de evaluación, se tomó como referencia lo establecido en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, segunda versión.

Cuadro N°26: Parámetro de evaluación

Parámetro de Evaluación	Altura de Ola (m)
--------------------------------	-------------------

Fuente: Elaboración Propia.

En el análisis del peligro por tsunami, la altura de ola es un parámetro clave, ya que determina el nivel de energía e impacto que puede alcanzar una ola al ingresar al territorio costero. En primer lugar, las olas de más de 16 metros representan un peligro extremo, con capacidad destructiva muy alta que puede arrasar infraestructuras, provocar la pérdida masiva de vidas humanas y alterar completamente el entorno natural y urbano.

A continuación, las olas de 12 a 16 metros se consideran de gran magnitud, con un alto potencial de daños severos, especialmente en áreas densamente pobladas o en instalaciones portuarias e

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

industriales cercanas al litoral. En tercer lugar, las olas de 8 a 12 metros representan una amenaza considerable, ya que pueden generar inundaciones extensas y provocar daños estructurales de moderados a altos en zonas expuestas.

Seguidamente, las olas de 4 a 8 metros son clasificadas como de impacto moderado, afectando principalmente áreas vulnerables cercanas a la línea de costa, con daños localizados en viviendas precarias y vías de comunicación. Finalmente, las olas de menos de 4 metros corresponden a una amenaza baja, cuyos efectos suelen ser limitados y los daños, en general, leves, aunque aún representan riesgo para embarcaciones, transeúntes y actividades costeras si no se cuenta con medidas de alerta temprana.

Cuadro N°27: Descriptores de Altura de Ola

Descripción		
AO1	>16 m	Ola de impacto extremo, con alta capacidad destructiva sobre infraestructura, vidas humanas y el entorno costero.
AO2	De 12 a 16 m	Ola de gran magnitud, con potencial de daños severos y afectación significativa en zonas urbanas y portuarias.
AO3	De 8 a 12 m	Ola de amenaza considerable, con posibles inundaciones y daños estructurales moderados a altos.
AO4	De 4 a 8 m	Ola de impacto moderado, con afectación localizada en áreas vulnerables cercanas a la costa.
AO5	<4 m	Ola de baja amenaza, con efectos limitados y daños generalmente leves en zonas costeras expuestas.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°28: Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación Altura de Ola

PARAMETRO	AO1	AO2	AO3	AO4	AO5
AO1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
AO2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
AO3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
AO4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
AO5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°29: Matriz de normalización de pares del parámetro de evaluación Altura de Ola

Parámetro	AO1	AO2	AO3	AO4	AO5	Vector de priorización
AO1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
AO2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
AO3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
AO4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
AO5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°30: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización de pares del parámetro “Altura de Ola” muestra la comparación relativa entre cinco categorías de altura, organizadas de mayor a menor (olas de más de 16 metros hasta aquellas menores a 4 metros). Se utilizó la metodología del proceso de análisis jerárquico (AHP) para establecer los pesos de cada categoría en función de su peligrosidad ante tsunamis.

Los valores en la matriz reflejan cuánto contribuye cada categoría a la peligrosidad general. Las olas mayores a 16 metros, que representa la mayor altura de ola, presentan la mayor influencia con un valor de priorización de 0.503, seguido por olas de 12 a 16 metros con 0.260. A medida que disminuye la altura, también se reduce su peso relativo: olas de 8 a 12 metros con 0.134, olas de 4 a 8 metros con 0.068 y olas inferiores a 4 metros con 0.035.

El vector de priorización resume esta jerarquía y permite incorporar el parámetro dentro del análisis multicriterio de peligrosidad. Así, se garantiza una evaluación técnica y cuantitativa del impacto potencial de las distintas alturas de ola en escenarios de tsunami.

3.1.4. Identificación de elementos expuestos

A partir de la determinación de los niveles de peligro y su correspondiente estratificación en el área de estudio, se procedió a identificar los elementos expuestos presentes en ámbito urbano de la Urb. Cesar Vallejo, el AA.HH. Valle Hermoso y el centro poblado de Pueblo Nuevo, en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua. Estos elementos comprenden edificaciones, infraestructura, centros educativos, establecimientos de salud, entre otros, que se localizan dentro de la zona con potencial de ser afectada por un sismo de gran magnitud y que, por tanto, podrían experimentar impactos significativos ante la ocurrencia de dicho evento. A continuación, se presenta el detalle de los elementos expuestos identificados dentro del área de estudio:



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
DISTRITO DE PACOCHA
GENERAL DIRECTOR DE GESTIÓN DEL RIESGO



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
DISTRITO DE PACOCHA
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11281
EVALUADOR DE RIESGO

3.1.4.1. Elementos expuestos: Población

La población ubicada dentro del área de estudio se estima en 1,841 habitantes, de acuerdo con las proyecciones al año 2025 elaboradas a partir de los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda realizado en el año 2017.

Cuadro N°31: Elementos expuestos: Población según sexo

Elementos expuestos (Población por sector)	Población Total
AA.HH. Valle Hermoso	261
Centro Poblado Pueblo Nuevo	1,364
Urb. Cesar Vallejo	216
Total	1,841

Fuente: Elaboración propia, a partir del censo de Población y Vivienda 2017 del INEI.

3.1.4.2. Elementos expuestos: Viviendas (manzanas)

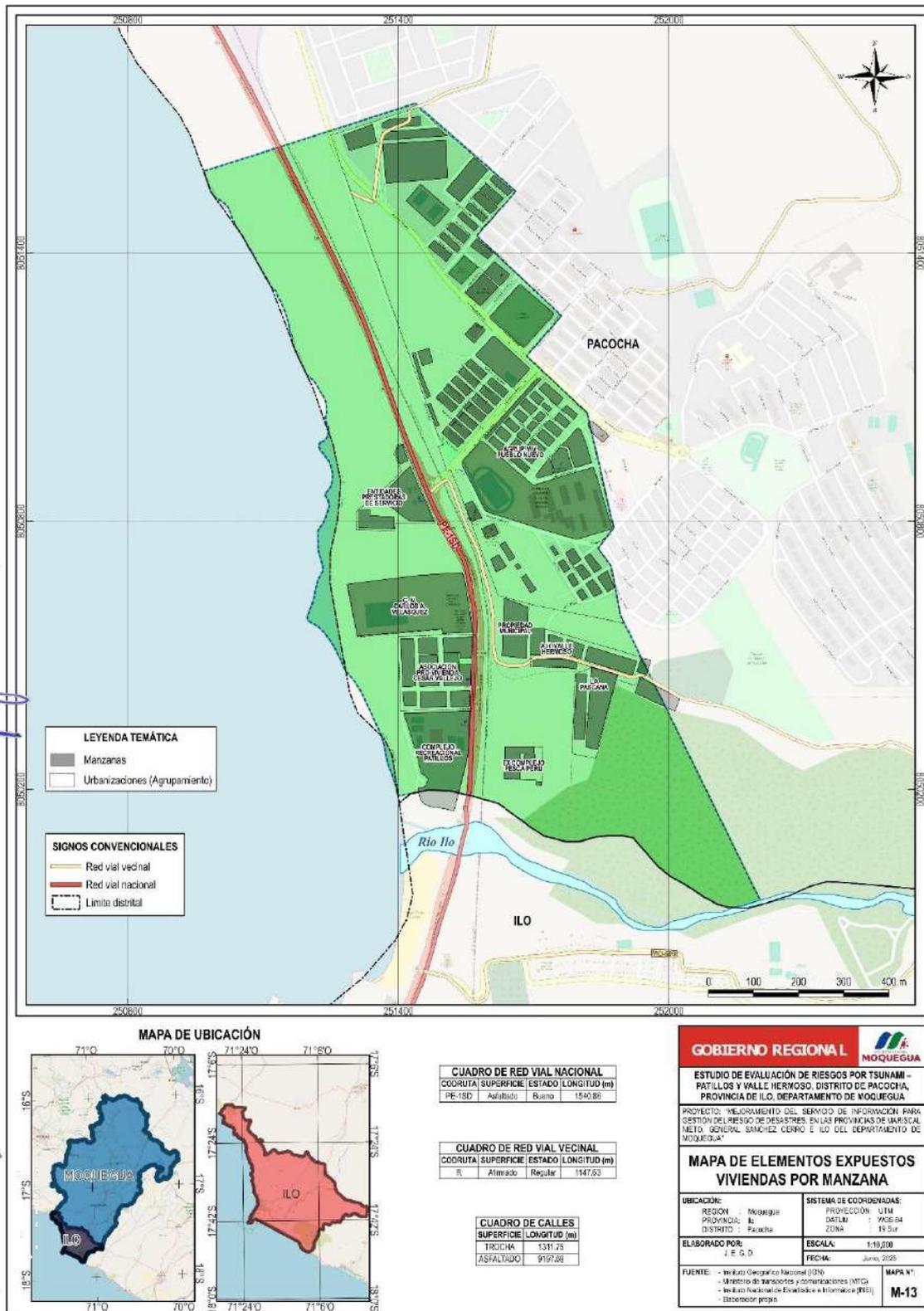
Según el catastro urbano proporcionado por la Municipalidad Distrital de Pacocha, se estima que el área de estudio comprende un total de 105 manzanas expuestas al peligro.

Cuadro N°32: Elementos expuestos a nivel de manzanas por urbanizaciones

N°	Elementos expuestos a nivel de manzanas por urbanizaciones	Cant. de Manzanas	Área (Ha)
1	AA.HH. Valle Hermoso	7	1.680
2	Centro Poblado Pueblo Nuevo	79	33.457
3	Urb. Cesar Vallejo - Patillos	9	2.748
4	Complejo Recreacional Patillos	1	1.992
5	Entidades Prestadoras de Servicio	3	1.567
6	Ex Complejo Pesca Peru	3	0.644
7	Fundo La Pascana	2	1.418
8	Propiedad Municipal	1	0.660
Total		105	44.166

Fuente: Elaboración propia, a partir del censo de Población y Vivienda 2017 del INEI, de acuerdo a los límites referenciales del Catastro Urbano del distrito de Pacocha.

Mapa N°13: Elementos expuestos – Viviendas por manzanas



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.1.4.3. Elementos expuestos: Instituciones educativas

Como parte del análisis de elementos expuestos ante el peligro sísmico en el área de estudio, se identificó un total de 5 instituciones educativas. Estas se encuentran distribuidas en diversas urbanizaciones del distrito de Pacocha, y prestan servicios en todos los niveles del sistema educativo: inicial no escolarizado, primaria y secundaria, con una población expuesta de 1,212 estudiantes y 79 docentes. A continuación, se presenta el desglose de estos elementos según su ubicación en las diferentes urbanizaciones:

Cuadro N°33: Elementos expuestos – Instituciones Educativas

Urbanización	Nivel	Elemento expuesto	Tipo de Gestión	Alumnos	Docentes	Área (m2)
Urb. Cesar Vallejo - Patillos	Secundaria	Colegio Militar Mariscal Domingo Nieto	Pública (FF.AA.)	60	10	31,943.75
Centro Poblado Pueblo Nuevo	Primaria	Américo Garibaldi Gheresi	Pública	485	24	37,229.51
	Secundaria	Américo Garibaldi Gheresi	Pública	649	45	
AA.HH. Valle Hermoso	Inicial No Escolarizado	Chiquilines Creativos	Pública	9	0	191.71
		Cariños II	Pública	9	0	215.87
Total				1,212	79	69,580.84

Fuente: ESCALE – MINEDU / Censo Educativo 2024.

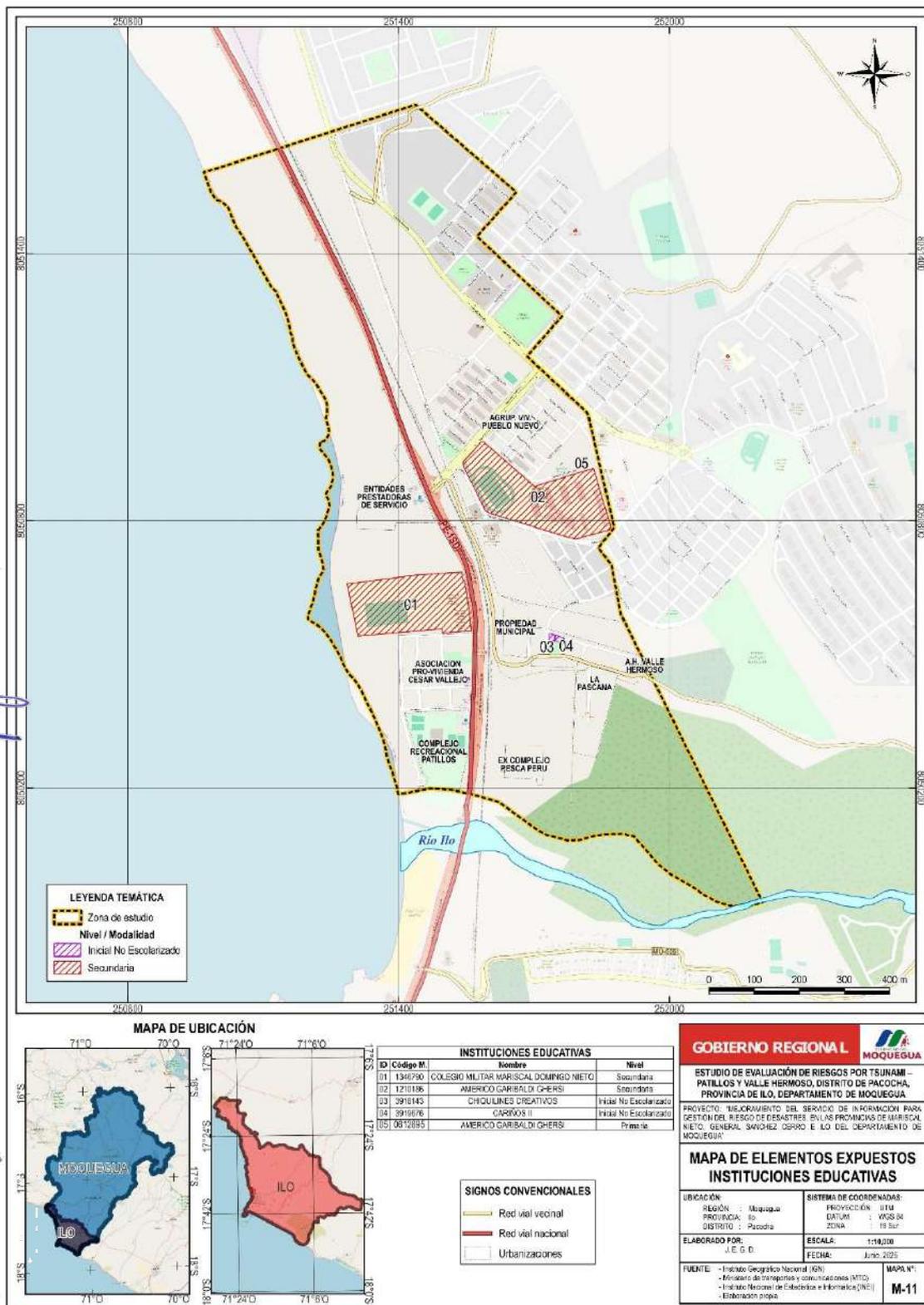


PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
GENERAL DIRECTOR
GENERAL DIRECTOR
GENERAL DIRECTOR



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
GENERAL DIRECTOR
GENERAL DIRECTOR
GENERAL DIRECTOR

Mapa N°14: Elementos expuestos – Instituciones Educativas



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.1.4.4. Elementos expuestos: Comisarias

Durante la identificación de elementos expuestos dentro del área de estudio, se registró la existencia de una comisaría ubicada en zonas susceptibles de ser afectadas por un sismo de gran magnitud. Esta infraestructura forma parte esencial del sistema de seguridad ciudadana, ya que cumple funciones claves en la atención de emergencias, el resguardo del orden público y la coordinación de acciones de respuesta ante desastres. Por lo tanto, su exposición representa una amenaza tanto para el personal policial como para la continuidad operativa de sus servicios en situaciones de crisis.

A continuación, se presenta el detalle de las comisarías identificadas como elementos expuestos:

Cuadro N°34: Elementos expuestos: Comisarias

N°	Elemento Expuesto: Comisaria	División Policial	Tipo	Área (m2)
1	CPNP CIUDAD NUEVA	DIVOPUS MOQUEGUA	B	

Fuente: Elaboración propia, a partir de la base de datos de GEOMININTER, de acuerdo a los límites referenciales del Catastro Urbano del distrito de Pacocha.

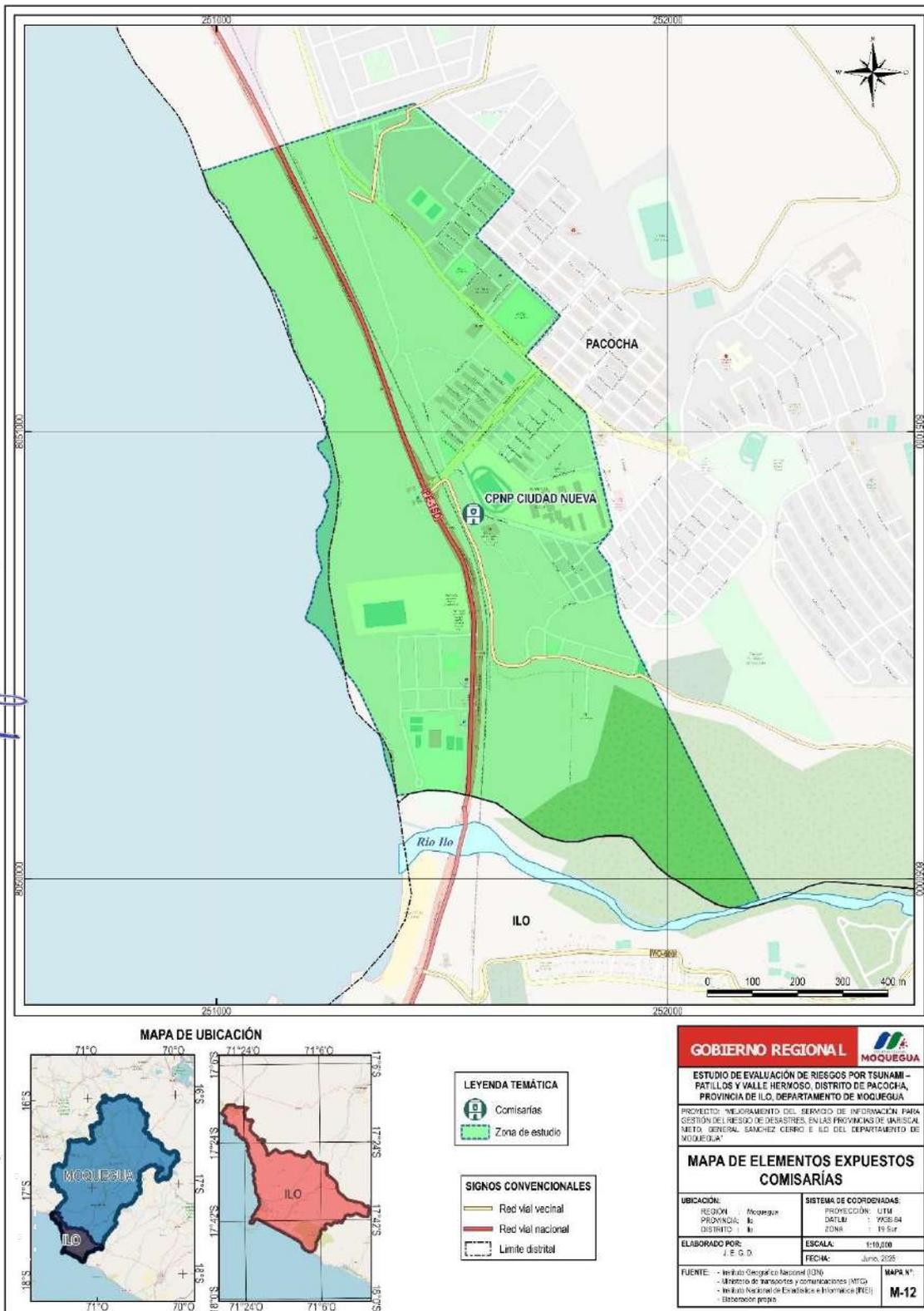


PROCESOS
DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
GENERAL DIRECTOR DE RIESGO



PROCESOS DE ASISTENCIA TÉCNICA
GENERAL DIRECTOR DE RIESGO
ING. G. OLDO Reg. CIP N° 11291
R.L. N° 122-2018 - CENEPRADU
EVALUADOR DE RIESGO

Mapa N°15: Elementos expuestos – Comisarias



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

3.1.4.5. Elementos expuestos: Infraestructura vial

Como parte del inventario de elementos expuestos dentro del área de estudio, se ha identificado una importante red de infraestructura vial compuesta por carreteras nacionales, vías vecinales y calles urbanas, cuya integridad es crucial para el funcionamiento del sistema de movilidad urbana, la conectividad territorial y, especialmente, para la respuesta ante emergencias.

A continuación, se presenta el desglose de los principales tramos y segmentos viales identificados como elementos expuestos dentro del área de estudio:

Cuadro N°35: Elementos expuestos: Infraestructura vial

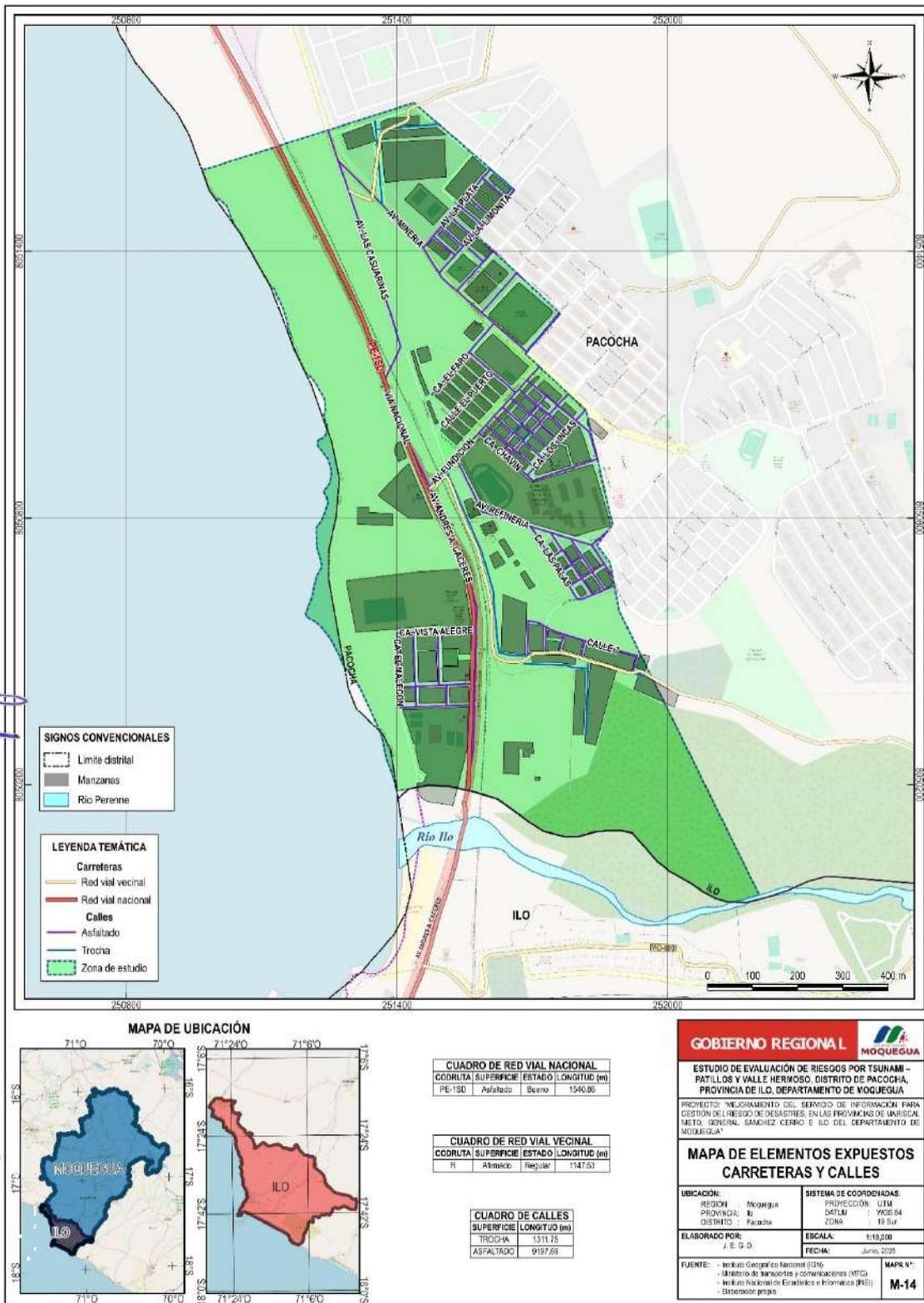
N°	Código de Ruta	Trayecto	Jerarquía vial de la red	Superficie	Estado de Transitabilidad	Longitud (m)
1	PE-1SD	Emp. PE-1S (Dv. Quilca) - Quilca - Huata - Islay (PE-34) - Mollendo (Vía de Evitamiento) - Pte. Freyre - Punta de Bombón - Fundación Southern - Ilo (Av. Andrés Avelino Cáceres - Av. José Olaya) Tacahuay - Sama - Pte. Los Baños - El Pozo - Emp. PE-	Red Nacional	Asfaltado	Bueno	1,542
2	R	Emp. PE-1S D - Valle Hermoso - Lim. Dist. El Algarrobal	Red Vial Vecinal	Afirmado	Regular	296
				Asfaltado	Regular	558
3	R	Emp. PE-1S D - Ciudad Jardín	Red Vial Vecinal	Trocha	Malo	269
				Asfaltado	Bueno	53
4		Alameda El Oro	Calles	Asfaltado		0.11
5		Av. Andrés A. Cáceres	Calles	Asfaltado		803
6		Av. Las Casuarinas	Calles	Asfaltado		601
7		Avenida Del Parque	Calles	Asfaltado		10
8		Avenida Fundación	Calles	Asfaltado		453
9		Avenida Garibaldi	Calles	Asfaltado		88
10		Avenida Ingeniería	Calles	Asfaltado		118
11		Avenida La Limonita	Calles	Asfaltado		203
12		Avenida La Plata	Calles	Asfaltado		232
13		Avenida Minería	Calles	Asfaltado		601
14		Avenida Refinería	Calles	Asfaltado		512
15		Calle 1	Calles	Asfaltado		238
16		Calle 2	Calles	Asfaltado		72
17		Calle 3	Calles	Asfaltado		59
18		Calle 4	Calles	Asfaltado		44
19		Calle 5	Calles	Asfaltado		42
20		Calle 6	Calles	Asfaltado		40
21		Calle 7	Calles	Asfaltado		255
22		Calle Chavín	Calles	Asfaltado		184
23		Calle El Bosque	Calles	Asfaltado		121
24		Calle El Faro	Calles	Asfaltado		212
25		Calle El Malecón	Calles	Asfaltado		168
26		Calle El Puerto	Calles	Asfaltado		166
27		Calle La Alameda	Calles	Asfaltado		167
28		Calle La Integración	Calles	Asfaltado		138
29		Calle Las Palas	Calles	Asfaltado		279

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Nº	Código de Ruta	Trayecto	Jerarquía vial de la red	Superficie	Estado de Transitabilidad	Longitud (m)
30		Calle Los Crisoles	Calles	Asfaltado		138
31		Calle Los Incas	Calles	Asfaltado		195
32		Calle Los Sauces	Calles	Asfaltado		164
33		Calle Los Túneles	Calles	Asfaltado		4
34		Calle Machu Pichu	Calles	Asfaltado		149
35		Calle Vista Alegre	Calles	Asfaltado		176
36		Psje. Chavín	Calles	Asfaltado		30
37		Psje. Chimú	Calles	Asfaltado		143
38		Psje. Chiribaya	Calles	Asfaltado		141
39		Psje. El Azufre	Calles	Asfaltado		123
40		Psje. El Bronce	Calles	Asfaltado		139
41		Psje. El Carbón	Calles	Trocha		34
42		Psje. El Estañó	Calles	Asfaltado		65
43		Psje. El Manganeso	Calles	Asfaltado		0
44		Psje. El Mercurio	Calles	Asfaltado		65
45		Psje. El Parque	Calles	Asfaltado		7
46		Psje. El Puente	Calles	Asfaltado		60
47		Psje. Grafito	Calles	Asfaltado		68
48		Psje. La Calcopirita	Calles	Asfaltado		1
49		Psje. Las Barras	Calles	Asfaltado		31
50		Psje. Los Molinos	Calles	Asfaltado		168
51		Psje. Los Trenes	Calles	Asfaltado		92
52		Psje. Mochica	Calles	Asfaltado		143
53		Psje. Nazca	Calles	Asfaltado		142
54		Psje. Paracas	Calles	Asfaltado		144
55		Psje. Sr. de Sipán	Calles	Asfaltado		83
			Calles	Trocha		25
56		Psje. Tiahuanaco	Calles	Asfaltado		172
			Calles	Trocha		25
57		Psje. Wari	Calles	Asfaltado		142
58		Vía Nacional	Calles	Asfaltado		158
59		Vías Sin Nombre	Calles	Asfaltado		335
			Calles	Trocha		1,192

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC - <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>

Mapa N°16: Elementos expuestos - Infraestructura vial



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.1.5. Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio, se han considerado como factores condicionantes aquellos elementos físicos que influyen directamente en la vulnerabilidad del territorio frente al impacto de un tsunami. En primer lugar, la altura sobre el nivel del mar determina qué zonas son más propensas a ser inundadas, ya que las áreas más bajas presentan una mayor exposición al avance de las olas. En segundo lugar, la pendiente del terreno influye en la velocidad y alcance del flujo del agua; en este sentido, las pendientes suaves resultan más críticas, pues permiten una mayor penetración del tsunami y facilitan la acumulación de energía. Asimismo, la geomorfología del terreno condiciona la forma en que el relieve canaliza, disipa o concentra la energía del fenómeno. Las zonas planas, aluviales o carentes de barreras naturales efectivas suelen ser más vulnerables al impacto. Por otro lado, la geología también es un componente clave, ya que influye en la estabilidad del terreno frente al paso de la ola: suelos sueltos o poco consolidados tienden a erosionarse con facilidad, lo que incrementa el riesgo de colapso de infraestructuras y, por ende, el nivel de destrucción.

Adicionalmente, se incorpora como factor desencadenante la aceleración del suelo, asociada al movimiento sísmico que origina el tsunami. Este parámetro condiciona la energía inicial del fenómeno y su capacidad para generar olas de gran magnitud.

A continuación, se detalla el proceso metodológico aplicado para el análisis jerárquico, utilizando la metodología de la Matriz de Saaty, de acuerdo con los parámetros y descriptores previamente definidos.

Los factores considerados en el análisis son los siguientes:

Cuadro N°36: Matriz de análisis de susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes			
Aceleración del suelo	Altura Sobre el Nivel del Mar	Pendiente	Geomorfología	Geología

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.5.1. Análisis del factor desencadenante

Para evaluar el peligro por la ocurrencia de tsunamis en el área de estudio, se consideró la Aceleración del suelo. Esta variable cuantifica la variación de la velocidad del terreno con respecto al tiempo durante un sismo y constituye la medida más precisa para caracterizar la intensidad del evento sísmico generador del tsunami.

a) Aceleración del suelo

La aceleración del suelo (PGA) actúa como factor desencadenante, ya que representa la intensidad del movimiento sísmico que puede generar el evento. En primer lugar, una PGA mayor o igual a 0.45g indica un nivel de aceleración extrema, asociada a sismos de gran magnitud y corta profundidad, capaces de producir tsunamis de alto impacto.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

A continuación, una PGA entre 0.35g y 0.45g sigue representando una aceleración alta, que puede generar olas significativas, especialmente si el epicentro se ubica en zonas submarinas o costeras activas. En tercer lugar, una PGA entre 0.25g y 0.35g refleja una intensidad moderada-alta, que puede desencadenar tsunamis con olas de magnitud intermedia y afectar áreas vulnerables.

Luego, los valores de PGA entre 0.10g y 0.25g corresponden a niveles bajos de aceleración, donde la probabilidad de generación de un tsunami destructivo disminuye, aunque puede haber afectación si existen otros factores concurrentes. Finalmente, una PGA menor a 0.10g indica un riesgo muy bajo, ya que la energía sísmica es insuficiente para generar un tsunami significativo.

Cuadro N°37: Descriptores de la Aceleración del suelo

Descriptores		
PGA1	$PGA \geq 0.45g$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45
PGA2	$0.35g \leq PGA < 0.45g$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido desde 0.35g hasta menos de 0.45g
PGA3	$0.25g \leq PGA < 0.35g$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido desde 0.25g hasta menos de 0.35g
PGA4	$0.10g \leq PGA < 0.25g$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido desde 0.10g hasta menos de 0.25g
PGA5	$PGA < 0.10$	Aceleración máxima horizontal en suelo rígido menor a 0.10

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°38: Matriz de comparación de pares del factor Aceleración del suelo

PARAMETRO	PGA1	PGA2	PGA3	PGA4	PGA5
PGA1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PGA2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PGA3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PGA4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PGA5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°39: Matriz de normalización de pares del factor Aceleración del suelo

PARAMETRO	PGA1	PGA2	PGA3	PGA4	PGA5	Vector de priorización
PGA1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
PGA2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
PGA3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
PGA4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
PGA5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°40: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización de pares para el factor Aceleración del suelo (PGA) compara cinco categorías definidas por rangos específicos de aceleración: PGA1 ($PGA \geq 0.45g$), PGA2 ($0.35g \leq PGA < 0.45g$), PGA3 ($0.25g \leq PGA < 0.35g$), PGA4 ($0.10g \leq PGA < 0.25g$) y PGA5 ($PGA < 0.10g$). Esta matriz, construida mediante la metodología AHP, establece la importancia relativa de cada rango en la evaluación del nivel de peligrosidad sísmica. Los resultados muestran que el rango más alto, PGA1 ($\geq 0.45g$), tiene la mayor ponderación en el vector de priorización con un valor de 0.503, indicando que este nivel de aceleración representa el mayor riesgo sísmico. Los rangos PGA2 y PGA3 presentan una influencia intermedia, con valores de 0.260 y 0.134 respectivamente. Los rangos PGA4 y PGA5, que corresponden a aceleraciones más bajas, tienen un peso menor, 0.068 y 0.035, reflejando un riesgo reducido.

Este vector de priorización es esencial para integrar objetivamente el factor aceleración del suelo en el análisis global de peligrosidad sísmica ante un eventual tsunami, permitiendo una evaluación cuantitativa del impacto de diferentes niveles de PGA sobre la vulnerabilidad del área estudiada.

3.1.5.2. Análisis de los factores condicionantes

En el análisis del peligro por tsunami, los factores condicionantes son determinantes para establecer el grado de susceptibilidad del terreno frente a una eventual inundación. El parámetro más crítico es la “altura sobre el nivel del mar”, ya que las zonas ubicadas a menor altitud son las primeras en ser afectadas por la ola. En particular, las áreas costeras situadas por debajo de los 4 metros de altitud presentan una altísima exposición al impacto directo del tsunami. En segundo lugar, la “pendiente” del terreno influye significativamente en la profundidad y alcance de la inundación. Las pendientes suaves, especialmente aquellas menores a 5° , permiten que el agua penetre con mayor facilidad hacia el interior del territorio, ampliando así el área afectada. En contraste, las pendientes más pronunciadas tienden a frenar el avance de la ola, limitando su propagación. Por otro lado, la “geomorfología” del área condiciona el comportamiento del tsunami según el tipo de relieve. Zonas como llanuras aluviales, terrazas bajas o valles abiertos pueden canalizar o dispersar la energía de la ola, agravando su impacto si no existen barreras naturales que actúen como protección.

Finalmente, la “geología” del terreno ejerce una influencia indirecta pero relevante. Terrenos constituidos por materiales poco consolidados o sueltos, como depósitos aluviales, son más propensos a sufrir erosión, socavamiento o procesos de licuefacción durante el paso del tsunami, comprometiendo tanto la estabilidad del suelo como de las infraestructuras asentadas sobre él. No obstante, en comparación con los otros factores, su efecto sobre la propagación del agua es relativamente menor.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Para determinar los pesos ponderados de los parámetros que conforman estos factores condicionantes, se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Cuadro N°41: Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

PARÁMETRO	Altura Sobre el Nivel del Mar	Pendiente	Geomorfología	Geología
Altura Sobre el Nivel del Mar	1.00	3.00	5.00	7.00
Pendiente	0.33	1.00	3.00	5.00
Geomorfología	0.20	0.33	1.00	3.00
Geología	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.68	4.53	9.33	16.00
1/SUMA	0.60	0.22	0.11	0.06

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°42: Matriz de normalización de los factores condicionantes

PARÁMETRO	Altura Sobre el Nivel del Mar	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector de priorización
Altura Sobre el Nivel del Mar	0.597	0.662	0.536	0.438	0.558
Pendiente	0.199	0.221	0.321	0.313	0.263
Geomorfología	0.119	0.074	0.107	0.188	0.122
Geología	0.085	0.044	0.036	0.063	0.057

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°43: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.039
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.045

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización de los factores condicionantes permite ponderar la importancia relativa de variables clave en la evaluación del nivel de peligrosidad ante tsunamis. Los factores considerados son altura sobre el nivel del mar, pendiente, geomorfología y geología, que influyen directamente en la vulnerabilidad y el impacto potencial de este tipo de evento.

El vector de priorización revela que la altura sobre el nivel del mar es el factor más determinante (0.558), dado que la elevación del terreno respecto al nivel del mar es crucial para la probabilidad de inundación y penetración del tsunami. La pendiente, con un peso intermedio (0.263), afecta la velocidad y dirección de la ola al avanzar tierra adentro, así como la estabilidad del terreno frente al impacto. La geomorfología (0.122) y la geología (0.057) también aportan al análisis, ya que las características morfológicas y del subsuelo condicionan la dinámica del flujo y la resistencia del territorio.

Esta normalización es esencial para construir un índice integral de peligrosidad ante tsunamis, facilitando la identificación y priorización de zonas críticas para la gestión de riesgos, planificación territorial y diseño de medidas de mitigación.

a) Altitud sobre el nivel del mar (M.S.N.M.)

La altitud sobre el nivel del mar es un factor condicionante clave en la susceptibilidad al peligro por tsunami, ya que define el alcance vertical del flujo marino. En primer lugar, las zonas con menos de 4 m.s.n.m. presentan muy alta exposición, al estar directamente en contacto con la línea costera; son las primeras en ser impactadas, incluso por tsunamis de baja o moderada magnitud.

En segundo lugar, las áreas entre 4 y 8 m.s.n.m. mantienen una alta exposición, pues pueden ser afectadas por tsunamis intensos, con riesgo significativo de inundación. En tercer lugar, las zonas entre 8 y 12 m.s.n.m. tienen una exposición media, siendo vulnerables solo ante tsunamis de gran magnitud, con un riesgo moderado de afectación.

Luego, las áreas de 12 a 16 m.s.n.m. presentan baja exposición, y solo podrían ser impactadas en escenarios extremos. Finalmente, las zonas ubicadas a más de 16 m.s.n.m. son consideradas zonas seguras, ya que se encuentran fuera del alcance estimado de tsunamis conocidos, siendo recomendables como puntos de evacuación y refugio.

Cuadro N°44: Descriptores de Altitud sobre el Nivel del mar

Descriptores		
ASNMI	< 4 msnm	Zona de muy alta exposición. Altamente vulnerable al ingreso del flujo tsunámico. Abarca áreas costeras inmediatas.
ASNMI2	De 4 a 8 msnm	Zona de alta exposición. Puede ser afectada por tsunamis moderados a intensos. Riesgo significativo de inundación.
ASNMI3	De 8 a 12 msnm	Exposición media. Podría ser impactada por tsunamis de gran magnitud. Riesgo moderado.
ASNMI4	De 12 a 16 msnm	Baja exposición. Afectación poco probable, salvo en escenarios extremos.
ASNMI5	Mayor a 16 msnm	Zona segura. Fuera del alcance de tsunamis previstos. Recomendable para evacuación y refugio.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°45: Matriz de comparación de pares del factor Altitud sobre el Nivel del mar

PARÁMETRO	ASNMI	ASNMI2	ASNMI3	ASNMI4	ASNMI5
ASNMI	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
ASNMI2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
ASNMI3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
ASNMI4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
ASNMI5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°46: Matriz de normalización de pares del factor Altitud sobre el Nivel del mar

PARÁMETRO	ASNM1	ASNM2	ASNM3	ASNM4	ASNM5	Vector de priorización
ASNM1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
ASNM2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
ASNM3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
ASNM4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
ASNM5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°47: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del factor “altitud sobre el nivel del mar” compara cinco rangos altitudinales definidos como: menor a 4 m.s.n.m., de 4 a 8 msnm, de 8 a 12 msnm, de 12 a 16 m.s.n.m. y mayor a 16 m.s.n.m. Esta comparación se realiza en función de la exposición relativa de cada rango frente a un evento de tsunami, estableciendo su peso específico dentro del análisis del nivel de peligrosidad.

El vector de priorización revela que el rango menor a 4 m.s.n.m. posee el mayor peso relativo (0.503), lo cual es coherente, ya que estas zonas presentan la mayor exposición directa a la inundación por tsunami. Le siguen los rangos de 4 a 8 m.s.n.m. (0.260) y de 8 a 12 m.s.n.m. (0.134), cuyos niveles de exposición van disminuyendo progresivamente con el incremento de altitud. Los rangos superiores, de 12 a 16 m.s.n.m. (0.068) y mayor a 16 m.s.n.m. (0.035), presentan una menor contribución al nivel de peligrosidad, al encontrarse más alejados de la zona de impacto directo de las olas.

Esta jerarquización evidencia que la altitud del terreno es un factor determinante en la evaluación del riesgo por tsunami. La matriz permite ponderar de manera objetiva la vulnerabilidad del territorio, siendo fundamental para la elaboración de mapas de peligrosidad, la zonificación del riesgo y el diseño de estrategias de prevención y evacuación en zonas costeras.

b) Pendiente

La pendiente del terreno es un factor determinante en la susceptibilidad al impacto del tsunami, ya que influye en la velocidad de propagación y en la capacidad de penetración del flujo marino. Particularmente vulnerables son las zonas con pendientes entre 0° y 2°, ya que, al tratarse de planicies costeras sin desnivel apreciable, permiten que el agua avance libremente hacia el interior, generando inundaciones profundas y extensas.

De igual manera, las pendientes entre 2° y 4° presentan alta susceptibilidad, dado que su escasa

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

inclinación favorece el ingreso del agua, con riesgo de inundación significativa y erosión progresiva. Por otro lado, las pendientes de 4° a 8° ofrecen una resistencia intermedia, que limita parcialmente el avance del flujo, aunque pueden seguir siendo afectadas en zonas de acumulación o depresiones naturales.

En contraste, las pendientes entre 8° y 16° reducen notablemente el alcance del tsunami, ya que la inclinación del terreno disipa parte de la energía de la ola, dificultando su avance. Finalmente, las zonas con pendientes de 16° a 35° presentan la menor susceptibilidad, debido a su inclinación pronunciada, que actúa como barrera natural frente al flujo, aunque pueden presentar problemas de deslizamiento por erosión si los suelos son inestables.

Cuadro N°48: Descriptores de Pendiente

Descriptores		
PEND1	0°-2°	Planicie, sin denudación apreciable
PEND2	2°-4°	Pendiente muy baja con peligro de erosión
PEND3	4°-8°	Pendiente baja con peligro severo de erosión
PEND4	8°-16°	Pendiente moderada, deslizamientos ocasionales, peligro severo de erosión
PEND5	16°-35°	Pendiente fuerte con presencia de deslizamiento, peligro extremo de erosión de suelos

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°49: Matriz de comparación de pares del factor Pendiente

PARÁMETRO	PEND1	PEND2	PEND3	PEND4	PEND5
PEND1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PEND2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PEND3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PEND4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PEND5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°50: Matriz de normalización de pares del factor Pendiente

PARÁMETRO	PEND1	PEND2	PEND3	PEND4	PEND5	Vector de priorización
PEND1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
PEND2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
PEND3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
PEND4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
PEND5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°51: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del factor Pendiente evalúa cinco rangos de inclinación del terreno: 0°–2°, 2°–4°, 4°–8°, 8°–16° y 16°–35°, con el objetivo de determinar su influencia en el nivel de peligrosidad ante tsunamis. Este análisis es relevante porque la pendiente condiciona el avance de la ola tierra adentro, así como la acumulación de agua y energía en áreas costeras.

El vector de priorización indica que el rango 0°–2° tiene el mayor peso relativo (0.503), evidenciando que las zonas prácticamente planas son las más susceptibles al ingreso del tsunami, al permitir una mayor extensión de la inundación. Le siguen los rangos 2°–4° (0.260) y 4°–8° (0.134), donde la inclinación modera parcialmente el impacto. Por su parte, los rangos más inclinados, 8°–16° (0.068) y 16°–35° (0.035), presentan una menor peligrosidad, ya que la pendiente actúa como una barrera física natural frente al avance del flujo marino.

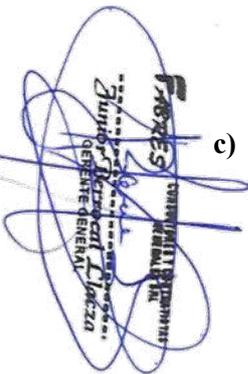
Este tipo de normalización permite integrar la pendiente como un componente cuantitativo en los modelos de peligrosidad multivariable, lo que es fundamental para identificar áreas críticas y orientar estrategias de prevención, evacuación y planificación del territorio en zonas costeras expuestas a tsunamis.

c) Geomorfología

La geomorfología incide directamente en la forma de ingreso, propagación y disipación del flujo tsunámico. Las zonas más expuestas corresponden a la playa, al tratarse de superficies planas y abiertas, compuestas por arena y grava, sin barreras naturales que frenen el avance de la ola, lo que las convierte en áreas de muy alta susceptibilidad.

A continuación, los cauces fluviales representan una vía natural de canalización del tsunami, especialmente si conectan directamente con la costa, facilitando la penetración del flujo marino hacia zonas interiores. Por su parte, las terrazas marinas, al estar ligeramente elevadas, pueden ofrecer una resistencia moderada, aunque siguen siendo vulnerables en eventos de gran magnitud, sobre todo si presentan cortes erosivos o acceso por quebradas.

En comparación, las terrazas fluviales, por estar más elevadas y alejadas del mar, tienen menor susceptibilidad, aunque su nivel de exposición dependerá del tipo de pendiente y conectividad con cauces. Finalmente, las terrazas aluviales, aunque susceptibles en contextos locales, suelen ubicarse más tierra adentro y con elevación relativa, lo que las convierte en áreas de baja vulnerabilidad directa frente al impacto del tsunami.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI
GENERAL DIRECTOR
GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI
EVALUADOR DE RIESGO
ING. G. GÓLDGO Reg. CIP N° 21291
R.N° 122018 - GENERAL DIRECTOR
GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA

Cuadro N°52: Descriptores de Geomorfología

Descriptores		
UGEM 1	Playa	Zona costera plana, de arena y grava.
UGEM 2	Cauce Fluvial	Área definida por el cauce activo o seco de ríos o quebradas.
UGEM 3	Terraza Marina	Plataforma ligeramente elevada de origen marino.
UGEM 4	Terraza Fluvial	Superficie fluvial elevada.
UGEM 5	Terraza Aluvial	Zona sedimentaria aluvial.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°53: Matriz de comparación de pares del factor condicionante geomorfología

PARÁMETRO	UGEM 1	UGEM 2	UGEM 3	UGEM 4	UGEM 5
UGEM 1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
UGEM 2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
UGEM 3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
UGEM 4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
UGEM 5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°54: Matriz de normalización de pares del factor condicionante geomorfología

PARÁMETRO	UGEM 1	UGEM 2	UGEM 3	UGEM 4	UGEM 5	Vector de priorización
UGEM 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
UGEM 2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
UGEM 3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
UGEM 4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
UGEM 5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°55: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del factor geomorfología permite analizar la influencia relativa de distintas formas del relieve costero frente al impacto de tsunamis. Las unidades evaluadas comprenden: playa, cauce fluvial, terraza marina, terraza fluvial y terraza aluvial.

De acuerdo con el vector de priorización, la unidad playa presenta el mayor peso relativo (0.503), debido a su localización directamente expuesta al borde costero y su escasa elevación, lo que la convierte en la primera zona de impacto ante la llegada de olas tsunámicas. Le sigue el cauce fluvial (0.260), el cual, por su proximidad a desembocaduras y bajas cotas topográficas, también representa una vía de ingreso del flujo marino hacia zonas continentales.

En tercer lugar, se ubica la terraza marina (0.134), que, aunque presenta una ligera elevación respecto al nivel del mar, aún conserva cierto nivel de vulnerabilidad. Por su parte, la terraza fluvial (0.068) y la terraza aluvial (0.035) presentan los menores niveles de peligrosidad relativa. Estas últimas se encuentran más alejadas del litoral directo y, dependiendo de su topografía, pueden actuar como zonas de amortiguamiento natural ante el avance de un tsunami.

Este análisis permite establecer una jerarquización técnica de las unidades geomorfológicas, orientando la planificación territorial, la gestión del riesgo y el diseño de medidas de mitigación en áreas costeras susceptibles a eventos tsunámicos.

d) Geología

La geología del terreno condiciona su respuesta ante el paso del tsunami, especialmente en relación con la erosión, socavamiento e inestabilidad estructural del suelo. Una de las mayores susceptibilidades se encuentra en los depósitos aluviales, compuestos por materiales sueltos y sedimentarios, fácilmente erosionables y propensos a deformaciones cuando son impactados por grandes volúmenes de agua. De manera similar, los depósitos fluviales, aunque asociados a zonas de cauce activo, comparten características con los aluviales en cuanto a fragilidad estructural y alta susceptibilidad a la remoción por el flujo marino. En contraste, las dioritas de la Super Unidad Punta Coles presentan una resistencia considerable, siendo rocas ígneas intrusivas duras, lo que le otorga baja susceptibilidad a la erosión.

Por otro lado, las granodioritas con hornblenda de la Super Unidad Ilo se consideran altamente estables, ya que forman cuerpos masivos y resistentes frente a los procesos erosivos. Finalmente, los gabros de la misma Super Unidad Punta Coles ofrecen la mayor resistencia geológica, siendo rocas intrusivas de alta dureza y baja vulnerabilidad, lo que los convierte en los terrenos menos afectados por el paso del tsunami.

Cuadro N°56: Descriptores de Geología

Descriptores		
UGE0 1	Deposito aluvial2 (Qh-al2)	Material suelto y sedimentario, con alta susceptibilidad a erosión y posible inestabilidad.
UGE0 2	Deposito fluvial (Qh-fl)	Sedimentos recientes de ríos, con características similares a los depósitos aluviales, pero en zonas de cauce activo.
UGE0 3	Super unidad punta coles, dioritas (Jim-pc/di)	Roca ígnea intrusiva, dura y estable, con baja susceptibilidad a erosión.
UGE0 4	Super unidad Ilo, granodiorita con hoernblenda (ki-il/gd-h)	Roca ígnea masiva y resistente, que ofrece alta estabilidad al terreno.
UGE0 5	Super Unidad Punta coles, Gabros (Jim-pc/gb)	Roca ígnea intrusiva, de alta dureza y resistencia frente a procesos erosivos.

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°57: Matriz de comparación de pares del factor condicionante geología

PARÁMETRO	UGE0 1	UGE0 2	UGE0 3	UGE0 4	UGE0 5
UGE0 1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
UGE0 2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
UGE0 3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
UGE0 4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
UGE0 5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°58: Matriz de normalización de pares del factor condicionante geología

PARÁMETRO	UGE0 1	UGE0 2	UGE0 3	UGE0 4	UGE0 5	Vector de priorización
UGE0 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
UGE0 2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
UGE0 3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
UGE0 4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
UGE0 5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°59: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del factor geología evalúa la influencia de cinco tipos de formaciones geológicas en la peligrosidad ante tsunamis, considerando depósitos y rocas predominantes en la zona costera. Las unidades analizadas son: depósitos aluviales (Qh-all), depósitos fluviales (Qh-fl), super unidad Punta Coles – dioritas (Jim-pc/di), super unidad Ilo – granodiorita con hornblenda (ki-il/gd-h) y super unidad Punta Coles – gabros (Jim-pc/gb).

Según el vector de priorización, los depósitos aluviales (UGE0 1) presentan el mayor peso relativo (0.503), lo que indica que estas formaciones, compuestas por materiales sueltos y recientes, son las más susceptibles a la acción erosiva y dinámica de un tsunami, favoreciendo una mayor penetración y afectación. En segundo lugar, los depósitos fluviales (UGE0 2) (0.260) también muestran una alta vulnerabilidad debido a sus características similares y ubicación cercana a las zonas de inundación. Las unidades geológicas formadas por rocas ígneas, como las dioritas de Punta Coles (UGE0 3), la granodiorita con hornblenda de Ilo (UGE0 4) y los gabros de Punta Coles (UGE0 5), presentan menor influencia en la peligrosidad (0.134, 0.068 y 0.035 respectivamente). Esto se debe a su mayor dureza y estabilidad, lo que reduce la vulnerabilidad frente a la acción directa del tsunami y actúa como barreras naturales frente a la erosión. Este análisis permite jerarquizar las formaciones geológicas según su susceptibilidad al impacto de tsunamis, siendo fundamental para los estudios de zonificación de riesgo, planificación territorial y diseño de medidas de mitigación en zonas costeras.

3.1.6. Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

A partir de los pesos asignados a los parámetros considerados como descriptores, se han calculado los valores correspondientes a los niveles de peligro: máximo, intermedio y mínimo. Con estos resultados, se construyó la matriz principal de peligros, que permite clasificar y jerarquizar las condiciones de riesgo según su intensidad.

Cuadro N°60: Ponderación de los parámetros de susceptibilidad

Nombre	Peso	Factor		Parámetro		Descriptor	
		Nombre	Peso	Nombre	Peso	Clasificación	Peso
SUCEPTIBILIDAD	40%	Condicionante	60%	Altura Sobre el Nivel del Mar	0.558	< 4 msnm	0.503
						De 4 a 8 msnm	0.260
						De 8 a 12 msnm	0.134
						De 12 a 16 msnm	0.068
						Mayor a 16 msnm	0.035
				Pendiente	0.263	0°-2°	0.503
						2°-4°	0.260
						4°-8°	0.134
						8°-16°	0.068
						16°-35°	0.035
				Geomorfología	0.122	Playa	0.503
						Cauce Fluvial	0.260
						Terraza Marina	0.134
						Terraza Fluvial	0.068
						Terraza Aluvial	0.035
				Geología	0.057	Deposito aluvial2 (Qh-al2)	0.503
						Deposito fluvial (Qh-fl)	0.260
						Super unidad punta coles, dioritas (Jim-pc/di)	0.134
						Super unidad Ilo, granodiorita con hoernblenda (ki-il/gd-h)	0.068
						Super Unidad Punta coles, Gabros (Jim-pc/gb)	0.035



General Director
Regional Government of Moquegua

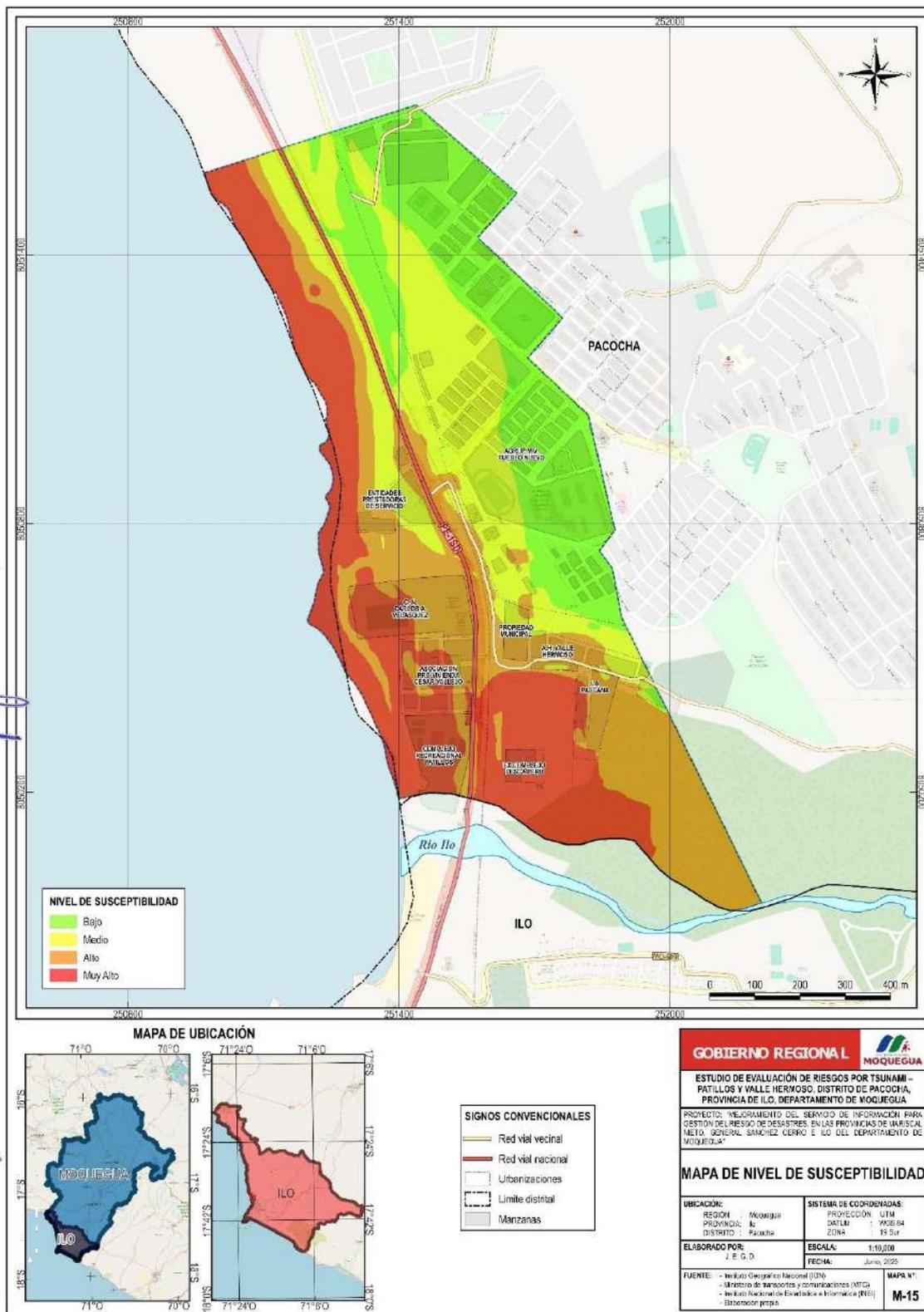
		Desencadenante	40%	Aceleración del suelo	1.000	PGA \geq 0.45g	0.503
						$0.35g \leq$ PGA < 0.45g	0.260
						$0.25g \leq$ PGA < 0.35g	0.134
						$0.10g \leq$ PGA < 0.25g	0.068
						PGA < 0.10	0.035
PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	60%			Altura de Ola (m)	1.000	>16 m	0.503
						De 12 a 16 m	0.260
						De 8 a 12 m	0.134
						De 4 a 8 m	0.068
						<4 m	0.035

Fuente: Elaboración Propia.



PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI
 JUNIO 2015
 GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA
 GENERAL SANCHEZ

Mapa N°17: Nivel de Susceptibilidad



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"

3.1.6.1. Definición del escenario

Se ha considerado el escenario más extremo, correspondiente a un tsunami generado por un sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45, según el análisis de la información disponible. Este evento provocaría olas de altura mayor a 16 metros, afectando principalmente áreas con altitud igual o inferior a 2 metros sobre el nivel del mar. La zona afectada presenta topografía plana con pendientes menores o iguales a 2°, geomorfología de tipo playa y geología caracterizada por depósitos aluviales, condiciones que corresponden al ámbito de estudio, específicamente en los sectores de Patillos y Valle Hermoso.

3.1.6.2. Estratificación del peligro

A continuación, se presenta la tabla con la estratificación del peligro obtenida, que permite identificar y categorizar los diferentes niveles de riesgo en el área de estudio.

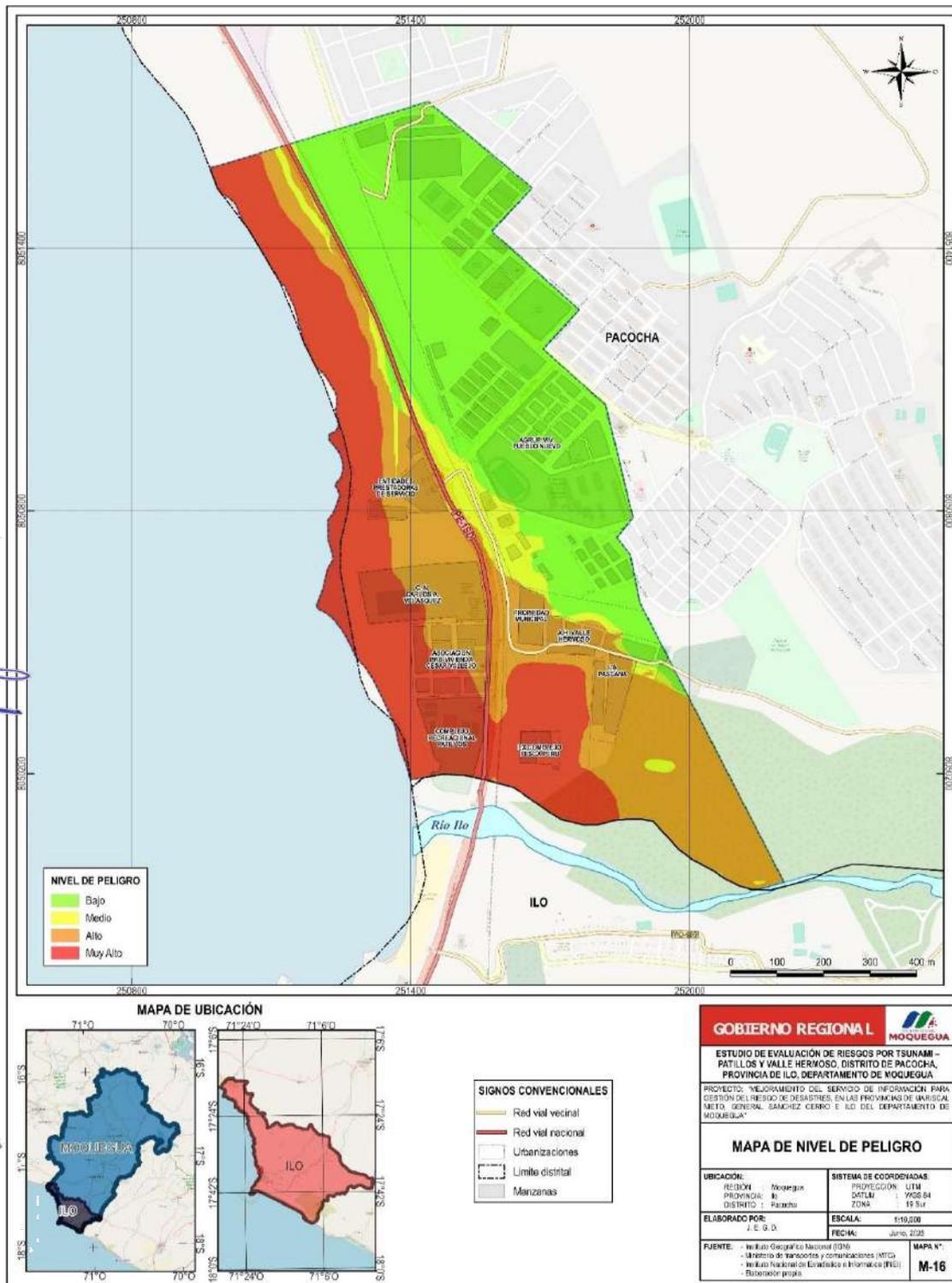
Cuadro N°61: Estratificación del peligro

Nivel de Peligro	Descripción	Rango
Muy Alto	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45, con altura sobre el nivel del mar <4 msnm, se notan pendientes menores a 2%, con presencia de las unidades geomorfológicas de playa y geología Deposito aluvial (Qh-al1).	$0.260 \leq P \leq 0.503$
Alto	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45, con altura sobre el nivel del mar de 4 a 8 msnm, se notan pendientes entre 2° a 4°, con presencia de las unidades geomorfológicas Cauce Fluvial y geología deposito fluvial (Qh-fl).	$0.134 \leq P < 0.260$
Medio	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45, con altura sobre el nivel del mar de 8 a 12 msnm, se notan pendientes entre 4° a 8°, con presencia de las unidades geomorfológicas Terraza Marina y Super unidad punta coles, dioritas (Jim-pc/di).	$0.068 \leq P < 0.134$
Bajo	Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45, con altura sobre el nivel del mar mayor a 12 msnm, se notan pendientes mayores a 8°, con presencia de las unidades geomorfológicas Terraza Fluvial y geología de Super unidad Ilo, granodiorita con hoerblendita (ki-il/gd-h).	$0.035 \leq P < 0.068$

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.7. Mapa de zonificación del nivel de peligrosidad

Mapa N°18: Peligro por Tsunami en Patillos y Valle Hermoso

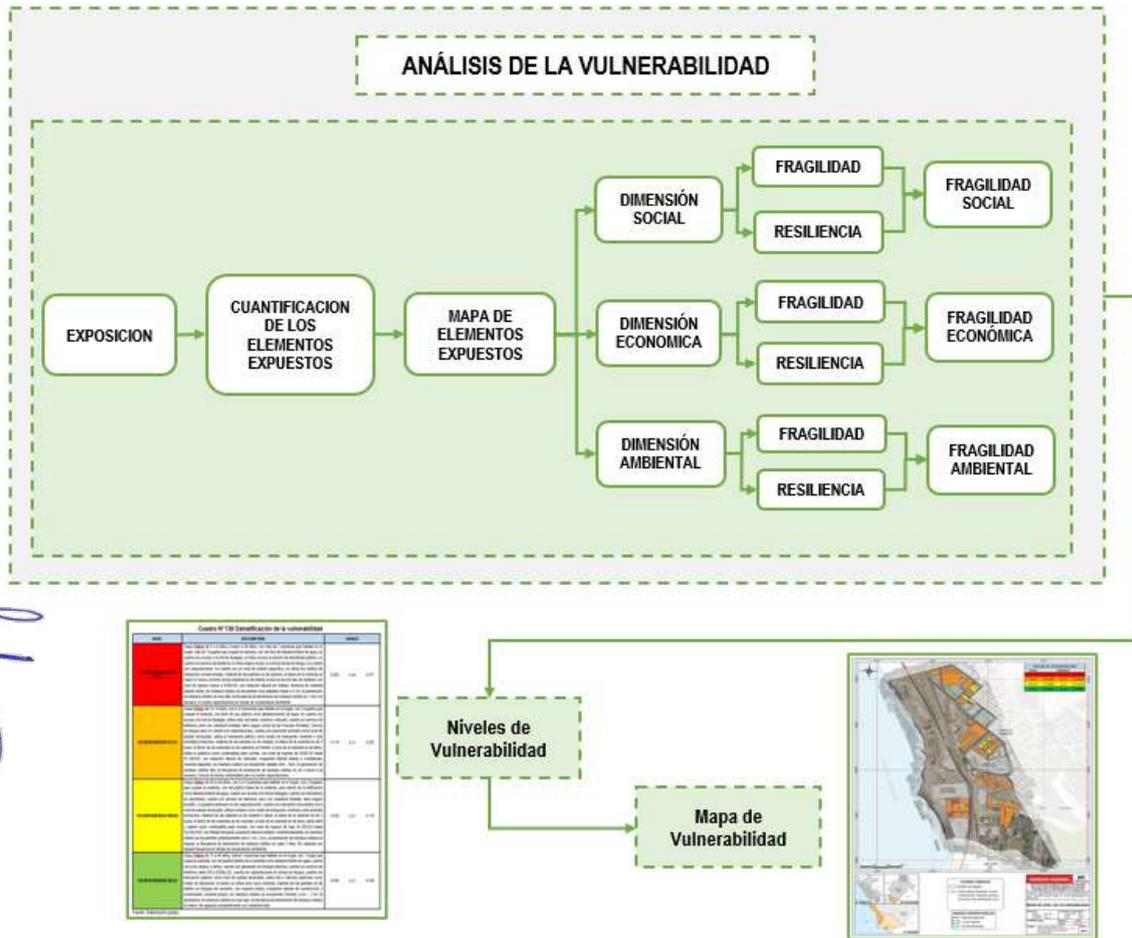


Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES

El análisis de vulnerabilidad de los elementos expuestos en el área de estudio, ubicada en los sectores de Patillos y Valle Hermoso, en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua, se ha desarrollado mediante un enfoque cuantitativo. Para ello, se ha aplicado una metodología específica que se detalla a continuación:

Gráfico N°21: Metodología para determinar el nivel de vulnerabilidad



Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.

La metodología empleada para el cálculo de la vulnerabilidad combinó el análisis de información secundaria con el levantamiento de información primaria orientada exclusivamente a la dimensión ambiental.

La información secundaria provino de los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, elaborados por el INEI, con datos desagregados a nivel de manzana. Esta fuente permitió caracterizar variables vinculadas a las dimensiones social y económica, tales como materiales predominantes en la vivienda, estructura etaria, y condición de discapacidad, entre otros.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Para la dimensión ambiental, se aplicaron encuestas de campo en los sectores de Patillos y Valle Hermoso, ubicados en el distrito de Pacocha. Estas encuestas estuvieron orientadas a identificar niveles de exposición, fragilidad y resiliencia relacionados con el entorno ambiental. Cada pregunta fue asociada a un parámetro específico, y sus alternativas funcionaron como descriptores.

Los descriptores obtenidos de ambas fuentes censal y de campo fueron integrados en matrices utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), también conocido como método de Saaty, lo que permitió asignar pesos relativos a cada parámetro dentro de las tres dimensiones evaluadas: social, económica y ambiental.

La unidad de análisis fue la manzana. Considerando su posible heterogeneidad interna, se calcularon valores promedio de los descriptores para cada una de ellas, obteniendo así un índice compuesto de vulnerabilidad.

Los niveles de vulnerabilidad se determinaron mediante un análisis integral de los componentes de exposición, fragilidad y resiliencia. Los pesos ponderados obtenidos a través del enfoque multicriterio fueron aplicados para la construcción de la matriz de vulnerabilidad, la cual sustenta la posterior zonificación del riesgo.

Cuadro N°62: Matriz de comparación de pares de las dimensiones de la vulnerabilidad

Dimensión	Económico	Social	Ambiental
Económico	1.00	2.00	3.00
Social	0.50	1.00	2.00
Ambiental	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°63: Matriz de normalización de las dimensiones de la vulnerabilidad

Dimensión	Económico	Social	Ambiental	Vector Priorización
Económico	0.545	0.571	0.500	0.539
Social	0.273	0.286	0.333	0.297
Ambiental	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°64: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico de las dimensiones de vulnerabilidad

Índice de consistencia (IC)	0.005
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.009

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Análisis de la dimensión económica**

El análisis de la dimensión económica tiene como objetivo identificar los factores que influyen en el nivel de vulnerabilidad económica de la población, así como en la posible afectación de sus medios de vida ante la ocurrencia de un fenómeno natural. Para ello, se evaluaron tres componentes fundamentales: exposición económica, fragilidad económica y resiliencia económica. A continuación, se detallan los componentes evaluados en el análisis de la vulnerabilidad desde esta dimensión:

Cuadro N°65: Matriz de comparación de pares de la dimensión económica

ECONÓMICO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.53	4.50	8.00
1/SUMA	0.65	0.22	0.13

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°66: Matriz de normalización de la dimensión económica

ECONÓMICO	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.648
Fragilidad	0.217	0.222	0.250	0.230
Resiliencia	0.130	0.111	0.125	0.122

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°67: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico de la dimensión económica

Índice de consistencia (IC)	0.002
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.004

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Análisis de la dimensión social**

La evaluación de la dimensión social permitió identificar cómo las condiciones sociales influyen en la vulnerabilidad de la población frente a fenómenos naturales. Para ello, se analizaron tres componentes: exposición social, fragilidad social y resiliencia social. La exposición considera la presencia de población en zonas susceptibles al peligro; la fragilidad, el nivel de susceptibilidad ante los impactos; y la resiliencia, la capacidad de respuesta y recuperación.

Se diferenciaron los grupos vulnerables y no vulnerables dentro del área de influencia, considerando variables socioeconómicas, demográficas y de acceso a servicios. Para el análisis de la vulnerabilidad desde la dimensión social, se evaluaron los siguientes componentes:

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°68: Matriz de comparación de pares de la dimensión social

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

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°69: Matriz de normalización de la dimensión social

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

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°70: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico de la dimensión social

Índice de consistencia (IC)	0.005
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.009

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Análisis de la dimensión ambiental**

El análisis de la dimensión ambiental identifica el grado en que los factores del entorno natural influyen en la generación o agravamiento del riesgo frente a fenómenos naturales. Se evaluaron tres componentes: exposición, fragilidad y resiliencia ambiental. La exposición se evaluó según la cercanía a fuentes de contaminación, lo que incrementa el riesgo sanitario y ambiental. La fragilidad se analizó mediante la disposición inadecuada de residuos sólidos y la limitada cobertura del servicio de recojo, factores que degradan el entorno. La resiliencia se midió por el nivel de conocimiento en conservación ambiental y reciclaje, siendo estos elementos claves para reducir la vulnerabilidad y fortalecer la capacidad de respuesta comunitaria.

Para el análisis de la vulnerabilidad desde la dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes componentes:

Cuadro N°71: Matriz de comparación de pares de la dimensión ambiental

AMBIENTAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1.00	3.00	5.00
Fragilidad	0.33	1.00	2.00
Resiliencia	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.53	4.50	8.00
1/SUMA	0.65	0.22	0.13

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°72: Matriz de normalización de la dimensión ambiental

AMBIENTAL	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Vector Priorización
Exposición	0.652	0.667	0.625	0.648
Fragilidad	0.217	0.222	0.250	0.230
Resiliencia	0.130	0.111	0.125	0.122

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°73: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico de la dimensión ambiental

Índice de consistencia (IC)	0.002
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.004

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1. Análisis de la componente exposición

La exposición se entiende como el resultado de decisiones y comportamientos que sitúan a las personas y a sus medios de subsistencia en zonas susceptibles al impacto de un peligro. Esta condición, por lo general, es consecuencia de una interacción inadecuada con el entorno, la cual puede estar motivada por diversos factores, tales como el crecimiento poblacional descontrolado, los procesos migratorios no planificados, la expansión urbana sin criterios de ordenamiento territorial o la aplicación de políticas económicas insostenibles.

Como resultado, a mayor exposición, mayor será también el nivel de vulnerabilidad, estableciéndose así una relación directa entre ambos conceptos.

En este contexto, para el análisis de la vulnerabilidad en su componente de exposición, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro N°74: Parámetros del componente exposición

Componente Exposición		
Exposición Social	Exposición Económica	Exposición Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera. ❖ Servicios educativos expuestos. ❖ Servicios de salud expuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa. ❖ Altura de edificación. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cercanía a fuentes de contaminación.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1.1. Exposición social

La exposición social frente al peligro de tsunami se analiza considerando la densidad de población por manzana en relación con la cercanía a la línea costera, así como la presencia de servicios

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

educativos y de salud expuestos. Estos factores permiten estimar el nivel de afectación potencial sobre la población y los servicios esenciales ante un evento extremo.

La densidad poblacional en zonas cercanas al litoral representa un riesgo elevado, ya que concentra un mayor número de personas en áreas susceptibles a ser inundadas. A menor distancia del mar y mayor densidad, mayor será la exposición social.

Por otro lado, la presencia de servicios educativos en zonas de riesgo expone a estudiantes y personal a escenarios de evacuación complejos, además de comprometer la continuidad del servicio. De igual modo, los establecimientos de salud ubicados en zonas inundables pueden quedar inoperativos o inaccesibles durante un tsunami, afectando gravemente la atención de emergencias.

A continuación, se presentan los parámetros utilizados para el análisis de la exposición social:

Cuadro N°75: Matriz de comparación de pares del componente exposición social

EXPOSICIÓN SOCIAL	Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Servicios educativos expuestos	Servicios de salud expuestos
Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	1.00	3.00	5.00
Servicios educativos expuestos	0.33	1.00	3.00
Servicios de salud expuestos	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00
1/SUMA	0.65	0.23	0.11

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°76: Matriz de normalización del componente exposición social

EXPOSICIÓN SOCIAL	Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Servicios educativos expuestos	Servicios de salud expuestos	Vector Priorización
Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	0.652	0.692	0.556	0.633
Servicios educativos expuestos	0.217	0.231	0.333	0.260
Servicios de salud expuestos	0.130	0.077	0.111	0.106
				1.000

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°77: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente exposición social

Índice de consistencia (IC)	0.019
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.037

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del componente exposición social permite jerarquizar los factores que determinan el nivel de exposición de la población frente a un evento de tsunami, considerando variables clave como la concentración poblacional y los servicios críticos en riesgo.

La densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera presenta la mayor influencia en la exposición (0.633), al reflejar la cantidad de personas potencialmente afectadas en zonas próximas al litoral. Le siguen los servicios educativos expuestos (0.260), dada su importancia en la protección de menores en situación de emergencia, y los servicios de salud expuestos (0.106), esenciales para la atención post-impacto.

Asimismo, para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de la exposición social, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera

La densidad poblacional cercana al litoral constituye un factor crítico en la exposición social frente a tsunamis. A mayor cantidad de personas por manzana y menor distancia a la costa, el riesgo de pérdida de vidas humanas se incrementa considerablemente, debido al escaso tiempo de reacción y la congestión en las rutas de evacuación.

En primer lugar, las manzanas con más de 200 personas son las más expuestas, ya que la alta concentración poblacional dificulta la evacuación y aumenta el número potencial de víctimas. Le siguen aquellas con 151 a 200 personas, las cuales mantienen una densidad significativa que representa un riesgo elevado, especialmente en zonas sin infraestructura de evacuación adecuada.

En un nivel intermedio se ubican las manzanas con 101 a 150 personas, que, si bien presentan menor densidad, aún concentran una cantidad considerable de población en zonas susceptibles. Luego, las manzanas con 51 a 100 personas presentan una exposición reducida, dado que la menor presión poblacional facilita el desplazamiento y la salida oportuna en caso de alerta.

Por último, las manzanas con menos de 50 personas son las menos expuestas, ya que su baja densidad permite una evacuación más ágil y disminuye el riesgo de afectación directa.

Cuadro N°78: Matriz de comparación de pares del parámetro densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera

Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Mayor a 200 personas	De 151 a 200 personas	De 101 a 150 personas	De 51 a 100 personas	Menor a 50 personas
Mayor a 200 personas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 151 a 200 personas	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 101 a 150 personas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 51 a 100 personas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 50 personas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°79: Matriz de Normalización del parámetro densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera

Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Mayor a 200 personas	De 151 a 200 personas	De 101 a 150 personas	De 51 a 100 personas	Menor a 50 personas	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Mayor a 200 personas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
De 151 a 200 personas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
De 101 a 150 personas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
De 51 a 100 personas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Menor a 50 personas	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°80: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera permite jerarquizar el nivel de exposición de la población ante la ocurrencia de un tsunami, considerando su concentración en zonas vulnerables próximas al litoral.

El descriptor “Mayor a 200 personas” alcanza la mayor ponderación con un vector de priorización de 0.503, indicando un alto grado de vulnerabilidad debido a la dificultad que representaría evacuar a una población numerosa en poco tiempo. Le siguen los rangos de 151 a 200 personas (0.260), 101 a 150 (0.134), 51 a 100 (0.068) y, finalmente, “Menor a 50 personas” con el valor más bajo (0.035), reflejando menor riesgo relativo.

Esta jerarquización es clave para priorizar áreas críticas donde implementar infraestructura de evacuación, campañas de preparación y sistemas de alerta temprana.

b) Servicios educativos expuestos

La ubicación de instituciones educativas dentro del área de inundación representa un alto nivel de exposición, ya que albergan a una población vulnerable —como infantes y adolescentes— y su afectación compromete no solo la seguridad de estudiantes y docentes, sino también su posible uso como refugios o centros de atención tras el evento.

En primer lugar, cuando más del 75% del servicio educativo se encuentra expuesto, la exposición es crítica, pues un colapso o daño simultáneo afectaría a la mayoría de la población escolar. Le sigue el rango del 50% al 75% expuesto, que, si bien es menor, aún compromete una parte sustancial de la infraestructura educativa. En nivel intermedio, el rango del 25% al 50% expuesto indica un grado moderado de exposición, donde algunas instituciones podrían

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

mantenerse operativas. En cuarto lugar, el rango del 10% al 25% refleja una afectación reducida, aunque aún relevante a nivel local.

Por último, cuando menos del 10% del servicio educativo se encuentra expuesto, el nivel de riesgo es mínimo, ya que la mayoría de instituciones están fuera del área de peligro o cuentan con mejores condiciones de seguridad y evacuación.

Cuadro N°81: Matriz de comparación de pares del parámetro servicios educativos expuestos

Servicios educativos expuestos	> 75% del servicio expuesto	Del 50% a 75% del servicio expuesto	Del 25% a 50% del servicio expuesto	Del 10% a 25% del servicio expuesto	< 10% del servicio expuesto
> 75% del servicio expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Del 50% a 75% del servicio expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Del 25% a 50% del servicio expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Del 10% a 25% del servicio expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
< 10% del servicio expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°82: Matriz de Normalización del parámetro servicios educativos expuestos

Servicios educativos expuestos	> 75% del servicio expuesto	Del 50% a 75% del servicio expuesto	Del 25% a 50% del servicio expuesto	Del 10% a 25% del servicio expuesto	< 10% del servicio expuesto	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
> 75% del servicio expuesto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Del 50% a 75% del servicio expuesto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Del 25% a 50% del servicio expuesto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Del 10% a 25% del servicio expuesto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
< 10% del servicio expuesto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°83: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro servicios educativos expuestos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro servicios educativos expuestos permite jerarquizar el nivel de afectación del sistema educativo frente al peligro de tsunami, en función al grado

de exposición porcentual. El descriptor “mayor del 75% del servicio expuesto” presenta la mayor ponderación con un vector de priorización de 0.503, indicando una situación de alta vulnerabilidad estructural y funcional. A medida que el porcentaje de exposición disminuye de 50% a 75% del servicio expuesto (0.260), de 25% a 50% del servicio expuesto (0.134), de 10% a 25% del servicio expuesto (0.068) y menor al 10% del servicio expuesto (0.035) el nivel de prioridad relativa también descende, reflejando una menor presión sobre la infraestructura educativa ante la amenaza.

Esta jerarquización permite priorizar zonas que requieren medidas urgentes como la reubicación de locales escolares, implementación de planes de evacuación y fortalecimiento de capacidades en gestión del riesgo.

c) Servicios de salud expuestos

La exposición de los servicios de salud ante un tsunami representa un riesgo crítico, ya que estos establecimientos son esenciales para la atención de heridos, la respuesta inmediata y la continuidad de la atención médica post - evento. Su afectación compromete directamente la capacidad operativa del sistema de salud en situaciones de emergencia. Cuando más del 75% del servicio de salud se encuentra expuesto, el riesgo es extremo, ya que la pérdida funcional de la infraestructura sanitaria afectaría de forma generalizada a toda la población. Le sigue el rango de más del 50% y hasta el 75% expuesto, donde la atención de emergencias se vería seriamente limitada.

En nivel intermedio, si entre el 25% y el 50% del servicio está comprometido, aún se mantiene cierta capacidad operativa, aunque con restricciones significativas. Luego, con una exposición entre el 10% y el 25%, el riesgo se reduce, aunque sigue siendo importante, sobre todo si los establecimientos afectados son estratégicos.

Finalmente, cuando el 10% o menos del servicio de salud está expuesto, el nivel de riesgo es bajo, ya que la mayoría de los establecimientos están fuera del área de inundación y podrían mantenerse operativos tras el evento.

Cuadro N°84: Matriz de comparación de pares del parámetro servicios de salud expuestos

Servicios de salud expuestos	> 75% del servicio expuesto	<= 75% y > 50% del servicio expuesto	<= 50% y >25% del servicio expuesto	<=25% y > 10% del servicio expuesto	<= 10% del servicio expuesto
> 75% del servicio expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
<= 75% y > 50% del servicio expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
<= 50% y >25% del servicio expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
<=25% y > 10% del servicio expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
<= 10% del servicio expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°85: Matriz de Normalización del parámetro servicios de salud expuestos

Servicios de salud expuestos	> 75% del servicio expuesto	<= 75% y > 50% del servicio expuesto	<= 50% y > 25% del servicio expuesto	<= 25% y > 10% del servicio expuesto	<= 10% del servicio expuesto	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
> 75% del servicio expuesto	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
<= 75% y > 50% del servicio expuesto	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
<= 50% y > 25% del servicio expuesto	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
<= 25% y > 10% del servicio expuesto	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
<= 10% del servicio expuesto	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°86: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro servicios de salud expuestos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro servicios de salud expuestos permite evaluar la vulnerabilidad de los establecimientos de salud frente a un evento de tsunami, considerando su nivel de exposición en zonas cercanas a la costa.

El descriptor “más del 75% del servicio expuesto” presenta la mayor priorización con un vector de 0.503, lo que refleja una alta susceptibilidad del sistema de atención ante un evento extremo. En orden decreciente siguen: entre el 75% y 50% (0.260), entre 50% y 25% (0.134), entre el 25% y 10% (0.068) y menor al 10% del servicio expuesto (0.035), considerado el de menor impacto.

Este parámetro es esencial para orientar acciones preventivas en salud, como la relocalización, refuerzo estructural o la instalación de servicios alternativos en zonas seguras.

3.2.1.2. Exposición económica

La exposición económica frente a tsunamis se evalúa a partir de dos parámetros clave: la distancia de las viviendas por manzana a la línea de costa y la altura de edificación. Ambos permiten estimar el riesgo económico potencial, en función de la ubicación y características físicas de las construcciones.

La distancia a la línea de costa es un factor determinante, ya que las viviendas más cercanas al litoral presentan mayor probabilidad de pérdida económica debido al impacto directo del tsunami. A medida que aumenta la distancia, la exposición disminuye de forma progresiva.

Asimismo, la altura de edificación influye directamente en el nivel de afectación. Las viviendas de una sola planta son más vulnerables, mientras que las de dos o más niveles pueden ofrecer cierto grado de protección en pisos superiores, lo que reduce la pérdida directa de activos.

Estos criterios permiten identificar zonas con alta concentración de bienes expuestos y facilitan la priorización de medidas de mitigación, como el reordenamiento del espacio urbano, el refuerzo estructural de edificaciones y la implementación de planes de evacuación vertical.

A continuación, se detallan los parámetros considerados para el análisis de la exposición económica:

Cuadro N°87: Matriz de comparación de pares del componente exposición económica

EXPOSICIÓN ECONÓMICA	Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	Altura de edificación
Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	1.00	-
Altura de edificación	-	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°88: Matriz de normalización del componente exposición económica

EXPOSICIÓN ECONÓMICA	Vector Priorización
Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	0.600
Altura de edificación	0.400
	1.000

Fuente: Elaboración Propia.

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

a) Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa

La cercanía de las viviendas a la línea costera es un factor determinante en su nivel de exposición económica frente a un tsunami. A menor distancia, mayor es la probabilidad de daño directo a la infraestructura y pérdida de bienes materiales.

Las viviendas ubicadas entre 0 y 200 metros del litoral son las más expuestas, ya que se encuentran dentro de la zona de impacto inmediato de la ola, lo que puede generar colapso estructural y pérdida total del inmueble. Les siguen aquellas situadas entre 200 y 400 metros, aún en áreas de fuerte afectación, donde los daños pueden ser severos según la topografía y forma del litoral.

En tercer lugar, las viviendas entre 400 y 600 metros presentan un nivel de exposición intermedio, dependiendo de la pendiente del terreno y posibles barreras naturales. Luego, aquellas entre 600 y 800 metros presentan una exposición baja, aunque podrían ser afectadas por rebalses o flujos secundarios. Finalmente, las viviendas ubicadas a más de 800 metros de la costa se consideran las menos expuestas, ya que se sitúan fuera del alcance directo del tsunami en la mayoría de escenarios modelados.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°89: Matriz de comparación de pares del parámetro distancia de vivienda por manzana a la línea de costa

Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	De 0 a 200 m.	De 200 a 400 m.	De 400 a 600 m.	De 600 a 800 m.	Mayor a 800 m.
De 0 a 200 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 200 a 400 m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 400 a 600 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 600 a 800 m.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 800 m.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°90: Matriz de Normalización del parámetro distancia de vivienda por manzana a la línea de costa

Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	De 0 a 200 m.	De 200 a 400 m.	De 400 a 600 m.	De 600 a 800 m.	Mayor a 800 m.	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
De 0 a 200 m.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
De 200 a 400 m.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
De 400 a 600 m.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
De 600 a 800 m.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Mayor a 800 m.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°91: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro distancia de vivienda por manzana a la línea de costa

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro distancia de vivienda por manzana a la línea de costa permite jerarquizar el grado de exposición ante un evento de tsunami, según la proximidad de las viviendas a la línea costera. El descriptor “De 0 a 200 metros” presenta la mayor ponderación (0.503), evidenciando que las viviendas ubicadas en esta franja son las más expuestas al impacto directo del oleaje. En orden decreciente de vulnerabilidad, le siguen las viviendas ubicadas entre 200 y 400 metros (0.260), 400 y 600 metros (0.134), 600 y 800 metros (0.068), y aquellas a más de 800 metros (0.035), las cuales presentan una exposición mínima.

Esta jerarquización es fundamental para definir zonas críticas de intervención, implementar barreras naturales o estructurales, y orientar la planificación del uso del suelo en zonas costeras.

b) Altura de edificación

La altura de la edificación influye directamente en el nivel de exposición económica frente a un tsunami, ya que determina qué parte de la infraestructura y sus contenidos se verán afectados por el ingreso del agua. A menor altura, mayor es el riesgo de daños estructurales y pérdidas materiales. Las edificaciones con alturas de 0 a 4 metros presentan la mayor exposición, ya que se ubican por debajo o dentro del rango promedio de altura de inundación en áreas costeras, lo que implica alta probabilidad de daño total. Le siguen las construcciones entre 4 y 7 metros, que, aunque algo elevadas, siguen siendo vulnerables ante tsunamis de mediana intensidad o en zonas de canalización natural del flujo.

En nivel intermedio están las edificaciones entre 7 y 10 metros, con menor exposición, ya que solo los niveles inferiores serían afectados. Posteriormente, las edificaciones de 10 a 13 metros presentan una exposición baja, pues una mayor parte de la estructura queda fuera del alcance de la ola. Finalmente, las construcciones con alturas mayores a 13 metros tienen la menor exposición, tanto por la protección que brinda su altura como por la posibilidad de evacuar verticalmente a zonas seguras.

Cuadro N°92: Matriz de comparación de pares del parámetro altura de edificación

Altura de edificación	De 0 a 4 m.	De 4 a 7 m.	De 7 a 10 m.	De 10 a 13 m.	Mayor a 13 m.
De 0 a 4 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 4 a 7 m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 7 a 10 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 10 a 13 m.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Mayor a 13 m.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°93: Matriz de Normalización del parámetro altura de edificación

Altura de edificación	De 0 a 4 m.	De 4 a 7 m.	De 7 a 10 m.	De 10 a 13 m.	Mayor a 13 m.	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
De 0 a 4 m.	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
De 4 a 7 m.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
De 7 a 10 m.	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
De 10 a 13 m.	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Mayor a 13 m.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°94: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro altura de edificación

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.1.3. Exposición ambiental

La exposición ambiental frente a tsunamis se evalúa considerando la cercanía de ecosistemas y zonas pobladas a fuentes de contaminación, tales como botaderos informales, redes de alcantarillado, industrias, plantas de tratamiento mal ubicadas o depósitos de residuos peligrosos.

En escenarios de inundación, estas fuentes pueden ser removidas, dispersadas o reactivadas por la fuerza del agua, generando impactos secundarios severos sobre el entorno natural y la salud pública. A menor distancia entre la fuente contaminante y la zona expuesta, mayor es el riesgo de dispersión de contaminantes hacia suelos, cuerpos de agua y áreas habitadas.

Este parámetro permite identificar áreas ambientalmente vulnerables, donde la interacción entre el tsunami y las fuentes contaminantes podría amplificar los efectos del desastre.

A continuación, se presenta el parámetro considerado para el análisis de la exposición ambiental:

Cuadro N°95: Matriz de comparación de pares del componente exposición ambiental

EXPOSICIÓN AMBIENTAL	Cercanía a fuentes de contaminación
Cercanía a fuentes de contaminación	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°96: Matriz de normalización del componente exposición ambiental

EXPOSICIÓN AMBIENTAL	Vector Priorización
Cercanía a fuentes de contaminación	1.000

Fuente: Elaboración Propia.

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

a) Cercanía a fuentes de contaminación

La proximidad de las viviendas a fuentes de contaminación como botaderos informales, alcantarillas abiertas, relaves o aguas residuales expuestas incrementa la exposición ambiental ante un tsunami, ya que favorece la dispersión de agentes patógenos, residuos y materiales peligrosos durante la inundación, afectando la salubridad del entorno tras el evento.

Las zonas muy cercanas (0 a 100 m.) presentan la mayor fragilidad, dado que el arrastre de contaminantes es casi inmediato y afecta directamente la salud pública y la recuperación post - desastre. Le siguen las áreas cercanas (101 a 150 m.), donde el riesgo de contaminación sigue siendo alto por la poca distancia al foco contaminante.

En nivel intermedio se ubican las zonas medianamente cercanas (150 a 200 m.), que aún mantienen riesgo moderado de afectación por dispersión de residuos. Posteriormente, las zonas alejadas (201 a 250 m.) presentan baja fragilidad, aunque pueden verse afectadas de forma indirecta. Finalmente, las zonas muy alejadas (más de 250 m.) tienen la menor fragilidad ambiental, al mantenerse fuera del rango de arrastre directo de contaminantes durante un tsunami.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°97: Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a fuentes de contaminación

Cercanía a fuentes de contaminación	Muy cercana de 0 a 100 m.	Cercana de 101 a 150 m.	Medianamente cerca de 150 a 200 m.	Alejada de 201 a 250 m.	Muy alejada más de 250 m.
Muy cercana de 0 a 100 m.	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercana de 101 a 150 m.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente cerca de 150 a 200 m.	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada de 201 a 250 m.	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada más de 250 m.	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°98: Matriz de Normalización del parámetro cercanía a fuentes de contaminación

Cercanía a fuentes de contaminación	Muy cercana de 0 a 100 m	Cercana de 101 a 150 m	Medianamente cerca de 150 a 200 m	Alejada de 201 a 250 m	Muy alejada más de 250 m	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
Muy cercana de 0 a 100	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Cercana de 101 a 150 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Medianamente cerca de 150 a 200 m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Alejada de 201 a 250 m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Muy alejada más de 250 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°99: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro cercanía a fuentes de contaminación

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro cercanía a fuentes de contaminación evalúa el nivel de exposición ambiental de las viviendas, considerando su proximidad a focos contaminantes, lo cual puede intensificar la vulnerabilidad en contextos de desastres como tsunamis.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Las viviendas muy cercanas (0 a 100 m) obtienen la mayor ponderación (0.503), al representar el mayor riesgo de afectación por residuos peligrosos o materiales tóxicos en caso de inundación. Les siguen las ubicadas entre 101 y 150 m (0.260), 150 a 200 m (0.134), 201 a 250 m (0.068) y, con la menor exposición, las que se encuentran a más de 250 m (0.035).

3.2.2. Ponderación de los parámetros de exposición

Cuadro N°100: Ponderación de parámetros de exposición social

Exposición Social				
Densidad de población por manzanas respecto a la cercanía a la línea costera	Servicios educativos expuestos	Servicios de salud expuestos	Valor Exposición Social	Peso Exposición Social
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.318	0.131	0.053	0.503	0.539
0.165	0.068	0.028	0.260	0.539
0.085	0.035	0.014	0.134	0.539
0.043	0.018	0.007	0.068	0.539
0.022	0.009	0.004	0.035	0.539

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°101: Ponderación de parámetros de exposición económica



Exposición Económica			
Distancia de vivienda por manzana a la línea de costa	Altura de edificación	Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica
Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.302	0.201	0.503	0.648
0.156	0.104	0.260	0.648
0.081	0.054	0.134	0.648
0.041	0.027	0.068	0.648
0.021	0.014	0.035	0.648

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°102: Ponderación de parámetros de exposición ambiental



Exposición Ambiental		
Cercanía a fuentes de contaminación	Valor Exposición Ambiental	Peso Exposición Ambiental
Pdes x P par		P_FACTOR
0.503	0.503	0.648
0.260	0.260	0.648
0.134	0.134	0.648
0.068	0.068	0.648
0.035	0.035	0.648

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3. Análisis de la componente fragilidad

La fragilidad se refiere a las condiciones internas de una población que la colocan en situación de desventaja o con menor capacidad de resistencia ante la ocurrencia de un peligro. Este concepto se centra principalmente en los aspectos físicos y estructurales de una comunidad o sociedad, tales como las características de las edificaciones, el uso de materiales inadecuados o el incumplimiento de normas técnicas de construcción. En términos generales, un mayor nivel de fragilidad implica un incremento en la vulnerabilidad, ya que reduce la capacidad de absorción, resistencia o recuperación frente a eventos adversos.

En ese sentido, para el análisis de la vulnerabilidad en su componente de fragilidad, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro N°103: Parámetros del componente fragilidad

Componente Fragilidad		
Fragilidad Social	Fragilidad Económica	Fragilidad Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Grupo Etario. ❖ Tipo de acceso a abastecimiento de agua. ❖ Tipo de acceso a servicio de alcantarillado. ❖ Discapacidad. ❖ Acceso al servicio de alumbrado. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Material de techo. ❖ Material de pared. ❖ Condición de ocupación. ❖ Tipo de combustible. ❖ Equipamiento domiciliario. ❖ Material de piso. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Disposición de residuos sólidos. ❖ Servicio de recojo de residuos sólidos.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3.1. Fragilidad social

En el análisis de fragilidad social ante tsunamis, se ha reorganizado la jerarquía de los descriptores en función de su incidencia directa en la vulnerabilidad de la población. El grupo etario se mantiene como el más crítico, dado que infantes y adultos mayores presentan una alta dependencia y limitaciones físicas que dificultan su evacuación ante un evento repentino.

En segundo lugar, el tipo de acceso al abastecimiento de agua asciende en la jerarquía, ya que una parte significativa de la población aún depende de medios precarios como camiones cisterna o fuentes comunitarias, lo que limita su capacidad de preparación y recuperación. De forma similar, el acceso al servicio de alcantarillado también sube de posición, pues la existencia de pozos ciegos o eliminación no técnica de excretas incrementa el riesgo sanitario posterior al evento.

Por otro lado, la discapacidad, aunque representa una condición de alta vulnerabilidad individual, se ubica en cuarto lugar debido a que las personas en esta condición no superan el 20% del total poblacional del área de estudio, lo que reduce su impacto agregado frente a factores más extendidos. Finalmente, el acceso al alumbrado eléctrico se mantiene en último lugar, ya que su afectación tiene un efecto más indirecto sobre la seguridad y la recuperación inmediata, especialmente cuando existen medios alternativos de iluminación o comunicación.

En ese contexto, para el análisis de la fragilidad social se consideran los siguientes parámetros:

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°104: Matriz de comparación de pares del componente fragilidad social

FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Discapacidad	Acceso al servicio de alumbrado
Grupo Etario	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Tipo de acceso a abastecimiento de agua	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Discapacidad	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Acceso al servicio de alumbrado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°105: Matriz de normalización del componente fragilidad social

FRAGILIDAD SOCIAL	Grupo Etario	Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Discapacidad	Acceso al servicio de alumbrado	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Grupo Etario	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.74	5.455
Tipo de acceso a abastecimiento de agua	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.41	5.432
Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.70	5.204
Discapacidad	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.34	5.030
Acceso al servicio de alumbrado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.18	5.093
						1.000		PROMEDIO	5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°106: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente fragilidad social

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del componente “fragilidad social” permite jerarquizar las variables que aumentan la vulnerabilidad de la población frente a un tsunami, considerando sus condiciones sociales y el acceso limitado a servicios básicos.

El grupo etario es el factor más influyente, con un vector de priorización de 0.503, al reflejar la alta susceptibilidad de personas adultas mayores, niños y otros grupos dependientes ante situaciones de emergencia. Le siguen el tipo de acceso al abastecimiento de agua (0.260) y al servicio de alcantarillado (0.134), que representan condiciones de precariedad que restringen la capacidad de respuesta y recuperación.

Con menor peso relativo, pero aún relevantes, se encuentran la presencia de personas con discapacidad (0.068) y el acceso al alumbrado público (0.035), los cuales afectan la movilidad, seguridad y autonomía de la población durante un evento de evacuación o rescate.

Para la determinación de los pesos ponderados asignados a cada parámetro, se aplicó el proceso de análisis jerárquico (AHP). A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

a) Grupo Etario

El grupo etario es un factor determinante en la fragilidad social ante tsunamis, pues influye directamente en la capacidad de evacuación y de reacción inmediata. Las personas consideradas infantes y adultos mayores son las más frágiles debido a su alta dependencia, limitada movilidad y necesidad de asistencia constante, especialmente durante un evento súbito como un tsunami.

Le siguen los niños, que, si bien tienen mayor movilidad que los infantes, aún requieren supervisión y guía para actuar en una situación de emergencia. En tercer lugar, se ubica la adolescencia, ya que poseen mayor autonomía física, pero pueden carecer de criterio para una evacuación efectiva. Posteriormente, los jóvenes muestran menor fragilidad, pues cuentan con suficiente capacidad física y cognitiva para responder ante el evento. Finalmente, los adultos presentan la menor fragilidad, al reunir condiciones físicas y mentales que les permiten actuar con rapidez, tomar decisiones y apoyar a otros durante la emergencia.

Cuadro N°107: Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario

Grupo Etario	Infantes y adultos mayores	Niños	Adolescencia	Juventud	Adultos
Infantes y adultos mayores	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Niños	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Adolescencia	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Juventud	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Adultos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°108: Matriz de Normalización del parámetro grupo etario

Grupo Etario	Infantes y adultos mayores	Niños	Adolescencia	Juventud	Adultos	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Infantes y adultos mayores	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Niños	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Adolescencia	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Juventud	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Adultos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°109: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro grupo etario

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia

La matriz de normalización del parámetro grupo etario jerarquiza la vulnerabilidad según las edades de la población frente a un tsunami. El grupo de infantes y adultos mayores presenta la mayor ponderación (0.503), dada su limitada autonomía para evacuar y alta dependencia del entorno.

En segundo lugar, se ubican los niños (0.260), seguidos de la adolescencia (0.134) y la juventud (0.068), quienes muestran capacidades crecientes de respuesta, pero aún con riesgos asociados a desconocimiento o falta de preparación. Los adultos (0.035) registran la menor ponderación, por su potencial de actuar de forma autónoma y asistir a otros.

b) Tipo de acceso a abastecimiento de agua

El acceso al agua es un componente clave en la fragilidad social, ya que determina las condiciones de vida básicas y la capacidad de respuesta frente a un tsunami. Las viviendas que dependen de otro tipo de abastecimiento (acopio informal, acarreo manual, fuentes naturales no controladas) presentan la mayor fragilidad, debido a la inestabilidad del recurso y la dificultad para asegurar su disponibilidad durante y después del desastre.

En segundo lugar, se ubican las viviendas que reciben agua mediante camión cisterna u otro similar, ya que, aunque el suministro es más organizado, sigue siendo discontinuo y vulnerable a interrupciones. Luego se encuentran aquellas que utilizan pilón o pileta de uso público, que representan cierto nivel de acceso comunitario, pero sin cobertura domiciliaria directa.

En penúltimo lugar están las viviendas conectadas a la red pública fuera de la vivienda, las cuales cuentan con acceso regular pero limitado en términos de comodidad y rapidez de uso. Finalmente, las viviendas con red pública dentro del domicilio presentan la menor fragilidad, al contar con suministro continuo y seguro, lo que facilita la preparación, higiene y recuperación post desastre.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°110: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de acceso a abastecimiento de agua

Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Otro tipo de abastecimiento	Camión - cisterna u otro similar	Pilón o pileta de uso público	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Red pública dentro de la vivienda
Otro tipo de abastecimiento	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Camión - cisterna u otro similar	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pilón o pileta de uso público	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública dentro de la vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°111: Matriz de Normalización del parámetro tipo de acceso a abastecimiento de agua

Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Otro tipo de abastecimiento	Camión - cisterna u otro similar	Pilón o pileta de uso público	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Red pública dentro de la vivienda	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
Otro tipo de abastecimiento	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Camión - cisterna u otro similar	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Pilón o pileta de uso público	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Red pública dentro de la vivienda	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°112: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de acceso a abastecimiento de agua

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

Esta matriz permite priorizar los distintos tipos de acceso al agua según su grado de vulnerabilidad ante un evento de tsunami. Se considera que un abastecimiento precario incrementa la fragilidad de la población afectada.

El tipo de acceso con mayor ponderación corresponde a “Otro tipo de abastecimiento” (0.503), lo cual indica una alta exposición debido a su inestabilidad o informalidad. Le sigue el abastecimiento mediante “Camión – cisterna u otro similar” (0.260), que presenta una cobertura limitada y poco constante.

Los niveles más bajos de fragilidad se asocian al acceso a través de “Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación” (0.068) y especialmente a la “Red pública dentro de la vivienda” (0.035), reflejando condiciones de menor exposición y mayor resiliencia frente a un desastre.

c) Tipo de acceso a servicio de alcantarillado

El acceso a un sistema adecuado de eliminación de excretas es un factor clave en la fragilidad social ante tsunamis, ya que influye directamente en las condiciones de salubridad y en la capacidad de recuperación tras el evento. En este análisis, se ha jerarquizado a los descriptores considerando tanto su exposición inmediata durante el impacto, como su funcionalidad y sostenibilidad post desastre.

En primer lugar, se ubica el grupo de viviendas con otro tipo de eliminación de excretas, como letrinas informales, disposición directa al ambiente o eliminación improvisada. Estos sistemas, al carecer de infraestructura técnica, son arrasados fácilmente por el agua, generando una rápida dispersión de contaminantes que afectan la salud pública.

Le sigue el pozo ciego o negro, que, aunque tiene una estructura cerrada, suele colapsar o rebalsarse durante la inundación, al no contar con tratamiento ni ventilación adecuada. En tercer lugar, se posiciona la red pública de desagüe fuera de la vivienda, ya que, si bien es parte de un sistema formal, su ubicación externa limita el acceso inmediato y lo hace vulnerable al arrastre o taponamiento por sedimentos.

Posteriormente, el pozo séptico, tanque séptico o biodigestor representa una opción más autónoma y estable, especialmente si cuenta con diseño técnico adecuado. Puede resistir mejor que conexiones externas, aunque requiere mantenimiento periódico para asegurar su funcionalidad. Finalmente, las viviendas conectadas a la red pública de desagüe dentro de la vivienda presentan la menor fragilidad, al contar con un sistema cerrado, accesible y gestionado, lo cual facilita tanto la evacuación segura de aguas residuales como la recuperación sanitaria posterior al evento.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°113: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de acceso a servicio de alcantarillado

Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Otro tipo de eliminación de excretas	Pozo ciego o negro	Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Red pública de desagüe dentro de la vivienda
Otro tipo de eliminación de excretas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Pozo ciego o negro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°114: Matriz de Normalización del parámetro tipo de acceso a servicio de alcantarillado

Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Otro tipo de eliminación de excretas	Pozo ciego o negro	Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Otro tipo de eliminación de excretas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Pozo ciego o negro	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°115: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de acceso a servicio de alcantarillado

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La Matriz de Normalización del parámetro tipo de acceso a servicio de alcantarillado permite jerarquizar los niveles de fragilidad social ante tsunamis según el tipo de acceso al sistema de alcantarillado. Las viviendas que emplean “otro tipo de eliminación de excretas” presentan la mayor fragilidad (vector 0.503), debido a condiciones sanitarias precarias. Le siguen el “pozo ciego o negro” (0.260) y el “pozo séptico” (0.134), que también reflejan deficiencias en saneamiento básico.

En contraste, la fragilidad disminuye en viviendas conectadas a la “red pública fuera de la vivienda” (0.068) y especialmente en aquellas con “red pública dentro de la vivienda” (0.035), que ofrecen una mayor estabilidad sanitaria frente a eventos extremos.

d) Discapacidad

La presencia de alguna discapacidad influye directamente en la fragilidad social frente a un tsunami, ya que puede limitar la capacidad de evacuar, comprender alertas o seguir instrucciones durante la emergencia. En este contexto, se ha jerarquizado los tipos de discapacidad en función de su impacto inmediato en la respuesta individual y colectiva ante el evento.

Las personas con discapacidad para entender o relacionarse presentan la mayor fragilidad, ya que enfrentan serias dificultades para reconocer señales de alerta, procesar información y actuar rápidamente, lo que compromete severamente su seguridad en momentos críticos. Le siguen aquellas con discapacidad para moverse, ya que su capacidad de evacuación es limitada, requiriendo asistencia directa para desplazarse a zonas seguras.

En tercer lugar, se ubican las personas con discapacidad para ver, quienes, aunque pueden desplazarse, necesitan orientación constante para moverse con seguridad en un entorno alterado por el desastre. Luego, aquellas con dificultades para oír o hablar presentan menor fragilidad relativa, ya que suelen ser funcionales en términos físicos, aunque pueden tener problemas para recibir o transmitir información si no están debidamente integradas a los sistemas de alerta accesibles.

Finalmente, las personas sin discapacidad presentan la menor fragilidad, al poder actuar de manera autónoma durante y después del evento.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°116: Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad

Discapacidad	Entender o para relacionarse	Moverse	Ver	Oír / Hablar	Sin ninguna discapacidad
Entender o para relacionarse	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Moverse	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Ver	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Oír / Hablar	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Sin ninguna discapacidad	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°117: Matriz de Normalización del parámetro discapacidad

Discapacidad	Entender o para relacionarse	Moverse	Ver	Oír / Hablar	Sin ninguna discapacidad	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
Entender o para relacionarse	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Moverse	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Ver	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Oír / Hablar	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Sin ninguna discapacidad	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°118: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro discapacidad

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La Matriz de Normalización del parámetro discapacidad jerarquiza el nivel de fragilidad social ante tsunamis, según las limitaciones funcionales de la población. Las personas con discapacidad para entender o relacionarse registran la mayor fragilidad (vector 0.503), debido a su limitada capacidad para comprender alertas o actuar con autonomía.

Le siguen quienes tienen dificultades para moverse (0.260), ver (0.134) y oír o hablar (0.068), cuyas restricciones afectan su tiempo de reacción y evacuación.

En contraste, la población sin ninguna discapacidad presenta la menor fragilidad (0.035), al contar con mejores condiciones para responder ante emergencias.

e) Acceso al servicio de alumbrado

condiciona la visibilidad, la comunicación y la seguridad durante la evacuación y en las primeras horas tras el impacto. Aunque no determina por sí solo la supervivencia, sí incide en la capacidad de reacción organizada y en la percepción de riesgo.

En primer lugar, los sectores donde menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico presentan la mayor fragilidad, debido a que la oscuridad limita severamente la evacuación nocturna, dificulta la orientación y restringe el uso de dispositivos de comunicación o alerta. Le siguen aquellas zonas con menos del 40% de cobertura, donde las limitaciones persisten, aunque con ligeras mejoras en términos de iluminación comunitaria.

En tercer lugar, están las áreas con menos del 60% de cobertura, que si bien cuentan con una red básica, aún enfrentan riesgos considerables en términos de visibilidad y seguridad. Luego, aquellas con menos del 80% de cobertura muestran menor fragilidad relativa, ya que la mayoría de viviendas dispone de alumbrado, favoreciendo una evacuación más segura.

Finalmente, las zonas donde más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico presentan la menor fragilidad, pues se facilita el acceso a medios de comunicación, alerta temprana, iluminación para evacuación y seguridad durante la emergencia.

Cuadro N°119: Matriz de comparación de pares del parámetro acceso al servicio de alumbrado

Acceso al servicio de alumbrado	Menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico
Menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°120: Matriz de Normalización del parámetro acceso al servicio de alumbrado

Acceso al servicio de alumbrado	Menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Menos del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°121: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro acceso al servicio de alumbrado

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro acceso al servicio de alumbrado permite valorar la fragilidad de la población frente a un tsunami, considerando el grado de cobertura del alumbrado eléctrico en las viviendas. Aquellos sectores donde menos del 20% cuenta con este servicio presentan mayor fragilidad (vector 0.503), por su limitada capacidad para realizar evacuaciones seguras en condiciones de oscuridad.

A medida que aumenta la cobertura de menos del 40% (0.260) a menos del 80% (0.068) se reduce progresivamente el nivel de vulnerabilidad. Finalmente, en las zonas donde más del 80% de las viviendas tienen acceso a alumbrado, la fragilidad es mínima (0.035), ya que las condiciones de visibilidad favorecen una respuesta más oportuna frente a la amenaza.

3.2.3.2. Fragilidad económica

En el análisis de fragilidad económica ante tsunamis, el material del techo ocupa el primer lugar, al ser el componente más vulnerable estructuralmente frente a la fuerza del agua; cubiertas ligeras como paja, calamina o esteras son fácilmente desprendidas, aumentando la exposición interna. Le sigue el material de pared, donde construcciones de adobe, madera o triplay presentan alta probabilidad de colapso, especialmente en zonas de impacto directo. En tercer lugar, la condición

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

de ocupación influye directamente en la exposición económica: viviendas habitadas o de uso ocasional concentran mayor riesgo por la presencia de personas y bienes. En cuarto puesto, el tipo de combustible se asocia al nivel socioeconómico; hogares que usan leña, carbón o residuos reflejan precariedad, lo que incrementa su fragilidad ante pérdidas. El equipamiento domiciliario se posiciona en el quinto lugar, ya que una menor presencia de bienes esenciales representa una mayor dificultad para la recuperación post desastre. Por último, el material de piso, aunque relacionado al nivel de inversión de la vivienda, tiene menor incidencia directa sobre el colapso estructural o el impacto económico.

En ese contexto, para el análisis de la fragilidad económica se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°122: Matriz de comparación de pares del componente fragilidad económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material de techo	Material de pared	Condición de ocupación	Tipo de combustible	Equipamiento domiciliario	Material de piso
Material de techo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	11.00
Material de pared	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Condición de ocupación	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Tipo de combustible	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Equipamiento domiciliario	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Material de piso	0.09	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.79	9.68	16.53	25.33	36.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.10	0.06	0.04	0.03

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°123: Matriz de normalización del componente fragilidad económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA	Material de techo	Material de pared	Condición de ocupación	Tipo de combustible	Equipamiento domiciliario	Material de piso	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Material de techo	0.532	0.627	0.517	0.423	0.355	0.306	0.460	46.000	3.116	6.774
Material de pared	0.177	0.209	0.310	0.302	0.276	0.250	0.254	25.419	1.729	6.804
Condición de ocupación	0.106	0.070	0.103	0.181	0.197	0.194	0.142	14.212	0.927	6.523
Tipo de combustible	0.076	0.042	0.034	0.060	0.118	0.139	0.078	7.835	0.485	6.187
Equipamiento domiciliario	0.059	0.030	0.021	0.020	0.039	0.083	0.042	4.211	0.254	6.027
Material de piso	0.048	0.023	0.015	0.012	0.013	0.028	0.023	2.323	0.143	6.168
							1.000		PROMEDIO	6.414

Elaboración Propia.

Cuadro N°124: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente fragilidad económica

Índice de consistencia (IC)	0.083
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.066

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización de la fragilidad económica establece el peso relativo de distintos factores estructurales y de habitabilidad que inciden en la vulnerabilidad de la población ante un evento de tsunami.

El material de techo (0.460) es el factor más relevante, dado que los techos precarios suelen ser arrasados con mayor facilidad por el impacto hidrodinámico del tsunami. Le siguen en importancia el material de pared (0.254) y la condición de ocupación (0.142), pues ambos reflejan la solidez estructural y la estabilidad de la tenencia.

En menor medida, el tipo de combustible (0.078), el equipamiento domiciliario (0.042) y el material de piso (0.023) reflejan niveles de precariedad y limitaciones en las condiciones de vida, que afectan directamente la capacidad de respuesta y recuperación.

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

a) Material de techo

El tipo de material de cobertura de las viviendas influye directamente en la fragilidad económica frente a tsunamis, ya que determina la resistencia estructural, la exposición a daños directos y los costos asociados a la recuperación. Las cubiertas más livianas y precarias son más vulnerables al impacto del oleaje, los vientos y los escombros arrastrados.

En primer lugar, las viviendas con techos de paja, hojas de palmera y similares presentan la mayor fragilidad, ya que estos materiales no ofrecen resistencia al agua ni a la fuerza del tsunami, colapsando fácilmente. Le siguen aquellas construcciones con techos de triplay, estera, carrizo o caña, incluso con recubrimiento de barro o cemento, ya que si bien tienen algo más de cohesión, siguen siendo materiales poco durables y altamente expuestos al desprendimiento.

En tercer lugar, se encuentran los techos de madera o tejas, que presentan una resistencia media. Aunque pueden soportar cierta presión, su estructura es frágil frente al impacto directo del agua o escombros. Posteriormente, los techos hechos de planchas de calamina o fibra de cemento muestran menor fragilidad relativa, debido a que son livianos, pero más estables, aunque pueden desprenderse si no están bien anclados.

Finalmente, las viviendas con techos de concreto armado presentan la menor fragilidad, al ser estructuras sólidas, resistentes a la presión hidráulica y que ofrecen mayor protección tanto estructural como económica frente al evento.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°125: Matriz de comparación de pares del parámetro material de techo

Material de techo	Paja, hoja de palmera y similares	Triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento	Madera, Tejas	Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	Concreto armado
Paja, hoja de palmera y similares	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Madera, Tejas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°126: Matriz de Normalización del parámetro material de techo

Material de techo	Paja, hoja de palmera y similares	Triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento	Madera, Tejas	Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	Concreto armado	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Paja, hoja de palmera y similares	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Madera, Tejas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Concreto armado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°127: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material de techo

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro material de techo permite jerarquizar el nivel de fragilidad de las viviendas frente a un tsunami, según la calidad y resistencia del material

utilizado. Las viviendas con techos de paja, hoja de palmera y similares evidencian la mayor fragilidad (vector 0.503), por su escasa resistencia ante eventos extremos.

Esta vulnerabilidad se reduce en techos contruidos con triplay, carrizo o caña (0.260), y continúa descendiendo con materiales como madera o tejas (0.134) y calamina o fibra de cemento (0.068). Finalmente, las viviendas con concreto armado muestran la menor fragilidad (0.035), por ofrecer mayor estabilidad estructural y capacidad de protección.

b) Material de pared

El tipo de material predominante en las paredes de la vivienda es determinante para evaluar la fragilidad estructural y económica frente a un tsunami. Infiuye tanto en la resistencia física como en la magnitud de pérdidas materiales y humanas ante el impacto directo del oleaje.

Las viviendas contruidas con triplay, calamina o estera representan la mayor fragilidad, ya que estos materiales carecen de solidez, son fácilmente arrastrables por el agua y no ofrecen ningún tipo de protección estructural. En segundo lugar, están las viviendas de madera liviana (pona, tornillo u otras especies), que, si bien son algo más resistentes, también son vulnerables al colapso por la presión hidrodinámica o el impacto de escombros.

En tercer lugar, se ubican las paredes de adobe, piedra con barro, tapia o quincha, que si bien son materiales pesados y tradicionales, presentan alta fragilidad estructural frente a saturación por agua y vibración, colapsando fácilmente al perder cohesión. Luego están las edificaciones de piedra o sillar con cal o cemento, con mayor resistencia frente al impacto, aunque con riesgos de agrietamiento si no tienen refuerzos adecuados.

Finalmente, las viviendas con ladrillo o bloque de cemento presentan la menor fragilidad, ya que este tipo de material ofrece mayor integridad estructural ante cargas laterales y permite una recuperación más rápida y menos costosa si ha sido correctamente contruido.

Cuadro N°128: Matriz de comparación de pares del parámetro material de pared

Material de pared	Triplay / calamina / estera	Madera (pona, tornillo, etc.)	Adobe / Piedra con barro / Tapia o Quincha	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento
Triplay / calamina / estera	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera (pona, tornillo, etc.)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Adobe / Piedra con barro / Tapia o Quincha	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Piedra o sillar con cal o cemento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°129: Matriz de Normalización del parámetro material de pared

Material de pared	Triplay / calamina / estera	Madera (pona, tornillo, etc.)	Adobe / Piedra con barro / Tapia o Quincha	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{m\acute{a}x}$ VSP / VP
Triplay / calamina / estera	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Madera (pona, tornillo, etc.)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Adobe / Piedra con barro / Tapia o Quincha	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Piedra o sillar con cal o cemento	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Ladrillo o bloque de cemento	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°130: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material de pared

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro material de pared permite evaluar la fragilidad de las viviendas frente a un tsunami, según el tipo de material predominante en sus estructuras. Las construcciones hechas con triplay, calamina o estera presentan la mayor fragilidad (vector 0.503), debido a su baja capacidad de resistencia frente a impactos o colapsos.

En menor grado de vulnerabilidad se ubican las viviendas con paredes de madera (0.260) y de adobe, piedra con barro, tapia o quincha (0.134), las cuales también presentan deficiencias estructurales importantes. Las paredes de piedra o sillar con cal o cemento (0.068) ofrecen mayor solidez, y finalmente, las de ladrillo o bloque de cemento presentan la menor fragilidad (0.035), por su mayor estabilidad y capacidad de soporte ante fuerzas externas.

c) Condición de ocupación

La condición de ocupación de una vivienda determina su exposición humana directa y, por tanto, su fragilidad desde un enfoque socioeconómico. A mayor presencia de personas durante el evento, mayor es la vulnerabilidad, tanto por riesgo de pérdida de vidas como por impactos económicos directos en la propiedad habitada.

En primer lugar, se ubican las viviendas ocupadas con personas presentes, ya que concentran la mayor exposición física y humana ante un tsunami. Le siguen aquellas ocupadas de uso ocasional o con personas ausentes, que, si bien reducen el riesgo directo de afectación a las personas, mantienen un alto valor de exposición económica por el uso parcial del inmueble.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

En tercer lugar, están las viviendas desocupadas en construcción o reparación, cuya infraestructura aún no está consolidada y es más vulnerable al colapso. En cuarto lugar, se ubican las viviendas desocupadas en alquiler o venta, que, si bien tienen valor económico, no presentan exposición humana inmediata y su contenido suele estar vacío o en desuso.

Finalmente, las viviendas desocupadas, abandonadas o cerradas presentan la menor fragilidad en términos humanos, al no contar con personas presentes durante el evento. Su valor económico sigue siendo relevante, pero el impacto inmediato es más bajo frente a viviendas activamente habitadas.

Cuadro N°131: Matriz de comparación de pares del parámetro condición de ocupación

Condición de ocupación	Ocupada, con personas presentes	Ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes	Desocupada, en construcción o reparación	Desocupada, en alquiler o venta	Desocupada, abandonada, cerrada u otra causa
Ocupada, con personas presentes	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Desocupada, en construcción o reparación	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Desocupada, en alquiler o venta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Desocupada, abandonada, cerrada u otra causa	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°132: Matriz de Normalización del parámetro condición de ocupación

Condición de ocupación	Ocupada, con personas presentes	Ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes	Desocupada, en construcción o reparación	Desocupada, en alquiler o venta	Desocupada, abandonada, cerrada u otra causa	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
Ocupada, con personas presentes	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Desocupada, en construcción o reparación	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Desocupada, en alquiler o venta	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Desocupada, abandonada, cerrada u otra causa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°133: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro condición de ocupación

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro condición de ocupación permite evaluar la fragilidad económica de las viviendas ante un tsunami, considerando su estado de ocupación como un reflejo del nivel de inversión o deterioro del bien inmueble.

Las viviendas ocupadas con personas presentes presentan mayor valor económico expuesto (vector 0.503), ya que su uso continuo implica conservación, equipamiento y habitabilidad constante. En contraste, las viviendas ocupadas de forma ocasional o con personas ausentes muestran menor fragilidad económica (0.260), reflejando un menor uso o valorización.

Las viviendas desocupadas en construcción o reparación (0.134) y aquellas en alquiler o venta (0.068) representan activos en transición, con menor nivel de inversión o utilidad inmediata. Finalmente, las desocupadas, abandonadas o cerradas (0.035) tienen el menor nivel de exposición económica, al encontrarse en condiciones de abandono o deterioro.

d) Tipo de combustible

El tipo de combustible utilizado en la vivienda refleja el nivel de precariedad de las condiciones domésticas y el grado de vulnerabilidad económica ante un tsunami. Los combustibles tradicionales o no convencionales indican mayores niveles de pobreza y exposición al riesgo, tanto por el tipo de instalación como por la facilidad con que pueden generar focos de incendio o contaminación si son arrastrados por el agua.

Las viviendas que usan otros combustibles, como residuos agrícolas, presentan la mayor fragilidad, ya que suelen estar asociadas a instalaciones rústicas, sin medidas de seguridad, y con alta exposición a pérdidas materiales y riesgos colaterales. Le siguen aquellas que utilizan leña, que también indica condiciones precarias y mayor probabilidad de contaminación post desastre debido a la acumulación de hollín y residuos.

En tercer lugar, están las viviendas que usan carbón, con riesgos similares, aunque con una instalación algo más estable. Luego, aquellas que utilizan gas (GLP) o electricidad tienen una fragilidad significativamente menor, al contar con sistemas regulados y mayor capacidad de reposición post evento.

Finalmente, las viviendas donde no se cocina presentan la menor fragilidad directa, ya que no almacenan combustibles ni presentan riesgos inmediatos relacionados a la preparación de alimentos durante el evento.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°134: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de combustible

Tipo de combustible	Otros (residuos agrícolas, etc.)	Leña	Carbón	Gas (balón GLP) y electricidad	No cocinan
Otros (residuos agrícolas, etc.)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Leña	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Carbón	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Gas (balón GLP) y electricidad	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
No cocinan	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°135: Matriz de Normalización del parámetro tipo de combustible

Tipo de combustible	Otros (residuos agrícolas, etc.)	Leña	Carbón	Gas (balón GLP) y electricidad	No cocinan	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Otros (residuos agrícolas, etc.)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Leña	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Carbón	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Gas (balón GLP) y electricidad	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
No cocinan	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°136: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de combustible

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del tipo de combustible permite evaluar la fragilidad económica ante tsunamis, considerando la fuente de energía utilizada para cocinar como un indicador del nivel socioeconómico de los hogares.

Los hogares que utilizan residuos agrícolas u otros combustibles alternativos presentan mayor fragilidad (vector 0.503), al reflejar condiciones económicas precarias y menor acceso a servicios modernos. Aquellos que emplean leña (0.260) o carbón (0.134) también revelan limitaciones en infraestructura y capacidad adquisitiva.

En cambio, el uso de gas (GLP) o electricidad (0.068) denota un mejor nivel de acceso energético y menor fragilidad. Finalmente, los hogares que no cocinan (0.035) presentan la menor exposición económica relacionada a este parámetro.

e) Equipamiento domiciliario

El nivel de equipamiento domiciliario representa un indicador directo del bienestar económico de los hogares y su capacidad de afrontamiento post-desastre. A mayor número de equipamientos básicos televisor a color, computadora/laptop/tablet, lavadora de ropa, cocina a gas y refrigeradora o congeladora menor es la fragilidad económica del hogar, ya que denota mejores condiciones de vida, acceso a la información y medios para la recuperación.

Las viviendas sin ningún equipamiento básico presentan la mayor fragilidad, al reflejar condiciones de pobreza estructural y limitada capacidad de reacción o recuperación. Le siguen aquellas que solo cuentan con 1 o 2 equipamientos, lo cual también indica precariedad y exposición elevada a pérdidas materiales que no pueden reponerse fácilmente.

En tercer lugar, se ubican los hogares que cuentan con 3 equipamientos, donde se aprecia una mejora moderada en el acceso a bienes esenciales, aunque todavía limitada en términos de resiliencia económica. Luego, aquellos que disponen de 4 equipamientos muestran una condición más favorable, con acceso casi completo a servicios domésticos y mayor posibilidad de recuperación autónoma.

Finalmente, las viviendas que cuentan con los 5 equipamientos presentan la menor fragilidad económica, ya que indican una alta calidad de vida y una mayor capacidad para enfrentar tanto el impacto directo como la etapa de recuperación tras el evento.

Cuadro N°137: Matriz de comparación de pares del parámetro equipamiento domiciliario

Equipamiento domiciliario	Sin equipamiento básico	Solo cuenta con 1 o 2 equipamientos	Cuenta con 3 equipamientos	Cuenta con 4 equipamientos	Cuenta con los 5 equipamientos
Sin equipamiento básico	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Solo cuenta con 1 o 2 equipamientos	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Cuenta con 3 equipamientos	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cuenta con 4 equipamientos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Cuenta con los 5 equipamientos	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°138: Matriz de Normalización del parámetro equipamiento domiciliario

Equipamiento domiciliario	Sin equipamiento básico	Solo cuenta con 1 o 2 equipamientos	Cuenta con 3 equipamientos	Cuenta con 4 equipamientos	Cuenta con los 5 equipamientos	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Sin equipamiento básico	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Solo cuenta con 1 o 2 equipamientos	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Cuenta con 3 equipamientos	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Cuenta con 4 equipamientos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Cuenta con los 5 equipamientos	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°139: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro equipamiento domiciliario

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del equipamiento domiciliario permite identificar el grado de fragilidad económica de los hogares frente a un tsunami, en función de la cantidad de bienes básicos disponibles. Los hogares sin equipamiento básico presentan la mayor fragilidad (vector 0.503), al evidenciar carencias significativas en condiciones de habitabilidad. Aquellos que solo cuentan con 1 o 2 equipamientos (0.260) también reflejan vulnerabilidad por la limitada capacidad de reposición ante una emergencia.

Por otro lado, las viviendas que cuentan con 3 equipamientos (0.134) o con 4 equipamientos (0.068) muestran condiciones moderadas de dotación, con menor fragilidad relativa. Finalmente, los hogares que cuentan con los 5 equipamientos básicos (0.035) tienen la menor fragilidad económica en este aspecto

f) Material de piso

El material del piso es un indicador directo de la calidad constructiva y del nivel socioeconómico del hogar, influyendo también en la resistencia al ingreso de agua, limpieza post inundación y pérdidas materiales durante un tsunami. Materiales rústicos o porosos incrementan el daño estructural y sanitario en la etapa post - desastre.

En primer lugar, los pisos de tierra representan la mayor fragilidad, ya que favorecen la acumulación de humedad, lodo y contaminantes tras el evento, dificultando las condiciones de habitabilidad y saneamiento. En segundo lugar, se encuentran los pisos de láminas asfálticas o vinílicos, que, si bien ofrecen una superficie algo más limpia, son de baja durabilidad y tienden a despegarse o deteriorarse fácilmente con el ingreso de agua. En tercer lugar, están

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

los pisos de madera (pona, parquet o pulida), que presentan una fragilidad intermedia: aunque son más sólidos, pueden hincharse o deformarse con la humedad prolongada. Luego, los pisos de cemento ofrecen mayor resistencia estructural e higiene, permitiendo una limpieza rápida y menor daño permanente.

Finalmente, los pisos de losetas, terrazos o cerámicos presentan la menor fragilidad, al ser materiales durables, impermeables y de fácil mantenimiento, lo cual reduce significativamente las pérdidas económicas y sanitarias tras un tsunami.

Cuadro N°140: Matriz de comparación de pares del parámetro material de piso

Material de piso	Tierra	Láminas asfálticas, vinílicos o similares	Madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida	Cemento	Losetas, terrazos, cerámicos o similares
Tierra	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cemento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°141: Matriz de Normalización del parámetro material de piso

Material de piso	Tierra	Láminas asfálticas, vinílicos o similares	Madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida	Cemento	Losetas, terrazos, cerámicos o similares	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Tierra	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Láminas asfálticas, vinílicos o similares	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Cemento	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Losetas, terrazos, cerámicos o similares	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°142: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro material de piso

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del material de piso permite identificar el nivel de fragilidad económica de los hogares frente a un tsunami, considerando el tipo de revestimiento del suelo como un indicador de las condiciones de habitabilidad.

Las viviendas con piso de tierra presentan la mayor fragilidad (vector 0.503), al reflejar bajos niveles de inversión en infraestructura básica. Aquellas con revestimientos simples como vinílicos o similares (0.260) también muestran condiciones limitadas.

Los pisos de madera pulida o parquet (0.134) y cemento (0.068) indican una mejoría en la calidad constructiva y menor vulnerabilidad. Finalmente, los hogares con losetas, terrazos o cerámicos (0.035) presentan la menor fragilidad en este parámetro.

3.2.3.3. Fragilidad ambiental

En el análisis de fragilidad ambiental ante tsunamis, la disposición de residuos sólidos se ubica como el factor de mayor fragilidad. El manejo inadecuado como el uso de botaderos informales o acumulación en espacios abiertos incrementa significativamente el riesgo sanitario y de contaminación tras el paso del tsunami, al facilitar el arrastre de desechos y agentes patógenos.

Le sigue el servicio de recojo de residuos sólidos, donde la ausencia o informalidad del recojo agrava la acumulación previa y complica la gestión postdesastre. Sistemas formales y periódicos reducen esta fragilidad al minimizar los focos contaminantes expuestos al evento.

En ese contexto, para el análisis de la fragilidad ambiental se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°143: Matriz de comparación de pares del componente fragilidad ambiental

FRAGILIDAD AMBIENTAL	Disposición de residuos solidos	Servicio de recojo de residuos solidos
Disposición de residuos solidos	1.00	-
Servicio de recojo de residuos solidos	-	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°144: Matriz de normalización del componente fragilidad ambiental

FRAGILIDAD AMBIENTAL	Vector Priorización
Disposición de residuos solidos	0.600
Servicio de recojo de residuos solidos	0.400

Fuente: Elaboración Propia.

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

a) Disposición de residuos sólidos

La forma en que se gestionan los residuos sólidos es un factor clave de la fragilidad ambiental, ya que puede agravar significativamente los impactos secundarios de un tsunami, como la contaminación del suelo, el agua y la propagación de enfermedades. A menor control técnico en la disposición final, mayor será la afectación al entorno y a la salud pública postevento.

En primer lugar, se ubica la disposición a cielo abierto o a la intemperie, que representa la mayor fragilidad, al exponer los residuos directamente a ser arrastrados por el agua, contaminando amplias áreas urbanas y naturales. Le sigue el uso de botaderos informales o no autorizados, donde los residuos carecen de tratamiento y control, favoreciendo su dispersión y degradación del entorno.

En tercer lugar, se encuentra la práctica de quema y entierro, que, aunque busca reducir volumen, genera contaminación del aire y del suelo, además de liberar tóxicos si se realiza sin supervisión. Posteriormente, los centros de acopio presentan menor fragilidad relativa, al tratarse de espacios organizados, aunque aún vulnerables si no están adecuadamente cerrados o elevados.

Finalmente, la disposición en rellenos sanitarios representa la menor fragilidad ambiental, al contar con infraestructura técnica para la contención, tratamiento y manejo seguro de residuos, reduciendo así el riesgo de dispersión y contaminación tras un tsunami.

Cuadro N°145: Matriz de comparación de pares del parámetro disposición de residuos sólidos

Disposición de residuos sólidos	Disposición a cielo abierto / a la interperie	Botadero informal / no autorizad	Quema y entierro	Centro de acopio	Relleno sanitario
Disposición a cielo abierto / a la interperie	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Botadero informal / no autorizad	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Quema y entierro	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Centro de acopio	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Relleno sanitario	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°146: Matriz de Normalización del parámetro disposición de residuos sólidos

Disposición de residuos sólidos	Disposición a cielo abierto / a la intemperie	Botadero informal / no autorizad	Quema y entierro	Centro de acopio	Relleno sanitario	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Disposición a cielo abierto / a la interperie	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Botadero informal / no autorizad	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Quema y entierro	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Centro de acopio	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Relleno sanitario	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°147: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro disposición de residuos sólidos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro disposición de residuos sólidos permite identificar el grado de fragilidad ambiental ante un tsunami, considerando el manejo de desechos como un indicador clave de vulnerabilidad.

La disposición a cielo abierto o a la intemperie presenta la mayor fragilidad (vector 0.503), ya que incrementa los riesgos sanitarios y ambientales. Le siguen los residuos depositados en botaderos informales o no autorizados (0.260), que también representan prácticas inadecuadas.

La quema y entierro (0.134) constituye una forma rudimentaria con efectos negativos moderados. En cambio, el uso de centros de acopio (0.068) muestra una mejora en la gestión, y finalmente, el relleno sanitario (0.035) refleja la menor fragilidad, al representar una práctica técnica y ambientalmente adecuada.

b) Servicio de recojo de residuos sólidos

El tipo de servicio de recolección de residuos sólidos influye directamente en la fragilidad ambiental ante un tsunami, ya que determina el grado de acumulación, exposición y dispersión de residuos durante y después del evento. Sistemas ineficientes aumentan el riesgo de contaminación del entorno y complican las condiciones de salubridad en la fase de recuperación.

En primer lugar, se considera como más frágil a las áreas sin servicio o donde los residuos son depositados en la calle, ya que están completamente expuestos al arrastre por las aguas del tsunami, provocando una rápida diseminación de basura y agentes patógenos. Le sigue el recojo informal sin control técnico, que, si bien recoge residuos, lo hace sin protocolos adecuados, generando focos de contaminación y acumulación intermitente.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

En tercer lugar, se ubican los puntos de acopio temporal, que permiten una recolección organizada, pero son vulnerables si no están protegidos ante eventos extremos. Luego, los contenedores municipales representan una opción más controlada, al reducir la dispersión directa de residuos, aunque su efectividad dependerá de la frecuencia y logística de vaciado.

Finalmente, el recojo formal mediante camión municipal constituye el nivel más bajo de fragilidad ambiental, al contar con rutas establecidas, protocolos de manejo y menor acumulación visible de residuos, lo cual favorece tanto la higiene como la respuesta post-desastre.

Cuadro N°148: Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de recojo de residuos solidos

Servicio de recojo de residuos solidos	Sin servicio / Calle	Recojo informal sin control técnico	Punto de acopio temporal	Contenedor municipal	Recojo formal mediante camión municipal
Sin servicio / Calle	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Recojo informal sin control técnico	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Punto de acopio temporal	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Contenedor municipal	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Recojo formal mediante camión municipal	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°149: Matriz de Normalización del parámetro servicio de recojo de residuos solidos

Servicio de recojo de residuos solidos	Sin servicio / Calle	Recojo informal sin control técnico	Punto de acopio temporal	Contenedor municipal	Recojo formal mediante camión municipal	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Sin servicio / Calle	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Recojo informal sin control técnico	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Punto de acopio temporal	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Contenedor municipal	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Recojo formal mediante camión municipal	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°150: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro servicio de recojo de residuos sólidos

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro servicio de recojo de residuos sólidos permite evaluar el nivel de fragilidad ambiental frente a un tsunami, considerando la cobertura y formalidad en la gestión de residuos.

La ausencia de servicio o el depósito en la calle representa el mayor nivel de fragilidad (vector 0.503), seguido del recojo informal sin control técnico (0.260), ambos asociados a entornos insalubres y con limitada capacidad de respuesta.

El uso de puntos de acopio temporal (0.134) o contenedores municipales (0.068) indica condiciones de gestión intermedia. En contraste, el recojo formal mediante camión municipal (0.035) refleja una adecuada organización del servicio y menor fragilidad.

3.2.4. Ponderación de los parámetros de fragilidad

Cuadro N°151: Ponderación de parámetros de fragilidad social

Fragilidad Social						
Grupo Etario	Tipo de acceso a abastecimiento de agua	Tipo de acceso a servicio de alcantarillado	Discapacidad	Acceso al servicio de alumbrado	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.253	0.131	0.068	0.034	0.018	0.503	0.297
0.131	0.068	0.035	0.018	0.009	0.26	0.297
0.068	0.035	0.018	0.009	0.005	0.134	0.297
0.034	0.018	0.009	0.005	0.002	0.068	0.297
0.018	0.009	0.005	0.002	0.001	0.035	0.297

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°152: Ponderación de parámetros de fragilidad económica

Fragilidad Económica							
Material de techo	Material de pared	Condición de ocupación	Tipo de combustible	Equipamiento o domiciliario	Material de piso	Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.231	0.128	0.071	0.039	0.021	0.012	0.503	0.23
0.12	0.066	0.037	0.02	0.011	0.006	0.26	0.23
0.062	0.034	0.019	0.011	0.006	0.003	0.134	0.23
0.031	0.017	0.01	0.005	0.003	0.002	0.068	0.23
0.016	0.009	0.005	0.003	0.001	0.001	0.035	0.23

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°153: Ponderación de parámetros de fragilidad ambiental

Fragilidad Ambiental			
Disposición de residuos solidos	Servicio de recojo de residuos solidos	Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental
Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.302	0.201	0.503	0.23
0.156	0.104	0.26	0.23
0.081	0.054	0.134	0.23
0.041	0.027	0.068	0.23
0.021	0.014	0.035	0.23

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.5. Análisis de la componente resiliencia

La resiliencia hace alusión a la capacidad que tienen las personas y sus medios de subsistencia para adaptarse, responder y recuperarse ante la ocurrencia de un peligro. Este atributo está estrechamente vinculado a factores sociales y a la organización comunitaria. En general, cuanto mayor sea la resiliencia, menor será el nivel de vulnerabilidad.

En ese sentido, para el análisis de la vulnerabilidad en su componente de resiliencia, se evaluaron los siguientes parámetros:

Cuadro N°154: Parámetros del componente resiliencia

Componente Resiliencia		
Resiliencia Social	Resiliencia Económica	Resiliencia Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Nivel Educativo. ❖ Tipo de seguro. ❖ Acceso a conectividad y telecomunicaciones. ❖ Participación en simulacros. ❖ Capacitaciones en temas de GRD. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ingreso promedio familiar. ❖ Ocupación laboral. ❖ Tipo de vivienda. ❖ Tipo de tenencia de vivienda. ❖ Movilidad urbana. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Conocimiento en temas de conservación ambiental. ❖ Conocimiento de actividades de reciclaje.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.5.1. Resiliencia social

En el análisis de resiliencia social ante tsunamis, el nivel educativo ocupa el primer lugar como principal factor potenciador de la capacidad de respuesta. Una mayor formación académica, especialmente a nivel superior, se asocia con mayor comprensión del riesgo, adopción de medidas preventivas y reacción informada.

Le sigue el tipo de seguro, donde contar con cobertura formal (ESSALUD, seguro privado) garantiza mejores condiciones de atención en emergencias. Luego, el acceso a conectividad y telecomunicaciones permite recibir alertas tempranas, coordinar evacuaciones y acceder a información crítica durante la emergencia.

En cuarto lugar, la participación en simulacros refuerza la preparación comunitaria y fortalece la respuesta organizada. Finalmente, las capacitaciones en gestión del riesgo de desastres (GRD), si

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

bien son importantes, suelen tener menor cobertura y frecuencia, lo que limita su impacto general, ubicándolas en la última posición.

En ese contexto, para el análisis de la resiliencia social se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°155: Matriz de comparación de pares del componente resiliencia social

RESILIENCIA SOCIAL	Nivel Educativo	Tipo de seguro	Acceso a conectividad y telecomunicaciones	Participación en simulacros	Capacitaciones en temas de GRD
Nivel Educativo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Tipo de seguro	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Acceso a conectividad y telecomunicaciones	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Participación en simulacros	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Capacitaciones en temas de GRD	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°156: Matriz de normalización del componente resiliencia social

RESILIENCIA SOCIAL	Nivel Educativo	Tipo de seguro	Acceso a conectividad y telecomunicaciones	Participación en simulacros	Capacitaciones en temas de GRD	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ _{máx} VSP / VP
Nivel Educativo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.74	5.455
Tipo de seguro	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.41	5.432
Acceso a conectividad y telecomunicaciones	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.70	5.204
Participación en simulacros	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.34	5.030
Capacitaciones en temas de GRD	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.18	5.093
						1.000		PROMEDIO	5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°157: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente resiliencia social

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del componente resiliencia social permite jerarquizar los factores sociales que inciden en la capacidad de la población para enfrentar un evento de tsunami. El nivel educativo obtiene la mayor ponderación (0.503), dado que influye directamente en la comprensión de alertas, participación en simulacros y adopción de medidas preventivas. Le sigue el tipo de seguro (0.260), que representa el acceso a atención médica en contextos post-desastre. El acceso a conectividad y telecomunicaciones (0.134) permite una mejor articulación con sistemas de alerta temprana y canales de información oficial. En menor medida, la participación

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

en simulacros (0.068) y las capacitaciones en temas de GRD (0.035) evidencian el nivel de preparación práctica de la población, siendo aspectos clave, aunque con baja prioridad relativa.

Esta jerarquización permite orientar la planificación de intervenciones sociales, enfocándose en el fortalecimiento de la educación, el acceso a seguros de salud y la conectividad digital como ejes estratégicos para mejorar la resiliencia comunitaria frente a tsunamis.

Para la determinación de los pesos ponderados, se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

a) Nivel Educativo

El nivel educativo influye directamente en la resiliencia social, ya que determina la capacidad de comprensión del riesgo, el acceso a información confiable, la toma de decisiones y la participación organizada ante un tsunami.

Las personas con sin nivel educativo o solo nivel inicial presentan la menor resiliencia, ya que enfrentan mayores dificultades para entender alertas tempranas, seguir instrucciones de evacuación o interpretar los protocolos de emergencia. Le siguen quienes cuentan con primaria o básica especial, quienes, si bien tienen habilidades funcionales básicas, aún enfrentan limitaciones para comprender información técnica o actuar de manera anticipada. En tercer lugar, están las personas con educación secundaria, quienes poseen conocimientos más estructurados, lo que mejora su respuesta individual y su integración en acciones comunitarias. Luego, quienes tienen educación superior no universitaria evidencian mayor resiliencia, ya que combinan capacidades técnicas con criterio de acción frente al riesgo.

Finalmente, las personas con educación superior universitaria, maestría o doctorado presentan la mayor resiliencia social, por su habilidad para procesar información compleja, organizarse colectivamente y asumir liderazgo en situaciones de emergencia o recuperación.

Cuadro N°158: Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo

Nivel Educativo	Sin nivel / Inicial	Primaria / Básica especial	Secundaria	Superior no universitaria	Superior universitaria / Maestría / Doctorado
Sin nivel / Inicial	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Primaria / Básica especial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Secundaria	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Superior no universitaria	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Superior universitaria / Maestría / Doctorado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°159: Matriz de Normalización del parámetro nivel educativo

Nivel Educativo	Sin nivel / Inicial	Primaria / Básica especial	Secundaria	Superior no universitaria	Superior universitaria / Maestría / Doctorado	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Sin nivel / Inicial	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Primaria / Básica especial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Secundaria	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Superior no universitaria	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Superior universitaria / Maestría / Doctorado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°160: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro nivel educativo

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro nivel educativo permite evaluar el grado de resiliencia social frente a un tsunami, considerando que un mayor nivel formativo favorece la comprensión de riesgos y la toma de decisiones adecuadas ante emergencias.

Las personas sin nivel educativo o solo con educación inicial presentan la menor resiliencia (vector 0.503), seguidas por aquellas con primaria o básica especial (0.260), lo que evidencia una mayor vulnerabilidad informativa y operativa ante eventos adversos.

En niveles intermedios, quienes tienen educación secundaria (0.134) o superior no universitaria (0.068) muestran una mejor preparación. Finalmente, la mayor resiliencia corresponde a quienes cuentan con educación superior universitaria, maestría o doctorado (0.035), debido a su mayor capacidad de respuesta, análisis y articulación con sistemas institucionales.

b) Tipo de seguro

El tipo de seguro con el que cuenta la población incide directamente en su resiliencia social, ya que determina el nivel de acceso a servicios de salud y apoyo económico después de un evento destructivo como un tsunami. Un sistema de aseguramiento sólido permite una recuperación más rápida, atención médica oportuna y menores costos para las familias afectadas.

En primer lugar, se encuentran las personas sin ningún tipo de seguro, quienes presentan la menor resiliencia, al no contar con respaldo institucional frente a lesiones, enfermedades o pérdidas materiales. Le siguen quienes están afiliados al SIS o a seguros de las FF.AA., que si

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

bien brindan cobertura, esta puede ser limitada en especialidades o capacidad de respuesta. En contextos de emergencia, estos sistemas pueden verse rápidamente sobrecargados o colapsar, afectando la atención oportuna y eficiente a la población afectada.

En tercer lugar, se ubican las personas con otros seguros, que en general brindan una atención variable dependiendo de la institución, pero con mayores niveles de cobertura que el sistema público básico. Luego están los afiliados a ESSALUD, quienes cuentan con mayor infraestructura, capacidad técnica y cobertura nacional para enfrentar emergencias sanitarias.

Finalmente, las personas con seguro privado presentan la mayor resiliencia, debido a que pueden acceder de forma más inmediata a servicios médicos, atención especializada y centros asistenciales, tanto en la etapa de emergencia como en la recuperación.

Cuadro N°161: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de seguro

Tipo de seguro	Sin seguro	SIS y FF.AA.	Otros seguros	ESSALUD	Seguro privado
Sin seguro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
SIS y FF.AA.	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Otros seguros	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
ESSALUD	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Seguro privado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°162: Matriz de Normalización del parámetro tipo de seguro

Tipo de seguro	Sin seguro	SIS y FF.AA.	Otros seguros	ESSALUD	Seguro privado	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Sin seguro	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
SIS y FF.AA.	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Otros seguros	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
ESSALUD	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Seguro privado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°163: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de seguro

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro tipo de seguro analiza el grado de cobertura sanitaria de la población frente a un tsunami, como indicador clave de resiliencia social.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Los individuos sin ningún tipo de seguro presentan el nivel más bajo de resiliencia (vector 0.503), al carecer de acceso garantizado a servicios médicos. Le siguen quienes cuentan con SIS o seguros de las FF.AA. (0.260), cuya cobertura es básica y muchas veces limitada en capacidad operativa.

En niveles moderados se ubican quienes disponen de otros seguros (0.134) o están afiliados a ESSALUD (0.068), con mayor disponibilidad de atención médica. Por último, el grupo con seguro privado (0.035) refleja el mayor nivel de resiliencia, debido al acceso a servicios médicos especializados y de rápida respuesta ante emergencias.

c) Acceso a conectividad y telecomunicaciones

El acceso a conectividad y telecomunicaciones es un parámetro clave en la evaluación de la resiliencia social, ya que facilita la recepción de alertas tempranas, la comunicación durante emergencias y el acceso a información oficial.

En la base de la jerarquía se encuentran las personas que no tienen ningún tipo de acceso, lo que representa una condición de alta vulnerabilidad al no poder recibir avisos ni coordinar acciones de evacuación. Un nivel ligeramente superior lo ocupan quienes solo cuentan con servicio de televisión por cable o satelital, que, si bien proporciona información, no permite una comunicación bidireccional ni en tiempo real.

El siguiente nivel corresponde a quienes disponen de teléfono fijo, medio que posibilita la comunicación, aunque con limitaciones de movilidad y cobertura. Posteriormente, el uso de teléfono celular representa una mejora considerable, al permitir una conexión constante, mayor movilidad y acceso a plataformas de mensajería y llamadas de emergencia.

Finalmente, el acceso a conexión a internet se ubica en la posición más alta de la escala, ya que ofrece la mayor capacidad de interacción, monitoreo en tiempo real, acceso a redes sociales, plataformas oficiales y aplicaciones de alerta temprana, consolidando así una herramienta fundamental para la gestión del riesgo y la resiliencia comunitaria.

Cuadro N°164: Matriz de comparación de pares del parámetro acceso a conectividad y telecomunicaciones

Acceso a conectividad y telecomunicaciones	No tiene acceso	TV por cable o satelital	Teléfono Fijo	Teléfono celular	Conexión a Internet
No tiene acceso	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
TV por cable o satelital	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Teléfono Fijo	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Teléfono celular	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Conexión a Internet	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°165: Matriz de Normalización del parámetro acceso a conectividad y telecomunicaciones

Acceso a conectividad y telecomunicaciones	No tiene acceso	TV por cable o satelital	Teléfono Fijo	Teléfono celular	Conexión a Internet	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
No tiene acceso	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
TV por cable o satelital	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Teléfono Fijo	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Teléfono celular	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Conexión a Internet	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°166: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro acceso a conectividad y telecomunicaciones

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro acceso a conectividad y telecomunicaciones permite evaluar la capacidad de comunicación de la población ante la ocurrencia de un tsunami, en tanto factor clave de resiliencia social.

Las personas sin ningún tipo de acceso presentan el mayor grado de vulnerabilidad (vector 0.503), ya que no cuentan con medios para recibir alertas ni coordinar acciones inmediatas. Les siguen quienes disponen únicamente de TV por cable o satelital (0.260), o cuentan con un teléfono fijo (0.134), medios limitados en cuanto a inmediatez.

En mejor situación están quienes tienen acceso a teléfono celular (0.068), lo que les permite una comunicación más dinámica. Finalmente, quienes acceden a Internet (0.035) demuestran el mayor nivel de resiliencia, al disponer de múltiples plataformas de información, alerta y coordinación en tiempo real.

d) Participación en simulacros

La participación en simulacros es un parámetro fundamental para medir el nivel de preparación práctica de la población frente a tsunamis. Este factor incide directamente en la capacidad de respuesta organizada, la familiarización con rutas de evacuación y la reducción del pánico durante una emergencia real.

En la base de la jerarquía se encuentra la población que nunca participa en simulacros, lo que evidencia una ausencia total de preparación y mayor vulnerabilidad. Le sigue el grupo que muy pocas veces participa, reflejando una exposición ocasional que no garantiza una respuesta eficaz.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

En un nivel intermedio se ubica la población que pocas veces participa, lo que indica cierta familiarización, aunque insuficiente para consolidar hábitos seguros. Por su parte, quienes participan con incentivos muestran una actitud favorable hacia la preparación, aunque condicionada, lo que puede limitar la sostenibilidad de la práctica.

Finalmente, las personas que siempre participan en simulacros ocupan la posición más alta en la escala de resiliencia, ya que demuestran compromiso constante, mayor conocimiento del protocolo y fortalecimiento de la capacidad comunitaria de respuesta.

Cuadro N°167: Matriz de comparación de pares del parámetro participación en simulacros

Participación en simulacros	Nunca participa	Muy pocas veces participa	Pocas veces participa	Participa con incentivos	Siempre participa
Nunca participa	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Muy pocas veces participa	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Pocas veces participa	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Participa con incentivos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Siempre participa	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°168: Matriz de Normalización del parámetro participación en simulacros

Participación en simulacros	Nunca participa	Muy pocas veces participa	Pocas veces participa	Participa con incentivos	Siempre participa	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Nunca participa	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Muy pocas veces participa	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Pocas veces participa	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Participa con incentivos	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Siempre participa	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°169: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro participación en simulacros

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro participación en simulacros permite jerarquizar el grado de preparación práctica de la población frente a un evento de tsunami, como parte del componente de resiliencia social.

Aquellos que nunca participan son los más vulnerables (vector de priorización 0.503), debido a la ausencia de experiencia y desconocimiento de rutas o protocolos. En niveles intermedios se ubican quienes participan muy pocas veces (0.260) o pocas veces (0.134), reflejando un bajo compromiso con la gestión del riesgo.

Por otro lado, los que participan únicamente cuando hay incentivos (0.068) muestran una disposición condicionada, mientras que quienes siempre participan (0.035) representan la población más resiliente, con mayor familiaridad en simulacros y capacidad de respuesta ante una emergencia real.

e) Capacitaciones en temas de GRD

Las capacitaciones en temas de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) constituyen un parámetro relevante para evaluar el nivel de preparación teórica y organizativa de la población frente a tsunamis. Este factor incide en la capacidad para anticipar, responder y recuperarse de eventos adversos.

En el nivel más bajo de la escala se encuentra la población cuya totalidad no ha recibido ni desarrolla ningún tipo de programa de capacitación en GRD, lo que evidencia un alto grado de desconocimiento y exposición. Un nivel superior lo representa la población escasamente capacitada, con actividades de difusión limitadas y cobertura baja, lo que no garantiza un impacto efectivo.

En un punto intermedio se ubican las comunidades que se capacitan con regular frecuencia, alcanzando a la mayoría de sus integrantes y generando una base de conocimiento generalizada sobre la gestión del riesgo.

En los niveles superiores están las poblaciones que reciben capacitación constante, con cobertura total, demostrando una integración sistemática de estos conocimientos en la vida comunitaria. Finalmente, el nivel más alto corresponde a aquellas comunidades donde la capacitación es permanente, se actualiza regularmente y está articulada con simulacros, logrando una difusión masiva e integración práctica que fortalece significativamente la resiliencia social.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°170: Matriz de comparación de pares del parámetro capacitaciones en temas de GRD

Capacitaciones en temas de GRD	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°171: Matriz de Normalización del parámetro capacitaciones en temas de GRD

Capacitaciones en temas de GRD	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

nte: Elaboración Propia.

Cuadro N°172: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro capacitaciones en temas de GRD

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro capacitaciones en temas de GRD permite valorar el grado de formación de la población frente a un posible evento de tsunami, considerando su preparación técnica y acceso a información preventiva.

Las comunidades que no desarrollan ningún tipo de capacitación en gestión del riesgo son las más expuestas (vector 0.503), al carecer de conocimientos básicos para actuar en una emergencia. En niveles intermedios se encuentran aquellas escasamente capacitadas (0.260) y las que se capacitan con regular frecuencia (0.134), aunque con limitaciones en cobertura o actualización.

Por el contrario, aquellas poblaciones que se capacitan constantemente con cobertura total (0.068) o que además se actualizan, participan en simulacros y mantienen una difusión continua (0.035) presentan la mayor resiliencia, al evidenciar una cultura de prevención bien afianzada.

3.2.5.2. Resiliencia económica

En el análisis de resiliencia económica ante tsunamis, el ingreso promedio familiar se ubica como el principal indicador de capacidad de recuperación. Hogares con mayores ingresos cuentan con mayores recursos para afrontar daños, asegurar bienes o reubicarse tras el desastre.

En segundo lugar, la ocupación laboral influye en la estabilidad económica; empleadores, profesionales y trabajadores formales muestran mayor resiliencia al tener acceso constante a ingresos y redes de apoyo institucional. Le sigue el tipo de vivienda, donde construcciones formales e independientes ofrecen mejores condiciones de protección y recuperación, en comparación con viviendas improvisadas o colectivas.

En cuarto lugar, el tipo de tenencia de vivienda también incide en la resiliencia: poseer un inmueble con título formal facilita el acceso a créditos o subsidios postdesastre. Finalmente, la movilidad urbana se ubica al final, ya que, si bien disponer de un vehículo propio facilita la evacuación, su presencia no garantiza sostenibilidad económica frente a las pérdidas estructurales o productivas.

En ese sentido, para el análisis de la resiliencia económica se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°173: Matriz de comparación de pares del componente resiliencia económica

RESILIENCIA ECONÓMICA	Ingreso promedio familiar	Ocupación laboral	Tipo de vivienda	Tipo de tenencia de vivienda	Movilidad urbana
Ingreso promedio familiar	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Ocupación laboral	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Tipo de vivienda	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Tipo de tenencia de vivienda	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Movilidad urbana	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°174: Matriz de normalización del componente resiliencia económica

RESILIENCIA ECONÓMICA	Ingreso promedio familiar	Ocupación laboral	Tipo de vivienda	Tipo de tenencia de vivienda	Movilidad urbana	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Ingreso promedio familiar	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.74	5.455
Ocupación laboral	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.41	5.432
Tipo de vivienda	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.70	5.204
Tipo de tenencia de vivienda	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.34	5.030
Movilidad urbana	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.18	5.093
						1.000		PROMEDIO	5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°175: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico del componente resiliencia económica

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del componente resiliencia económica jerarquiza factores vinculados a la capacidad económica de recuperación frente a un tsunami. El ingreso promedio familiar destaca con la mayor ponderación (0.503), reflejando su influencia directa en la posibilidad de asumir gastos de emergencia, reconstrucción o reubicación. La ocupación laboral (0.260) ocupa el segundo lugar, ya que define la estabilidad y continuidad del ingreso familiar. Le siguen el tipo de vivienda (0.134) y el tipo de tenencia de vivienda (0.068), factores que inciden en la seguridad estructural y la capacidad legal de intervención o reconstrucción del inmueble. Finalmente, la movilidad urbana (0.035) se valora por su impacto en la evacuación, acceso a servicios y recuperación post-desastre, aunque con menor peso relativo.

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

a) Ingreso promedio familiar

El ingreso promedio familiar es un factor determinante en la evaluación de la resiliencia económica de una población ante eventos extremos como los tsunamis. Este parámetro permite identificar la capacidad de los hogares para prepararse, enfrentar y recuperarse económicamente tras un desastre.

En el nivel más bajo se encuentran las familias con ingresos menores al sueldo mínimo vital, quienes presentan una resiliencia económica muy limitada, debido a la baja capacidad de ahorro, acceso restringido a servicios formales y mayor dependencia de ayuda externa. Un

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

nivel superior lo representan los hogares con ingresos de S/1,130.00 a S/1,800.00, que, aunque superan el umbral mínimo, aún enfrentan condiciones de vulnerabilidad económica, con recursos insuficientes para implementar medidas preventivas o sostener una recuperación autónoma. En la escala intermedia se ubican las familias con ingresos de S/1,800.00 a S/2,500.00, que disponen de mayor margen económico, permitiéndoles cubrir necesidades básicas y, en algunos casos, destinar recursos a seguros, mejoras en infraestructura o ahorro. Las familias con ingresos de S/2,500.00 a S/3,500.00 cuentan con una resiliencia económica moderada a alta, ya que tienen mayor capacidad de inversión en medidas de reducción del riesgo y en procesos de recuperación post-desastre.

Finalmente, los hogares con ingresos mayores a S/3,500.00 se sitúan en el nivel más alto de resiliencia, al contar con mayores recursos económicos, acceso a seguros, redes de protección financiera y posibilidades de reconstrucción más rápidas y sostenibles.

Cuadro N°176: Matriz de comparación de pares del parámetro ingreso promedio familiar

Ingreso promedio familiar	Menor al sueldo mínimo vital	De 1130 a 1800 soles	De 1800 a 2500 soles	De 2500 a 3500 soles	Más de 3500 soles
Menor al sueldo mínimo vital	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 1130 a 1800 soles	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
De 1800 a 2500 soles	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 2500 a 3500 soles	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más de 3500 soles	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°177: Matriz de Normalización del parámetro ingreso promedio familiar

Ingreso promedio familiar	Menor al sueldo mínimo vital	De 1130 a 1800 soles	De 1800 a 2500 soles	De 2500 a 3500 soles	Más de 3500 soles	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Menor al sueldo mínimo vital	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
De 1130 a 1800 soles	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
De 1800 a 2500 soles	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
De 2500 a 3500 soles	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Más de 3500 soles	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°178: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro ingreso promedio familiar

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro ingreso promedio familiar permite jerarquizar el nivel de solvencia económica de los hogares frente a un evento de tsunami, considerando su capacidad de recuperación post - desastre.

Las familias con ingresos menores al sueldo mínimo vital representan el nivel más bajo de resiliencia económica (vector 0.503), debido a su escaso margen financiero para asumir pérdidas o implementar medidas de prevención. En una condición intermedia se ubican los hogares con ingresos de 1130 a 1800 soles (0.260) y de 1800 a 2500 soles (0.134), que si bien presentan ingresos moderados, aún pueden enfrentar limitaciones para reconstrucción o reubicación.

Por el contrario, los hogares con ingresos de 2500 a 3500 soles (0.068) y más de 3500 soles (0.035) evidencian una mayor capacidad de respuesta y recuperación, al contar con recursos que facilitan el acceso a seguros, infraestructura segura o planes de contingencia familiar.

b) Ocupación laboral

La ocupación laboral refleja la estabilidad económica, nivel de ingresos y capacidad de recuperación financiera ante un evento extremo como un tsunami. A mayor formalidad y nivel jerárquico del empleo, mayor es la resiliencia económica del hogar.

Los trabajadores del hogar, de negocios de un familiar u otras ocupaciones no específicas presentan la menor resiliencia, ya que suelen depender de ingresos inestables, informales o sin protección laboral. En segundo lugar, están los trabajadores independientes o por cuenta propia, quienes, si bien generan ingresos propios, carecen generalmente de seguros, contratos o respaldo institucional para afrontar una pérdida económica.

En tercer lugar, se ubican los obreros, quienes tienen acceso a beneficios laborales básicos, aunque sus ingresos pueden ser vulnerables si su centro de trabajo se ve afectado. Luego están los empleados, quienes gozan de mayor estabilidad, acceso a seguros y posibilidad de mantener ingresos mediante modalidades remotas o desplazamiento.

Finalmente, los empleadores o patrones presentan la mayor resiliencia, al contar con mayor capacidad económica, activos diversificados y recursos para asumir pérdidas o reactivar sus actividades en menor tiempo tras un desastre.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°179: Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación laboral

Ocupación laboral	Trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro	Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	Obrero(a)	Empleado(a)	Empleador(a) o patrón(a)
Trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Obrero(a)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Empleado(a)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Empleador(a) o patrón(a)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°180: Matriz de Normalización del parámetro ocupación laboral

Ocupación laboral	Trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro	Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	Obrero(a)	Empleado(a)	Empleador(a) o patrón(a)	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Obrero(a)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Empleado(a)	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Empleador(a) o patrón(a)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°181: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro ocupación laboral

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del parámetro ocupación laboral permite identificar el nivel de resiliencia económica de la población según su tipo de vínculo laboral, ante un posible evento de tsunami.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Las personas que laboran como trabajadores del hogar, en negocios familiares o actividades informales tienen el menor nivel de resiliencia (vector 0.503), al depender de ingresos inestables y sin acceso a beneficios laborales. En un nivel medio se encuentran los trabajadores independientes (0.260) y los obreros (0.134), quienes, si bien tienen cierta autonomía o estabilidad, enfrentan limitaciones ante interrupciones prolongadas.

En contraste, los empleados (0.068) y especialmente los empleadores o patrones (0.035) muestran mayor capacidad de respuesta, al contar con ingresos regulares, redes de respaldo o recursos propios que les permiten implementar medidas de recuperación más eficaces.

c) Tipo de vivienda

El tipo de vivienda está estrechamente ligado a la capacidad de resistencia estructural, estabilidad habitacional y nivel económico del hogar. Ante un tsunami, las características físicas y el entorno construido influyen directamente en el grado de afectación y en la velocidad de recuperación.

En primer lugar, las personas que habitan en otro tipo de vivienda o que no cuentan con una vivienda definida presentan la menor resiliencia, ya que viven en condiciones extremadamente precarias y con nula capacidad de respuesta estructural. Le siguen quienes habitan en viviendas improvisadas, generalmente autoconstruidas sin criterios técnicos, altamente vulnerables al colapso y sin garantías de seguridad.

En tercer lugar, se encuentran quienes viven en quintas o vecindades, donde existe hacinamiento y escasa infraestructura de evacuación, aunque su construcción es más estable. Luego están quienes habitan en departamentos en edificios, que, si bien pueden tener mayor calidad estructural, requieren evacuaciones más complejas y su recuperación depende de múltiples actores.

Finalmente, las casas independientes presentan la mayor resiliencia, al ofrecer mayor control sobre el inmueble, mejores condiciones de acceso y autonomía en la toma de decisiones para la preparación y recuperación ante un evento tsunami.

Cuadro N°182: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de vivienda

Tipo de vivienda	Otro tipo de vivienda o sin vivienda	Vivienda improvisada	Vivienda en quinta o vecindad	Departamento en edificio	Casa independiente
Otro tipo de vivienda o sin vivienda	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Vivienda improvisada	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Vivienda en quinta o vecindad	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Departamento en edificio	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Casa independiente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°183: Matriz de Normalización del parámetro tipo de vivienda

Tipo de vivienda	Otro tipo de vivienda o sin vivienda	Vivienda improvisada	Vivienda en quinta o vecindad	Departamento en edificio	Casa independiente	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Otro tipo de vivienda o sin vivienda	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Vivienda improvisada	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Vivienda en quinta o vecindad	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Departamento en edificio	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Casa independiente	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°184: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de vivienda

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización del tipo de vivienda permite establecer la capacidad de los hogares para resistir y recuperarse frente a un tsunami, en función de las condiciones físicas de su residencia.

Los hogares que habitan en viviendas improvisadas, en quinta o vecindad, o que carecen de una vivienda formal presentan los niveles más bajos de resiliencia (vector 0.503), debido a su alta exposición estructural y escasa capacidad de respuesta. En una situación intermedia se ubican quienes residen en viviendas en quinta o vecindad (0.134) y departamentos en edificios (0.068), los cuales ofrecen mejores condiciones físicas, aunque no siempre aseguran autonomía frente a emergencias.

En el nivel más alto se encuentran las casas independientes (0.035), que otorgan mayor control sobre medidas de prevención y recuperación, al disponer generalmente de mejor infraestructura, espacio propio y mayor estabilidad habitacional.

d) Tipo de tenencia de vivienda

La forma de tenencia de la vivienda refleja el nivel de seguridad jurídica y patrimonial, lo cual incide en la capacidad del hogar para recuperarse económicamente tras un tsunami. A mayor estabilidad legal sobre el inmueble, mayor es la resiliencia.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

En primer lugar, quienes habitan en condición de “otra forma” de tenencia presentan la menor resiliencia, ya que carecen de respaldo legal para acceder a beneficios, subsidios o procesos de reconstrucción. Les sigue la tenencia de una vivienda propia sin título de propiedad, que, si bien implica arraigo, limita el acceso a créditos o apoyo estatal formal.

En tercer lugar, están las personas que alquilan la vivienda, quienes, si bien tienen cierta estabilidad de acceso, dependen de terceros para tomar decisiones estructurales y pueden enfrentar desplazamiento inmediato tras el evento. Luego, las viviendas cedidas representan una condición más estable que el alquiler o la informalidad, al derivar generalmente de redes familiares, aunque con menor control legal sobre el inmueble.

Finalmente, las viviendas propias con título de propiedad ofrecen la mayor resiliencia económica, al garantizar seguridad jurídica, acceso a financiamiento, programas de reconstrucción y posibilidad de tomar decisiones autónomas para la preparación o rehabilitación post - desastre.

Cuadro N°185: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de tenencia de vivienda

Tipo de tenencia de vivienda	Otra forma	La vivienda es propia sin título de propiedad	La vivienda es alquilada	Cedida	La vivienda es propia con título de propiedad
Otra forma	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
La vivienda es propia sin título de propiedad	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
La vivienda es alquilada	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Cedida	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
La vivienda es propia con título de propiedad	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°186: Matriz de Normalización del parámetro tipo de tenencia de vivienda

Tipo de tenencia de vivienda	Otra forma	La vivienda es propia sin título de propiedad	La vivienda es alquilada	Cedida	La vivienda es propia con título de propiedad	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Otra forma	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
La vivienda es propia sin título de propiedad	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
La vivienda es alquilada	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Cedida	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
La vivienda es propia con título de propiedad	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°187: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro tipo de tenencia de vivienda

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

Esta matriz permite jerarquizar la capacidad de recuperación económica de los hogares en función del tipo de tenencia de su vivienda.

Las familias con tenencia bajo otras formas no formales tienen la menor resiliencia (vector 0.503), debido a la inseguridad jurídica y falta de estabilidad habitacional. En una situación intermedia se encuentran quienes poseen una vivienda sin título de propiedad (0.260) o viven en alquiler (0.134), ya que carecen de control pleno sobre la vivienda y enfrentan limitaciones en la implementación de medidas de recuperación.

Por el contrario, quienes tienen viviendas cedidas (0.068) o propias con título de propiedad (0.035) muestran mayor resiliencia. Este último grupo representa el escenario más favorable, al contar con respaldo legal, estabilidad patrimonial y mayor autonomía para afrontar la reconstrucción post-desastre.

e) Movilidad urbana

El acceso a medios de transporte privado influye directamente en la capacidad de respuesta inmediata ante un tsunami, especialmente en zonas costeras donde la evacuación debe ser rápida y oportuna. Asimismo, contar con un vehículo propio puede facilitar la reubicación temporal, el transporte de bienes esenciales o el acceso a servicios durante la fase de recuperación.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

En este análisis se considera que los hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta presentan la mayor resiliencia, ya que disponen de un medio de transporte más seguro, con mayor capacidad de carga y autonomía, lo que les permite evacuar más eficientemente, asistir a otros miembros del hogar y desplazarse a zonas seguras sin depender del transporte público.

Por otro lado, los hogares que cuentan solo con motocicleta muestran una resiliencia menor, ya que, aunque tienen un medio de transporte propio, este es más vulnerable frente al caos vial o el colapso de rutas tras el tsunami. Aun así, representa una ventaja significativa respecto a los hogares sin ningún vehículo.

Cuadro N°188: Matriz de comparación de pares del parámetro movilidad urbana

Movilidad urbana	Hogares que cuentan con motocicleta	Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta
Hogares que cuentan con motocicleta	1.00	-
Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta	-	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°189: Matriz de Normalización del parámetro movilidad urbana

Movilidad urbana	Vector Priorización
Hogares que cuentan con motocicleta	0.600
Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta	0.400
	1.000

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de movilidad urbana por tipo de unidad vehicular

Dado que el parámetro “grupo de movilidad urbana” presenta diversos subtipos o clases, y considerando que, para cada tipo de unidad vehicular, pueden registrarse múltiples grupos de movilidad como resultado del levantamiento de información en campo, se ha considerado necesario efectuar un análisis de concentración diferenciado para cada tipo de unidad vehicular, según los descriptores asociados a este parámetro. A estos descriptores se les ha denominado “sub-parámetros”, y para cada uno se ha establecido una escala de ponderación basada en los rangos de concentración observados. Esta metodología permite una valoración más precisa y representativa del comportamiento del parámetro general, considerando la heterogeneidad de los datos recogidos.

A continuación, se presenta el análisis correspondiente para cada sub-parámetro del grupo de movilidad urbana:

e.1) Sub - Parámetro: Hogares que cuentan con motocicleta

El uso de motocicletas como medio de transporte permite cierta autonomía y rapidez de desplazamiento frente a un eventual tsunami. No obstante, su capacidad de carga es reducida, no protege contra condiciones climáticas, y solo permite transportar a una o dos personas, lo

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

que limita su efectividad como recurso logístico en emergencias. Aun así, su presencia mejora la movilidad con respecto a no tener ningún vehículo.

En primer lugar, se considera más vulnerable a la población donde ningún hogar cuenta con motocicleta, ya que se enfrentan a una dependencia total del transporte público o al desplazamiento a pie.

En segundo lugar, están los sectores donde menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta, lo que indica un acceso muy restringido, especialmente en zonas periurbanas o rurales.

En tercer lugar, se encuentran las áreas donde menos del 60% de los hogares poseen motocicleta, lo que refleja un nivel moderado de disponibilidad, aunque aún insuficiente para garantizar una respuesta ágil a nivel comunitario.

En cuarto lugar, se ubican las zonas donde menos del 80% de los hogares cuentan con este medio de transporte, evidenciando una cobertura aceptable que mejora la movilidad individual.

Finalmente, el nivel más bajo de fragilidad lo presentan los sectores donde más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, lo que otorga una movilidad individual efectiva en situaciones de emergencia, aunque con las limitaciones señaladas frente a otros vehículos como automóviles o camionetas.

Cuadro N°190: Matriz de comparación de pares del sub - parámetro hogares que cuentan con motocicleta

Hogares que cuentan con motocicleta	Hogares que no cuentan con motocicleta	Menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta	Menos del 60% de los hogares cuentan con motocicleta	Menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	Más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta
Hogares que no cuentan con motocicleta	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Menos del 60% de los hogares cuentan con motocicleta	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°191: Matriz de Normalización del sub - parámetro hogares que cuentan con motocicleta

Hogares que cuentan con motocicleta	Hogares que no cuentan con motocicleta	Menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta	Menos del 60% de los hogares cuentan con motocicleta	Menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	Más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Hogares que no cuentan con motocicleta	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Menos del 60% de los hogares cuentan con motocicleta	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°192: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el sub - parámetro hogares que cuentan con motocicleta

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

e.2) Sub - Parámetro: Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta

El acceso a vehículos privados, como automóviles o camionetas, representa una ventaja significativa en contextos de emergencia ante un eventual tsunami, ya que facilita la evacuación, el traslado a centros de salud, la búsqueda de apoyo o insumos, y contribuye a una recuperación autónoma. A menor disponibilidad vehicular por parte de los hogares, mayor es la fragilidad económica y logística frente a un evento adverso.

En primer lugar, se considera más vulnerable a la población en sectores donde no hay hogares con acceso a automóvil o camioneta, ya que dependen completamente del transporte público (frecuentemente colapsado o interrumpido tras un sismo) o del desplazamiento a pie.

En segundo lugar, se ubican las zonas donde menos del 40% de los hogares cuentan con estos vehículos, lo que indica un acceso muy limitado a medios de transporte autónomos, y por tanto, baja capacidad de movilidad efectiva.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

En tercer lugar, están las áreas donde menos del 60% de los hogares cuentan con vehículo propio, lo que muestra una mejora en la cobertura, pero aún con limitaciones que pueden dificultar la evacuación masiva o el acceso a servicios esenciales.

En cuarto lugar, se encuentran los sectores donde menos del 80% de los hogares tienen automóvil o camioneta, lo que refleja un nivel de cobertura aceptable y una capacidad de respuesta más amplia.

Finalmente, el nivel más bajo de fragilidad se presenta en zonas donde más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta, lo que representa un alto nivel de autosuficiencia en movilidad.

Cuadro N°193: Matriz de comparación de pares del sub - parámetro hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta

Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta	Hogares que no cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 40% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 60% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta
Hogares que no cuentan con automóvil y/o camioneta	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Menos del 40% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Menos del 60% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Menos del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°194: Matriz de Normalización del sub - parámetro hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta

Hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta	Hogares que no cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 40% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 60% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Menos del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λmáx VSP / VP
Hogares que no cuentan con automóvil y/o camioneta	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Menos del 40% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Menos del 60% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Menos del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Más del 80% de los hogares cuentan con automóvil y/o camioneta	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°195: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el sub - parámetro hogares que cuentan con automóvil y/o camioneta

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.5.3. Resiliencia ambiental

En el análisis de resiliencia ambiental ante tsunamis, el conocimiento en temas de conservación ambiental se posiciona como el principal factor fortalecedor, ya que promueve conductas responsables con el entorno, fomenta el uso sostenible del territorio y mejora la convivencia con los ecosistemas costeros, reduciendo la vulnerabilidad ambiental colectiva. En segundo lugar, el conocimiento de actividades de reciclaje, aunque relevante para la gestión de residuos, tiene un impacto más limitado frente a eventos extremos. Su contribución es indirecta, al reducir los desechos expuestos.

En ese contexto, para el análisis de la resiliencia ambiental se consideran los siguientes parámetros:

Cuadro N°196: Matriz de comparación de pares del componente resiliencia ambiental

RESILIENCIA AMBIENTAL	Conocimiento en temas de conservación ambiental	Conocimiento de actividades de reciclaje
Conocimiento en temas de conservación ambiental	1.00	-
Conocimiento de actividades de reciclaje	-	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°197: Matriz de normalización del componente resiliencia ambiental

RESILIENCIA AMBIENTAL	Vector Priorización
Conocimiento en temas de conservación ambiental	0.600
Conocimiento de actividades de reciclaje	0.400

Fuente: Elaboración Propia.

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

a) Conocimiento en temas de conservación ambiental

El nivel de conocimiento y aplicación de prácticas ambientales refleja el grado de conciencia ecológica de la población, lo que influye en su capacidad para preservar ecosistemas costeros, mantener áreas seguras y promover un entorno más resiliente frente a tsunamis. Comunidades ambientalmente informadas tienden a proteger mejor su territorio y a tomar decisiones sostenibles, lo que reduce riesgos asociados a la degradación del entorno.

En primer lugar, quienes desconocen totalmente las prácticas de conservación ambiental presentan la menor resiliencia, ya que su comportamiento suele contribuir a la acumulación de residuos, contaminación y deterioro de barreras naturales como humedales o dunas costeras. Le siguen quienes conocen las prácticas, pero no las aplican, lo cual representa una oportunidad perdida para fortalecer la preparación comunitaria y ambiental.

En tercer lugar, se encuentran quienes aplican parcialmente dichas prácticas de forma esporádica, reflejando un compromiso irregular pero incipiente. Luego, aquellos que aplican regularmente las prácticas con ligeras deficiencias muestran una cultura ambiental más consolidada, favoreciendo la prevención y respuesta organizada ante eventos extremos.

Finalmente, quienes conocen y cumplen plenamente las prácticas de conservación ambiental demuestran la mayor resiliencia ambiental, al tener hábitos sostenibles, proteger el entorno y contribuir activamente a la reducción de riesgos, incluso desde el ámbito comunitario y educativo.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°198: Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento en temas de conservación ambiental

Conocimiento en temas de conservación ambiental	Desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental	Conoce las prácticas, pero no las aplica	Aplica parcialmente las prácticas de conservación, de manera esporádica	Aplica regularmente las prácticas, con ligeras deficiencias	Conoce y cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental
Desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Conoce las prácticas, pero no las aplica	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Aplica parcialmente las prácticas de conservación, de manera esporádica	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Aplica regularmente las prácticas, con ligeras deficiencias	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Conoce y cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°199: Matriz de Normalización del parámetro conocimiento en temas de conservación ambiental

Conocimiento en temas de conservación ambiental	Desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental	Conoce las prácticas, pero no las aplica	Aplica parcialmente las prácticas de conservación, de manera esporádica	Aplica regularmente las prácticas, con ligeras deficiencias	Conoce y cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	λ_{\max} VSP / VP
Desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Conoce las prácticas, pero no las aplica	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Aplica parcialmente las prácticas de conservación, de manera esporádica	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Aplica regularmente las prácticas, con ligeras deficiencias	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Conoce y cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°200: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro conocimiento en temas de conservación ambiental

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización valora el grado de conocimiento y práctica en conservación ambiental como un indicador de resiliencia comunitaria frente a tsunamis.

Las personas que desconocen totalmente las prácticas de conservación ambiental se ubican en el nivel más bajo de resiliencia (vector 0.503), al no integrar criterios de sostenibilidad en su entorno ni contar con hábitos que promuevan una convivencia armónica con el ambiente. En niveles intermedios se posicionan quienes conocen, pero no aplican (0.260) o aplican de forma esporádica (0.134), lo que indica un reconocimiento parcial, pero con limitada acción preventiva.

Los mayores niveles de resiliencia ambiental se observan en quienes aplican regularmente estas prácticas (0.068) y, sobre todo, en aquellos que conocen y cumplen plenamente con las acciones de conservación ambiental (0.035), pues demuestran compromiso sostenido y capacidad de adaptación ante impactos ecológicos.

b) Conocimiento de actividades de reciclaje

El conocimiento y práctica del reciclaje refleja el nivel de compromiso ambiental de la población, lo cual repercute en la gestión adecuada de residuos y en la reducción de impactos colaterales posteriores a un tsunami. Una comunidad con cultura de reciclaje tiende a generar menos desechos expuestos, disminuye la contaminación y contribuye a mantener espacios más limpios y seguros.

En primer lugar, quienes presentan un conocimiento deficiente tienen la menor resiliencia, ya que desconocen procesos de separación, reutilización o reducción de residuos, generando condiciones que pueden agravar los efectos ambientales del desastre. En segundo lugar se encuentran quienes poseen un nivel básico, con entendimiento limitado y prácticas mínimas o inconsistentes.

En tercer lugar, están quienes tienen un conocimiento regular, lo cual indica cierta comprensión y disposición para aplicar actividades de reciclaje, aunque sin constancia. Luego, las personas con un conocimiento bueno demuestran prácticas sostenidas, mejor manejo de residuos y contribuyen activamente al cuidado del entorno.

Finalmente, quienes presentan un conocimiento muy bueno tienen la mayor resiliencia ambiental, al integrar el reciclaje como parte de su vida cotidiana, promoverlo en su comunidad y reducir considerablemente los volúmenes de residuos expuestos, fortaleciendo así la capacidad de respuesta ambiental ante un tsunami.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°201: Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento de actividades de reciclaje

Conocimiento de actividades de reciclaje	Deficiente	Básico	Regular	Bueno	Muy bueno
Deficiente	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Básico	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bueno	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy bueno	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°202: Matriz de Normalización del parámetro conocimiento de actividades de reciclaje

Conocimiento de actividades de reciclaje	Deficiente	Básico	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector Priorización	Porcentaje (%)	Vector Suma Ponderada	$\lambda_{\text{máx}}$ VSP / VP
Deficiente	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	50.282	2.743	5.455
Básico	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	26.023	1.414	5.432
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	13.435	0.699	5.204
Bueno	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	6.778	0.341	5.030
Muy bueno	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035	3.482	0.177	5.093
						1.000			5.243

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°203: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro conocimiento de actividades de reciclaje

Índice de consistencia (IC)	0.061
Relación de Consistencia (RC) < 0.1	0.054

Fuente: Elaboración Propia.

La matriz de normalización evalúa el grado de conocimiento y práctica en actividades de reciclaje como un factor clave en la resiliencia ambiental frente a amenazas como un tsunami.

Los valores más altos de riesgo corresponden a quienes presentan un conocimiento deficiente (vector de priorización 0.503), lo que implica escasa o nula gestión adecuada de residuos, aumentando la vulnerabilidad ambiental. En un nivel intermedio, se encuentran quienes tienen un conocimiento básico (0.260) o regular (0.134), reflejando una conciencia parcial con limitaciones en la aplicación.

Los valores más bajos de riesgo, y por tanto mayor resiliencia, se asignan a quienes poseen un conocimiento bueno (0.068) y, sobre todo, muy bueno (0.035), evidenciando un compromiso activo con el reciclaje y la mitigación de impactos ambientales.

3.2.6. Ponderación de los parámetros de resiliencia

Cuadro N°204: Ponderación de parámetros de resiliencia social

Resiliencia Social						
Nivel Educativo	Tipo de seguro	Acceso a conectividad y telecomunicaciones	Participación en simulacros	Capacitaciones en temas de GRD	Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.253	0.131	0.068	0.034	0.018	0.503	0.164
0.131	0.068	0.035	0.018	0.009	0.260	0.164
0.068	0.035	0.018	0.009	0.005	0.134	0.164
0.034	0.018	0.009	0.005	0.002	0.068	0.164
0.018	0.009	0.005	0.002	0.001	0.035	0.164

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°205: Ponderación de parámetros de resiliencia económica

Resiliencia Económica						
Ingreso promedio familiar	Ocupación laboral	Tipo de vivienda	Tipo de tenencia de vivienda	Movilidad urbana	Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica
Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.253	0.131	0.068	0.034	0.018	0.503	0.122
0.131	0.068	0.035	0.018	0.009	0.260	0.122
0.068	0.035	0.018	0.009	0.005	0.134	0.122
0.034	0.018	0.009	0.005	0.002	0.068	0.122
0.018	0.009	0.005	0.002	0.001	0.035	0.122

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°206: Ponderación de parámetros de resiliencia ambiental

Resiliencia Ambiental			
Conocimiento en temas de conservación ambiental	Conocimiento de actividades de reciclaje	Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental
Pdes x P par	Pdes x P par		P_FACTOR
0.302	0.201	0.503	0.122
0.156	0.104	0.260	0.122
0.081	0.054	0.134	0.122
0.041	0.027	0.068	0.122
0.021	0.014	0.035	0.122

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.7. Nivel de vulnerabilidad

El siguiente cuadro presenta los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos, determinados mediante la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico.

Cuadro N°207: Niveles de Vulnerabilidad

Nivel	Rangos
Muy Alto	0.260 ≤ V ≤ 0.503
Alto	0.134 ≤ V < 0.260
Medio	0.068 ≤ V < 0.134
Bajo	0.035 ≤ V < 0.068

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°208: Estratificación de la Vulnerabilidad

Nivel	Descripción	Rango
Muy Alta	Densidad de población por manzanas mayor a 200 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por infantes y adultos mayores, con otro tipo de acceso a abastecimiento de agua, con otro tipo de acceso a servicio de alcantarillado, con discapacidad para entender o para relacionarse, con acceso al servicio de alumbrado del menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, sin nivel educativo o con nivel inicial, sin ningún tipo de seguro, que no tiene acceso a conectividad y telecomunicaciones, que nunca participa en simulacros, con la totalidad de la población que no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 0 a 200 metros, con altura de edificación de 0 a 4 metros, con material de techo de paja, hoja de palmera y similares, con material de pared de triplay, calamina, estera, con condición de ocupación de vivienda ocupada, con personas presentes, con otro tipo de combustible (residuos agrícolas, etc.), sin equipamiento domiciliario, con material de piso de tierra, con ingreso promedio familiar menor al sueldo mínimo vital, con ocupación laboral como trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro, con otro tipo de vivienda o sin vivienda, con otra forma de tenencia de vivienda, con movilidad urbana de hogares que no cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación muy cercana de 0 a 100 metros, con disposición de residuos sólidos a cielo abierto o a la interperie, sin servicio de recojo de residuos sólidos, desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental, con deficiente conocimiento de actividades de reciclaje.	0.260 ≤ v ≤ 0.503

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Nivel	Descripción	Rango
Alta	<p>Densidad de población por manzanas entre 151 a 200 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por niños, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante camión - cisterna u otro similar, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado mediante pozo ciego o negro, con discapacidad para moverse, con acceso al servicio de alumbrado de menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo de primaria o básica especial, con tipo de seguro de SIS y FF.AA., con acceso a conectividad y telecomunicaciones por TV por cable o satelital, con muy poca participación en simulacros, con población escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 200 a 400 metros, con altura de edificación de 4 a 7 metros, con material de techo de triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento, con material de pared de madera (pona, tornillo, etc.), con condición de ocupación de vivienda ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes, con tipo de combustible de leña, que cuenta con 1 o 2 equipamientos domiciliarios, con material de piso de láminas asfálticas, vinílicos o similares, con ingreso promedio familiar de S/1,130.00 a S/1,800.00, con ocupación laboral trabajador(a) independiente o por cuenta propia, con tipo de vivienda improvisada, con vivienda propia sin título de propiedad, con movilidad urbana de menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación cercana de 101 a 150 metros, con disposición de residuos sólidos mediante botadero informal no autorizado, con servicio de recojo de residuos sólidos informal sin control técnico, con población que conoce las prácticas ambientales, pero no las aplica, con conocimiento básicos de actividades de reciclaje.</p>	0.134 ≤ v < 0.260
Media	<p>Densidad de población por manzanas entre 101 a 150 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por adolescentes, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante pilón o pileta de uso público, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado mediante red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación, con discapacidad para ver, oír o hablar, con acceso al servicio de alumbrado de menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo secundaria, con otros tipos de seguro, con acceso a conectividad y telecomunicaciones mediante teléfono fijo, con población que se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 400 a 600 metros, con altura de edificación de 7 a 10 metros, con material de techo madera, tejas, planchas de calamina, fibra de cemento o similares, con material de pared adobe, piedra con barro, tapia o quincha, piedra o sillar con cal o cemento, con condición de ocupación de vivienda desocupada, en construcción o reparación, con tipo de combustible carbón, que cuentan con 3 equipamientos domiciliarios, con material de piso madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida, con ingreso promedio familiar de S/1,800.00 a S/2,500.00, con ocupación laboral de obrero(a), con tipo de vivienda en quinta o vecindad, con tipo de tenencia de vivienda alquilada, con movilidad urbana de menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación medianamente cercana de 150 a 200 metros, con disposición de residuos sólidos mediante quema y entierro, con servicio de recojo de residuos sólidos mediante punto de acopio temporal, que aplican parcialmente las</p>	0.068 ≤ v < 0.134

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

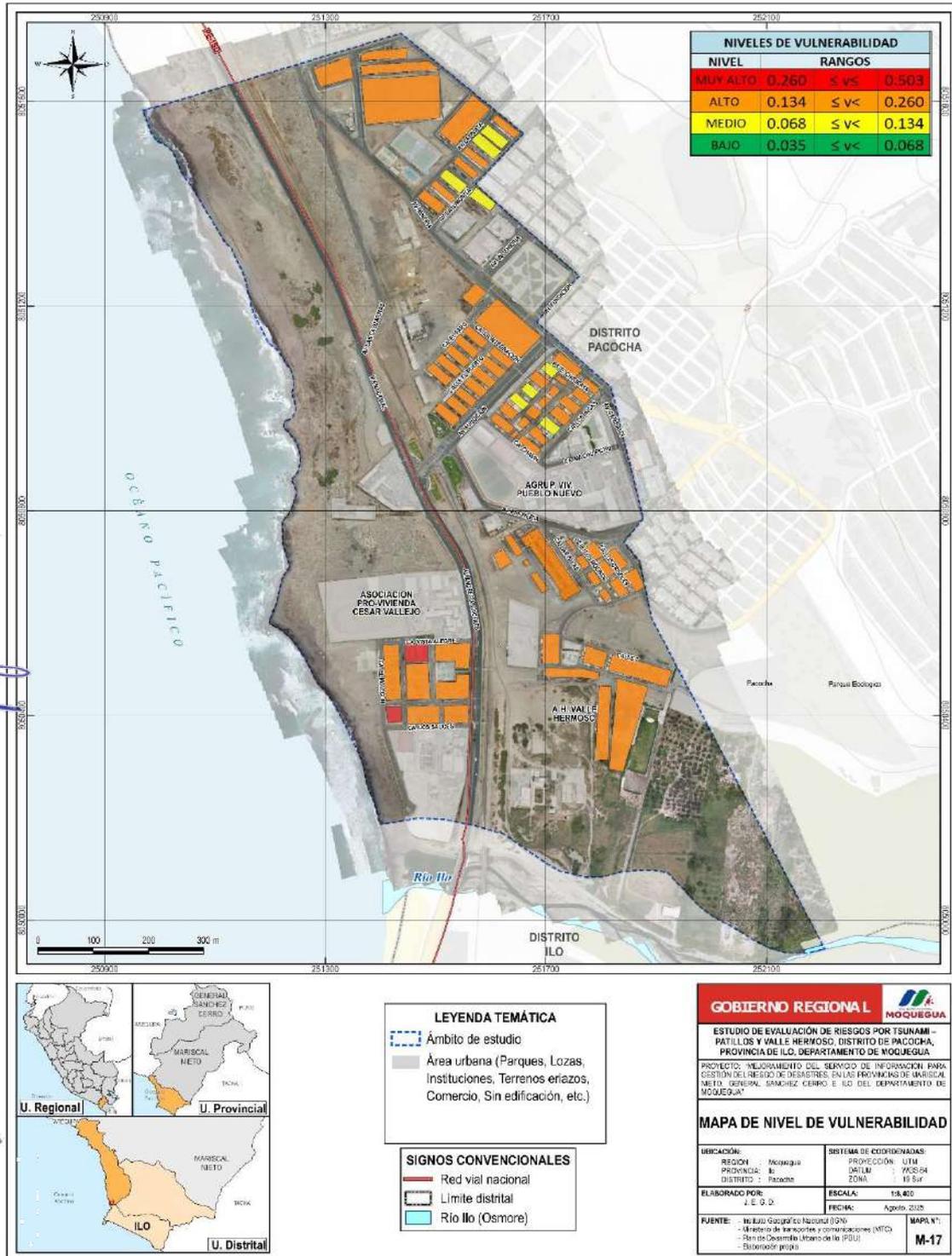
ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Nivel	Descripción	Rango
	prácticas de conservación ambiental, de manera esporádica, con regular conocimiento de actividades de reciclaje.	
Baja	Densidad de población por manzanas menor a 100 personas respecto a la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por jóvenes y adultos, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante red pública fuera o dentro de la vivienda, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o red pública de desagüe dentro de la vivienda, sin ninguna discapacidad, con acceso al servicio de alumbrado de más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo superior no universitaria, superior universitaria, maestría o doctorado, con tipo de seguro ESSALUD o seguro privado, con acceso a conectividad y telecomunicaciones mediante teléfono celular y conexión a internet, con población que se capacitada constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura total en temas concernientes a gestión de riesgo, actualizándose, con participación en simulacros, siendo su difusión y cobertura total, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa mayor a 600 metros, con altura de edificación mayor a 10 metros, con material de techo de concreto armado, con material de pared de ladrillo o bloque de cemento, con condición de ocupación de vivienda desocupada, en alquiler, venta, abandonada, cerrada u otra causa, con tipo de combustible para cocinar mediante gas (balón GLP), electricidad o no cocinan, con equipamiento domiciliario cuenta con 4 o 5 equipamientos domiciliarios, con material de piso de cemento, losetas, terrazos, cerámicos o similares, con ingreso promedio familiar de S/2,500.00 a S/3,500.00 o más de S/3,500.00, con ocupación laboral de empleado(a), empleador(a) o patrón(a), con tipo de vivienda de departamento en edificio o casa independiente, con tipo de tenencia de vivienda cedida o propia con título de propiedad, con movilidad urbana de más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación alejada de 201 a 250 metros o muy alejada de más de 250 metros, con disposición de residuos sólidos mediante centro de acopio o relleno sanitario, con servicio de recojo de residuos sólidos mediante contenedor municipal o camión municipal, con conocimiento en temas de conservación ambiental donde cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental, con conocimiento de actividades de reciclaje bueno y muy bueno.	0.035 ≤ v < 0.068

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.8. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad

Mapa N°19: Vulnerabilidad en Patillos y Valle Hermoso



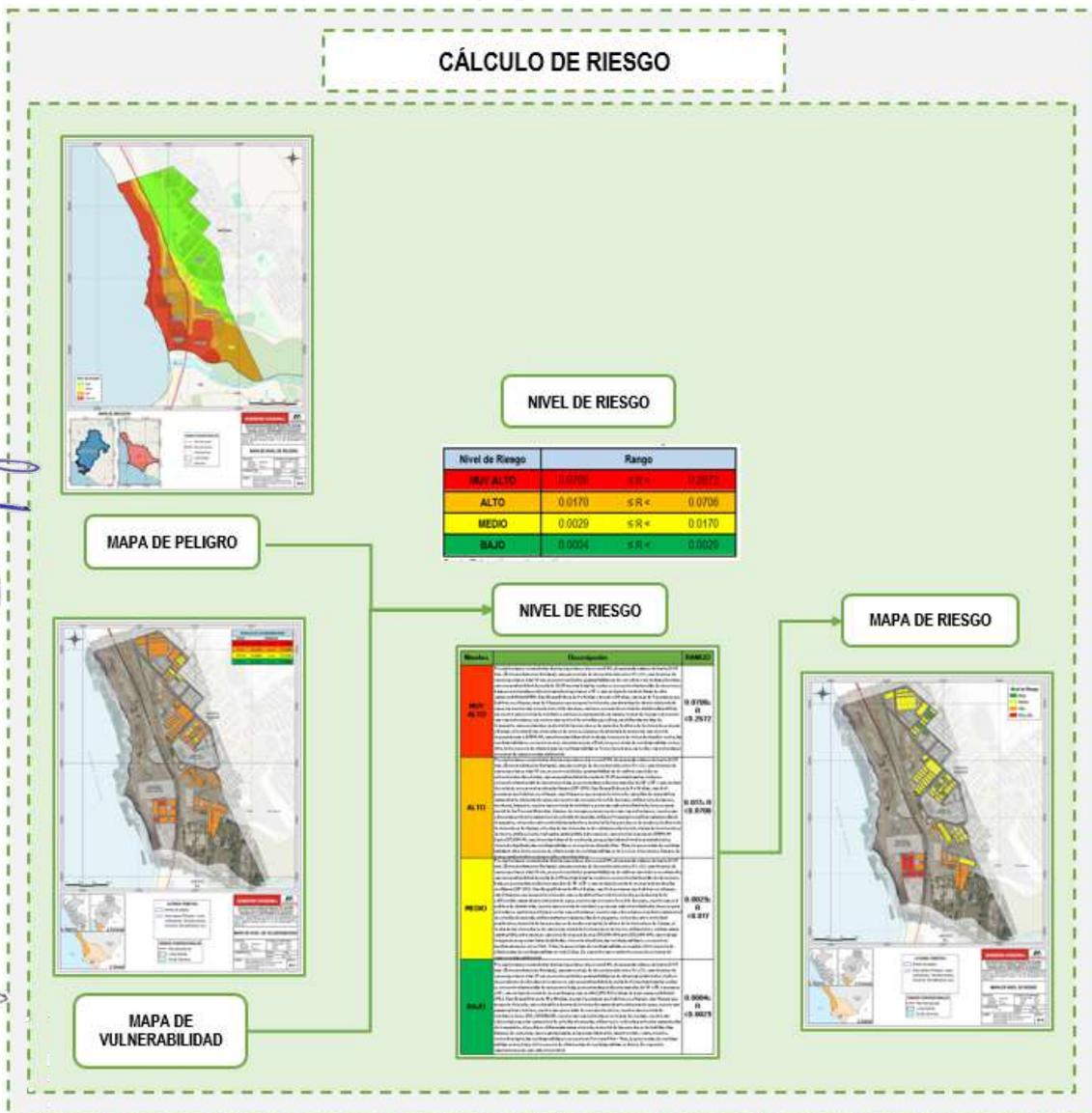
Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

3.3. CÁLCULO DE RIESGOS

Para el cálculo del riesgo en la zona de estudio, se aplicó una metodología basada en el uso de matrices de doble entrada: la Matriz de Peligro y la Matriz de Vulnerabilidad. Este procedimiento requiere, en primer lugar, la estimación de los niveles de probabilidad de ocurrencia del peligro y el nivel de vulnerabilidad, ambos expresados en porcentajes. Posteriormente, estos valores se interrelacionan: en el eje vertical se ubica el nivel del peligro estimado, y en el eje horizontal, el nivel promedio de vulnerabilidad. La intersección de ambos parámetros permite determinar el nivel de riesgo esperado para el área de influencia.

Gráfico N°22: Metodología para determinar el nivel del riesgo



Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.

3.3.1. Determinación de los niveles de riesgos

3.3.1.1. Niveles del riesgo

A continuación, se presentan los niveles de riesgo por tsunami establecidos para la zona de estudio, los cuales han sido definidos en función de la combinación del nivel de peligro y el grado de vulnerabilidad identificados en el área de intervención.

Cuadro N°209: Cálculos de valores de riesgo

Peligro (A)	Vulnerabilidad (B)	Valor Riesgo (A)*(B)
0.5028	0.5028	0.2528
0.2602	0.2602	0.0677
0.1344	0.1344	0.0181
0.0678	0.0678	0.0046
0.0348	0.0348	0.0012

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°210: Niveles de Riesgo

Nivel de Riesgo	Rango
MUY ALTO	0.0677 ≤ R < 0.2528
ALTO	0.0181 ≤ R < 0.0677
MEDIO	0.0046 ≤ R < 0.0181
BAJO	0.0012 ≤ R < 0.0046

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.2. Matriz del riesgo

La matriz de riesgo por tsunami, generado a partir de un sismo de gran magnitud en los sectores de Patillos y Valle Hermoso, se presenta a continuación:

Cuadro N°211: Matriz de Riesgo

PMA	0.5028	0.0341	0.0676	0.1308	0.2528
PA	0.2602	0.0176	0.0350	0.0677	0.1308
PM	0.1344	0.0091	0.0181	0.0350	0.0676
PB	0.0678	0.0046	0.0091	0.0176	0.0341
		0.0678	0.1344	0.2602	0.5028
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.3. Estratificación del nivel de riesgo por tsunami

La estratificación del nivel de riesgo por tsunami para la zona de estudio se presenta a continuación, según los criterios establecidos en función del nivel de peligro y grado de vulnerabilidad evaluados.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Cuadro N°212: Estratificación de riesgo

Niveles	Descripción	Rango
MUY ALTO	<p>Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar <4 msnm, se notan pendientes menores a 2%, con presencia de las unidades geomorfológicas de playa y geología Deposito aluvial (Qh-all). Con Densidad de población por manzanas mayor a 200 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por infantes y adultos mayores, con otro tipo de acceso a abastecimiento de agua, con otro tipo de acceso a servicio de alcantarillado, con discapacidad para entender o para relacionarse, con acceso al servicio de alumbrado del menos del 20% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, sin nivel educativo o con nivel inicial, sin ningún tipo de seguro, que no tiene acceso a conectividad y telecomunicaciones, que nunca participa en simulacros, con la totalidad de la población que no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 0 a 200 metros, con altura de edificación de 0 a 4 metros, con material de techo de paja, hoja de palmera y similares, con material de pared de triplay, calamina, estera, con condición de ocupación de vivienda ocupada, con personas presentes, con otro tipo de combustible (residuos agrícolas, etc.), sin equipamiento domiciliario, con material de piso de tierra, con ingreso promedio familiar menor al sueldo mínimo vital, con ocupación laboral como trabajador(a) del hogar, negocio de un familiar u otro, con otro tipo de vivienda o sin vivienda, con otra forma de tenencia de vivienda, con movilidad urbana de hogares que no cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación muy cercana de 0 a 100 metros, con disposición de residuos sólidos a cielo abierto o a la interperie, sin servicio de recojo de residuos sólidos, desconoce totalmente las prácticas de conservación ambiental, con deficiente conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	0.0677 ≤ R < 0.2528
ALTO	<p>Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar de 4 a 8 msnm, se notan pendientes entre 2° a 4°, con presencia de las unidades geomorfológicas Terraza Marina y geología deposito fluvial (Qh-fl). Con Densidad de población por manzanas entre 151 a 200 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por niños, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante camión - cisterna u otro similar, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado mediante pozo ciego o negro, con discapacidad para moverse, con acceso al servicio de alumbrado de menos del 40% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo de primaria o básica especial, con tipo de seguro de SIS y FF.AA., con acceso a conectividad y telecomunicaciones por TV por cable o satelital, con muy poca participación en simulacros, con población escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 200 a 400 metros, con altura de edificación de 4 a 7 metros, con material de techo de triplay, estera, carrizo, caña o estera con torta de barro o cemento, con material de pared de madera (pona, tornillo, etc.), con condición de ocupación de vivienda ocupada, de uso ocasional o con personas ausentes, con tipo de combustible de leña, que cuenta con 1 o 2 equipamientos domiciliarios, con material de piso de láminas asfálticas, vinílicos o similares, con ingreso promedio familiar de S/1,130.00 a S/1,800.00, con ocupación laboral trabajador(a) independiente o por cuenta propia, con tipo de vivienda improvisada, con vivienda propia sin título de propiedad, con movilidad urbana de menos del 40% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación cercana de 101 a 150 metros, con disposición de residuos sólidos mediante botadero informal no autorizado, con servicio de recojo de residuos sólidos informal sin control técnico, con población que conoce las prácticas ambientales, pero no las aplica, con conocimiento básicos de actividades de reciclaje.</p>	0.0181 ≤ R < 0.0677
MEDIO	<p>Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar de 8 a 12 msnm, se notan pendientes entre 4° a 8°, con presencia de las unidades geomorfológicas Terraza aluvial y Super unidad punta coles, dioritas (Jim-pc/di). Con Densidad de población por manzanas entre 101 a 150 personas respecto de la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por adolescentes, con</p>	0.0046 ≤ R < 0.0181

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Niveles	Descripción	Rango
	<p>tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante pilón o pileta de uso público, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado mediante red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación, con discapacidad para ver, oír o hablar, con acceso al servicio de alumbrado de menos del 60% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo secundaria, con otros tipos de seguro, con acceso a conectividad y telecomunicaciones mediante teléfono fijo, con población que se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa de 400 a 600 metros, con altura de edificación de 7 a 10 metros, con material de techo madera, tejas, planchas de calamina, fibra de cemento o similares, con material de pared adobe, piedra con barro, tapia o quincha, piedra o sillar con cal o cemento, con condición de ocupación de vivienda desocupada, en construcción o reparación, con tipo de combustible carbón, que cuentan con 3 equipamientos domiciliarios, con material de piso madera (pona, tornillo, etc.), parquet o madera pulida, con ingreso promedio familiar de S/1,800.00 a S/2,500.00, con ocupación laboral de obrero(a), con tipo de vivienda en quinta o vecindad, con tipo de tenencia de vivienda alquilada, con movilidad urbana de menos del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación medianamente cercana de 150 a 200 metros, con disposición de residuos sólidos mediante quema y entierro, con servicio de recojo de residuos sólidos mediante punto de acopio temporal, que aplican parcialmente las prácticas de conservación ambiental, de manera esporádica, con regular conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	
<p>BAJO</p>	<p>Ocurrencia de sismo con una aceleración máxima horizontal en suelo rígido mayor igual a 0.45g, con altura sobre el nivel del mar mayor a 12 msnm, se notan pendientes mayores a 8°, con presencia de las unidades geomorfológicas acantilado y geología de Super unidad Ilo, granodiorita con hoernblenda (ki-il/gd-h). Con Densidad de población por manzanas menor a 100 personas respecto a la cercanía a la línea costera, con grupo etario conformado por jóvenes y adultos, con tipo de acceso a abastecimiento de agua mediante red pública fuera o dentro de la vivienda, con tipo de acceso a servicio de alcantarillado pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o red pública de desagüe dentro de la vivienda, sin ninguna discapacidad, con acceso al servicio de alumbrado de más del 80% de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico, con nivel educativo superior no universitaria, superior universitaria, maestría o doctorado, con tipo de seguro ESSALUD o seguro privado, con acceso a conectividad y telecomunicaciones mediante teléfono celular y conexión a internet, con población que se capacitada constantemente en temas concernientes a gestión de riesgo, siendo su difusión y cobertura total en temas concernientes a gestión de riesgo, actualizándose, con participación en simulacros, siendo su difusión y cobertura total, con distancia de vivienda por manzana a la línea de costa mayor a 600 metros, con altura de edificación mayor a 10 metros, con material de techo de concreto armado, con material de pared de ladrillo o bloque de cemento, con condición de ocupación de vivienda desocupada, en alquiler, venta, abandonada, cerrada u otra causa, con tipo de combustible para cocinar mediante gas (balón GLP), electricidad o no cocinan, con equipamiento domiciliario cuenta con 4 o 5 equipamientos domiciliarios, con material de piso de cemento, losetas, terrazas, cerámicos o similares, con ingreso promedio familiar de S/2,500.00 a S/3,500.00 o más de S/3,500.00, con ocupación laboral de empleado(a), empleador(a) o patrón(a), con tipo de vivienda de departamento en edificio o casa independiente, con tipo de tenencia de vivienda cedida o propia con título de propiedad, con movilidad urbana de más del 80% de los hogares cuentan con motocicleta, automóvil y/o camioneta, con cercanía a fuentes de contaminación alejada de 201 a 250 metros o muy alejada de más de 250 metros, con disposición de residuos sólidos mediante centro de acopio o relleno sanitario, con servicio de recojo de residuos sólidos mediante contenedor municipal o camión municipal, con conocimiento en temas de conservación ambiental donde cumple plenamente las prácticas de conservación ambiental, con conocimiento de actividades de reciclaje bueno y muy bueno.</p>	<p>0.0012 ≤ R < 0.0046</p>

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2. Cálculo de posibles pérdidas (cualitativa y cuantitativa)

En función del análisis del escenario de riesgo ante la ocurrencia de un tsunami, se presenta a continuación la estimación de pérdidas económicas asociadas al evento. Esta estimación considera los costos proyectados para la reconstrucción de viviendas afectadas, así como la atención de necesidades básicas de la población expuesta, tales como alimentación, albergue temporal (carpas) y atención médica de emergencia. La cuantificación de estas pérdidas constituye un insumo técnico clave para evaluar la viabilidad y urgencia de las intervenciones necesarias, orientadas a la respuesta inmediata y la recuperación post desastre. Asimismo, la información obtenida permite dimensionar la magnitud del impacto económico y social generado por un tsunami, lo que contribuye a una adecuada priorización de medidas de intervención, en concordancia con los principios de la gestión reactiva del riesgo.

A continuación, se presenta el cálculo de daños y pérdidas probables para los elementos expuestos ubicados en condición de riesgo muy alto, con énfasis en la población clasificada como damnificada. Los damnificados considerados en este análisis son aquellos que, ante la ocurrencia del evento, perderían total o parcialmente su vivienda, medios de vida u otros activos críticos, y que requerirían asistencia humanitaria inmediata. Este enfoque permite identificar no solo el impacto físico sobre la infraestructura expuesta, sino también el impacto directo en la capacidad de recuperación de la población. Al centrar el análisis en los damnificados en riesgo muy alto, se prioriza la atención sobre los sectores más vulnerables y con mayor necesidad de intervención inmediata. La cuantificación económica que se presenta incluye estimaciones para la reposición de viviendas colapsadas, dotación de albergue temporal y atención médica de emergencia. Estos valores constituyen una base técnica para la planificación de intervenciones de respuesta y recuperación a corto plazo.

Cuadro N°213: Cálculo de daños y pérdidas probables –Damnificados en riesgo muy alto

Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Pérdidas probables
Daños probables						
URB. CESAR VALLEJO						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Viviendas	78	69,236.00	5,400,408.00	15,516,323.87	
Colegio	I.E.	1	8,000,000.00	8,000,000.00		
Vías de Transporte - Red Vial Nacional - Asfaltado	km	0.158	4,000,000.00	633,012.00		
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.671	1,149,475.49	771,539.45		
Red de agua potable	ml	829	384.14	318,629.46		
Red de desagüe	ml	829	473.48	392,734.97		
Pérdidas probables						
Costo de adquisición de carpas	Carpa	40	650.00	26,000.00		362,000.00
Costos de adquisición de viviendas	Modulo	40	8,000.00	320,000.00		
Gastos de atención de emergencia	Global	80	200.00	16,000.00		
Total				15,878,323.87	15,516,323.87	362,000.00

Fuente: Equipo Técnico Consultor 2025

*La información es referencial con datos proporcionados de la R.M. N° 411-2024-VIVIENDA. Aprueban los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2025 y dictan diversas disposiciones.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

De igual manera, se presenta el análisis de daños y pérdidas estimadas para los elementos expuestos en condición de riesgo alto, focalizado en la población clasificada como afectada. A diferencia de los damnificados, los afectados pueden experimentar daños parciales a sus viviendas o interrupciones temporales en sus servicios y medios de vida, sin llegar a una pérdida total. Sin embargo, estas afectaciones generan un impacto económico y social considerable, que también debe ser atendido en los planes de respuesta y recuperación. Este análisis permite dimensionar las necesidades secundarias, que, si bien no requieren atención inmediata en todos los casos, son fundamentales para evitar que situaciones de afectación evolucionen hacia condiciones de damnificación. La estimación económica incluye costos asociados a la rehabilitación parcial de infraestructura, soporte a servicios básicos interrumpidos, y fortalecimiento de capacidades locales para la recuperación.

Cuadro N°214: Cálculo de daños y pérdidas probables - Afectados en riesgo alto

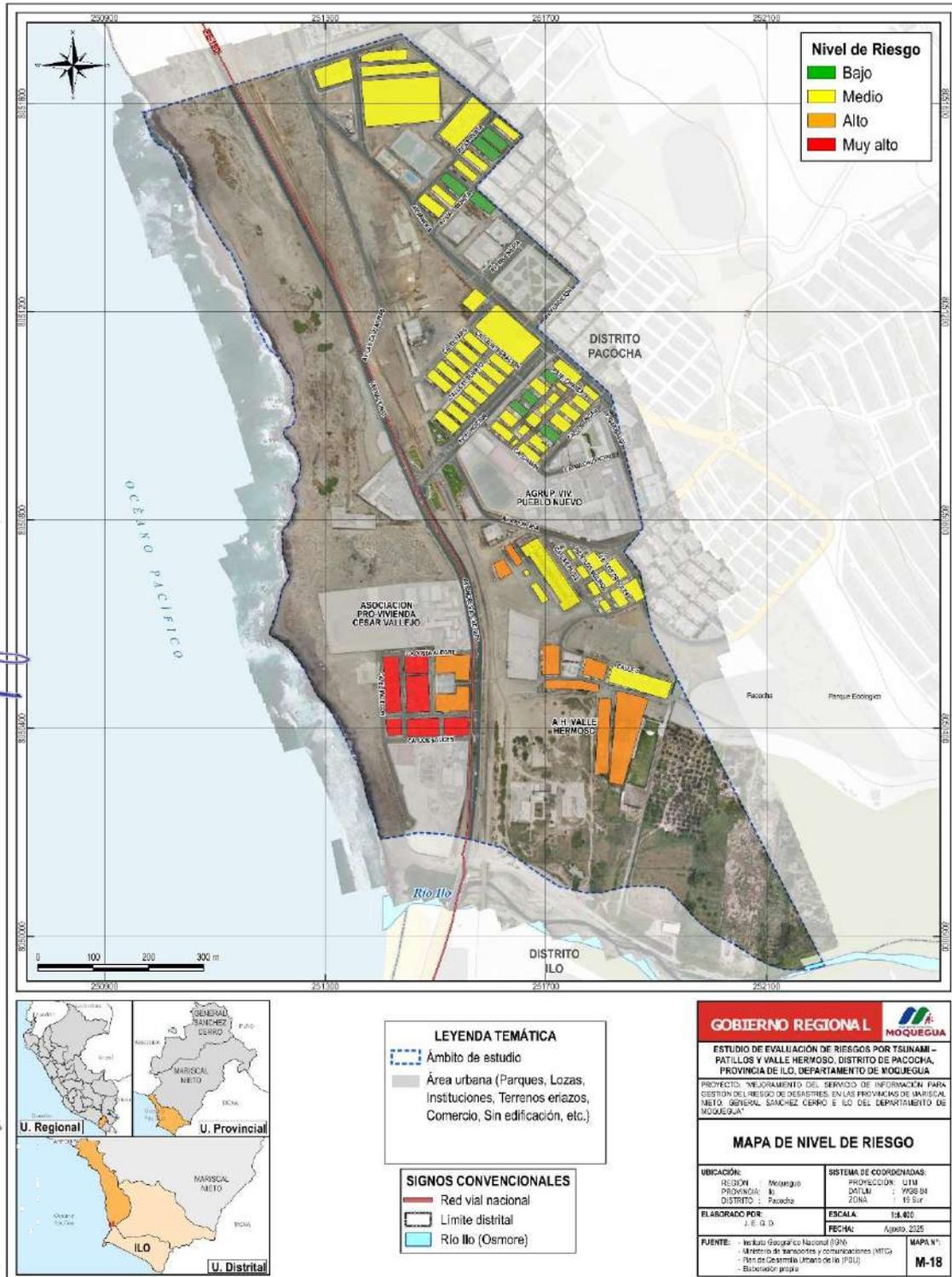
Efectos probables	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Total	Daños probables	Perdidas probables
Daños probables						
AA.HH. VALLE HERMOSO						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Viviendas	83	20,770.80	1,723,976.40	2,026,266.11	
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Afirmado	km	0.186	123,689.37	22,976.54		
Vías de Transporte - Red Vial Vecinal - Asfaltado	km	0.082	638,404.50	52,036.35		
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.545	114,947.55	62,600.44		
Vías de Transporte - Calles - Trocha	km	0.409	8,769.45	3,586.97		
Red de agua potable	ml	626	115.24	72,154.06		
Red de desagüe	ml	626	142.04	88,935.36		
C.P. PUEBLO NUEVO						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Viviendas	20	20,770.80	415,416.00	456,100.22	
Vías de Transporte - Red Vial Nacional - Asfaltado	km	0.100	150,000.00	14,983.65		
Red de agua potable	ml	99.9	115.24	11,511.62		
Red de desagüe	ml	99.9	142.04	14,188.95		
URB. CESAR VALLEJO						
Edificaciones construidas con ladrillo o bloques de cemento	Viviendas	21	20,770.80	436,186.80	873,594.94	
Edificaciones construidas con material precario	Viviendas	3	7,477.92	22,433.76		
Instituciones Educativas Inicial No Escolarizada	I.E.	2	45,000.00	90,000.00		
Vías de Transporte - Red Vial Nacional - Asfaltado	km	0.512	150,000.00	76,797.90		
Vías de Transporte - Calles - Asfaltado	km	0.313	114,947.55	35,960.19		
Red de agua potable	ml	825	115.24	95,054.46		
Red de desagüe	ml	825	142.04	117,161.83		
Perdidas probables						
Costo de adquisición de carpas	Carpa	50	650.00	32,500.00		52,500.00
Gastos de atención de emergencia	Global	100	200.00	20,000.00		
Total				3,408,461.28	3,355,961.28	52,500.00

Fuente: Equipo Técnico Consultor 2025

*La información es referencial con datos proporcionados de la R.M. N° 411-2024-VIVIENDA. Aprueban los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la provincia Constitucional del Callao, la Costa, Sierra y Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2025 y dictan diversas disposiciones.

3.3.3. Zonificación de riesgos

Mapa N°20: Riesgo por tsunami en Patillos y Valle Hermoso



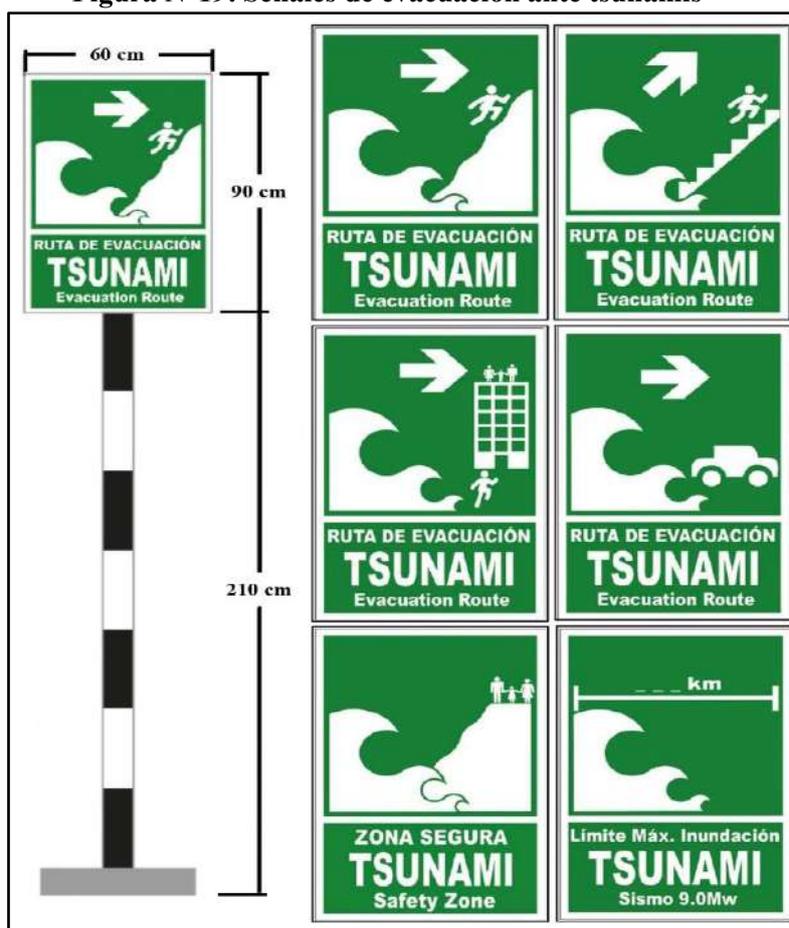
Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

3.3.4. Medidas de prevención de riesgos de desastres (riesgos futuros)

3.3.4.1. De orden estructural

- ❖ Se recomienda realizar estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación en zonas expuestas a tsunamis, en cumplimiento con la Norma Técnica E.050 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Esto garantizará que las edificaciones se diseñen con criterios de estabilidad y resistencia ante sollicitaciones sísmicas y de impacto por oleaje.
- ❖ De proceder con el trámite de la licencia de construcción, deberán cumplir con el diseño de acuerdo a la norma vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones y Normas Sismo resistentes vigente que coadyuven a disminuir el nivel de vulnerabilidad en las viviendas.
- ❖ La Municipalidad Distrital de Pacocha, a través de su Oficina de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), deberá implementar planos de evacuación para cada asentamiento humano comprendido en el área de estudio. Se deberá instalar señalética direccional con dimensiones adecuadas y ubicadas a distancias visibles para guiar a la población hacia zonas seguras de refugio. La instalación de dicha señalética deberá cumplir con lo establecido en la “Guía Técnica para la Estandarización de Señales de Seguridad en Caso de Tsunami: Costa Peruana”, aprobada mediante Resolución Ministerial N.º 382-2017-PCM.

Figura N°19: Señales de evacuación ante tsunamis



Fuente: INDECI – DHN.

- ❖ La Municipalidad Distrital de Pacocha deberá de formular e implementar un Plan de Seguridad ante Tsunamis, que contemple la conformación y capacitación de brigadas comunitarias de evacuación, de modo que se garantice una respuesta organizada y oportuna.
- ❖ El Gobierno Regional de Moquegua y la Municipalidad Provincial de Ilo deben fomentar la participación activa de la población en actividades de preparación y simulacros organizados por la Municipalidad Distrital de Pacocha, fortaleciendo así la cultura de prevención y la capacidad de respuesta colectiva ante tsunamis.
- ❖ Restringir la instalación y operación de nuevos establecimientos para expendio de combustibles y servicentros de automóviles en zonas expuestas y con riesgo alto o muy alto, con el objetivo de reducir así la generación de riesgos adicionales asociados a la inflamabilidad y al posible derrame de hidrocarburos durante un tsunami.
- ❖ En caso de ejecutarse Proyectos de Inversión Pública o Privada, deberán contar con Estudios de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación, así mismo con un diseño estructural adecuado. El mismo que deberá incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres ante tsunamis.

3.3.4.2. De orden no estructural

- ❖ Es indispensable ordenar los espacios urbanos de manera que las vías de circulación (calles, veredas y bermas) permanezcan libres de obstáculos, garantizando así rutas de evacuación rápidas y seguras hacia zonas altas y alejadas del mar.
- ❖ De igual forma, se debe asegurar que los sistemas eléctricos cuenten con instalaciones seguras y normalizadas (gabinetes, interruptores termomagnéticos y canalización de cables en PVC), de acuerdo con el Código Nacional Eléctrico, a fin de disminuir riesgos de incendios o cortocircuitos durante la evacuación o posterior a la emergencia.
- ❖ Es indispensable mantener libres y sin obstrucciones las vías de circulación calles, veredas y bermas con el propósito de garantizar rutas de evacuación rápidas y seguras hacia zonas altas o puntos de refugio temporal durante la ocurrencia de un tsunami. Esta medida debe complementarse con campañas permanentes de educación y sensibilización comunitaria, orientadas a fortalecer la cultura de prevención, difundir los procedimientos de evacuación y promover la participación de la población en simulacros, asegurando así una respuesta organizada y oportuna frente a la emergencia.
- ❖ Implementar Sistema Integrado de Alerta Temprana multicanal, que combine sirenas costeras, mensajes SMS, aplicaciones móviles, radio y televisión, permitiendo una alerta oportuna a la población ante la amenaza de tsunami.
- ❖ Incorporación de drones térmicos e integrarse al sistema de satélites de la ONU para la detección temprana y monitoreo en tiempo real de la evolución del tsunami, con retransmisión de imágenes a centros de operaciones de emergencia de la Región.

3.3.5. Medidas de reducción de riesgos de desastres (riesgos existentes)

3.3.5.1. De orden estructural

- ❖ Las edificaciones ubicadas en áreas clasificadas con riesgo alto o muy alto deben ser sometidas a procesos de reforzamiento estructural, bajo supervisión de profesionales colegiados, cumpliendo con lo dispuesto en las Normas Técnicas E.030 (Diseño Sismorresistente), E.060 (Concreto armado), E.070 (Albañilería) y E.080 (Adobe) del Reglamento Nacional de

Edificaciones (RNE). Estas acciones permiten mejorar la capacidad de resistencia de las viviendas frente a la acción combinada del sismo y la energía hidrodinámica de un tsunami, reduciendo la probabilidad de colapso y las pérdidas materiales en caso de emergencia.

- ❖ Infraestructuras esenciales como centros de salud, comisarías e instituciones educativas deberán ser construidas o adecuadas sobre plataformas elevadas o pilotes, con una cota superior al nivel máximo de inundación estimado, garantizando su operatividad durante y después de una emergencia.
- ❖ Todos los establecimientos públicos y comerciales deberán contar con su Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones (ITSE) actualizada, incorporando la evaluación del sistema estructural y verificando rutas de evacuación seguras (verticales u horizontales) debidamente señalizadas y libres de obstáculos.
- ❖ Las viviendas ubicadas en zonas de riesgo alto o muy alto con techos de materiales ligeros (madera, calamina, asbesto-cemento) deben ser evaluadas estructuralmente y reforzadas si es necesario, en cumplimiento con las Normas E.010 (Madera), E.020 (Cargas) y E.030 (Diseño Sismorresistente), bajo asesoría técnica profesional. Las cubiertas reforzadas pueden funcionar como refugios temporales en caso de evacuación vertical.
- ❖ Instalar sirenas solares con respaldo satelital, que continúen funcionando incluso ante la interrupción de redes eléctricas o de telecomunicaciones, hasta que se confirme la retirada del tsunami.
- ❖ Implementar farolas inteligentes solares que son postes de alumbrado equipados con altavoces, cámaras y sensores térmicos, que sirvan también como puntos de aviso y guía durante evacuaciones nocturnas y búsqueda y rescate de personas.
- ❖ Fortalecer los sistemas comunitarios de comunicación mediante radios VHF, como respaldo cuando se produzca la caída de redes móviles y otros medios convencionales.
- ❖ Los inmuebles que cuenten con cuatro o más niveles podrán ser considerados como zonas seguras de refugio vertical ante tsunamis, siempre que acrediten licencia de edificación y cumplan con las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones. La verificación estructural deberá estar a cargo de ingenieros civiles especializados en estructuras, colegiados y habilitados, quienes determinarán la capacidad de la edificación para resistir la acción de un tsunami originado por sismos de gran magnitud. Asimismo, corresponde a la Municipalidad Provincial de Ilo promover convenios o acuerdos formales con los propietarios, de manera que estas infraestructuras puedan albergar temporalmente a la población colindante. Para ello, se deberá realizar previamente una inspección técnica de seguridad que certifique el cumplimiento de las condiciones necesarias y, posteriormente, formalizar los compromisos mediante instrumentos legales que respalden la organización y el uso de dichos espacios durante una emergencia.

3.3.5.2. De orden no estructural

- ❖ Actualización periódica de los Planes de Gestión del Riesgo de Desastres, considerando el retiro de materiales inflamables o en desuso en azoteas contribuye a reducir focos de vulnerabilidad en caso de incendio posterior a un tsunami, lo que facilita la recuperación de las edificaciones afectadas.
- ❖ Promover incentivos tributarios y/o subsidios para viviendas que refuercen su estructura y cumplan criterios para ser utilizadas como refugios verticales, de acuerdo con evaluaciones técnicas certificadas.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

- ❖ Estas medidas no estructurales, en combinación con señalización adecuada y campañas de sensibilización comunitaria, fortalecen la capacidad de respuesta de la población y facilitan una evacuación ordenada durante la ocurrencia de un tsunami.
- ❖ Fomentar la organización comunitaria a través de comités de base y organizaciones sociales, priorizando la preparación y la respuesta como parte de la gestión reactiva frente a tsunamis.
- ❖ Implementar en cada vivienda un kit básico de emergencia, que incluya botiquín de primeros auxilios, camillas, megáfonos y mochilas familiares, con el propósito de asegurar la comunicación, atención inicial y evacuación durante la emergencia.
- ❖ Elaborar e institucionalizar un plan familiar ante tsunamis, que establezca roles, responsabilidades y puntos de encuentro, reduciendo la improvisación y mejorando la capacidad de autoprotección de cada hogar.
- ❖ La Municipalidad Distrital de Pacocha y el Gobierno Regional de Moquegua deben programar simulacros de evacuación considerando tiempos reales de desplazamiento y aforos de puntos de encuentro y albergues temporales, evaluando su operatividad.
- ❖ Implementar programas de “tsunami literacy” o alfabetización comunitaria, que enseñen a reconocer señales naturales de tsunami (retirada del mar, sismos prolongados) y actuar de inmediato sin esperar una alerta oficial.
- ❖ Instalación de postes de “memoria del desastre”, con señalización histórica de niveles máximos de inundación en la Provincia de Ilo, que funcionen como recordatorio permanente de la magnitud de los tsunamis pasados y sensibilizan a la población en áreas públicas.
- ❖ Elaborar protocolos de evacuación para personas con discapacidad y adultos mayores, incluyendo transporte especial, señalética accesible y puntos de encuentro inclusivos.
- ❖ Establecer alianzas con empresas privadas (supermercados, centros comerciales, hoteles) para que se conviertan en refugios temporales en pisos altos, firmando convenios de uso durante emergencias.
- ❖ Implementación e integración de mapas de riesgo dinámicos en aplicaciones móviles de acceso público Online y Offline, donde la población pueda consultar en tiempo real rutas de evacuación, zonas seguras y ubicación de refugios cercanos.
- ❖ Se debe efectuar la actualización las modificaciones en la topografía y las nuevas construcciones que alteren las condiciones del territorio. Asimismo, es necesario incorporar los avances tecnológicos disponibles de monitoreo, a fin de integrar herramientas innovadoras y ampliar las capacidades operativas de los sistemas de alerta temprana frente a tsunamis.
- ❖ A través de una ordenanza municipal, se deberá disponer que todas las instituciones públicas y privadas cuenten obligatoriamente con mapas de rutas de evacuación ante tsunamis, impresos en formato de gigantografía y colocados en lugares visibles y estratégicos para empleados, usuarios y visitantes. Esta medida busca facilitar la orientación inmediata durante una emergencia, promoviendo una evacuación rápida y segura. En ese sentido, como parte del presente estudio, se han desarrollado y propuesto las rutas de evacuación, las cuales deben ser implementadas y difundidas conforme a los estándares de visibilidad y señalización establecidos.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

- ❖ La Municipalidad Distrital de Pacocha deberá considerar en sus proyectos de inversión pública zonas de evacuación vertical hacia zonas con mayor altitud considerando la señalización para tsunamis.
- ❖ Desarrollar e implementar protocolos de evacuación para turistas, con materiales multilingües distribuidos en hoteles y restaurantes.

Cuadro N°215: Medidas y acciones ante tsunami en Patillos y Valle Hermoso – Distrito de Pacocha

Medida / Acción	Responsable	Plazo	Base Legal	Fuente de Financiamiento
Estudio de mecánica de suelos para cimentaciones.	Municipalidad / Consultores Geotécnicos	Corto plazo (1-2 años)	RNE / Ley 27972 (Municipalidades)	Proyecto Municipal / Convenios
Actualización de requisitos y reglamento municipal para licencias de construcción.	Municipalidad	Corto plazo	Ley 27972 / RNE	Gestión Municipal
Formulación y/o actualización del Plan de Contingencia frente a tsunamis.	Municipalidad / INDECI / COER	Corto plazo	Ley 29664 / D.S. 048-2011-PCM	Canon / Recursos Municipales
Implementación de señalética de seguridad y evacuación.	Municipalidad / Defensa Civil	Corto plazo	Ley 29664 / Normas técnicas INDECI	Recursos Municipales
Talleres de preparación y respuesta comunitaria.	Municipalidad / INDECI / COE Local	Continuo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Cooperación
Ordenanza que restrinja la instalación de nuevos grifos y servicentros en zonas de alto riesgo.	Municipalidad / Concejo	Corto plazo	Ley 27972 / SINAGERD	Gestión Municipal
Estandarización de términos de referencia para PIP incluyendo EVAR y estudios geotécnicos.	MVCS / Municipalidad / MEF	Mediano plazo	Ley 27293 (SNIP, ahora Invierte.pe)	PIP
Actualización de ordenanzas para garantizar transitabilidad de acuerdo con mapas de evacuación.	Municipalidad	Corto plazo	Ley 27972 / SINAGERD	Gestión Municipal
Convenio con la empresa eléctrica para la gestión de riesgos y seguridad ante sismos y tsunamis.	Municipalidad / Empresa Prestadora de Servicios Eléctricos	Corto plazo	Ley 27972 / Ley 29664	Convenios Institucionales
Implementación de un sistema integrado de alerta temprana multicanal.	Municipalidad / INDECI / COER	Mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	PIP / Cooperación
Incorporación de drones térmicos e integración con sistema de satélites de la ONU.	Municipalidad / COER / INDECI	Mediano plazo	Ley 29664 / cooperación internacional	Cooperación Internacional / Proyectos
Procesos de reforzamiento estructural en edificaciones ubicadas en sectores de riesgo alto o muy alto.	Municipalidad / MVCS / CIP	Mediano plazo	RNE E.030 / Ley 29664	PIP / Programas de vivienda segura
Elevación de plataformas en edificaciones esenciales (centros de salud, escuelas, comisarias).	Municipalidad / MEF / Gob. Regional	Mediano -largo plazo	RNE / Ley 29664	PIP / Inversión Pública
Ordenanza municipal que precise y fortalezca la intervención de los ITSE en locales críticos.	Municipalidad / Defensa Civil	Corto plazo	D.S. 002-2018-PCM / Ley 27972	Gestión Municipal
Sistema integrado de alerta temprana con sirenas multicanal.	Municipalidad / INDECI / COER	Mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	PIP / Cooperación

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Medida / Acción	Responsable	Plazo	Base Legal	Fuente de Financiamiento
Radios VHF comunitarias y fortalecimiento del COE local.	Municipalidad / COE / INDECI	Corto plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Cooperación
Sirenas solares con respaldo satelital y cámaras de seguridad.	Municipalidad / COER / INDECI	Mediano plazo	Ley 29664 / normas técnicas INDECI	PIP / Cooperación
Acuerdos de refugio vertical en edificios seguros, con evaluación ITSE.	Municipalidad / INDECI / Propietarios	Corto plazo	D.S. 002-2018-PCM / Ley 29664	Gestión Municipal / Convenios
Elevación de plataformas de servicios esenciales en etapa de preinversión e inversión.	Municipalidad / MEF / Gob. Regional	Mediano -largo plazo	RNE / Ley 29664	PIP
Simulacros con control de aforos y tiempos medidos en albergues temporales.	Municipalidad / INDECI / COE Local	Continuo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Cooperación
Integración de mapas de riesgo dinámicos en aplicaciones online/offline.	Municipalidad / COE / INDECI	Corto-mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Gestión Municipal / Cooperación
Actualización periódica de planes GRD y ordenanzas de mapas de riesgo en instituciones.	Municipalidad / COER / INDECI	Continuo	Ley 29664 / Ley 27972	Gestión Municipal
Incentivos tributarios o subsidios para viviendas que refuercen su estructura y cumplan estándares de refugio vertical.	Municipalidad / MEF / MVCS	Mediano plazo	Ley 27972 / Ley 29664 / RNE E.030	Gestión Municipal / Programas Nacionales / Incentivos Tributarios
Implementación de kit básico de emergencia en cada vivienda (botiquín, camillas, megáfonos, mochilas familiares).	Municipalidad / INDECI / COE Local	Corto plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Cooperación / Programas Sociales
Elaboración e institucionalización de un plan familiar ante tsunamis (roles, responsabilidades, puntos de encuentro).	Municipalidad / INDECI / COE Local	Corto plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Programas De Capacitación / Cooperación
Programas de “Tsunami Literacy” o alfabetización comunitaria en redes sociales (Facebook, TikTok, Instagram, Twitter).	Municipalidad / INDECI / COE local / Medios Privados	Continuo	Ley 29664 / SINAGERD	Recursos Municipales / Alianzas Privadas
Instalación de postes de ‘memoria del desastre’ con señalización de niveles máximos de inundación.	Municipalidad / INDECI / COE Local	Corto plazo	Ley 29664 / Ley 27972	Recursos Municipales / Cooperación
Protocolos de evacuación para personas con discapacidad y adultos mayores (transporte, señalética accesible, puntos inclusivos).	Municipalidad / INDECI / MIMP	Corto plazo	Ley 29664 / Ley 29973 (Ley General de la Persona con Discapacidad)	Gestión Municipal / Cooperación / Programas Sociales
Alianzas con empresas privadas (supermercados, hoteles, centros comerciales) como refugios temporales en pisos altos.	Municipalidad / Empresas Privadas / INDECI	Corto plazo	Ley 29664 / Ley 27972	Convenios Institucionales / Sector Privado
Implementación e integración de mapas de riesgo dinámicos en aplicaciones móviles (online/offline).	Municipalidad / INDECI / COER	Mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Gestión Municipal / Cooperación / Proyectos TIC
Actualización de mapas de riesgo considerando modificaciones topográficas y nuevas construcciones.	Municipalidad / INDECI / Gob. Regional	Continuo	Ley 29664 / Ley 27972	Gestión Municipal / Inversión Pública

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Medida / Acción	Responsable	Plazo	Base Legal	Fuente de Financiamiento
Incorporación de avances tecnológicos de monitoreo en sistemas de alerta temprana.	Municipalidad / INDECI / COER	Mediano plazo	Ley 29664 / SINAGERD	Proyectos de Cooperación / Inversión Pública
Ordenanza para que todas las instituciones públicas y privadas cuenten con mapas de evacuación a tsunami como gigantografía.	Municipalidad / Concejo Municipal	Corto plazo	Ley 27972 / Ley 29664	Gestión Municipal
Incorporación en proyectos de inversión pública de zonas de evacuación vertical con señalización adecuada.	Municipalidad Provincial y Distrital / MVCS / Gob. Regional	Mediano -largo plazo	Ley 29664 / Invierte.pe	PIP / Inversión Pública
Protocolos de evacuación para turistas (materiales multilingües en hoteles, restaurantes y aeropuertos).	Municipalidad / MINCETUR / INDECI	Corto plazo	Ley 29664 / Ley 29408 (Ley General de Turismo)	Gestión Municipal / Cooperación Privada

Fuente: Equipo Técnico Consultor 2025




3.4. DEL CONTROL DE RIESGOS

3.4.1. De la evaluación de las medidas

3.4.1.1. Aceptabilidad / Tolerabilidad

En el ámbito de la gestión del riesgo, se parte del principio de que ninguna medida preventiva garantiza la eliminación total del riesgo. Siempre existirá una posibilidad, por mínima que sea, de que ocurran consecuencias no deseadas. Esto implica que el riesgo nunca puede reducirse a cero. Por ello, se establece un umbral que permite diferenciar entre lo que es un riesgo manejable y lo que ya no lo es.

Este umbral define lo que se entiende por riesgo aceptable o tolerable: aquel que, pese a su existencia, se considera asumible dentro de parámetros razonables de seguridad. En cambio, cuando el riesgo supera ese límite, pasa a clasificarse como inaceptable o incontrolable, lo que obliga a tomar medidas más estrictas o, en algunos casos, reconsiderar la viabilidad de las actividades expuestas. Para facilitar la toma de decisiones, se utilizan cuadros de aceptabilidad que permiten evaluar la gravedad de los impactos potenciales en relación con su frecuencia de ocurrencia. Así, cuando un evento natural presenta baja probabilidad y consecuencias leves, el riesgo se considera aceptable. Si, por el contrario, la probabilidad y los daños son altos, el riesgo es inadmisibles y se requiere intervenir con acciones de prevención o mitigación. En los escenarios intermedios, se deben aplicar estrategias que reduzcan el riesgo hasta que se ubique dentro de niveles gestionables y socialmente aceptables.

a) Niveles de consecuencias

Cuadro N°216: Niveles de consecuencias

Valor	Niveles	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	Media	Las consecuencias debido al fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas, es decir, posee el **Nivel 4 – MUY ALTA.**

b) Niveles de frecuencia de ocurrencia

Cuadro N°217: Niveles de frecuencia de ocurrencia

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

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior se obtiene que el evento de peligro evaluado puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias, es decir, posee el Nivel 2 – MEDIA.

c) Matriz de consecuencias y daños

Cuadro N°218: Matriz de consecuencias y daños

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

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es ALTA.

d) Medidas cualitativas de consecuencias y daño

Cuadro N°219: Medidas cualitativas de consecuencias y daño

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

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

De lo anterior se obtiene que las medidas cualitativas de consecuencias y daño, estarán orientadas a muerte de personas, enormes pérdidas de bienes y financieras, por lo que se desprende que su grado es Nivel 4 – MUY ALTA.

e) Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

Cuadro N°220: Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del riesgo

Nivel	Descriptor	Descripción
4	Inadmisibles	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de los riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por tsunamis es de Nivel 4 - INADMISIBLE.

Cuadro N°221: Matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia

Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia			
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibles	Riesgo Inadmisibles
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibles
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

La aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por Tsunami en Patillos y Valle Hermoso es de Nivel 4 – RIESGO INADMISIBLE.

f) **Prioridad de Intervención**

Cuadro N°222: Nivel de priorización

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

Elaboración propia a partir de información del CENEPRED (2014).

Según el cuadro anterior se obtiene que el NIVEL DE PRIORIZACIÓN es de NIVEL IV - INADMISIBLE, el cual constituye se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos vinculados a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.

3.4.1.2. Control de riesgos

Cuadro N°223: Medidas de control de riesgos ante un Tsunami en Patillos y Valle Hermoso del distrito de Pacocha

Medida / Acción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Cobertura	Efecto sobre la continuidad económica	Aporte en la salvaguarda de vidas humanas	Peso ponderado	Beneficio	B/C	Score total	Prioridad
Estudio de mecánica de suelos para cimentaciones.	Sondeo	150	400.00	60,000.00	0.2	0.8	0.1	0.28	5,400,300	90	0.09	Media
Actualización de requisitos y reglamento municipal para licencias de construcción.	Informe	4	2,500.00	10,000.00	0.9	0.8	0.7	0.80	15,429,428	1,543	1.43	Alta
Formulación y/o actualización del Plan de Contingencia frente a tsunamis.	Plan	1	15,000.00	15,000.00	0.6	0.4	0.8	0.64	12,343,542	823	0.77	Media
Implementación de señalética de seguridad y evacuación.	Servicio	1	200,000.00	200,000.00	0.7	0.4	0.8	0.68	13,115,014	66	0.06	Media
Talleres de preparación y respuesta comunitaria.	Taller	20	7,000.00	140,000.00	0.7	0.5	0.7	0.66	12,729,278	91	0.08	Media
Ordenanza que restrinja la instalación de nuevos grifos y servicentros en zonas de alto riesgo.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.3	0.2	0.8	0.48	9,257,657	1,852	1.61	Alta
Estandarización de términos de referencia para PIP incluyendo EVAR y estudios geotécnicos.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.9	0.1	0.6	0.62	11,957,807	2,392	2.13	Alta
Actualización de ordenanzas para garantizar transitabilidad de acuerdo con mapas de evacuación.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.9	0.2	0.8	0.72	13,886,485	2,777	2.60	Alta
Convenio con la empresa eléctrica para la gestión de riesgos y seguridad ante sismos y tsunamis.	Convenio	1	5,000.00	5,000.00	0.9	0.8	0.8	0.84	16,200,900	3,240	3.25	Alta
Implementación de un sistema integrado de alerta temprana multiplataforma.	Sistema	1	450,000.00	450,000.00	0.7	0.2	0.8	0.64	12,343,542	27	0.03	Baja
Incorporación de drones térmicos e integración con sistema de satélites de la	Módulos	2	150,000.00	300,000.00	0.7	0.2	0.7	0.60	11,572,071	39	0.04	Baja
Procesos de reforzamiento estructural en edificaciones ubicadas en sectores de riesgo alto o muy alto.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.8	0.5	0.8	0.74	14,272,221	2,854	2.90	Alta
Ordenanza municipal que precise y fortalezca la intervención de los ITSE en locales críticos.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.9	0.8	0.8	0.84	16,200,900	3,240	3.64	Alta

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Medida / Acción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Cobertura	Efecto sobre la continuidad económica	Aporte en la salvaguarda de vidas humanas	Peso ponderado	Beneficio	B/C	Score total	Prioridad
Sistema integrado de alerta temprana con sirenas multiplataforma.	PIP	1	350,000.00	350,000.00	0.7	0.3	0.7	0.62	11,957,807	34	0.04	Media
Radios VHF comunitarias y fortalecimiento del COE local.	IOAAR	1	350,000.00	350,000.00	0.6	0.2	0.9	0.64	12,343,542	35	0.04	Baja
Sirenas solares con respaldo satelital y cámaras de seguridad.	IOAAR	1	450,000.00	450,000.00	0.4	0.2	0.9	0.56	10,800,600	24	0.03	Baja
Acuerdos de refugio vertical en edificios seguros, con evaluación ITSE.	Convenio	1	5,000.00	5,000.00	0.2	0.3	0.6	0.38	7,328,978	1,466	1.62	Alta
Elevación de plataformas de servicios esenciales en etapa de preinversión e inversión.	PIP / Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.1	0.3	0.8	0.42	8,100,450	1,620	1.87	Alta
Simulacros con control de aforos y tiempos medidos en albergues temporales.	Simulacros	5	25,000.00	125,000.00	0.7	0.1	0.7	0.58	11,186,335	89	0.11	Media
Actualización periódica de planes GRD y ordenanzas de mapas de riesgo en instituciones.	Planes	3	40,000.00	120,000.00	0.9	0.5	0.9	0.82	15,815,164	132	0.15	Media
Incentivos tributarios o subsidios para viviendas que refuercen su estructura y cumplan estándares de refugio vertical.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.4	0.8	0.5	0.52	10,029,128	2,006	2.16	Alta
Implementación de kit básico de emergencia en cada vivienda (botiquín, camillas, megáfonos, mochilas familiares).	Componente de PIP	1	150,000.00	150,000.00	0.9	0.2	0.7	0.68	13,115,014	87	0.11	Media
Elaboración e institucionalización de un plan familiar ante tsunamis (roles, responsabilidades, puntos de encuentro).	Componente de PIP	1	150,000.00	150,000.00	0.9	0.2	0.7	0.68	13,115,014	87	0.10	Media
Programas de "Tsunami Literacy" o alfabetización comunitaria en redes sociales (Facebook, TikTok, Instagram, Twitter).	Componente de PIP	1	60,000.00	60,000.00	0.6	0.2	0.7	0.56	10,800,600	180	0.18	Media
Instalación de postes de 'memoria delastre' con señalización de niveles máximos de inundación.	Componente de PIP	1	120,000.00	120,000.00	0.4	0.2	0.7	0.48	9,257,657	77	0.07	Media
Posteros de evacuación para personas discapacidad y adultos mayores (transporte, señalética accesible, puntos de reunión).	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.2	0.3	0.8	0.46	8,871,921	1,774	1.42	Alta

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS POR TSUNAMI – PATILLOS Y VALLE HERMOSO, DISTRITO DE PACOCHA, PROVINCIA DE ILO, DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA

Medida / Acción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Cobertura	Efecto sobre la continuidad económica	Aporte en la salvaguarda de vidas humanas	Peso ponderado	Beneficio	B/C	Score total	Prioridad
Alianzas con empresas privadas (supermercados, hoteles, centros comerciales) como refugios temporales en pisos altos.	Convenio	1	5,000.00	5,000.00	0.3	0.3	0.8	0.50	9,643,393	1,929	1.67	Alta
Implementación e integración de mapas de riesgo dinámicos en aplicaciones móviles (online/offline).	Servicio	1	45,000.00	45,000.00	0.3	0.2	0.7	0.44	8,486,185	189	0.19	Media
Actualización de mapas de riesgo considerando modificaciones topográficas y nuevas construcciones.	Servicio	2	30,000.00	60,000.00	0.4	0.3	0.6	0.46	8,871,921	148	0.12	Media
Incorporación de avances tecnológicos de monitoreo en sistemas de alerta temprana.	Componente de PIP	1	250,000.00	250,000.00	0.7	0.2	0.8	0.64	12,343,542	49	0.03	Baja
Ordenanza para que todas las instituciones públicas y privadas cuenten con mapas de evacuación a tsunami como gigantografía.	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.7	0.2	0.9	0.68	13,115,014	2,623	1.13	Alta
Protocolos de evacuación para turistas (materiales multilingües en hoteles, restaurantes y aeropuertos).	Ordenanza	1	5,000.00	5,000.00	0.4	0.2	0.8	0.52	10,029,128	2,006	1.00	Alta

Fuente: Equipo Técnico Consultor 2025



PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA"

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ❖ El Estudio de Evaluación de Riesgos por Tsunami en Patillos y Valle Hermoso, distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua permite identificar que el peligro de tsunami en la zona está condicionado por la interacción geodinámica entre la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana, caracterizada por la existencia de zonas de acoplamiento sísmico que históricamente han generado terremotos de magnitudes superiores a 8.5 Mw y tsunamis con olas que superaron los 8 a 10 metros de altura. Los modelamientos realizados proyectan escenarios de inundación para sismos de 8.5 Mw y 9 Mw, con alcances de penetración entre 100 y 500 metros tierra adentro, condicionados por la batimetría local, la pendiente de la franja costera y la morfología de terrazas marinas y aluviales.
- ❖ Las características físicas más relevantes del peligro incluyen: geomorfología dominada por terrazas marinas (41,3%), terrazas fluviales (25,3%) y terrazas aluviales (24,6%), suelos sueltos de depósitos aluviales y fluviales (66% del área total), pendientes planas a suaves (<4° en el 84% del área total) y altitudes críticas menores a 8 m.s.n.m. en un 33,3% de la superficie, lo que facilita la inundación y amplifica la energía del tsunami. Estos factores físicos incrementan la peligrosidad y la capacidad destructiva de las olas en los sectores evaluados.
- ❖ Dentro del área de estudio, el EVAR estima un total de 1,841 habitantes expuestos (proyección 2025). La población se concentra principalmente en el Centro Poblado Pueblo Nuevo, la Urb. César Vallejo – Patillos y el AA.HH. Valle Hermoso, donde se combinan densidades urbanas altas y presencia de grupos vulnerables (niños, adultos mayores y personas con discapacidad), aumentando los tiempos de evacuación.
- ❖ Respecto a los niveles de riesgo, la zonificación realizada en el Estudio de Evaluación de Riesgos por Tsunami en Patillos y Valle Hermoso, evidencia que las áreas clasificadas como de Muy Alto Riesgo comprenden un total de seis manzanas con una población estimada de 89 habitantes. Estas se localizan principalmente en la franja costera inmediata, donde los suelos aluviales, la baja altitud menor a 8 m.s.n.m. y la topografía prácticamente plana incrementan de manera significativa la exposición al peligro.
- ❖ Estos resultados confirman que las áreas de Muy Alto y Alto Riesgo concentran en conjunto quince manzanas y 222 personas, lo que representa el núcleo de la vulnerabilidad urbana en Pacocha. El sustento de esta clasificación integra tanto la peligrosidad física altura y alcance de la ola, pendiente, altitud y batimetría como la vulnerabilidad social y estructural, definida por la fragilidad constructiva, la densidad urbana y las condiciones de accesibilidad
- ❖ En contraste, los niveles de Riesgo Medio y Bajo se identifican en terrazas marinas más elevadas, con pendientes suaves y mayor altitud, condiciones que reducen de manera considerable la probabilidad de inundación. Si bien en la base catastral analizada no se registra población directamente expuesta en estas zonas, constituyen espacios estratégicos para la evacuación, ya que ofrecen mayor seguridad y menor afectación ante un evento extremo.
- ❖ En síntesis, el riesgo elevado en Pacocha responde a la alta peligrosidad física (ola con gran energía sobre costa baja) y a vulnerabilidades urbanas (fragilidad constructiva, densidad, accesibilidad), por lo que se requieren medidas estructurales y no estructurales de prevención y reducción.

4.2. RECOMENDACIONES

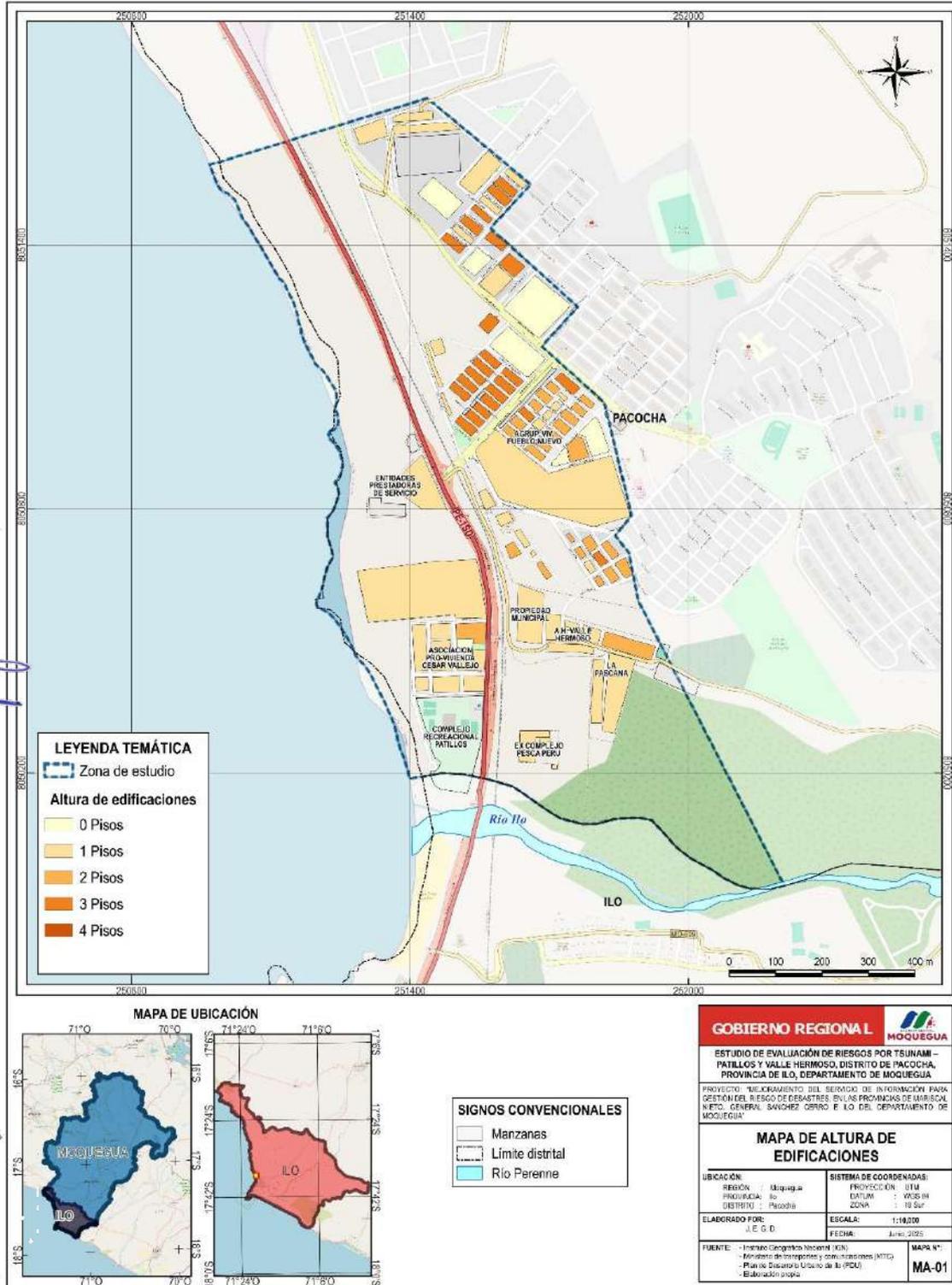
- ❖ En el marco del Estudio de Evaluación de Riesgos por Tsunami en Patillos y Valle Hermoso, distrito de Pacocha, provincia de Ilo, se recomienda adoptar un conjunto de medidas orientadas a la prevención y reducción del riesgo, integrando acciones estructurales, normativas y sociales. La primera línea de acción debe centrarse en el ordenamiento territorial, estableciendo que las zonas ubicadas por debajo de los ocho metros sobre el nivel del mar, particularmente aquellas asentadas sobre terrazas aluviales inmediatas, sean declaradas como zonas de uso condicionado, lo que implica limitar la densificación urbana, restringir nuevas edificaciones y orientar progresivamente la reubicación voluntaria hacia espacios más seguros. Para las familias actualmente asentadas, es necesario implementar programas de reforzamiento estructural, planes de contingencia y rutas de evacuación específicas, de manera que se reduzca su nivel de vulnerabilidad en el corto plazo.
- ❖ En paralelo, se hace necesaria la implementación de refugios verticales en aquellos sectores que concentran población y manzanas críticas, como Pueblo Nuevo, César Vallejo (Patillos) y Valle Hermoso. Estas infraestructuras deben diseñarse de manera que permitan albergar temporalmente a la población expuesta, garantizando condiciones mínimas de seguridad durante la emergencia. Complementariamente, se propone establecer convenios con instituciones privadas, como hoteles, centros comerciales o edificaciones de gran altura, para que funcionen como puntos de evacuación seguros durante un tsunami.
- ❖ Otra medida prioritaria corresponde al reforzamiento estructural de las viviendas y edificaciones esenciales. En las manzanas clasificadas con riesgo alto y muy alto, se debe promover la aplicación de programas de vivienda segura en coordinación con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de subsidios, cofinanciamiento o incentivos tributarios que permitan mejorar la resistencia de las construcciones existentes mediante encamisados, muros de corte, refuerzo de cubiertas y sistemas de anclaje. A nivel institucional, edificaciones como colegios, postas médicas y comisarías deben ser objeto de proyectos de elevación de plataformas para asegurar su operatividad posterior al desastre.
- ❖ Asimismo, se recomienda la ejecución de obras de protección local, especialmente en los puntos de mayor impacto de las olas, mediante la instalación de taludes reforzados con shotcrete de 15 centímetros y doble malla, o la colocación de enrocados bajos en áreas expuestas, lo que contribuirá a reducir la fuerza erosiva del agua. A nivel de comunicación y alerta, la municipalidad deberá implementar un sistema integrado de alerta temprana multicanal, que combine sirenas solares con respaldo satelital, radios VHF comunitarias y cámaras de seguridad enlazadas al COE Local. Estas acciones deben complementarse con aplicaciones móviles que permitan a la población identificar en tiempo real las rutas de evacuación y las zonas seguras, así como con la instalación de postes de memoria histórica que recuerden los niveles alcanzados en tsunamis pasados.
- ❖ Finalmente, se reconoce la importancia de la preparación comunitaria y la cultura preventiva. En este sentido, es indispensable institucionalizar los planes familiares de respuesta ante tsunamis, promoviendo la dotación de kits básicos de emergencia en cada vivienda y estableciendo protocolos inclusivos para la evacuación de adultos mayores, niños y personas con discapacidad. Los simulacros periódicos, realizados con control de aforos y tiempos

BIBLIOGRAFÍA

- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Versión 02*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/257>
- DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN - DHN. (2018). *Carta de inundación en caso de Tsunami Puerto Ilo – Moquegua*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/6172>
- INDECI. (2021). *Ley N° 29664, Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/indeci/informes-publicaciones/2370524-ley-n-29664-ley-del-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-sinagerd>
- INGEMMET. (2019). *Informe Técnico N° A6887 Informe sobre la existencia de fallas geológicas activas en el distrito El Algarrobal, provincia Ilo, región Moquegua*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/6425>
- INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU - IGP. (2002). *El terremoto de la región sur de Peru del 23 de junio de 2001*. Obtenido de <https://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc792/doc792-contenido.pdf#:~:text=El%2013%20de%20agosto%20de%201868%2C%20un,de%20Ica%20en%20Per%C3%BA%2C%20hasta%20Tarapaca%20en>
- INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ - IGP. (2018). *Zonificación sísmica - geotécnica de las áreas urbanas de las ciudades de Ilo y Pampa Inalámbrica*. Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/server/api/core/bitstreams/12d449e3-02a6-4dfa-8013-24cb8152aeef/content>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA DE PERÚ – INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Obtenido de <https://censos2017.inei.gob.pe/pubinei/index.asp>
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2024). *Resolución Ministerial N°411-2024-VIVIENDA, que aprueba los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, la Sierra y la Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2025*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/6138525-411-2024-vivienda>
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2006). *Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, que aprueba las Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ILO. (2024). *Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres de la provincia de Ilo 2024 – 2026*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/17406>
- PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS - PCM. (2017). *Resolución Ministerial N° 382-2017-PCM, que aprueba la “Guía Técnica para la Estandarización de Señales de Seguridad en Caso de Tsunami: Costa Peruana”*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/3121-382-2017-pcm>

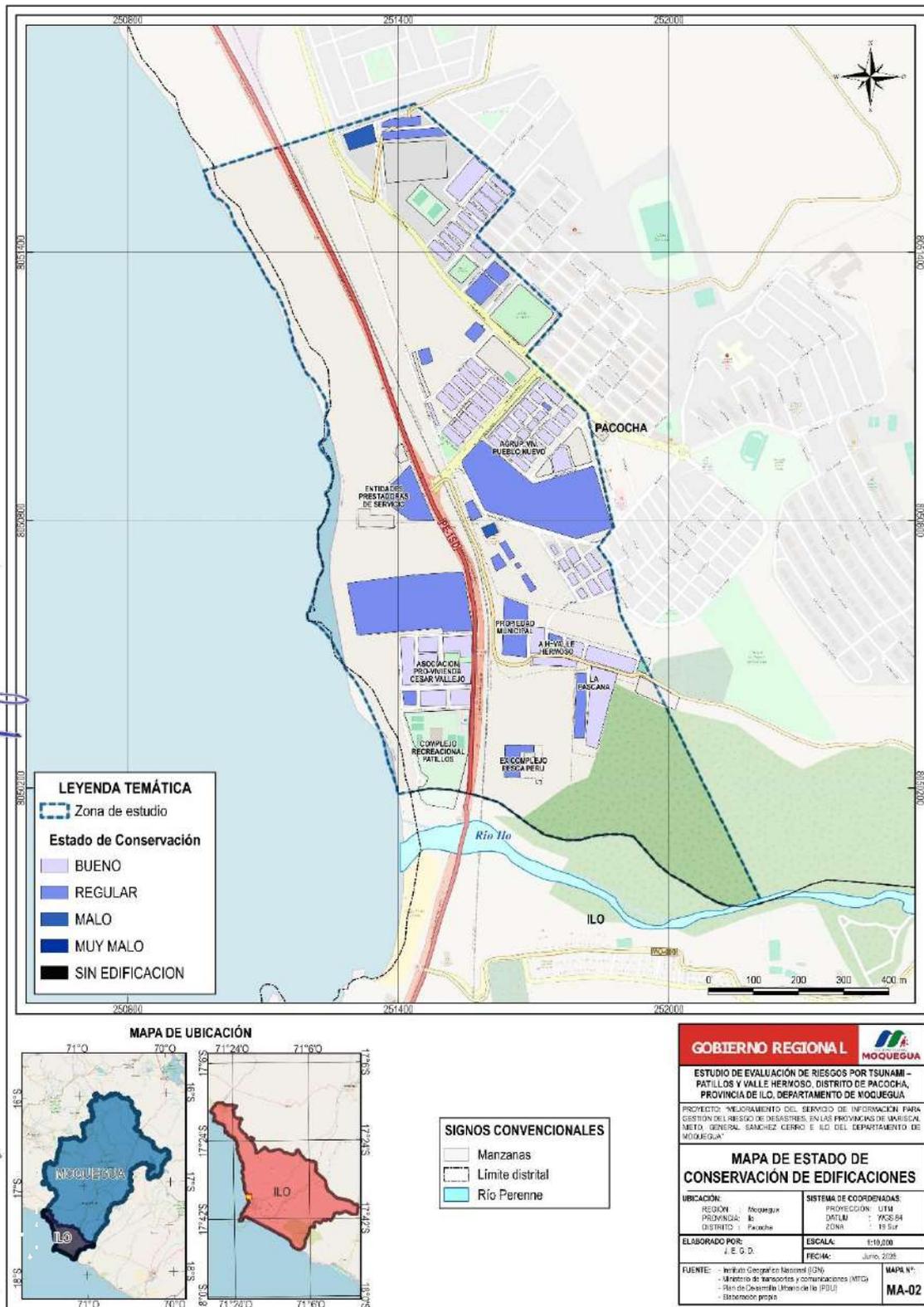
ANEXOS

Mapa N°22: Altura de edificaciones



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

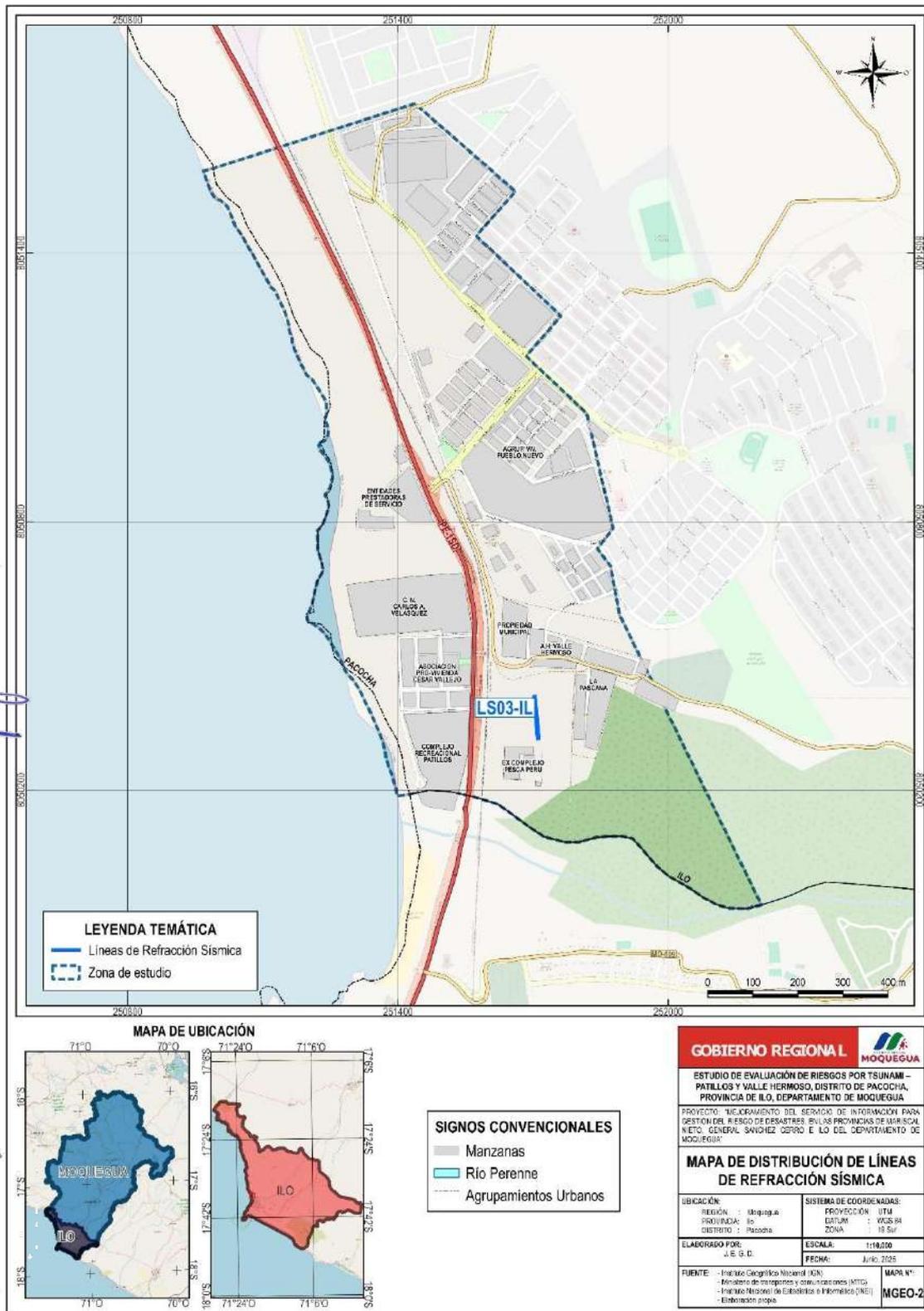
Mapa N°23: Estado de conservación de edificaciones



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

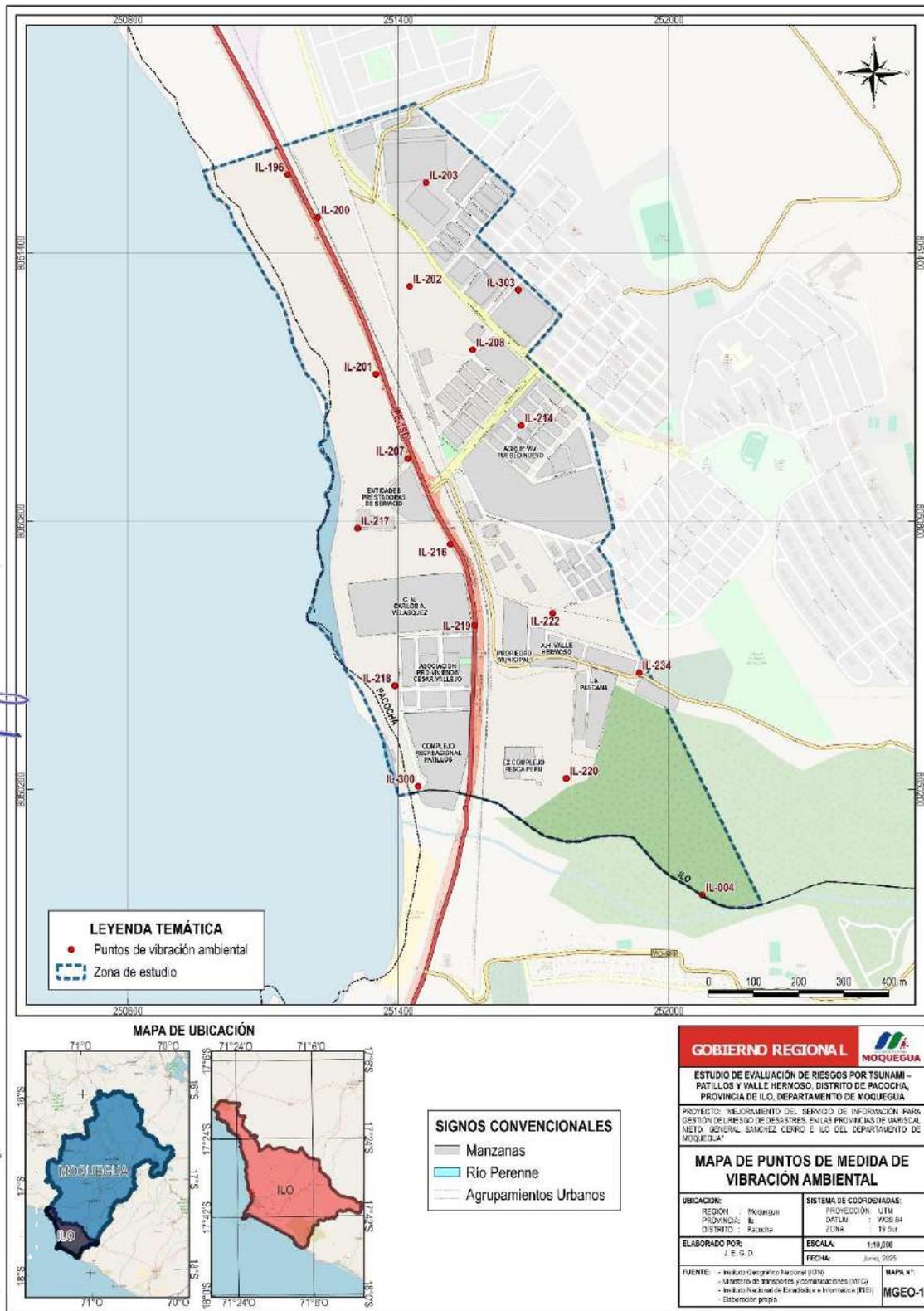
Mapa N°24: Distribución de líneas de refracción sísmica



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

Mapa N°25: Puntos de medida de vibración ambiental



Fuente: Elaboración Propia - Equipo Técnico Consultor.

PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE INFORMACION PARA GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES, EN LAS PROVINCIAS DE MARISCAL NIETO, GENERAL SANCHEZ CERRO E ILO DEL DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA”

