



# Evaluación del riesgo de desastres

INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR TSUNAMI EN  
EL AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRIÓN, CERCADO DE CALLAO, PROVINCIA  
CONSTITUCIONAL DEL CALLAO.



Junio 2023

**Elaboración del informe**



## **EQUIPO CONSULTOR**

Ing. DANIEL A. GARCÍA PRADO

Ing. CHRISTIAN ISAAC MUÑOZ GALINDO

Lic. JUAN PABLO ALBERTO AVALOS CARRIÓN



## ÍNDICE

PRESENTACION .....	11
INTRODUCCION.....	12
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES .....	14
1.1.    OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.3.    FINALIDAD .....	14
1.4.    JUSTIFICACIÓN .....	14
1.5.    ANTECEDENTES.....	15
1.6.    MARCO NORMATIVO.....	16
CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO .....	17
2.1.    UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	17
2.1.1.    Límites .....	17
2.2.    VÍAS DE ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO .....	19
2.3.    CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	21
2.3.1.    Población.....	21
2.3.1.1.    Grupo etario.....	22
2.3.1.2.    Población con discapacidad.....	23
2.3.2.    Vivienda .....	24
2.3.3.    Servicios básicos .....	26
2.3.4.    Educación .....	28
2.4.    CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	29
2.4.1.    Aspectos económicos.....	29
2.4.1.1.    Ocupación principal del jefe de hogar.....	29
2.5.    CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	30
2.5.1.    Características geológicas .....	30
2.5.2.    Características geomorfológicas.....	36
2.5.3.    Pendientes .....	42
2.5.4.    Tsunami.....	44
2.5.4.1.    Concepto de Tsunami .....	44
2.5.4.2.    Características de un Tsunami .....	44
2.5.4.3.    Velocidad y energía de las olas del Tsunami.....	46
2.5.4.4.    Modelamientos de Tsunami .....	46
2.5.4.5.    Clasificación de Tsunamis .....	46
2.5.4.6.    Tsunamis en el Perú .....	47



2.5.5.	Condiciones sísmicas .....	48
2.5.5.1.	Análisis de posible sismo en Lima .....	48
2.5.5.2.	Magnitud de sismo en Lima .....	51
2.5.6.	Modelado de la inundación y su relación con el área de estudio .....	53
2.5.6.1.	Áreas inundables por ocurrencia de Tsunami .....	54
CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD .....		57
3.1.	METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO .....	57
3.2.	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	58
3.3.	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO .....	59
3.4.	CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO .....	59
3.5.	PELIGRO POR TSUNAMI .....	59
3.5.1.	Parámetros del peligro .....	59
3.5.2.	Ponderación de los parámetros de peligro .....	60
3.5.2.1.	Parámetros de evaluación .....	60
3.5.2.2.	Susceptibilidad del territorio .....	61
3.5.2.2.1.	Análisis del factor desencadenante .....	61
3.5.2.2.2.	Análisis de los factores condicionantes .....	62
3.5.3.	Definición del escenario .....	69
3.5.4.	Niveles de peligro .....	69
3.5.5.	Estratificación del nivel de peligro .....	70
3.5.6.	Mapa de peligro .....	71
3.6.	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS .....	72
3.7.	MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS .....	74
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....		75
4.1.	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD .....	75
4.2.	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL .....	75
4.2.1.	Análisis de la Exposición en la dimensión social de la Vulnerabilidad .....	76
4.2.2.	Análisis de la Fragilidad en la dimensión social de la Vulnerabilidad .....	77
4.2.3.	Análisis de la Resiliencia en la dimensión social de la Vulnerabilidad .....	81
4.3.	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA .....	85
4.3.1.	Análisis de la Exposición en la dimensión económica de la Vulnerabilidad .....	85
4.3.2.	Análisis de la fragilidad en la dimensión económica de la Vulnerabilidad .....	87
4.3.3.	Análisis de la Resiliencia en la dimensión económica de la Vulnerabilidad .....	93
4.4.	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL .....	95
4.4.1.	Análisis de la Exposición en la dimensión ambiental de la Vulnerabilidad .....	95



4.4.2.	Análisis de la Fragilidad en la dimensión ambiental de la Vulnerabilidad .....	96
4.4.3.	Análisis de la Fragilidad en la dimensión ambiental de la Vulnerabilidad .....	97
4.5.	NIVEL DE VULNERABILIDAD .....	99
4.6.	ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD .....	99
4.7.	MAPA DE VULNERABILIDAD .....	102
CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO .....		105
5.1.	METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DEL RIESGO....	105
5.2.	DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO .....	106
5.2.1.	Niveles del riesgo .....	106
5.2.2.	Matriz del riesgo.....	106
5.2.3.	Estratificación del riesgo .....	107
5.2.4.	Mapa de riesgo .....	110
5.2.5.	Cálculo de posibles pérdidas.....	113
5.2.6.	Zonificación del riesgo.....	114
5.3.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO .....	115
5.3.1.	De orden estructural.....	115
5.3.2.	De orden no estructural.....	119
CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO .....		121
6.1.	ACEPTABILIDAD / TOLERABILIDAD .....	121
6.1.1.	Valoración de consecuencias .....	121
6.1.2.	Valoración de frecuencia de ocurrencia .....	121
6.1.3.	Matriz de consecuencia y daños .....	122
6.1.4.	Medidas cualitativas de consecuencia y daños.....	122
6.1.5.	Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo .....	123
6.1.6.	Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo .....	123
6.1.7.	Prioridad de Intervención .....	124
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		125
7.1.	CONCLUSIONES.....	125
7.2.	RECOMENDACIONES.....	126
BIBLIOGRAFÍA .....		128
ANEXO .....		130



## LISTA DE CUADROS

- Cuadro N° 1. Población Total según sexo.
- Cuadro N° 3. Población según discapacidad.
- Cuadro N° 3. Población según discapacidad.
- Cuadro N° 4. Tipo de Materiales Predominantes en Paredes.
- Cuadro N° 5. Tipo de Material Predominante en Techos.
- Cuadro N° 6. Tipo de Abastecimiento de Agua del área de estudio.
- Cuadro N° 7. Disponibilidad de Servicios Higiénicos en el área de estudio.
- Cuadro N° 8. Tipo de Alumbrado en el área de estudio.
- Cuadro N° 9. Educación en el área de estudio.
- Cuadro N° 10. Ocupación Principal del AA.HH. Daniel Alcides Carrión.
- Cuadro N° 11. Unidades Geomorfológicas.
- Cuadro N° 12. Clasificación de pendientes.
- Cuadro N° 13. Variables del peligro por Tsunami.
- Cuadro N°14. Parámetro de evaluación.
- Cuadro N° 15. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación Altura de Ola.
- Cuadro N° 16 Matriz de normalización de pares del parámetro de evaluación Altura de Ola.
- Cuadro N°17. Matriz de análisis de susceptibilidad.
- Cuadro N° 18. Matriz de comparación de pares del factor desencadenante (magnitud sismo).
- Cuadro N° 19. Matriz de normalización de pares del factor desencadenante.
- Cuadro N° 20. Matriz de comparación de pares del factor condicionante Altitud sobre el Nivel del mar.
- Cuadro N° 21. Matriz de normalización de pares del factor condicionante Altitud sobre el Nivel del mar.
- Cuadro N° 22. Matriz de comparación de pares del factor condicionante Pendiente.
- Cuadro N° 23. Matriz de normalización de pares del factor condicionante Pendiente.
- Cuadro N° 24. Matriz de comparación de pares del factor condicionante unidades geomorfológicas.



Cuadro N° 25. Matriz de normalización de pares del factor condicionante unidades geomorfológicas.

Cuadro N° 26. Matriz de comparación de pares del factor condicionante unidades geológicas.

Cuadro N° 27. Matriz de normalización de pares del factor condicionante unidades geológicas.

Cuadro N° 28. Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes.

Cuadro N° 29. Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes.

Cuadro N° 30. Niveles de peligro.

Cuadro N° 31. Estratificación del peligro.

Cuadro N° 32. Elementos expuestos.

Cuadro N° 33. Parámetros de la dimensión social.

Cuadro N° 34. Matriz de comparación de pares del parámetro número de personas por lote.

Cuadro N° 35. Matriz de normalización de pares del parámetro número de personas por lote.

Cuadro N° 36. Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario.

Cuadro N° 37. Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etario.

Cuadro N° 38. Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de agua potable.

Cuadro N° 39. Matriz de normalización de pares del parámetro servicio de agua potable.

Cuadro N° 40. Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de desagüe.

Cuadro N° 41. Matriz de normalización de pares del parámetro servicio de desagüe.

Cuadro N° 42. Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de energía eléctrica.

Cuadro N° 43. Matriz de normalización de pares del parámetro servicio de energía eléctrica.

Cuadro N° 44. Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo.

Cuadro N° 45. Matriz de normalización de pares del parámetro nivel educativo.

Cuadro N° 46. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en riesgos de desastres



Cuadro N° 47. Matriz de normalización de pares del parámetro capacitación en riesgos de desastres

Cuadro N° 48. Matriz de comparación de pares del parámetro actitud frente a la ocurrencia de Tsunami.

Cuadro N° 49. Matriz de normalización de pares del parámetro actitud frente a la ocurrencia de Tsunami.

Cuadro N° 50. Parámetros de la dimensión social.

Cuadro N° 51. Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a la línea de la costa.

Cuadro N° 52. Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía a la línea de la costa.

Cuadro N° 53. Matriz de comparación de pares del parámetro área construida.

Cuadro N° 54. Matriz de normalización de pares del parámetro área construida.

Cuadro N° 55. Matriz de comparación de pares del parámetro uso de vivienda.

Cuadro N° 56. Matriz de normalización de pares del parámetro uso de vivienda.

Cuadro N° 57. Matriz de comparación de pares del parámetro nivel de edificación.

Cuadro N° 58. Matriz de normalización de pares del parámetro nivel de edificación.

Cuadro N° 59. Matriz de comparación de pares del parámetro material de paredes.

Cuadro N° 60. Matriz de normalización de pares del parámetro material de paredes.

Cuadro N° 61. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos.

Cuadro N° 62. Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de techos.

Cuadro N° 63. Matriz de comparación de pares del parámetro antigüedad.

Cuadro N° 64. Matriz de normalización de pares del parámetro antigüedad.

Cuadro N° 65. Matriz de comparación de pares del parámetro material de paredes.

Cuadro N° 66. Matriz de normalización de pares del parámetro material de paredes.

Cuadro N° 67. Matriz de comparación de pares del parámetro material de paredes.

Cuadro N° 68. Matriz de normalización de pares del parámetro material de paredes.

Cuadro N° 69. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación.

Cuadro N° 70. Matriz de normalización de pares del parámetro ocupación.



Cuadro N° 71. Parámetros de la dimensión social.

Cuadro N° 72. Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a botaderos de basura.

Cuadro N° 73. Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía a botaderos de basura.

Cuadro N° 74. Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de recojo de residuos sólidos.

Cuadro N° 75. Matriz de normalización de pares del parámetro servicio de recojo de residuos sólidos.

Cuadro N° 76. Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento de actividades de reciclaje.

Cuadro N° 77. Matriz de normalización de pares del parámetro conocimiento de actividades de reciclaje.

Cuadro N° 78. Niveles de Vulnerabilidad.

Cuadro N° 79. Niveles de Vulnerabilidad.

Cuadro N° 80. Niveles de Riesgo.

Cuadro N° 81. Matriz de Riesgo.

Cuadro N° 82. Estratificación de riesgo por Tsunami en el Asentamiento Humano Daniel Alcides Carrión.

Cuadro N.º 83. Efectos probables por Tsunami en el área de estudio.

Cuadro N° 84. Zonificación del riesgo por Tsunami del área de estudio.

Cuadro N° 85. Lista de lotes con nivel de riesgo MUY ALTO identificados en el área de estudio.

Cuadro N° 86. Valoración de consecuencias.

Cuadro N° 87. Valoración de la frecuencia de ocurrencia.

Cuadro N° 88. Nivel de consecuencia y daños.

Cuadro N° 89. Medidas cualitativas de consecuencia y daños.

Cuadro N° 90. Nivel de aceptabilidad y/o Tolerancia.

Cuadro N° 91. Nivel de aceptabilidad y/o Tolerancia.

Cuadro N° 92. Prioridad de Intervención.



## LISTA DE MAPAS

- Mapa N° 1. Ubicación del área de estudio.
- Mapa N° 2. Mapa de vías de acceso al área de estudio.
- Mapa N° 3. Mapa de unidades geológicas.
- Mapa N° 4. Mapa de unidades geomorfológicas.
- Mapa N° 5. Mapa de pendientes.
- Mapa N° 6. Mapa de factor desencadenante.
- Mapa N° 7. Mapa de Áreas inundables para sismos de 8.5 y 9.0 Mw.
- Mapa N° 8. Mapa de altitud del área de estudio.
- Mapa N° 9. Mapa de peligro por tsunami del área de estudio.
- Mapa N° 10. Mapa de elementos expuestos del área de estudio.
- Mapa N° 11. Mapa de vulnerabilidad del área de estudio.
- Mapa N° 11 - 1. Mapa de vulnerabilidad del área de estudio.
- Mapa N° 11 - 2. Mapa de vulnerabilidad del área de estudio.
- Mapa N° 12. Mapa de Riesgo del área de estudio.
- Mapa N° 12 -1. Mapa de Riesgo del área de estudio.
- Mapa N° 12 -2. Mapa de Riesgo del área de estudio.

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico N° 01. Características de la población según sexo.
- Gráfico N° 02. Población según grupo etario.
- Gráfico N° 03. Características de la población según discapacidad.
- Gráfico N° 04. Tipo de Material Predominante de las paredes
- Gráfico N° 05. Tipo de Material Predominante en Techos.
- Gráfico N° 06. Tipo de Abastecimiento de Agua del área de estudio.
- Gráfico N° 07. Disponibilidad de Servicios Higiénicos del área de estudio.
- Gráfico N° 08. Tipo de Alumbrado en el área de estudio.
- Gráfico N° 09. Educación en el área de estudio.
- Gráfico N° 10. Metodología para determinar el nivel de peligro.
- Gráfico N° 11. Flujograma general del proceso de análisis de información.



Gráfico N° 12. Metodología para determinar el nivel de vulnerabilidad.

Gráfico N° 13. Metodología para determinar el nivel del riesgo.

### LISTA DE FIGURAS

Figura N°1. Vía de acceso al AA.HH. Daniel Alcides Carrión.

Figura N° 2. Formación Ventanilla (Jurásico Superior).

Figura N° 3. Depósitos Aluviales, colindantes al aeropuerto internacional Jorge Chávez.

Figura N° 4. Depósitos Marinos (AAHH coronel Francisco Bolognesi)

Figura N° 5. Depósito Antrópico (AAHH Daniel Alcides Carrión - Botadero Informal).

Figura N° 6. Llanura o planicie aluvial por la zona del Muelle Centenario.

Figura N° 7. Sistema de pantanos y aguajales.

Figura N° 8. Se observa la faja litoral ubicada frente al cementerio de barcos Gambetta.

Figura N° 9. Se observa el cordón litoral.

Figura N° 10. Esquema de las ondas producidas por tsunami en su llegada a la costa, mostrando su amplitud y longitud de onda.

Figura N° 11. Esquema de diferencia entre olas de viento y tsunami.

Figura N° 12. Relación entre profundidad, velocidad y longitud de onda de un tsunami.

Figura N° 13. Distribución espacial de zonas de acoplamiento sísmico máximo (asperezas) en el borde occidental del Perú.

Figura N° 14. Esquema de la discretización numérica.

Figura N° 15. Vista 3D Lotes – AA.HH. Daniel Alcides Carrión (Vista SUR -NORTE).

Figura N° 16. Vista 3D Lotes – AA.HH. Daniel Alcides Carrión (Vista NORTE -SUR).

Figura N° 17. Esquema de bosque protector.

Figura N° 18. Ruta de evacuación propuesta – SECTOR DANIEL ALCIDES CARRIÓN.

Figura N° 19. Ruta de evacuación cerrada ante la ocurrencia de Tsunami.

Figura N° 20. Área de Refugio ante Tsunami.



## PRESENTACION

El Perú, así como el resto de los países está expuesto a peligros naturales tales como terremotos, tsunamis, deslizamientos, huaicos, inundaciones, sequías, heladas; provocando muertes, daños a la salud pública, impactos negativos en el medio ambiente y al mismo tiempo grandes pérdidas económicas.

El presente Informe de Evaluación del Riesgo por fenómenos de origen natural, permite analizar el impacto potencial por Tsunami en el área de influencia, tal es así que producto de este fenómeno se podrían generar impactos en la zona urbana debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física relacionados con el factor de exposición a estos fenómenos naturales del ser humano y sus medios de vida.

El Gobierno Regional del Callao, realiza la contratación para la elaboración del presente Informe de Evaluación del Riesgo, el cual constituye un procedimiento técnico que permitirá identificar los peligros que ocurran en las inmediaciones del AA. HH Daniel Alcides Carrión, analizar la vulnerabilidad y determinar los niveles de riesgos ante la ocurrencia de peligros de origen natural; así como la identificación de las medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres.

Ante ello, se analizó el registro de los distintos peligros de origen natural que podrían afectar el área de estudio, entre los cuales se identificó que el territorio peruano se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico (zona de recurrente actividad sísmica y volcánica alrededor del Océano Pacífico), debido a la subducción de la Placa de Nazca (placa oceánica) debajo de la Placa Sudamericana (placa continental), este proceso se denomina convergencia de placas y durante su desarrollo genera sismos de diversas magnitudes y focos ubicados a diferentes profundidades, siendo los de mayor magnitud e intensidad los que podrían generar tsunamis y afectar la seguridad física de las poblaciones e infraestructura existente.

Asimismo, se hace de conocimiento que, en base a la inspección de campo efectuada por el equipo evaluador en las inmediaciones del AA.HH. Daniel Alcides Carrión, junio del 2023, así como información y productos disponibles, tales como mapas geomorfológicos, mapas de escenario sísmico entre otros; insumos principales para la elaboración del presente Estudio de Evaluación del Riesgo.

En el presente estudio se aplica la metodología del “Manual para la evaluación del riesgo originado por Fenómenos Naturales”, 2da Versión, el cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al peligro, en función a los factores exposición, fragilidad y resiliencia. Así como, la determinación y zonificación de los niveles de riesgos y finalmente, la formulación de recomendaciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.



## INTRODUCCION

La Gerencia Regional de Defensa Nacional y Seguridad Ciudadana del Gobierno Regional del Callao, en su afán de implementar dentro de la gestión de procesos relacionados con la gestión de riesgos de desastres, viene elaborando estudios y ejecutando obras que hacen posible traducir esa misión, los mismos que permitirán mejorar su condición de vida. Como señala la Política Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres, nuestro país está expuesto de manera permanente a fenómenos de origen natural que pueden desencadenar desastres, situación, que añadida al proceso de crecimiento informal y desordenado de la población y a la falta de planificación de infraestructura urbana, ponen en riesgo y afectan la seguridad y la vida de la población, la infraestructura del desarrollo, el patrimonio, el ambiente y por ende al Gobierno Regional del Callao.

El territorio Peruano se encuentra expuesto a diversos eventos geodinámicos, debido a la interacción entre las condiciones físicas del territorio (factores condicionantes) que presenta un área geográfica, tales como: pendiente, altura sobre el nivel del mar y geomorfología y los factores que los originan (sismicidad y actividades inducidas por la acción humana), pudiendo generar los denominados peligros naturales, los cuales generan impactos significativos y daños en las poblaciones e infraestructura física, así como en las actividades productivas y medios de vida. Estos procesos generan o construyen desastres, principalmente relacionados al asentamiento de la población en zonas de alto riesgo, la ocupación no planificada del territorio, la fragilidad en la construcción de las edificaciones producto de la informalidad e improvisación de poblaciones y la falta de conocimiento sobre la importancia en la Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.

Asimismo, se hace mención que, en base al escenario de riesgo por sismo y tsunami en la región central del Perú que fue elaborado por Instituto Geofísico del Perú en el año 2020; indican que, en el departamento de Lima, podría ocurrir un sismo de magnitud igual o mayor a 8.5 Mw. Considerando las características de este sismo probable, se ha elaborado el presente Informe de Evaluación de riesgos, a fin de identificar las posibles áreas a ser afectadas ante la ocurrencia de un tsunami.

En este documento, se desarrolla la Evaluación del Riesgo, ante la ocurrencia del escenario sísmico en mención; el cual comprende la determinación del peligro y el área de influencia en función a sus factores condicionantes para la definición de sus niveles, representados en el mapa de peligro. Además, comprende el análisis de la vulnerabilidad de los elementos expuestos (viviendas) en sus dimensiones social y económica. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores: exposición, fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad y mapa respectivo.

Luego, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo originado por dicho sismo en las inmediaciones del AA.HH. Daniel



Alcides Carrión, así como también el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad. Finalmente, se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo.

Los resultados, del presente informe servirán para la identificación e implementación de medidas de prevención y reducción de riesgos, orientados a disminuir la vulnerabilidad.



## CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar el nivel del riesgo por Tsunami, originado por un sismo de gran magnitud en el AA.HH. Daniel Alcides Carrión, Cercado de Callao, Provincia constitucional del Callao.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización física, social, económica y ambiental de la zona de estudio.
- Identificar y establecer los niveles de peligro existente en la zona de estudio y elaborar el mapa de peligros respectivo.
- Analizar y establecer los niveles de vulnerabilidad que presenta la zona de estudio y elaborar el mapa de vulnerabilidad respectivo.
- Analizar y establecer los niveles de riesgo que presenta la zona de estudio y elaborar el mapa de riesgo respectivo.
- Formular medidas estructurales y no estructurales identificadas como parte de este estudio orientadas a la reducción del riesgo de desastre por tsunami y sismo en la zona de estudio.

### 1.3. FINALIDAD

Elaborar un documento técnico para que la población involucrada y las autoridades locales en marco a lo estipulado según la normativa vigente, toma las decisiones adecuadas para la prevención y reducción de riesgos de desastres.

### 1.4. JUSTIFICACIÓN

El deficiente conocimiento de los riesgos de origen natural que afectan las áreas urbanas constituye una de las causas principales de la ocurrencia de desastres, por ello es necesario caracterizar los peligros naturales a los que se encuentran expuestos la población e infraestructura pública, así como estimar los niveles de riesgos asociados a los mismos, a fin de generar información técnica que permita contribuir con la gestión del riesgo de desastres.

Además, el área de estudio se ubica en el departamento de Lima, considerado como una de las zonas sísmicas de mayor actividad y se encuentra contigua al Océano Pacífico, debido a ello, es necesario conocer los riesgos asociados a la ocurrencia de eventos sísmicos.



## 1.5. ANTECEDENTES

El impacto producido por los tsunamis en el mundo deja en evidencia la necesidad de generar conocimientos respecto al comportamiento dinámico de estos en nuestras costas. En tal sentido el anticiparse a un escenario de peligro permite: proponer medidas de mitigación, desarrollar planes de respuesta efectivos y manejar adecuadamente potenciales emergencias, disminuyendo el riesgo para las personas, viviendas, colegios, hospitales y estructuras portuarias.

Definiendo y conociendo los escenarios de peligro, se puede comprender el riesgo y atenuar el potencial impacto de estos fenómenos naturales. Se debe considerar que los tsunamis son eventos poco recurrentes, sin embargo, cuando ocurren pueden ser altamente destructivos.

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

Lima y el Callao han soportado a lo largo de su historia eventos naturales desastrosos como terremotos y tsunamis, tales como los ocurridos en los años 1586 (olas de 3.6 m), 1604 (olas de 2.8 m), 1687 (olas de 4 m), 1746 (olas de 7 m) y en 1966 (olas de 3.2 metros), que causaron pánico y destrucción de viviendas e infraestructura, especialmente en zonas donde las condiciones geológicas son menos favorables y donde viven las poblaciones más pobres y por ende más vulnerables.

El fenómeno físico llamado Tsunami o maremoto es un evento extremo, por lo cual se consideran los escenarios de maremotos originados por sismos de 8.5 y 9.0 Mw, no se consideran escenarios de sismos menores puesto que son de menor energía y lo que se busca es analizar los casos más destructivos con el fin de evaluar los riesgos, en el área de estudio. Tampoco se consideran en este informe los estudios de maremotos previos al uso de simulaciones numéricas, ya que son los modelados numéricos los que permiten el ingreso y salida de magnitudes físicas, en los cálculos, considerando su verdadera dinámica regida por leyes físicas. Encontramos en la literatura las siguientes publicaciones más recientes en el campo de maremotos cuyas áreas de estudios incluyen el área de estudio en Callao:

- Jiménez, 2015, realizó el estudio del maremoto de Lima y Callao de 1746
- DHN, Carta de inundación 2023



## 1.6. MARCO NORMATIVO

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- 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: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

### 2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El AA.HH. Daniel Alcides Carrión está ubicado en el Cercado de Callao, Provincia Constitucional del Callao, tiene una superficie de 0.036 Km<sup>2</sup>.

Se ubica sobre la coordenada UTM zona 18 S (267438.91 E, 8671408.64 S).

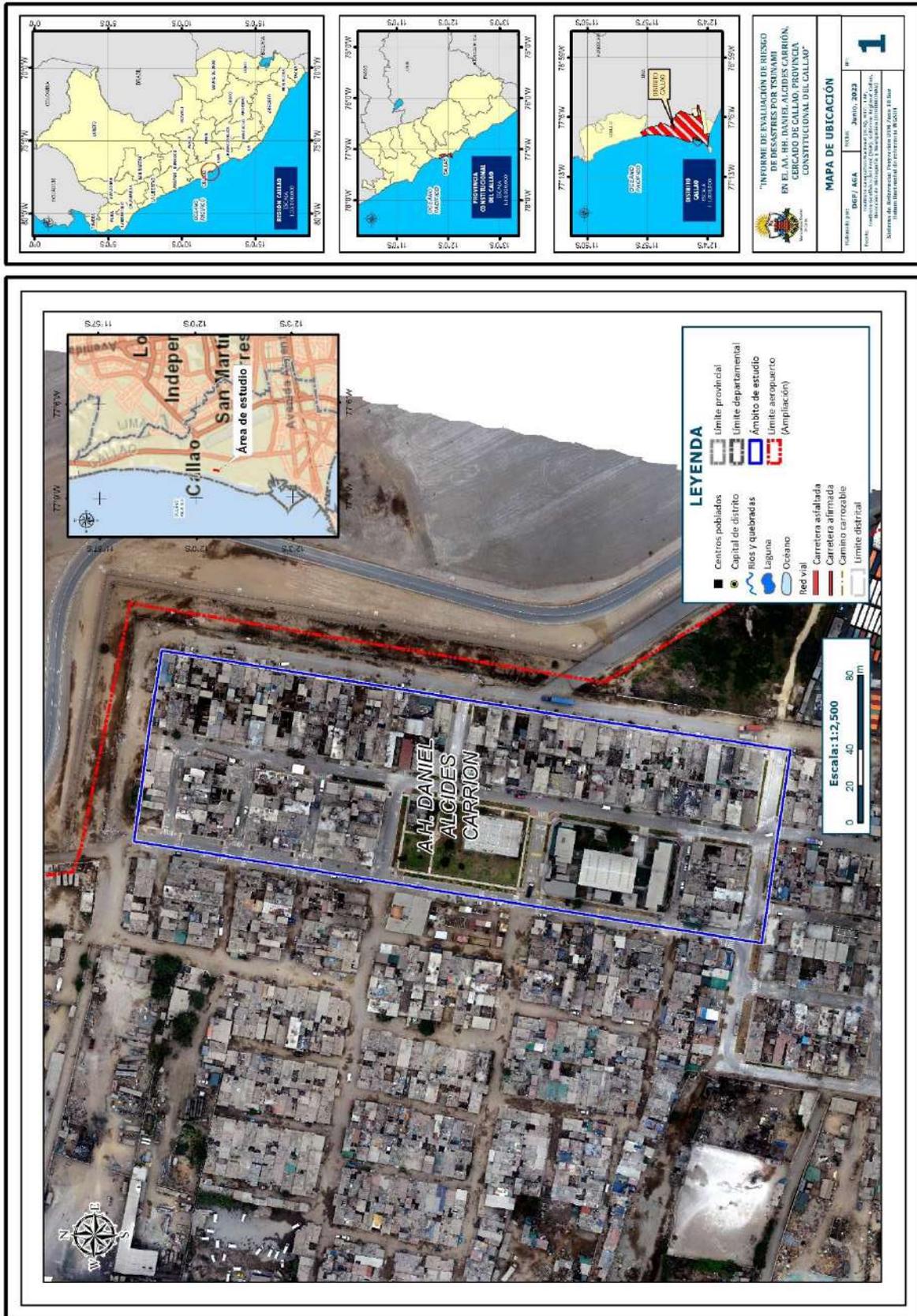
#### 2.1.1. Límites

Del AA.HH. Daniel Alcides Carrión sus límites son los siguientes:

- Por el Norte** : Aeropuerto internacional Jorge Chávez – Arenados ODV INDUSTRIAL SAC.
- Por el Sur** : AA.HH. coronel Francisco Bolognesi.
- Por el Este** : Aeropuerto internacional Jorge Chávez.
- Por el Oeste** : Ingreso a Arenado AGUICAS SGAP SAC.



Mapa N° 1. Ubicación del área de estudio.



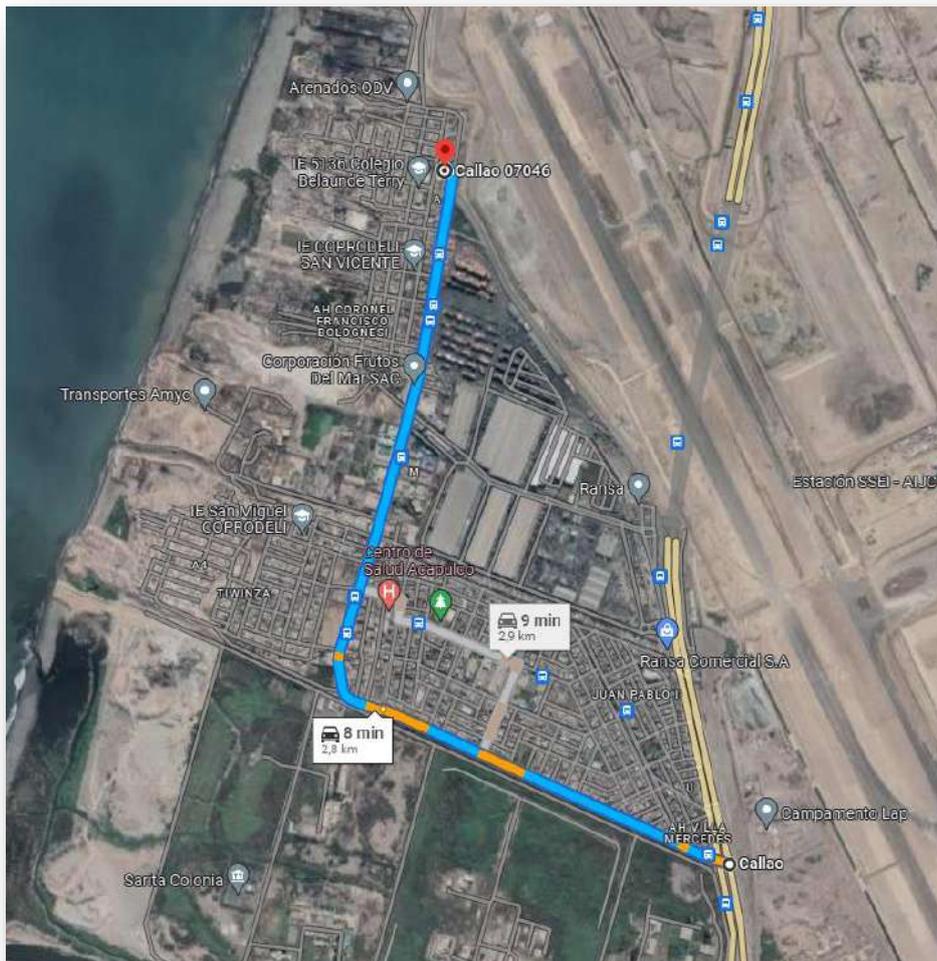
Fuente: elaboración propia.



## 2.2. VÍAS DE ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

El acceso se realiza a través de la Av. Néstor Gambeta, continuando por la prolongación Centenario teniendo un recorrido aproximado de 3 km hasta el AA.HH. Daniel Alcides Carrión.

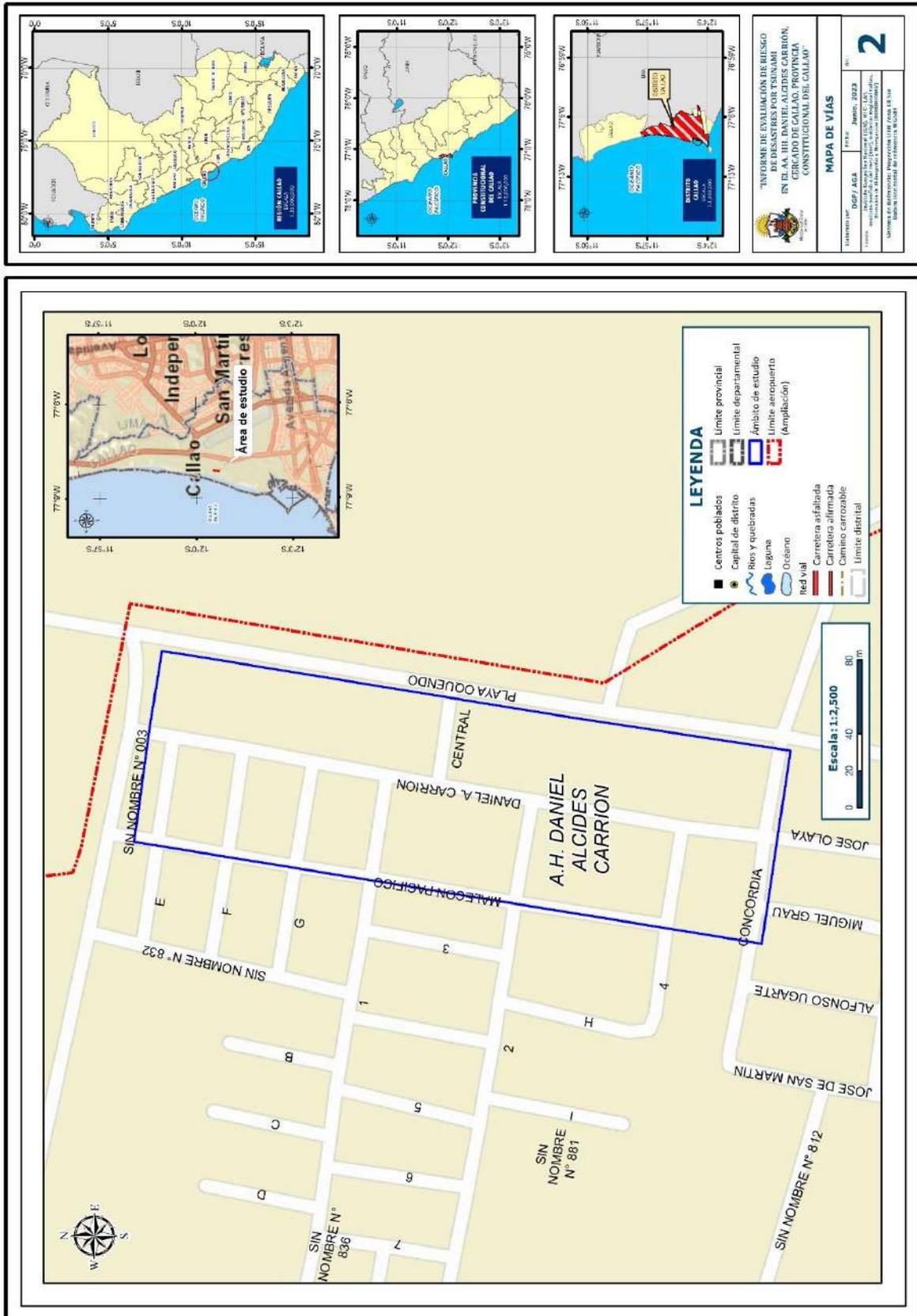
Figura N°1. Vía de acceso al AA.HH. Daniel Alcides Carrión.



Fuente: Google maps.



Mapa N° 2. Mapa de vías de acceso al área de estudio.



Fuente: elaboración propia.



## 2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.3.1. Población

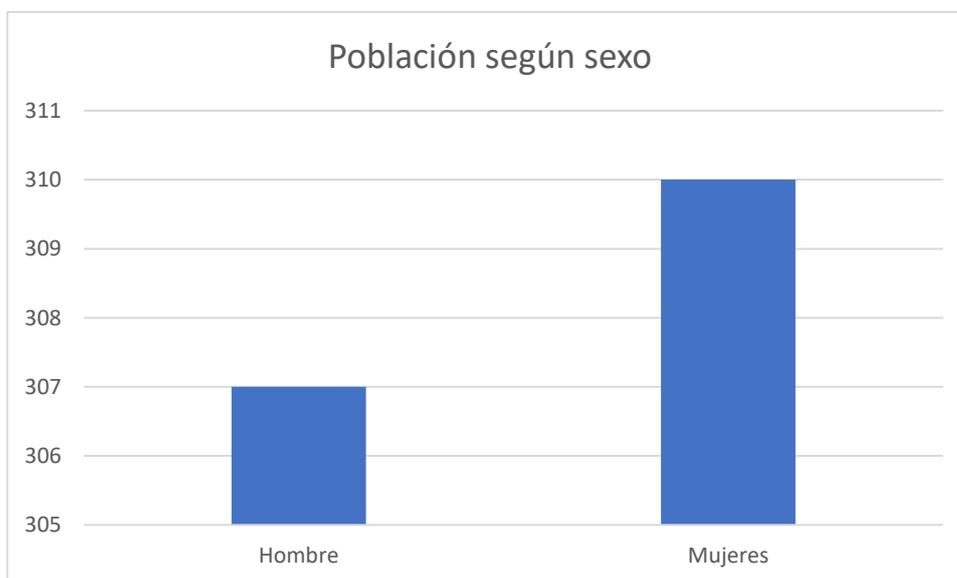
El área de estudio tiene una población total de 617 habitantes según el INEI constatado con la visita al área de estudio el junio 2023, en el cual se identificó que las mujeres representan el 50.24 % y los hombres el 49.76 % de la población total. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017).

Cuadro N° 1. Población Total según sexo.

SEXO	POBLACIÓN TOTAL	%
Hombre	307	49.76
Mujeres	310	50.24
TOTAL	617	100.0

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Gráfico N° 1. Características de la población según sexo.



Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.



### 2.3.1.1. Grupo etario

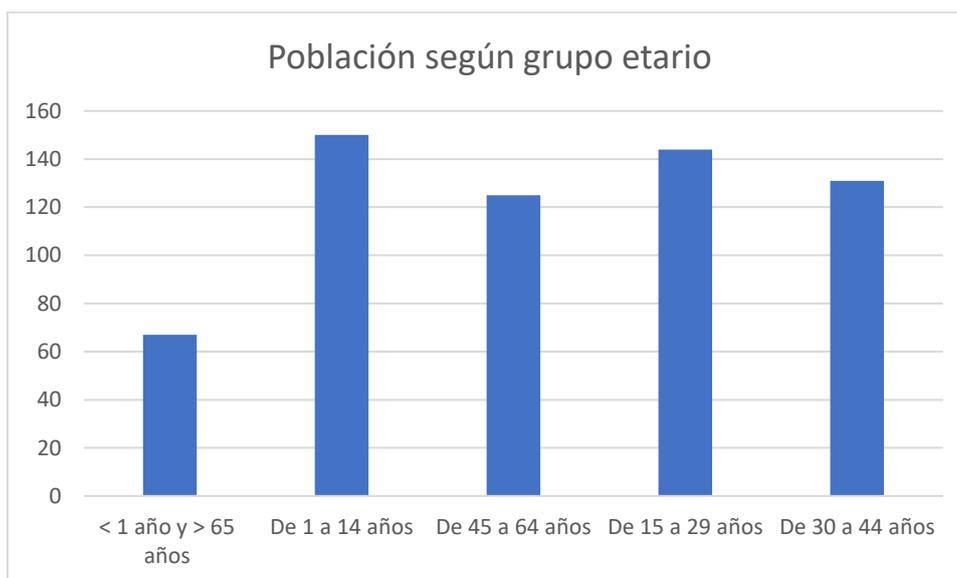
El área de estudio tiene una población total de 617 habitantes según el INEI constatado con la visita al área de estudio el junio 2023, en el cual se identificó que el mayor porcentaje de población está entre los 1 a 14 años con el 24.31% y el menor porcentaje es el grupo etario < 1 año y > 65 años con 10.85% de la población total. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017).

Cuadro N° 2. Población según grupo etario.

GRUPO ETARIO	POBLACIÓN TOTAL	%
< 1 año y > 65 años	67	10.85
De 1 a 14 años	150	24.31
De 45 a 64 años	125	20.25
De 15 a 29 años	144	23.34
De 30 a 44 años	131	21.25
TOTAL	617	100.0

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Gráfico N° 2. Población según grupo etario.



Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.



### 2.3.1.2. Población con discapacidad

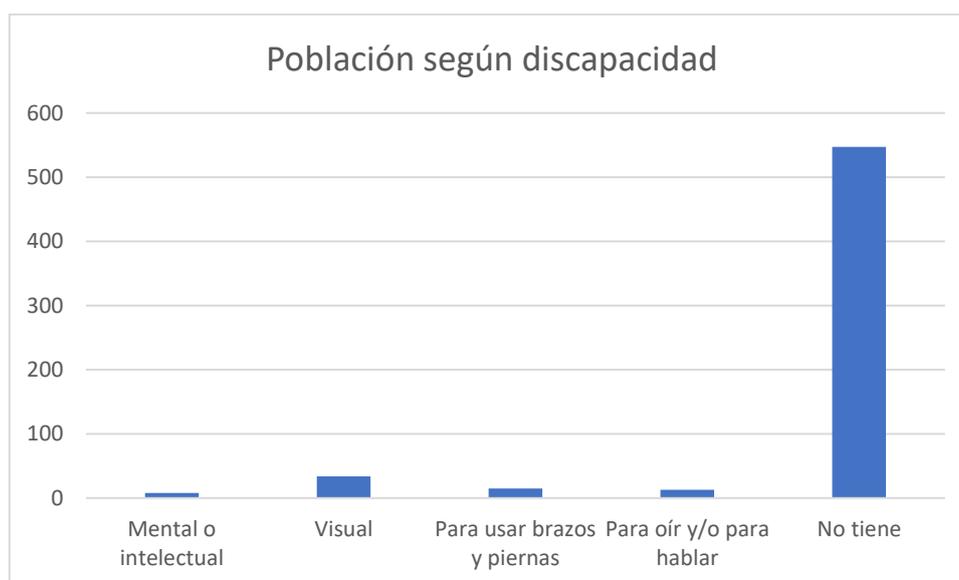
El área de estudio tiene una población total de 617 habitantes según el INEI constatado con la visita al área de estudio el junio 2023, en el cual se identificó que la discapacidad visual es el mayor porcentaje con un 5.51% y el menor es la mental o intelectual con 1.31% de la población total. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017).

Cuadro N° 3. Población según discapacidad.

DISCAPACIDAD	POBLACIÓN TOTAL	%
Mental o intelectual	8	1.31
Visual	34	5.51
Para usar brazos y piernas	15	2.43
Para oír y/o para hablar	13	2.10
No tiene	547	88.65
TOTAL	617	100.0

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Gráfico N° 3. Características de la población según discapacidad.



Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.



### 2.3.2. Vivienda

#### a) Tipo de Material Predominante de las Paredes:

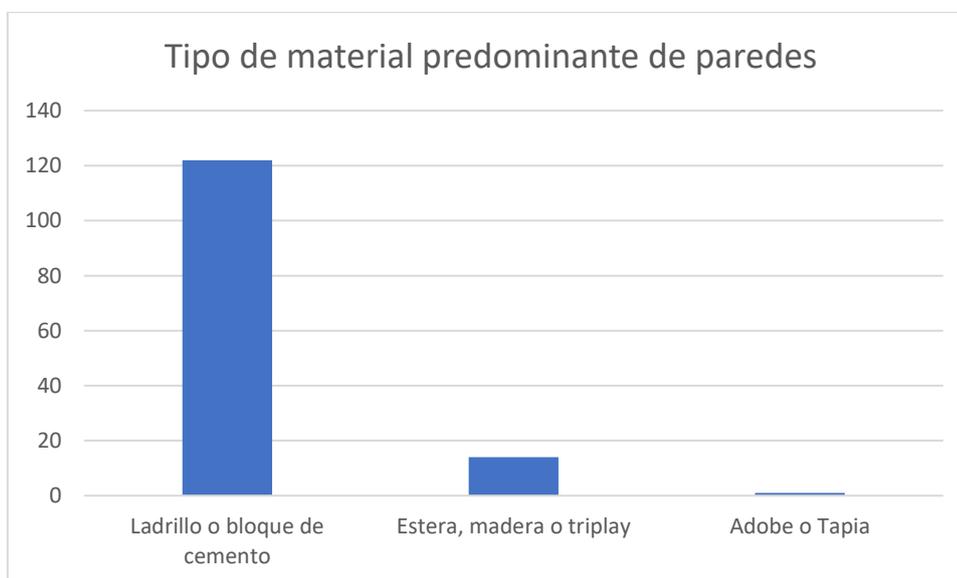
El área de estudio tiene un total de 136 lotes según el INEI. Validado con la visita al área de estudio el junio de 2023, en el cual se constató que 122 viviendas que tienen el tipo de material predominante de ladrillo o bloque de cemento, 14 viviendas de estera, madera o triplay y 1 viviendas de Adobe o tapia. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017)

Cuadro N° 4. Tipo de Materiales Predominantes en Paredes.

Tipo de material predominante de paredes	viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	122	89.7
Estera, madera o triplay	14	10.29
Adobe o Tapia	1	0.01
<b>Total, de viviendas</b>	<b>136</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Gráfico N° 04. Tipo de Material Predominante de las paredes



Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.



## b) Tipo de Material Predominante en los Techos:

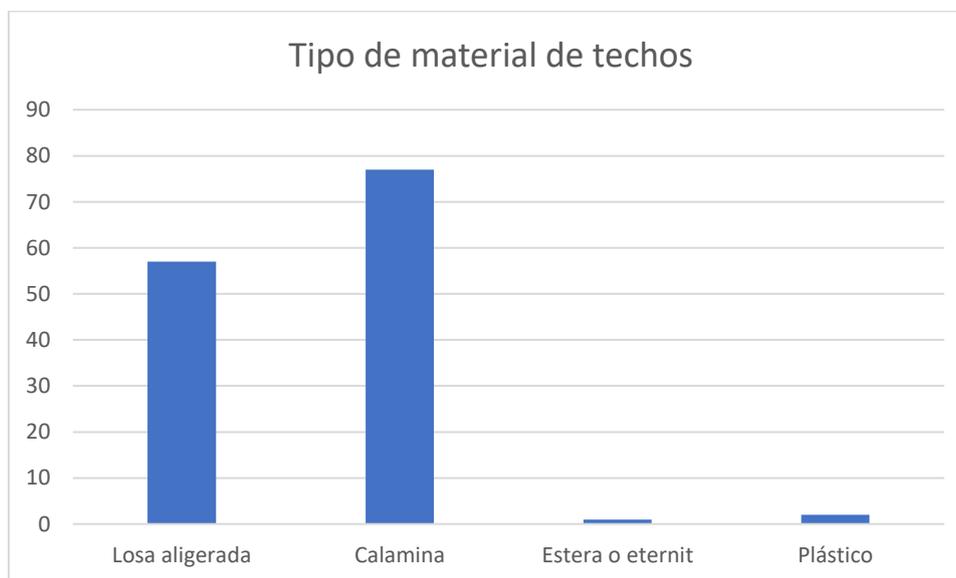
El área de estudio tiene un total de 136 lotes según el INEI. Validado con la visita al área de estudio el 5 de julio 2023, en el cual se constató que 57 viviendas tienen material predominante en los techos de losa aligerada, 77 viviendas con material predominante en techos de calamina, 1 vivienda con material de techo estera o eternit y 2 viviendas con techos de plástico. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017).

Cuadro N° 5. Tipo de Material Predominante en Techos.

Tipo de material predominante en techos	Viviendas	%
Losa aligerada	57	41.1
Calamina	77	56.6
Estera o eternit	1	0.76
Plástico	2	1.53
<b>Total, de Viviendas</b>	<b>136</b>	<b>100.0</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Gráfico N° 5. Tipo de Material Predominante en Techos.



Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.



### 2.3.3. Servicios básicos

#### a) Tipo de abastecimiento de agua:

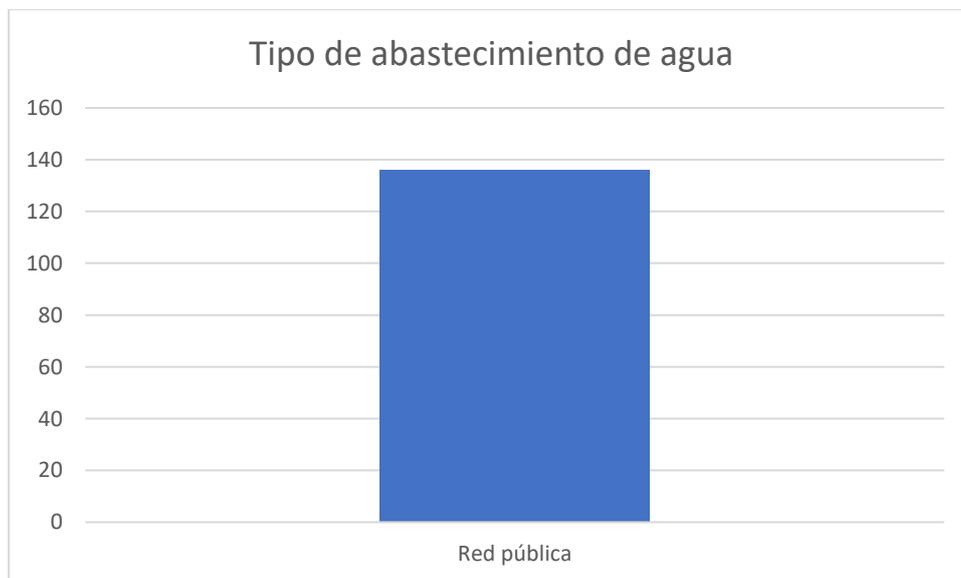
El área de estudio tiene un total de 136 lotes según el INEI. Validado con visita al área de estudio en junio 2023, en el cual se constató que el 100% de viviendas cuentan con servicio de red pública de agua. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017)

Cuadro N° 6. Tipo de Abastecimiento de Agua del área de estudio.

Vivienda con abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública	136	100%
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Gráfico N° 06. Tipo de Abastecimiento de Agua del área de estudio.



Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.



## b) Servicios Higiénicos:

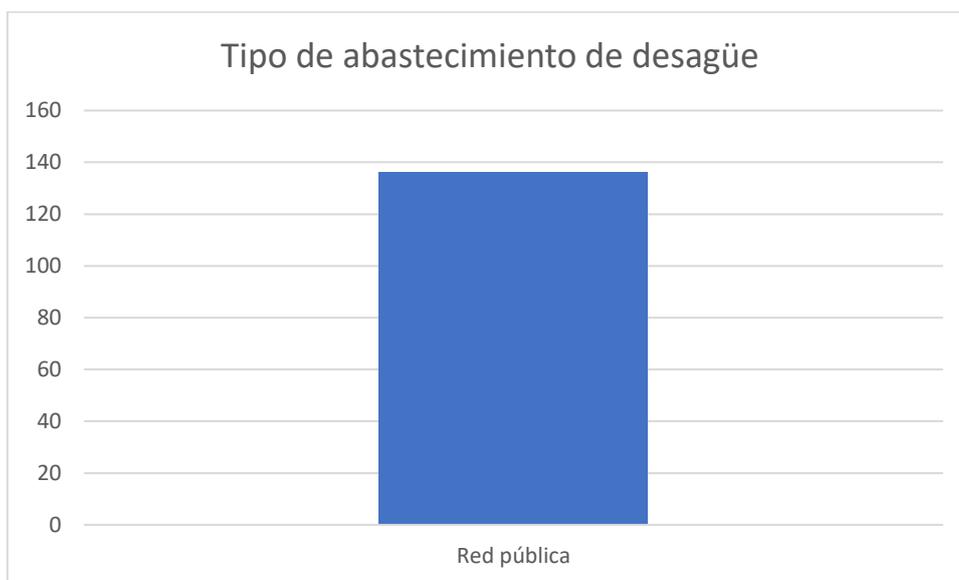
El área de estudio tiene un total de 136 lotes según el INEI. Validado con visita al área de estudio en junio 2023, en el cual se constató que el 100% de las viviendas del área de estudio cuentan con red pública de desagüe. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017).

Cuadro N° 7. Disponibilidad de Servicios Higiénicos en el área de estudio.

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe	136	100.00
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Gráfico N° 07. Disponibilidad de Servicios Higiénicos del área de estudio.



Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

## c) Servicios Energía Eléctrica:

El área de estudio tiene un total de 136 lotes según e INEI. Validado con visita al área de estudio en junio 2023, en el cual se constató que el 100% de viviendas cuentan con energía eléctrica de red pública. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017).



Cuadro N° 8. Tipo de Alumbrado en el área de estudio.

Tipo de Alumbrado Público	Cantidad	%
Red Pública, conexión domiciliaria	136	100.0
<b>Total, de viviendas</b>	<b>136</b>	<b>100.0</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.

Gráfico N° 08. Tipo de Alumbrado en el área de estudio.



Fuente: Elaboración Propia.

### 2.3.4. Educación

El área de estudio tiene un total de 136 lotes según el INEI. Validado con visita al área de estudio en junio 2023 del cual los jefes de hogar, 2 cuenta con nivel primaria, 125 cuentan con nivel Secundaria y 10 con nivel Superior no Universitario. (INEI - Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 2017).

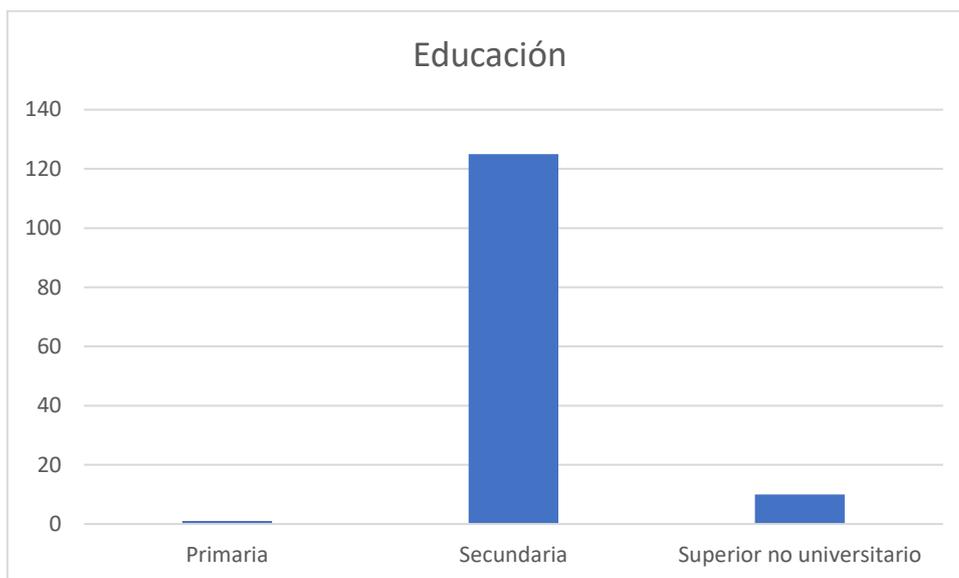
Cuadro N° 9. Educación en el área de estudio.

Educación	Cantidad	%
Primaria	2	1.47
Secundaria	124	91.91
Superior no universitario	10	7.35
<b>Total, de viviendas</b>	<b>136</b>	<b>100.0</b>

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017.



Gráfico N° 09. Educación en el área de estudio.



Fuente: Elaboración Propia.

## 2.4. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.4.1. Aspectos económicos

#### 2.4.1.1. Ocupación principal del jefe de hogar

De acuerdo con la encuesta realizada por vulnerabilidad, en el AA.HH. Daniel Alcides Carrión, la población son obreros y representa el 89.7% y los que son empleados representa el 10.3% del total al área de estudio.

Cuadro N° 10. Ocupación Principal del AA.HH. Daniel Alcides Carrión.

Ocupación de jefe de hogar	Cantidad	%
Obrero	122	89.7
Empleado	15	10.3
<b>Total, de población</b>	<b>136</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia.



## 2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

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:

### 2.5.1. Características geológicas

Para el correcto entendimiento de los procesos y eventos que se observan en el área de estudio debemos tener pleno conocimiento, de manera regional en un principio, de todos los litotipos y depósitos de suelos que podemos encontrar de manera directa en el área, así como también de las elevaciones aledañas a la misma, pues estos son escasos debido a que no afloran muchos cuerpos rocosos debido al espesor de los depósitos en el que se asientan.

Para la descripción de las unidades geológicas se tomó como referencia base la información del boletín N° 43 de INGEMMET (Oscar Palacios, Julio Caldas, Churchill Vela, 1992) en conjunto con los cuadrángulos de Lima donde se emplazan el AAHH Daniel Alcides Carrión.

Los trabajos en campo orientados a identificar unidades y subunidades geológicas regionales tuvieron a bien verificar, corroborar y complementar la información existente, de tal forma que el contexto regional sea transmitido o correlacionado de forma precisa al estudio geológico local del área.

#### Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en el ámbito de estudio corresponden a la Formación Puente Inga y Formación Cerro Blanco (Grupo Puente Piedra) del Jurásico Superior al Cretácico inferior, depósitos aluviales del plioceno y depósitos marinos, eólicos y antrópicos del Holoceno.

##### a) Formación Ventanilla

Corresponde a una secuencia Volcanoclásticas que aflora en la zona del Callao y Lima metropolitana, desde los alrededores de la ciudad del Callao hasta el Norte de Lima. Esta secuencia Volcanoclásticas de más de 995 metros sobre yace a la formación Puente Inga. La localidad típica es la playa Ventanilla, 40 kilómetros al norte de Lima.

Está conformada por capas de lavas gruesas a medias interestratificadas con tobas de ceniza (cineritas) y lutitas tobáceas. Así también, presenta capas gruesas de lavas andesíticas, con sílice y calcita relleno de las fracturas en la roca.

Los afloramientos se encuentran moderadamente meteorizados (tipo II a III) y fracturados, presentando una resistencia moderada (R3). Estos depósitos se encuentran por lo general cubiertos por depósitos coluviales y antrópicos (viviendas), tal es el caso del Cerro la Regla, Cerro La Muleria y Cerro La Milla.

No se registra afloramientos rocosos en el área correspondiente a los AAHH Daniel Alcides Carrión, AAHH coronel Francisco Bolognesi, AAHH Twinza, AAHH Acapulco, AAHH Sarita Colonia, AAHH Villa Mercedes y AAHH Juan Pablo II, puesto que se encuentran cubiertos por depósitos cuaternarios.

Figura N° 2. Formación Ventanilla (Jurásico Superior).



Fuente: Propia, 2023

#### b) Depósitos Aluviales (Q-al)

Son depósitos cuaternarios (Plioceno) que han sido acumulados por procesos de movilización y traslado de sólidos, los que consisten en material granular (gravas y arenas) y material fino (limos y arcillas) en menor proporción.

Estos depósitos aluviales se localizan al pie de las estribaciones andinas de la Cordillera occidental. Litológicamente están constituidos de gravas y arenas con clastos subredondeados a redondeados, la misma que puede variar en cuanto a su compacidad de densa a suelta y presentar una matriz limo-arcillosa que presenta una consistencia de muy firme a blanda. Estos depósitos se encuentran a manera de terrazas, producto de la erosión, transporte y deposición a lo largo del cauce del río Rímac, por lo que estos sedimentos pertenecen al cono de deyección del río Rímac presentando un espesor de más de 800 metros (estudio realizado en el Hospital Sabogal – Callao).

Estos depósitos se encuentran por lo general en zonas colindantes al aeropuerto internacional Jorge Chávez en el sector del AAHH Juan Pablo II, AAHH Acapulco, AAHH coronel Francisco Bolognesi y AAHH Daniel Alcides Carrión.

Figura N° 3. Depósitos Aluviales, colindantes al aeropuerto internacional Jorge Chávez.



Fuente: Propia, 2023

### c) Depósito Marino (Q-ma)

Son depósitos distribuidos en toda la costa del Callao, mostrándose en menor proporción en la periferia litoral de la ciudad, debido a la expansión urbana. Se aprecian notoriamente formando las playas del litoral.

Litológicamente están conformados por conglomerados poligénicos, arenas y materia orgánica (conchas marinas). A su vez, se encuentran horizontes de gravas lenticulares presentando fragmentos achatados y polimícticos, de color gris. Estos materiales son acarreados y distribuidos por las corrientes a lo largo del borde litoral como producto de erosión y disgregación de las rocas de los acantilados y afloramientos cercanos.

Estos depósitos se encuentran próximos al océano pacífico los mismos que son el AAHH Tiwinza, AAHH Sarita Colonia, AAHH villa Mercedes y AAHH Acapulco. En los mencionados depósitos se evidencia gran presencia de desechos antropogénicos (desmontes, basura, material apilado, etc).

Figura N° 4. Depósitos Marinos (AAHH coronel Francisco Bolognesi)



Fuente: Propia, 2023

#### d) Depósito Eólico

Estos depósitos se encuentran constituidos por arenas de grano fino y medio no consolidadas transportadas por el viento, conformando mantos y dunas. Estos depósitos se encuentran distribuidos cubriendo áreas periféricas al cerro La Regla, en el Cercado de Callao. Son depósitos contemporáneos y antiguos de actividad eólica.

Estas arenas eólicas, se depositan por gravedad en la planicie costera, y llegan hasta las estribaciones andinas cercanas (Cerro La Regla), bajo diversas formas de deposición: dunas clásicas, corredores de dunas, mantos de arena y colinas de arena eólica estabilizadas.

Debido a la expansión urbana, estos depósitos se encuentran cubiertos por casas y edificaciones.

#### e) Depósito Antrópico

Son acumulaciones de materiales que han sido depositados por la actividad del hombre, pueden ser desmontes, basuras, etc.

Estos depósitos comprenden suelos con mixturas de materiales de préstamo, de construcción, materiales derruidos o de escombros, depósitos de materiales excedentes, infraestructura, entre otros; también se pueden considerar depósitos antrópicos de manera localizada, a los constituidos por rellenos no controlados de desmonte entremezclado con basura que se localizan a lo largo del cauce del río Rímac.



Se evidencia depósitos antrópicos en los AAHH Tiwinza, AAHH Daniel Alcides Carrión, AAHH Sarita Colonia y AAHH coronel Francisco Bolognesi, por lo que es importante mencionar que las viviendas que se encuentran asentadas sobre estos depósitos, podrían verse afectadas y/o dañadas por la ocurrencia de sismos y de riesgo de Tsunami, debido a que la heterogeneidad del material no presenta un parámetro de compacidad o consistencia que determine la carga portante de dichos depósitos.

Figura N° 5. Depósito Antrópico (AAHH Daniel Alcides Carrión - Botadero Informal).



Fuente: Propia, 2023





## 2.5.2. Características geomorfológicas

La geomorfología, como ciencia, ofrece una visión integrada de las condiciones medio ambientales y su funcionamiento, ya que su objetivo de estudio: las formas del relieve terrestre son determinados por una perspectiva espacial y temporal y como resultado de la interacción ejercida por los universos controlantes, es decir el climático, el geodinámico y antrópico.

Bajo tales consideraciones, el sistema geomorfológico y su funcionamiento resaltan la presencia del hombre o poblador como eje fundamental en la expansión y comportamiento de un área, al organizar sus actividades de acuerdo al aspecto físico, sus necesidades y el grado de desarrollo que posea conformando el paisaje antrópico, el cual presenta características diferenciadas según sean las áreas de expansión: urbanas o rurales.

La delimitación de sus unidades se fundamenta en el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de los siguientes aspectos:

- Origen general y específico del relieve (ya sea estructural, de erosión o acumulación)
- Tipos generales y específicos del relieve (planicies, colina, piedemontes y montañas) teniendo en cuenta su amplitud de relieve (altura relativa).
- Se incluye descripción de las diferentes unidades, la litología principal de los afloramientos rocosos o depósitos superficiales, así como los peligros geológicos asociados.

En consecuencia, la geomorfología se puede clasificar en las siguientes unidades (INGEMMET, 2012):

Cuadro N° 11. Unidades Geomorfológicas.

<b>Unidades geomorfológicas de carácter deposicionales o agradacional</b>	
<b>Unidad</b>	<b>Sub Unidad</b>
Planicie	Llanura o Planicie aluvial (Pl-al)
	Mantos de Arena (M-a)
Geoformas Particulares	Sistema de pantanos y aguajales (Sp)
	Faja Litoral (F-l)
	Cordón Litoral (Cl)

Fuente: elaboración propia.



## UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEPOSITACIONAL O AGRADACIONAL

Estas geoformas son el resultado del conjunto de procesos acumulativos por los procesos denudativos y erosionales que afectan las unidades geomorfológicas anteriores; a este proceso se le pueden denominar constructivos, los cuales son determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles.

### a) Llanura o Planicie Aluvial (Pl-al)

Esta unidad geomorfológica corresponde a superficies planas, ligeramente inclinadas, las cuales se encuentran por encima de los cauces y de la llanura de inundación, presentan un área extensional y están limitadas por otras unidades geomorfológicas de mayor elevación. Están asociadas a zonas de depósitos aluviales. Está compuesta por materiales que van desde limos y arenas hasta bolones de hasta 0.5 metros, esto debido a que los materiales son heterométricos.

Esta geoforma está asociada a los depósitos aluviales que en cuanto al área que corresponde a los AAHH Juan Pablo II, AAHH Acapulco, AAHH coronel Francisco Bolognesi y AAHH Daniel Alcides Carrión, se encuentran con una cobertura antropogénica (edificaciones). Esto podría alterar en cierta medida su cohesión y/o compacidad.

Figura N° 6. Llanura o planicie aluvial por la zona del Muelle Centenario.



Elaboración propia



### b) Mantos de Arena (M-a)

Corresponde a acumulaciones de arenas de origen eólico, que se apilan en terrenos no muy aplanados. Muchos mantos de arena actúan como base o soporte de dunas móviles, los granos de arena pueden variar en su dimensión desde arenas finas hasta arenas gruesas mal gradadas.

Estos depósitos se encuentran asociados a los depósitos eólicos que se encuentran en las zonas colindantes al área de estudio. En cuanto a los peligros que acarrea esta geoforma es la de desertificación de las zonas de potencial agrícola.

### c) Sistema de pantanos y aguajales (Sp)

Las condiciones de saturación de estos suelos se producen por el afloramiento de aguas subterráneas, así como por efectos de inundación y sobresaturación de los Suelos, debido al alto nivel freático del área, que por lo general están en zonas de deprimidas, conocidas como áreas hidromórficas (inundadas la mayor parte del año).

Se observan diversos humedales en el área del AAHH Tiwinza, AAHH Sarita Colonia, AAHH coronel Francisco Bolognesi y AAHH Daniel Alcides Carrión, por lo que dichos suelos no son recomendados para la edificación de estructuras debido al alto nivel freático de las aguas subterráneas del área, así como a la infiltración de agua salobre proveniente del océano Pacífico.

Figura N° 7. Sistema de pantanos y aguajales.



Elaboración propia



#### d) Faja Litoral (F-l)

Esta geoforma es de carácter deposicional y erosional a la vez, generadas por la acción de las corrientes marinas (olas), se presentan en forma de extensiones longitudinales, las mismas que se encuentran limitadas por la elevación y otras geoformas. Esta geoforma está conformada por arenas con fragmentos polimícticos generados por la acción erosiva de los mares y océanos, presentan una nula pendiente.

Se identificó, esta geoforma colindante al océano pacífico, presentando en su longitud material antropogénico (desmante y basura).

Figura N° 8. Se observa la faja litoral ubicada frente al cementerio de barcos Gambetta.



Elaboración propia

#### e) Cordón Litoral (Cl)

Esta geoforma longitudinal y de origen deposicional, es una barrera de sedimentos aluviales y eólicos en muchos casos, se forma detrás de las líneas de playa, impidiendo muchas veces la entrada del mar hacia la costa (barrera natural).

Se identificó esta geoforma cubierta en su totalidad de material antropogénico (desmante), por lo que la heterogeneidad de sus componentes actuales y la acción humana, degeneraron en mayor parte dicha protección natural.



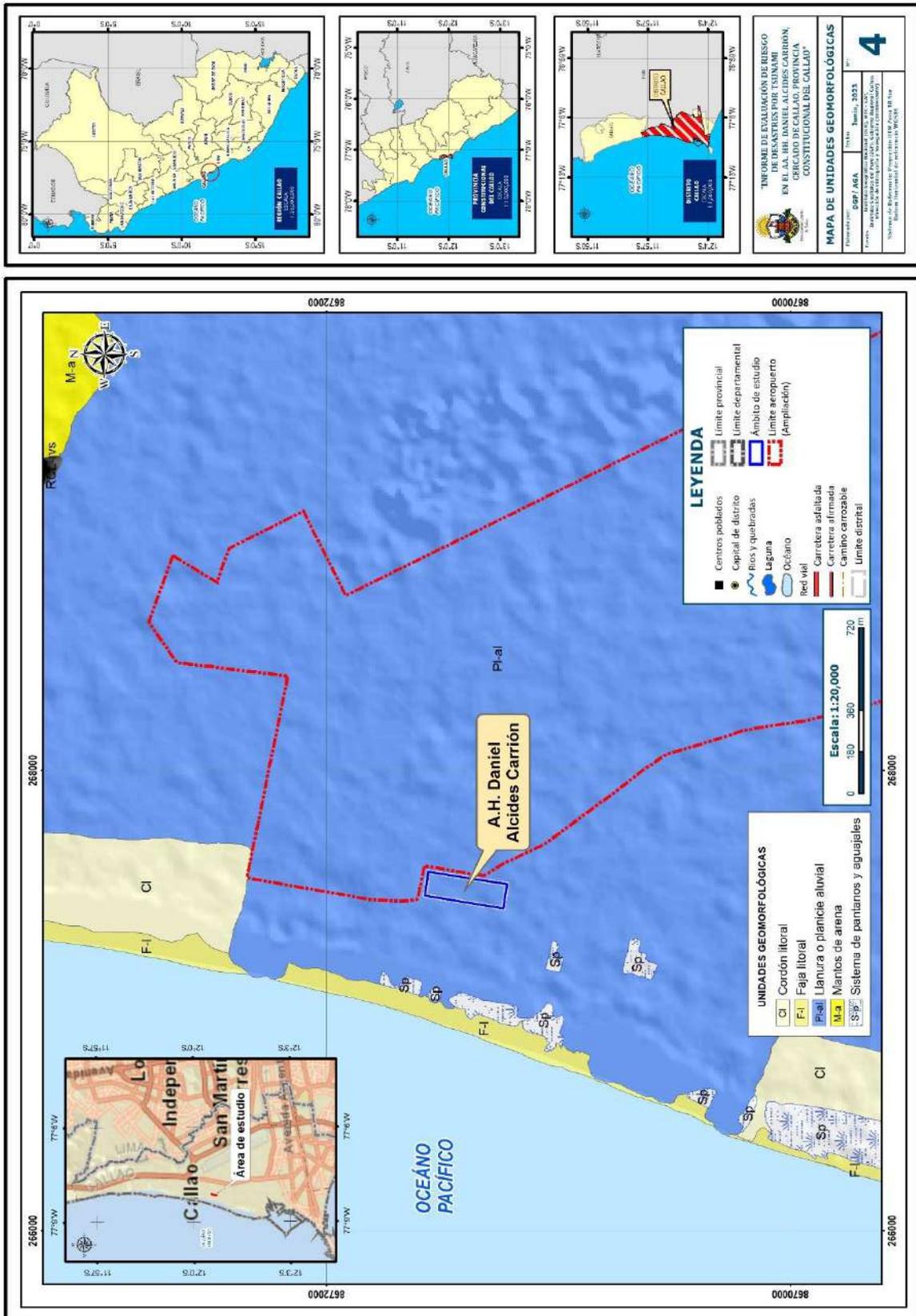
Figura N° 9. Se observa el cordón litoral.



Elaboración propia



Mapa N° 4. Mapa de unidades geomorfológicas.



Fuente: elaboración propia, mapeo zona de estudio – junio 2023.



### 2.5.3. Pendientes

La pendiente en relación con la geomorfología como una forma de la tierra, influye en la inundación por tsunamis, mientras se tenga una pendiente con menor grado de inclinación (terreno llano), ante la ocurrencia de un tsunami, el agua se acumulará y no tendrá las condiciones para poder discurrir, asimismo dependerá de la permeabilidad del material que condicionará el tiempo en que el agua acumulada filtre en el suelo. A menor pendiente entonces se tendrá mayor peligro.

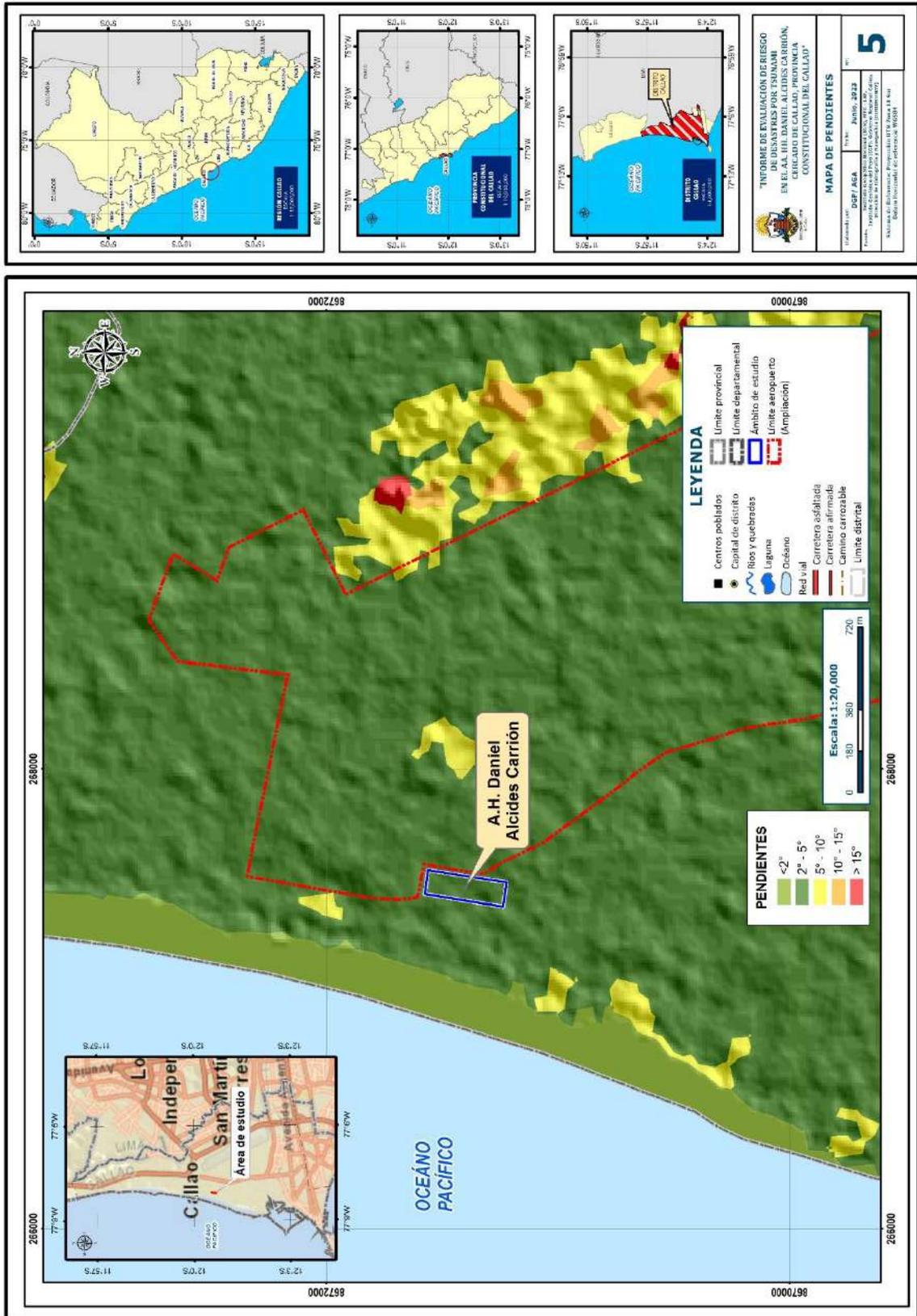
Cuadro N° 12. Clasificación de pendientes.

Pendiente	Descripción
<2°	Muy llano
2° - 5°	Llano
5° - 10°	Suave
10° - 15°	moderado
>15°	Alta

Fuente: Elaboración propia.



Mapa N° 5. Mapa de pendientes.



Fuente: Elaboración propia, Datos (Satélite Alos Palsar – DEM de Resolución espacial 12,5 m).



## 2.5.4. Tsunami

### 2.5.4.1. Concepto de Tsunami

Este fenómeno ocurre en el mar, en su gran mayoría es generado principalmente por sismos que impulsa y desplaza verticalmente la columna de agua originando un tren en ondas, con un periodo que va de varios minutos a una hora, que se propaga a gran velocidad en todas direcciones desde la zona de origen y cuyas olas al aproximarse a las costas alcanzan alturas de grandes proporciones, descargándose su energía sobre ellas con gran poder, infligiendo una vasta destrucción e inundación.

Este fenómeno natural que se desarrolla en el océano, afecta a zonas costeras a través de diferentes manifestaciones como inundaciones, modificaciones geomorfológicas de la costa y del lecho marino.

### 2.5.4.2. Características de un Tsunami

Los tsunamis se caracterizan por presentar una serie de ondas, motivo por el cual físicamente se puede simplificar asemejándose a los elementos de cualquier otro tipo de onda que estudia la física. Términos como longitud de onda, amplitud, valle, Cresta son utilizados para definir una onda de tsunami.

**Longitud de onda**, para los tsunamis generados por terremotos, el rango de longitud de onda típico es de 20 a 300 km, para tsunamis generados por deslizamiento de tierras, el rango de la longitud de onda va de cientos de metros a docenas de kilómetros.

**Periodo de tsunami**, tiempo que tarda una ola de tsunami en completar un ciclo o longitud de onda. El periodo de un tsunami normalmente dura entre 5 a 60 minutos. A menudo, se calcula estableciendo la diferencia medida en un mareograma entre el tiempo de llegada de la cresta más alta con la siguiente cresta.

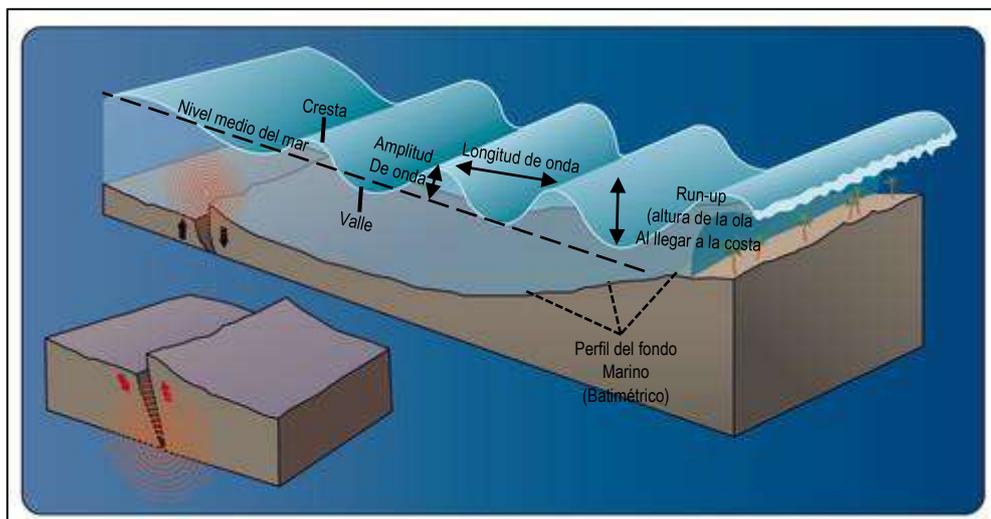
**Altura de inundación o altura de tsunami**, es la elevación que, alcanzada por el mar, se mide en relación con un datum dado como el nivel medio del agua o nivel del agua en el momento de la llegada de tsunami, en una distancia de inundación específica. La altura de inundación es la suma de la profundidad del agua y la altitud topográfica local. También se conoce como la altura de tsunami.

#### Run up

- 1) Diferencia entre la elevación de penetración máxima de un tsunami (línea de inundación) y el nivel del mar en el momento de tsunami. En términos prácticos el run up solo se mide en la costa en la que hay clara evidencia de inundación.
- 2) Elevación alcanzada por el mar medida en relación con algunos niveles fijos del tsunami, entre otros: y a la vez, idealmente medida en un punto correspondiente al máximo local de la inundación horizontal. En los lugares donde la elevación no está medida en relación a la máxima inundación

horizontal, esta denominada frecuentemente como altura de la inundación.

Figura N° 10. Esquema de las ondas producidas por tsunami en su llegada a la costa, mostrando su amplitud y longitud de onda.



Fuente: Fuente: Elaboración propia – adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión

### Diferencia entre olas de viento y Tsunami

Las olas de un tsunami no deben confundirse con las olas que comúnmente se observan en las playas (llamadas olas u ondas de viento), las ondas de viento son generados por la diferencia entre velocidades de viento y las de las olas, si las velocidades de viento son menores a la velocidad de las olas estas no se alteran. sí, por lo contrario, la velocidad de viento es mayor a la velocidad de las olas, estas originan olas de viento de mayor tamaño. En caso de un tsunami el movimiento se genera en una gran masa de agua que es afectada por cualquiera de los mecanismos generadores, la energía que mueve a la masa de agua se genera en el fondo marino y moviliza a la masa de agua.

Figura N° 11. Esquema de diferencia entre olas de viento y tsunami.



Fuente: Elaboración propia – adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión

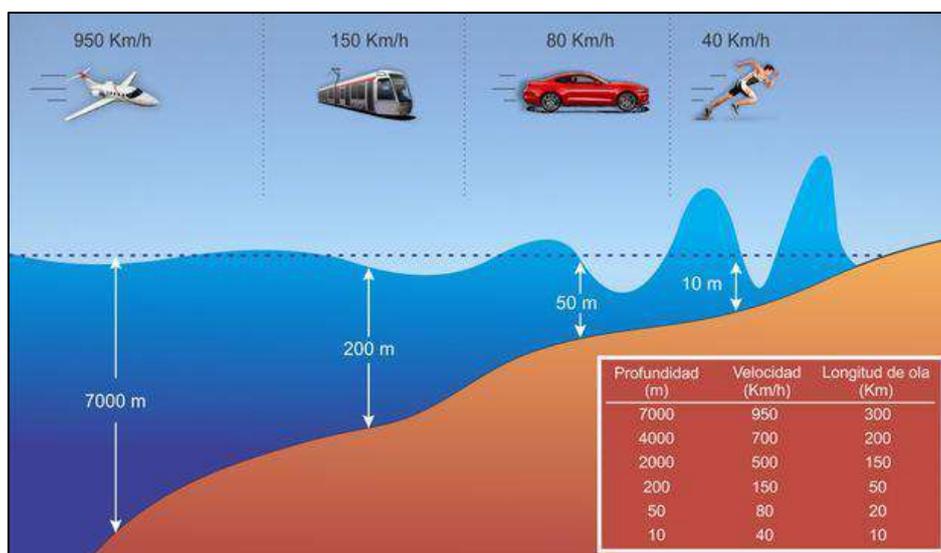
### 2.5.4.3. Velocidad y energía de las olas del Tsunami

Las ondas de tsunami pueden tener diferentes formas dependiendo donde ellas son desplazadas con respecto a la línea de costa y la profundidad del agua (Geist, 1997, citado por Bryant, 2014). La forma simple de las ondas de los océanos es sinusoidal en forma y oscilatoria.

### 2.5.4.4. Modelamientos de Tsunami

La propagación de los tsunamis puede ser modelados mediante métodos de simulación numérica (modelos matemáticos). Estos modelos permiten conocer detalladamente los tiempos de arribo de las primeras olas de tsunami, las posibles áreas de inundación y la altura de las olas. Entre los distintos programas para modelas el tsunami tenemos el TUNANMI-N2, TTT (tsunami travel time), entre otros.

Figura N° 12. Relación entre profundidad, velocidad y longitud de onda de un tsunami.



Elaboración propia – adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión

La Marina de Guerra del Perú a través del departamento de Oceanografía, Dirección e Hidrografía y Navegación, por el programa presupuestal de reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias – PREVAED, a elaborado la carta de inundación en caso de tsunami en el área de estudio – Balneario San Agustín – Callao, para un escenario sísmico de 8.5 Mw y 9 Mw.

### 2.5.4.5. Clasificación de Tsunamis

#### *Tsunamis de origen cercano*

Cuando el tsunami es originado cerca de la costa hablamos de tsunamis de origen cercano o tsunami local, estos generan efectos destructivos a distancia menores a



100km., medidos desde el origen, lo que quiere decir a manos de 1 hora de viaje de la onda de tsunami, los sismos locales, los deslizamientos de tierra o una erupción volcánica (como fue el caso del tsunami originado por el volcán Krakatoa), pueden originar tsunamis locales.

### ***Tsunamis de origen lejano***

Los tsunamis de origen locales o tsunamis regionales, son aquellos que se generan por eventos que ocurren a un máximo de 1000 km, de su frente, pero causan destrucción en un lugar particular. En este caso las horas de arribo desde la fuente hasta la costa es de 3 horas a más.

#### **2.5.4.6. Tsunamis en el Perú**

La ubicación geográfica del Perú y las características tectónicas a la cual está sometida, dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, hacen que del Perú una zona proclive a la ocurrencia de tsunamis

En el Perú los tsunamis son originados principalmente por sismos de gran magnitud, la información sísmica compilada en catálogos sísmicos, desde la época pre instrumental (antes del año) e instrumental (desde el año 1964 a la actualidad), registra la ocurrencia de tsunamis muy destructores en nuestra historia sísmica.

#### ***Sismos tsunamigénicos antes del 1964.***

El catálogo sísmico con información anterior al año 1964 incluye varios sismos que originaron tsunamis y que son descritos a continuación. Silgado (1978), ha compilado una gran cantidad de información referente a los efectos de los sismos antes del año 1964, la fuente de la información han sido narraciones, crónicas y otros documentos de la época.

***1586, 9 de Julio:*** Tsunami frente a la costa de Lima, el mar subió 4m, la solas inundaron parte del Callao, llegando hasta el monasterio de Santo Domingo a unos 250m, causado por un sismo de VIII en Lima y Callao, y dejó 22 muertos.

***1604, 24 de noviembre:*** un gran sismo de magnitud estimada en 8.4 provoco Tsunami en la costa sur del Perú, causando destrucción en Arequipa, Moquegua, Tacna y Arica. Dejando como resultado en Ilo inundación de media legua y 11 muertos y en Camaná también inundo media legua y dejo 40 muertos.

***1964, 12 de mayo:*** terremoto en Ica, la ciudad quedó destruida y murieron más de 300 personas, maremoto en la costa de pisco, el mar inundo la ciudad dejando 60 muertos.

***1687, 20 de octubre:*** ocurrieron 2 terremotos en Lima, uno a las 4:15 y otro a las 5:30 am, el tsunami se produjo durante el segundo temblor el cual dejó 300 muertos cerca del puerto del Callao.



**1746, 28 de octubre:** Tsunami en el Callao, con olas que alcanzaron hasta más de 10m de altura de lo que como resultado de los 5000 habitantes del Callao solo se salvaron 200; probablemente sea el maremoto más destructivo registrado a la fecha en la región central del Perú; causando destrucción en los puertos de Chancay y Huacho, Magnitud estimada 9Mw.

**1806, 1 de diciembre:** maremoto en el Callao, con olas de 6m de altura varan un ancla de 1.5 Tn, en la casa del capital de Puerto.

**1940, 24 de mayo:** terremoto en Lima con intensidad de VIII MM, destrucción de mucha edificación en Lima y Callao, Chancay y Lurín, fue sentido en casi todo el Perú. Se produjo un pequeño tsunami con inundaciones leves en Ancón y Callao.

**1974, 3 de octubre:** tsunami causado por sismo frente a la costa del Callao, inundando varias fábricas en las bahías de Chimú, Tortugas al norte de Lima, destruyendo muelles y zonas de cultivos. Magnitud fue 8.1Mw.

**2001, 23 de junio:** Tsunami en Camaná (Arequipa) frente a las costas de Ocoña, magnitud 8.4 Mw, afectando las localidades de Ocoña, Camaná (donde murieron 24 personas), Quilca y Matarani. El mareógrafo del Callao registro el evento a los 90 minutos de ocurrido el sismo.

**2007, 15 de agosto:** Tsunami en el departamento de Ica producido por un terremoto de 8.0 Mw con epicentro a 60 km al oeste de Pisco. La zona mas afectada fue la caleta lagunillas donde alcanzó una altura máxima de 10m.

### 2.5.5. Condiciones sísmicas

A continuación, se describen los siguientes aspectos:

#### 2.5.5.1. Análisis de posible sismo en Lima

En base a las investigaciones realizadas por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) sobre el pronóstico y características del posible sismo que podría afectar al borde occidental de la región central del Perú; en base a estudios recientes realizados usando datos de GPS, provenientes de estaciones de monitoreo instaladas en zonas costeras, han permitido recolectar información sobre la dinámica de las placas tectónicas y con ella, identificar la ubicación de las zonas que no experimentan movimiento, lo cual explicaría la ausencia de sismicidad debido al proceso de acumulación de deformación y energía que sería liberada con la ocurrencia de un sismo de gran magnitud. En este caso, las zonas son conocidas como “zonas de acoplamiento sísmico máximo”.

La técnica antes descrita ha permitido identificar la presencia de áreas de acoplamiento sísmico máximo o aspereza sobre la superficie de fricción entre las placas de Nazca y Sudamericana, coincidiendo su ubicación con las áreas con ausencia de sismicidad. Frente al departamento de Lima, la aspereza tiene un área de 400x150 km<sup>2</sup>, cuyo desplazamiento a producirse y la energía a liberarse podría dar origen a un sismo con magnitud igual o mayor a 8.5 Mw y los registros de aceleración teóricos para las áreas



urbanas de Lima Metropolitana y El Callao, y los resultados sugieren que ambas podrían ser afectadas con aceleraciones superiores a 500 cm/s<sup>2</sup> (sacudimiento del suelo).

### ***Identificación de áreas de acoplamiento máximo***

Con el desarrollo de la instrumentación geofísica, los nuevos equipos GPS (Global Positioning System) son capaces de registrar con precisión los desplazamientos mínimos de la corteza terrestre. Por otro lado, se han propuesto nuevas metodologías de investigación que han permitido utilizar dicha información en el pronóstico de sismos de gran magnitud con bastante éxito a nivel mundial. Debe entenderse que, dentro del proceso de colisión de placas, la Sudamericana se desplaza milimétricamente sobre la de Nazca en dirección Oeste (hacia el mar). En este contexto, si las placas no se desplazan se asume que ellas están trabadas y por ende acumulando deformación y esfuerzos que se liberaran instantáneamente cuando sobrepasan el límite de resistencia de las placas al desplazamiento.

Entonces, al saber dónde están las placas trabadas, es conocer dónde ocurrirán los próximos sismos. Pero este escenario solo es válido para sismos que puedan presentar magnitudes superiores a 7.0 Mw debido a que se requiere mayor tiempo de acumulación de esfuerzos, por ende, pueden ser visibles e identificados en el tiempo. Para sismos de menor magnitud, no es posible debido a que los desplazamientos son al milímetro y requieren minutos como periodos de tiempo.

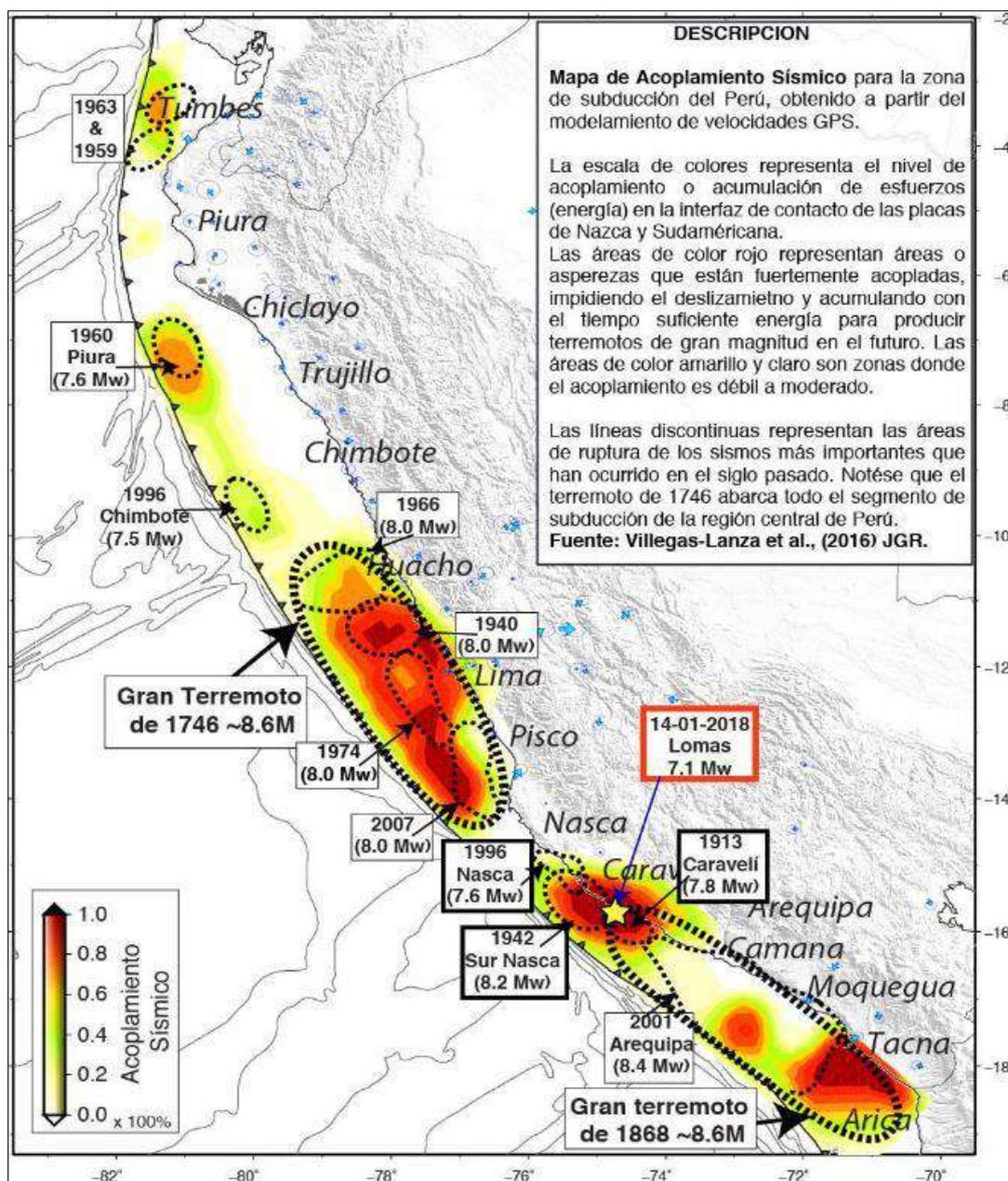
Al aplicar la metodología antes descrita, Villegas-Lanza et al. (2016), a través de un estudio integral para todo el borde costero del Perú, Utilizando la información recolectada de los GPS hasta el año 2015, como parte de proyectos en cooperación con la Universidad de Nice (Francia). Se aprecia que, los resultados obtenidos permiten tener una mejor visión de las principales asperezas o zonas de acoplamiento sísmico existente en este momento en el borde occidental del Perú:

- Región Norte (B-1), los vectores de desplazamiento indican el retroceso de la placa continental con una velocidad del orden de 4 mm/año. Esta velocidad muy baja podría ser debido a que el proceso de fricción de placas no está del todo acoplado, por lo tanto, existe una probabilidad muy baja de que se produzca en la región un sismo de gran magnitud. La inversión de los datos, permite identificar la presencia de una pequeña aspereza ubicada cerca de la fosa y que podría dar origen a un sismo de magnitud 7.0 Mw con la consecuente ocurrencia de un tsunami que llegaría a la zona costera en un margen de tiempo mayor a 1 hora, pudiendo causar daños, tal como ocurrió con el sismo y tsunami de febrero de 1996.
- Región Central (B-2), aspereza de gran tamaño y cuyo eje mayor abarca desde la localidad de Huacho (Lima) por norte hasta Pisco (Ica) por el Sur, sobre una longitud de aproximadamente 400 km, siendo el área de mayor tamaño ubicada en el extremo norte de la aspereza. Esta zona de acoplamiento sísmico podría

dar origen a un sismo de magnitud mayor a 8.5 Mw, similar al sismo ocurrido en el año 1746.

- Región Sur (B3 y B4): de estas asperezas, la ubicada al sur de la ciudad de Nazca podría dar origen a un sismo de magnitud 7.5 Mw y correspondería al sismo ocurrido en el año 1913. Por otro lado, la aspereza que se encuentra frente a la costa de Moquegua-Tacna, sería el remanente del sismo ocurrido en el año 2001 y en conjunto, tendrían relación con el sismo ocurrido en el año 1868. Esta aspereza daría origen a un sismo de magnitud probable de 8.0 a 8.5 Mw.

Figura N° 13. Distribución espacial de zonas de acoplamiento sísmico máximo (asperezas) en el borde occidental del Perú.



Fuente: Villegas-Lanza et al. 2016.



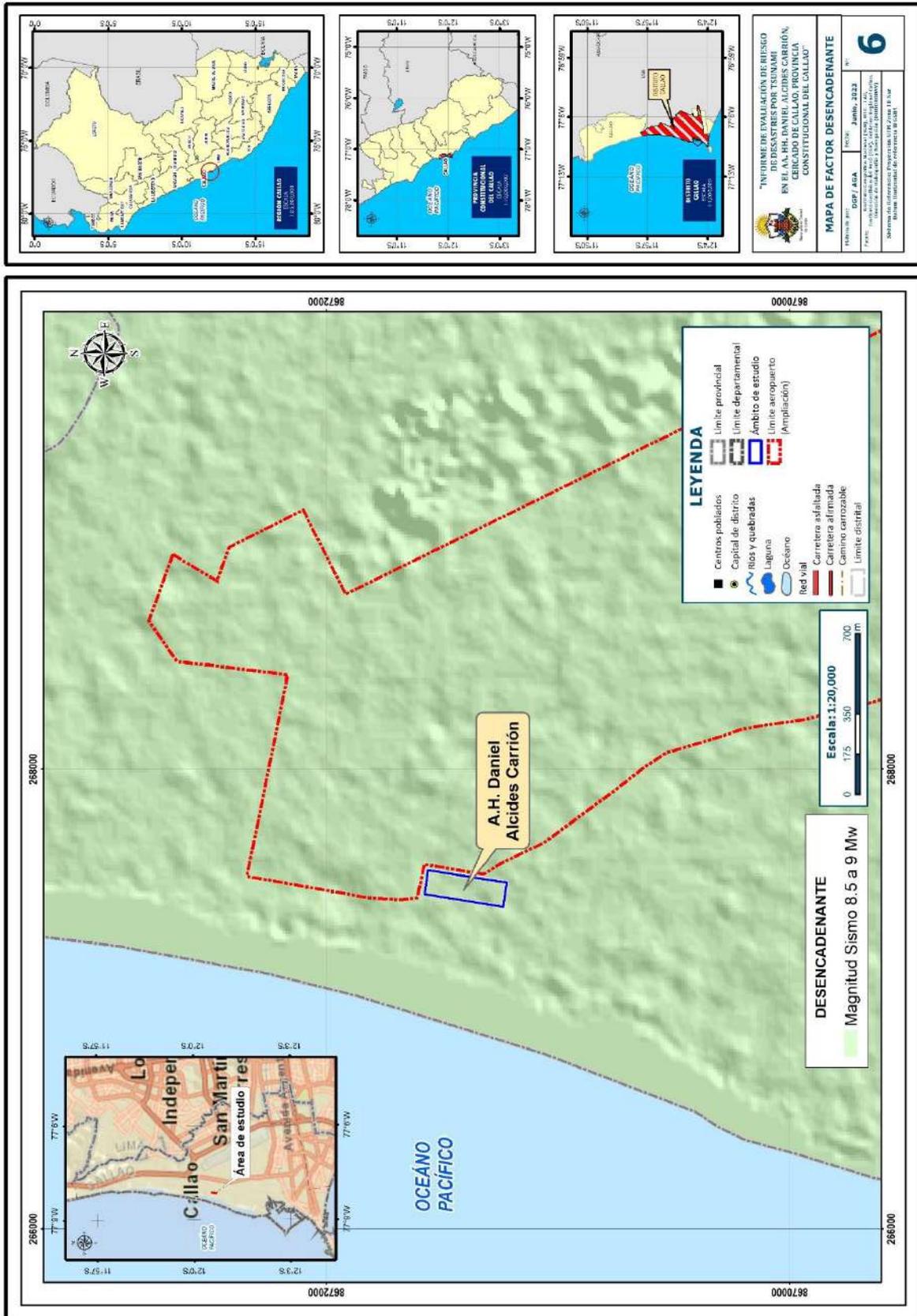
Al producirse el sismo pronosticado, en base a los resultados obtenidos con información sísmica y de GPS, los suelos de Lima Metropolitana y El Callao podrían soportar niveles de sacudimiento superiores de 500 cm/seg<sup>2</sup>, estando estos valores dentro de la isosista de intensidad IX (MM) propuesto por Silgado (1978) para el sismo ocurrido en el año 1746. Esta correlación entre aceleraciones e intensidades es coherente con las escalas propuestas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y el Instituto Geofísico del Perú (IGP).

#### **2.5.5.2. Magnitud de sismo en Lima**

En base al análisis histórico de los sismos ocurridos en el territorio peruano descritos anteriormente se ha determinado que en Lima podría ocurrir un sismo de magnitud entre 8.5 a 9.0 Mw.



Mapa N° 6. Mapa de factor desencadenante.



Fuente: elaboración propia.



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

Dentro del dominio de simulación de la propagación se encuentra el dominio de simulación del proceso de inundación. La dinámica de la inundación es de mayor complejidad que la de propagación. Se mencionan a continuación algunos factores que intervienen en el modelado correspondiente al mapa de inundación.

**Fenómenos no lineales.** Al ingresar las ondas de maremoto a la costa correspondiente al área de estudio, se presentan cambios "repentinos" en el nivel de la superficie del agua debido a los cambios "repentinos" en la batimetría. Esta influencia se encuentra representada en los términos no lineales.

**Rozamiento.** En el proceso de inundación, las masas de agua se encuentran en la región de influencia del rozamiento con el suelo de la costa y con el suelo del área de estudio. La simulación de la inundación incluye los términos de rozamiento.

**Dominio de simulación de la inundación.** La inundación se encuentra dentro del dominio de simulación de propagación y es de mayor resolución espacial; es decir, en la inundación la distancia entre los puntos de cálculo es menor. Los datos de batimetría se toman de mediciones in situ realizadas por ejemplo por la DHN. Se realiza un análisis de los datos usando software GIS. Los softwares GIS incluyen las herramientas de interpolación del tipo Kriging, el cual es un proceso de regresión Geoestadístico. Este tipo de interpolación se aplica a los datos de batimetría.

Se debe notar que disponer de una mayor resolución espacial no significa necesariamente tener resultados más realistas, pues existe un límite de aplicación de la teoría de Aguas Someras, esta teoría es mencionada en la sección Modelado de la Propagación. Esto resalta la importancia de la interpretación física de los resultados del modelado numérico.

**Altura máxima y cotas de inundación.** Las regiones de inundación en la costa se modelan mediante las fronteras móviles. En cada escalón de tiempo o nivel de tiempo, cuya presencia es consecuencia de la discretización temporal (mencionada en la sección Modelado numérico), se evalúan la batimetría - topografía y el nivel de la superficie del agua. Con estos valores evaluados en un punto de cálculo, llamado también celda o grilla computacional, se determina si se presenta una inundación. En el transcurso de la simulación se registran en formato ráster los puntos de cálculo inundados. El conjunto de los puntos donde se presentó la inundación corresponde al área de inundación máxima, la cual muestra el mapa de inundación de la DHN

**Fuerzas causadas por maremotos en aguas someras y áreas costeras.** Existen parámetros establecidos para calcular las fuerzas sobre estructuras debido a inundación por ríos o tormentas. En el caso de maremotos, estos parámetros son extrapolados, pero subestiman los efectos de la velocidad del agua, el cual es mayor en maremotos (Jia J., 2017).



Adicionalmente, la inundación por maremotos ocurre en escenarios diferentes a otros tipos de inundación, por ejemplo, en la inundación por maremotos se tiene:

Un impacto inicial con las estructuras, en el momento del impacto del frente de onda y los escombros. En este instante se presenta la mayor fuerza.

El impacto posterior, el cual incluye el impacto de escombros, fuerzas hidrodinámicas e hidrostáticas y la fuerza de flotación (Jia J., 2017). Se recomienda estimar o en lo posible simular numéricamente las fuerzas nombradas.

#### **2.5.6.1. Áreas inundables por ocurrencia de Tsunami**

En base a las cartas de inundación por tsunami publicadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación – DHN para la playa San Agustín - Callao. Así como, el estudio del Proyecto SIRAD; se reconocieron las áreas inundables ante la generación de tsunamis desencadenados por sismos de 8.5 y 9.0 de Mw, frente a la costa central del Perú (COOPI et al., 2010; Tavera, 2014).

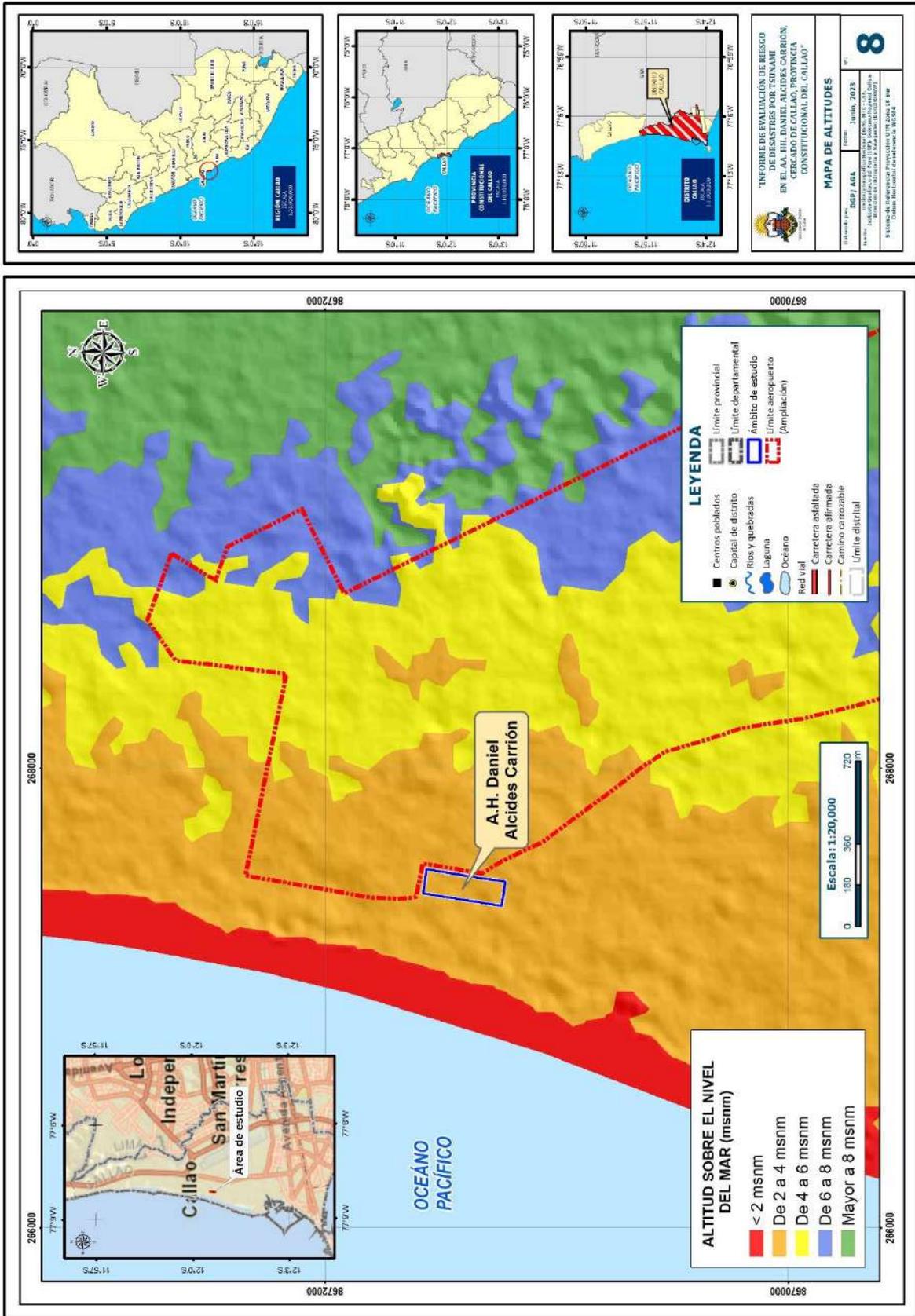
Al acercarse las ondas de un tsunami a las regiones de menor profundidad, es decir las regiones costeras, aumentan su amplitud. Una mayor amplitud de las ondas significa que la superficie del agua incrementa su altura, a lo largo de distancias que corresponden a las longitudes de onda. Es este incremento de la altura del agua la que puede causar víctimas y gran destrucción en el área de estudio.

Este mapa incluye el área de estudio. El AA. HH Daniel Alcides Carrión se encuentra dentro del área de inundación para un sismo de magnitud 8.5 Mw y un sismo de magnitud 9 Mw, es decir el área de estudio se encuentran dentro del área de inundación.





Mapa N° 8 Mapa de Altitudes



Fuente: Elaboración propia, Datos (Satélite Alos Palsar – Resolución espacial 12,5 m)

## CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

### 3.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

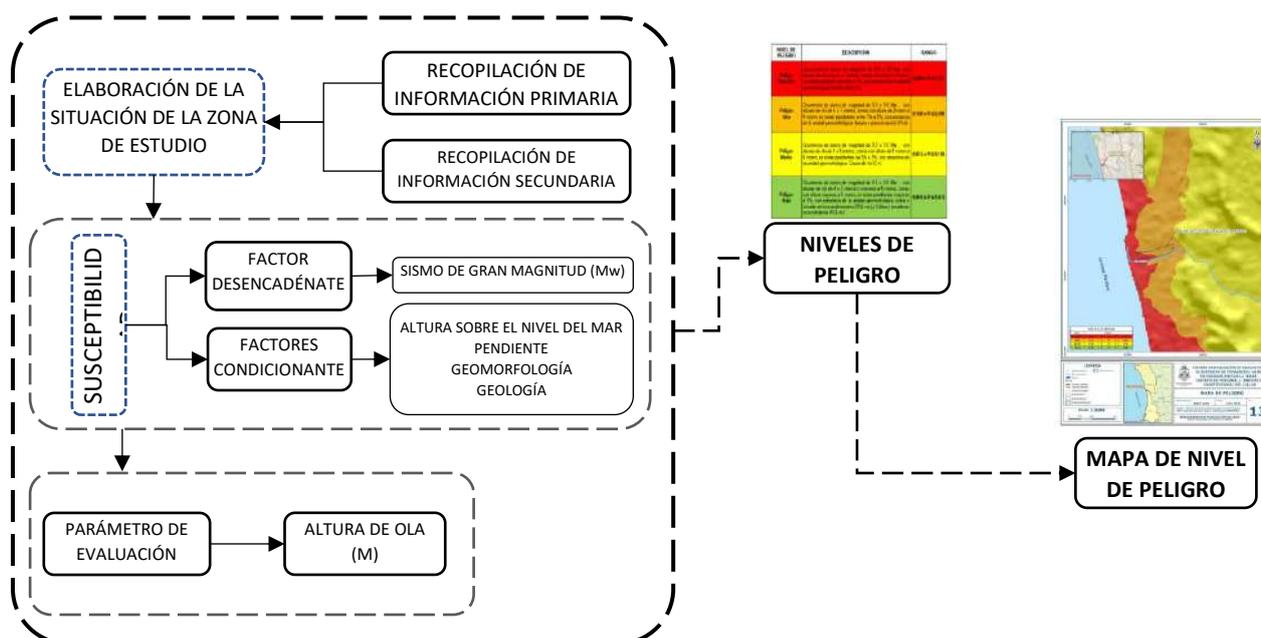
Para determinar el nivel de peligro del fenómeno de tsunami, se utilizó la metodología descrita en el Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales versión 02, del CENEPRED.

Se consideró las siguientes variables:

- Altura sobre el nivel del mar
- Pendiente
- Geomorfología
- Geología

Para facilitar el trabajo, se esquematizó un gráfico que sintetiza los parámetros intervinientes en la determinación del peligro por tsunami.

Gráfico N° 10. Metodología para determinar el nivel de peligro.

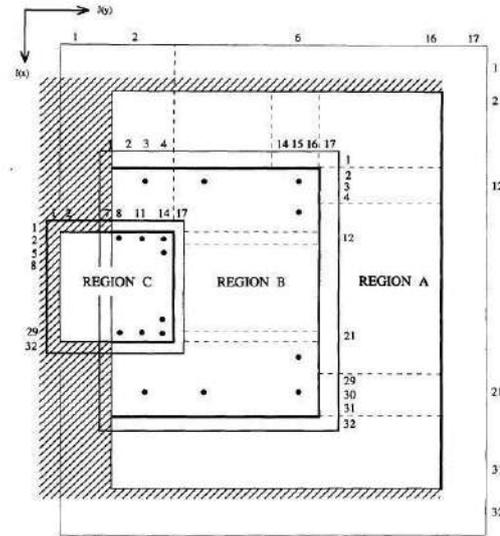


Fuente: Adaptado del Manual para la evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión.

Así mismo de acuerdo a los estudios de sismos en Perú, la DHN determina realizar modelamientos numéricos de maremotos originados por sismos de 8.5 y 9.0 Mw. La superficie resultada de la deformación del suelo, debido al sismo, se calcula según la formulación de Okada, 1992. Por ello en el mapa N° 7 se hará mención al modelado de

inundación de la DHN y su relación con el área de estudio, que sirvió como insumo para una mejor caracterización del peligro por tsunami.

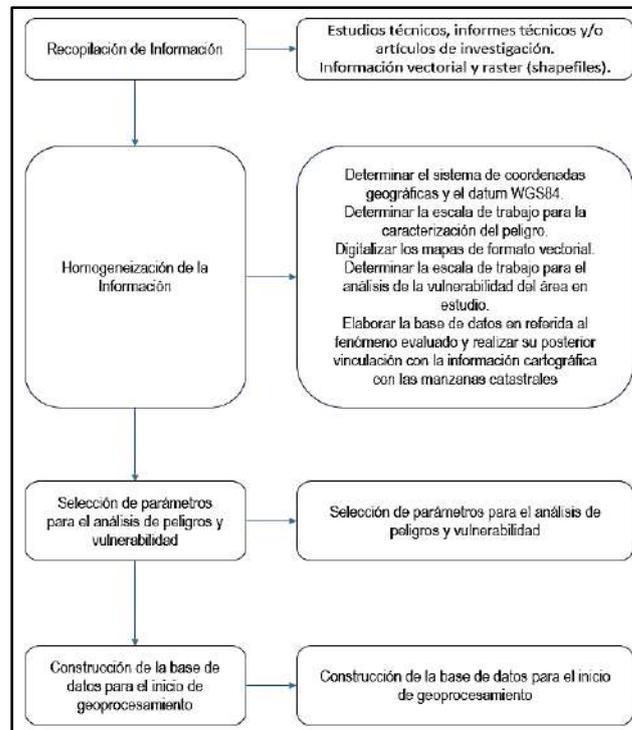
Figura N° 14. Esquema de la discretización numérica.



Fuente: Esquema de la discretización numérica (Goto y Ogawa, 1997). La región de menor tamaño es el área de inundación.

### 3.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Gráfico N° 11. Flujograma general del proceso de análisis de información.



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



Se recopiló información disponible: Estudios publicados por entidades técnico-científicas de acuerdo a sus competencias (INGEMMET, IGP, CISMID, entre otros), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrología, sismicidad, geología y geomorfología del área de estudio para evaluar el fenómeno tsunami.

### **3.3. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO**

Para identificar y caracterizar el peligro, además de la información generada por las entidades técnicas - científicas, se ha realizado un cartografiado en campo para identificar los principales peligros de origen natural que podrían afectar el área de estudio. Ante ello, es importante precisar lo siguiente:

- El peligro a evaluar es por: Tsunami que genera como principal efecto inundaciones por el desplazamiento del agua hacia la parte continental.
- El área de estudio se encuentra contigua al océano Pacífico y pertenece al Cinturón del Fuego del Pacífico, debido a ello presenta intensa actividad sísmica que constituye el factor desencadenante de los tsunamis, los cuales podrían afectar a los medios de vida de los pobladores e infraestructura del AA.HH. Daniel Alcides Carrión del Cercado de Callao.

### **3.4. CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO**

El Cercado del Callao, debido a su cercanía al litoral marino constituye un área de exposición a la ocurrencia de tsunamis como resultado de la ocurrencia de sismos, debido a ello, los tsunamis constituyen uno de los principales peligros de origen natural que podrían afectar viviendas, infraestructura pública y privada, así como sus medios de vida.

Asimismo, se hace de conocimiento que, la información generada por el Instituto Geofísico del Perú indica que en el departamento de Lima podría ocurrir un sismo de magnitud momento superior de 8.5 a 9.0 Mw que podría generar un tsunami, siendo fundamental reconocer las principales características físicas del área de estudio (altitud sobre el nivel del mar, pendientes, geología y geomorfología), a fin de determinar los niveles de peligro que podrían generarse ante la ocurrencia del tsunami en mención.

### **3.5. PELIGRO POR TSUNAMI**

#### **3.5.1. Parámetros del peligro**

Para caracterizar el peligro en nuestra área de estudio, se consideran los parámetros que definen como factores condicionantes: altura sobre el nivel del mar, grado de pendiente, unidades geomorfológicas y geología, los cuáles han sido detallados en el numeral 2.5 correspondiente a las características físicas del presente estudio, el factor desencadenante: sismo de gran magnitud, cuyo análisis y cálculos correspondientes nos identificará los niveles de peligrosidad ante la ocurrencia de Tsunami para la zona



de estudio. En este ítem desarrollaremos el parámetro de evaluación, los factores desencadenantes y factores condicionantes:

Cuadro N° 13. Variables del peligro por Tsunami.

FACTOR	PARÁMETRO
Factores condicionantes	Altura sobre el nivel del mar
	Pendiente
	Geomorfología
	Geología
Factor desencadenante	Sismo de gran Magnitud (Mw)
Parámetro de evaluación	Altura de Ola (m)

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5.2. Ponderación de los parámetros de peligro

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro de evaluación, se utilizó el proceso de análisis jerárquico y lo indicado por el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales, 2da Versión.

#### 3.5.2.1. Parámetros de evaluación

Para determinar los Parámetros de Evaluación, se tomó como base lo indicado por el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales, 2da Versión.

Cuadro N°14. Parámetro de evaluación.

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN
Altura de Ola (m)

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 15. Matriz de comparación de pares del parámetro de evaluación Altura de Ola.

Altura de Ola (m)	>7 m	De 6 a 7 m	De 5 a 6 m	De 4 a 5 m	<4 m
>7 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
De 6 a 7 m	0.333	1.00	3.00	5.00	7.00
De 5 a 6 m	0.200	0.333	1.000	4.00	6.00
De 4 a 5 m	0.143	0.200	0.250	1.000	4.000
<4 m	0.111	0.143	0.167	0.250	1.000
SUMA	1.79	4.68	9.42	17.25	27.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro N° 16 Matriz de normalización de pares del parámetro de evaluación Altura de Ola.

Altura de Ola (m)	>7 m	De 6 a 7 m	De 5 a 6 m	De 4 a 5 m	<4 m	Vector Priorización
>7 m	0.560	0.642	0.531	0.406	0.333	<b>0.494</b>
De 6 a 7 m	0.187	0.214	0.319	0.290	0.259	<b>0.254</b>
De 5 a 6 m	0.112	0.071	0.106	0.232	0.222	<b>0.149</b>
De 4 a 5 m	0.080	0.043	0.027	0.058	0.148	<b>0.071</b>
<4 m	0.062	0.031	0.018	0.014	0.037	<b>0.032</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.099
RC	0.089

### 3.5.2.2. Susceptibilidad del territorio

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de estudio se consideraron los siguientes factores:

Cuadro N°17. Matriz de análisis de susceptibilidad.

FACTOR DESENCADENANTE	FACTORES CONDICIONANTES			
SISMO DE GRAN MAGNITUD (Mw)	ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	PENDIENTE	GEOMORFOLOGÍA	GEOLOGÍA

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.5.2.2.1. Análisis del factor desencadenante

Para evaluar el peligro por ocurrencia de tsunamis en el área de estudio se ha considerado la magnitud del sismo, la cual se encuentra expresada en la escala magnitud momento (Mw), debido a que esta escala representa la cantidad de energía liberada por el sismo y constituye la única forma de cuantificar el evento sísmico. Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico:



Cuadro N° 18. Matriz de comparación de pares del factor desencadenante (magnitud sismo).

MAGNITUD DE SISMO (Mw)	> 8.5 Mw.	8.0 – 8.5 Mw	7.5 – 8.0 Mw	7.0 – 7.5 Mw.	< 7.0Mw.
> 8.5 Mw.	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
8.0 – 8.5 Mw	0.500	1.00	2.00	3.00	5.00
7.5 – 8.0 Mw	0.333	0.500	1.00	2.00	3.00
7.0 – 7.5 Mw.	0.200	0.333	0.500	1.00	2.00
< 7.0Mw.	0.167	0.200	0.333	0.500	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.83	11.50	17.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 19. Matriz de normalización de pares del factor desencadenante.

MAGNITUD DE SISMO (Mw)	> 8.5 Mw.	8.0 – 8.5 Mw	7.5 – 8.0 Mw	7.0 – 7.5 Mw.	< 7.0Mw.	Vector Priorización
> 8.5 Mw.	0.455	0.496	0.439	0.435	0.353	<b>0.435</b>
8.0 – 8.5 Mw	0.227	0.248	0.293	0.261	0.294	<b>0.265</b>
7.5 – 8.0 Mw	0.152	0.124	0.146	0.174	0.176	<b>0.154</b>
7.0 – 7.5 Mw.	0.091	0.083	0.073	0.087	0.118	<b>0.090</b>
< 7.0Mw.	0.076	0.050	0.049	0.043	0.059	<b>0.055</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.011
RC	0.010

### 3.5.2.2.2. Análisis de los factores condicionantes

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

#### a) Factor condicionante Altitud sobre el nivel del mar (m.s.n.m)

La altitud sobre el nivel del mar se ha clasificado de la siguiente manera, considerando que las zonas más elevadas y saturadas presentan mayor susceptibilidad a la ocurrencia de los tsunamis:



Cuadro N° 20. Matriz de comparación de pares del factor condicionante Altitud sobre el Nivel del mar.

Altitud sobre el nivel del mar (msnm)	< 2 msnm	De 2 a 4 msnm	De 4 a 6 msnm	De 6 a 8 msnm	Mayor a 8 msnm
< 2 msnm	1.00	3.00	3.00	5.00	7.00
De 2 a 4 msnm	0.33	1.00	3.00	3.00	5.00
De 4 a 6 msnm	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
De 6 a 8 msnm	0.20	0.33	0.33	1.00	3.00
Mayor a 8 msnm	0.14	0.20	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	<b>2.01</b>	<b>4.87</b>	<b>7.53</b>	<b>12.33</b>	<b>21.00</b>
<b>1/SUMA</b>	<b>0.50</b>	<b>0.21</b>	<b>0.13</b>	<b>0.08</b>	<b>0.05</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 21. Matriz de normalización de pares del factor condicionante Altitud sobre el Nivel del mar.

Altitud sobre el nivel del mar (msnm)	< 2 msnm	De 2 a 4 msnm	De 4 a 6 msnm	De 6 a 8 msnm	Mayor a 8 msnm	Vector Priorización
< 2 msnm	0.498	0.616	0.398	0.405	0.333	<b>0.450</b>
De 2 a 4 msnm	0.166	0.205	0.398	0.243	0.238	<b>0.250</b>
De 4 a 6 msnm	0.166	0.068	0.133	0.243	0.238	<b>0.170</b>
De 6 a 8 msnm	0.100	0.068	0.044	0.081	0.143	<b>0.087</b>
Mayor a 8 msnm	0.071	0.041	0.027	0.027	0.048	<b>0.043</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.070
RC	0.063



## b) Factor condicionante pendiente

Se ha considerado que las zonas con menor pendiente serían las más susceptibles frente a un tsunami.

Cuadro N° 22. Matriz de comparación de pares del factor condicionante Pendiente.

PENDIENTE	< 2°	2° - 5°	5° - 10°	10° - 15°	> 15°
<2°	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00
2° - 5°	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00
5° - 10°	0.50	1.00	1.00	1.00	2.00
10° - 15°	0.33	0.50	1.00	1.00	1.00
> 15°	0.20	0.33	0.50	1.00	1.00
SUMA	3.03	3.83	5.50	8.00	12.00
1/SUMA	0.33	0.26	0.18	0.13	0.08

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 23. Matriz de normalización de pares del factor condicionante Pendiente.

PENDIENTE	< 2°	2° - 5°	5° - 10°	10° - 15°	> 15°	VECTOR PRIORIZACIÓN
<2°	0.330	0.261	0.364	0.375	0.417	0.349
2° - 5°	0.330	0.261	0.182	0.250	0.250	0.254
5° - 10°	0.165	0.261	0.182	0.125	0.167	0.180
10° - 15°	0.110	0.130	0.182	0.125	0.083	0.126
> 15°	0.066	0.087	0.091	0.125	0.083	0.090

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.027
RC	0.024

## c) Factor condicionantes unidades geomorfológicas

Se ha considerado que las unidades geomorfológicas locales.



Cuadro N° 24. Matriz de comparación de pares del factor condicionante unidades geomorfológicas.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Sistema de pantanos y aguajales (Sp)	Cordón litoral (Cl)	Faja litoral (F-l)	Llanura o planicie aluvial (Pl-al)	Mantos de arena (M-a)
Sistema de pantanos y aguajales (Sp)	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
Cordón litoral (Cl)	0.500	1.00	2.00	3.00	4.00
Faja litoral (F-l)	0.333	0.500	1.00	2.00	3.00
Llanura o planicie aluvial (Pl-al)	0.250	0.333	0.500	1.00	2.00
Mantos de arena (M-a)	0.125	0.250	0.333	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
<b>1/SUMA</b>	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 25. Matriz de normalización de pares del factor condicionante unidades geomorfológicas.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Sistema de pantanos y aguajales (Sp)	Cordón litoral (Cl)	Faja litoral (F-l)	Llanura o planicie aluvial (Pl-al)	Mantos de arena (M-a)	VECTOR PRIORIZACIÓN
Sistema de pantanos y aguajales (Sp)	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	<b>0.441</b>
Cordón litoral (Cl)	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	<b>0.254</b>
Faja litoral (F-l)	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	<b>0.155</b>
Llanura o planicie aluvial (Pl-al)	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	<b>0.095</b>
Mantos de arena (M-a)	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.009
RC	0.008



#### d) Factor condicionantes unidades geológicas.

Se ha considerado las siguientes unidades geológicas locales.

Cuadro N° 26. Matriz de comparación de pares del factor condicionante unidades geológicas.

UNIDADES GEOLÓGICAS	Deposito marino (Q-ma)	Deposito Antrópico (An)	Deposito aluvial (Qp-al)	Deposito eólico (Q-eo)	Formación ventanilla (Ki-ve)
Deposito marino (Q-ma)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Deposito Antrópico (An)	0.333	1.00	3.00	5.00	7.00
Deposito aluvial (Qp-al)	0.200	0.333	1.00	2.00	4.00
Deposito eólico (Q-eo)	0.143	0.200	0.500	1.00	3.00
Formación ventanilla (Ki-ve)	0.111	0.143	0.250	0.333	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.75	15.33	24.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 27. Matriz de normalización de pares del factor condicionante unidades geológicas.

UNIDADES GEOLÓGICAS	Deposito marino (Q-ma)	Deposito Antrópico (An)	Deposito aluvial (Qp-al)	Deposito eólico (Q-eo)	Formación ventanilla (Ki-ve)	VECTOR PRIORIZACIÓN
Deposito marino (Q-ma)	0.560	0.642	0.513	0.457	0.375	<b>0.509</b>
Deposito Antrópico (An)	0.187	0.214	0.308	0.326	0.292	<b>0.265</b>
Deposito aluvial (Qp-al)	0.112	0.071	0.103	0.130	0.167	<b>0.117</b>
Deposito eólico (Q-eo)	0.080	0.043	0.051	0.065	0.125	<b>0.073</b>
Formación ventanilla (Ki-ve)	0.062	0.031	0.026	0.022	0.042	<b>0.036</b>

Fuente: Elaboración propia.



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

IC	0.043
RC	0.039

#### e) Análisis de los parámetros de los factores condicionantes:

A continuación, se detallan los pesos de los factores condicionantes considerados en el presente informe para la determinación del peligro, ante la ocurrencia de un tsunami desencadenado por un sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw en las inmediaciones del área de estudio:

Cuadro N° 28. Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes.

FACTORES CONDICIONANTE S	ALTUTU D SOBRE EL NIVEL DEL MAR	PENDIENTE S	GEOMORFOLOGÍ A	GEOLOGÍ A
ALTUTUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR	1.00	3.00	5.00	7.00
PENDIENTES	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	<b>0.60</b>	<b>0.22</b>	<b>0.11</b>	<b>0.06</b>

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro N° 29. Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes.

FACTORES CONDICIONANTES	ALTUTUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR	PENDIENTES	GEOMORFOLOGÍA	GEOLOGÍA	VECTOR PRIORIZACIÓN
ALTUTUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR	0.597	0.662	0.536	0.438	<b>0.558</b>
PENDIENTES	0.199	0.221	0.321	0.313	<b>0.263</b>
GEOMORFOLOGÍA	0.119	0.074	0.107	0.188	<b>0.122</b>
GEOLOGÍA	0.085	0.044	0.036	0.063	<b>0.057</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.040
RC	<b>0.045</b>



### 3.5.3. Definición del escenario

Se ha considerado el escenario más alto: el Tsunami ocasionado por un sismo mayor a 8.5Mw de acuerdo al análisis de información realizados, que produce una altura de Ola mayor a 7 metros, que afectaría un área de altitud sobre el nivel del mar menor o igual a dos metros, de topografía plana con una pendiente menor o igual a 2° y de geomorfología: sistema de pantanos y aguajales, geología: deposito marino donde se encuentra el ámbito de estudio, el AA.HH. Daniel Alcides Carrión.

### 3.5.4. Niveles de peligro

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

Cuadro N° 30. Niveles de peligro.

NIVEL	RANGO				
MUY ALTO	0.255	≤	P	≤	0.441
ALTO	0.162	≤	P	<	0.255
MEDIO	0.091	≤	P	<	0.162
BAJO	0.051	≤	P	<	0.091

Fuente: Elaboración propia.



### 3.5.5. Estratificación del nivel de peligro

En la siguiente tabla se muestra la estratificación del peligro obtenida:

Cuadro N° 31. Estratificación del peligro.

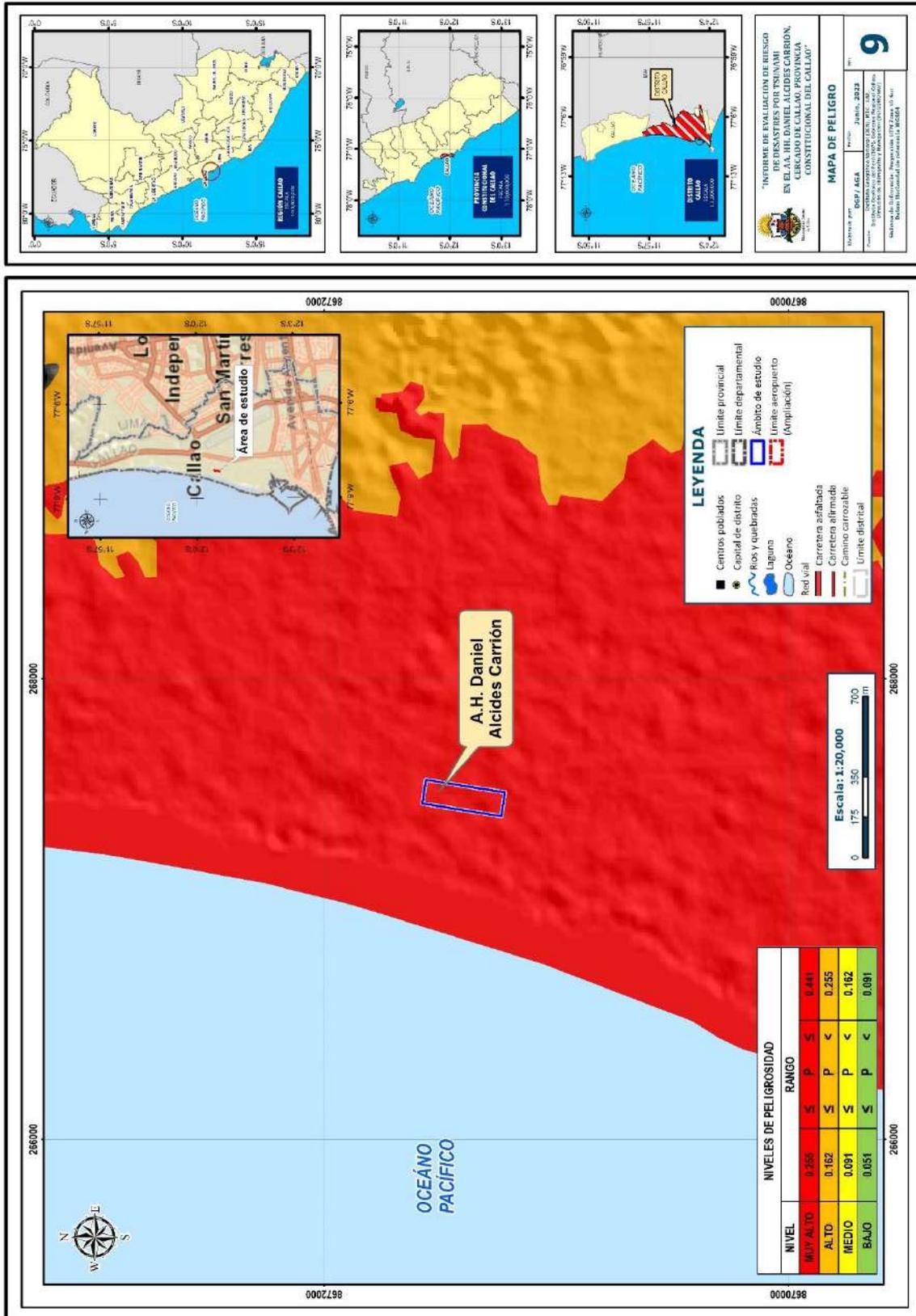
NIVEL DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>Peligro Muy Alto</b>	Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw, con altura sobre el nivel del mar < 2msnm, se notan pendientes menores a 2%, con presencia de las unidades geomorfológicas sistema de pantanos y aguajales y geología deposito marino.	$0,255 < P \leq 0,441$
<b>Peligro Alto</b>	Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw, con altura sobre el nivel del mar de 2 a 4 msnm, se notan pendientes entre 2° a 5°, con presencia de las unidades geomorfológicas cordón litoral y geología deposito antrópico.	$0,162 < P \leq 0,255$
<b>Peligro Medio</b>	Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw, con altura sobre el nivel del mar de 4 a 6 msnm, se notan pendientes entre 6° a 10°, con presencia de las unidades geomorfológicas faja litoral y geología deposito aluvial.	$0,091 < P \leq 0,162$
<b>Peligro Bajo</b>	Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw, con altura sobre el nivel del mar mayor a 6 msnm, se notan pendientes mayores a 10°, con presencia de las unidades geomorfológicas llanura o planicie aluvial y mantos de arena y geología deposito eólico y formación ventanilla.	$0,051 \leq P \leq 0,091$

Fuente: Elaboración propia.



### 3.5.6. Mapa de peligro

Mapa N° 9. Mapa de peligro por tsunami del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

De acuerdo a los resultados del mapa de peligros ante tsunami se concluye que el ciento por ciento del área de estudio se encuentra expuesto a dicho fenómeno.

Cuadro N° 32. Elementos expuestos.

Elementos expuestos por Dimensión		
Dimensión social		
Población	Personas (hombres y mujeres)	617
Educación	Centros educativos	1
Dimensión económica		
Vivienda	Viviendas	136
Losa deportiva	Losa deportiva	1
Dimensión ambiental		
Medio ambiente	Áreas verdes y/o espacios libres.	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 15. Vista 3D Lotes – AA.HH. Daniel Alcides Carrión (Vista SUR -NORTE).



Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 16. Vista 3D Lotes – AA.HH. Daniel Alcides Carrión (Vista NORTE -SUR).

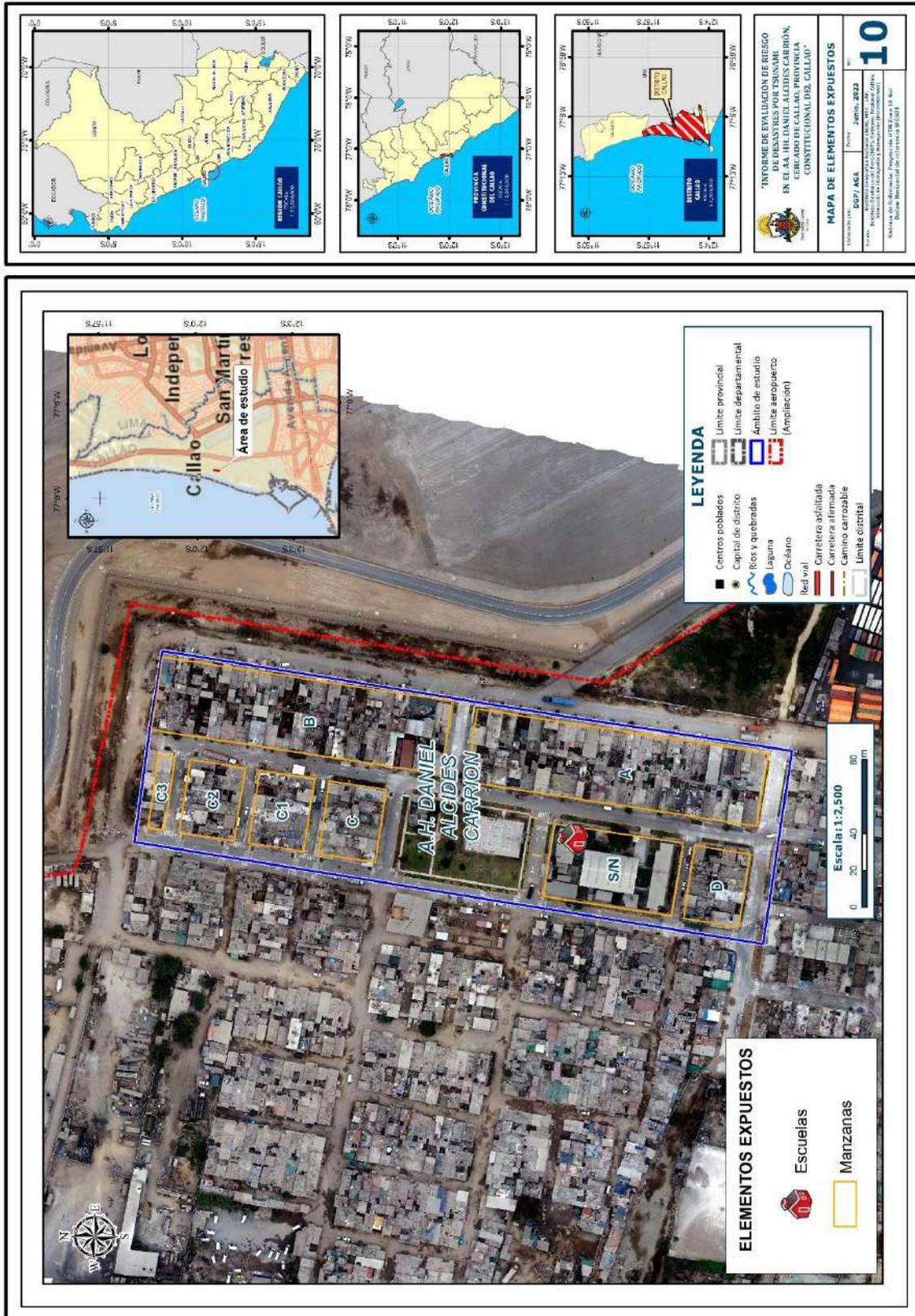


Fuente: Elaboración propia.



### 3.7. MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Mapa N° 9. Mapa de elementos expuestos del área de estudio.



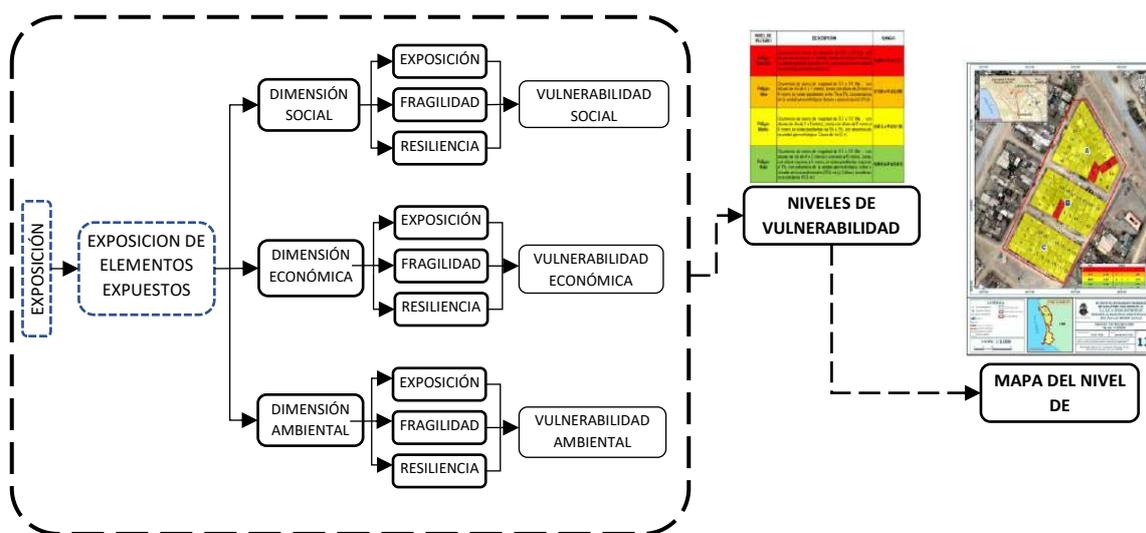
Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

### 4.1. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Para analizar la vulnerabilidad de los elementos expuestos en el área de estudio de los AA.HH. Daniel Alcides Carrión, Cercado de Callao, se ha trabajado de manera cuantitativa y se ha empleado la siguiente metodología:

Gráfico N° 12. Metodología para determinar el nivel de vulnerabilidad.



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

Los niveles de vulnerabilidad han sido determinados a partir del análisis de los factores de la dimensión social, económica y ambiental, utilizando la información disponible para los parámetros definidos en los tres casos, según detalla a continuación:

### 4.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

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

Cuadro N° 33. Parámetros de la dimensión social.

Dimensión social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de personas por lote</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupo etario</li> <li>Servicio de agua potable</li> <li>Servicio de desagüe</li> <li>Servicio de energía eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel educativo</li> <li>Capacitación en prevención de reducción de riesgos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.1. Análisis de la Exposición en la dimensión social de la Vulnerabilidad

##### a) Número de personas por lote

Cuadro N° 34. Matriz de comparación de pares del parámetro número de personas por lote.

Número de personas por lote	> 20 personas	De 15 a 20 personas	De 10 a 15 personas	De 5 a 10 personas	< 5 personas
> 20 personas	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
De 15 a 20 personas	0.500	1.00	3.00	5.00	7.00
De 10 a 15 personas	0.250	0.333	1.00	3.00	5.00
De 5 a 10 personas	0.167	0.200	0.333	1.00	3.00
< 5 personas	0.125	0.143	0.200	0.333	1.00
SUMA	2.04	3.68	7.53	13.33	21.00
1/SUMA	0.49	0.27	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 35. Matriz de normalización de pares del parámetro número de personas por lote.

Número de personas por lote	> 20 personas	De 15 a 20 personas	De 10 a 15 personas	De 5 a 10 personas	< 5 personas	Vector Priorización
> 20 personas	0.490	0.544	0.398	0.300	0.238	<b>0.394</b>
De 15 a 20 personas	0.245	0.272	0.398	0.375	0.333	<b>0.325</b>
De 10 a 15 personas	0.122	0.091	0.133	0.225	0.238	<b>0.162</b>
De 5 a 10 personas	0.082	0.054	0.044	0.075	0.143	<b>0.080</b>
< 5 personas	0.061	0.039	0.027	0.025	0.048	<b>0.040</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.003
RC	0.003



#### 4.2.2. Análisis de la Fragilidad en la dimensión social de la Vulnerabilidad

##### a) Grupo etario

Cuadro N° 36. Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario.

Grupo etario	< 1 año y > 65 años	De 1 a 14 años	De 45 a 64 años	De 15 a 29 años	De 30 a 44 años
< 1 año y > 65 años	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
De 1 a 14 años	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
De 45 a 64 años	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
De 15 a 29 años	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
De 30 a 44 años	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 37. Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etario.

Grupo etario	< 1 año y > 65 años	De 1 a 14 años	De 45 a 64 años	De 15 a 29 años	De 30 a 44 años	VECTOR PRIORIZACIÓN
< 1 año y > 65 años	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	0.482
De 1 a 14 años	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	0.265
De 45 a 64 años	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	0.133
De 15 a 29 años	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	0.074
De 30 a 44 años	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	0.045

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



## b) Servicio de agua potable

Cuadro N° 38. Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de agua potable.

Ser. Agua potable	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna o similar	Pilón de uso público	Red pública de agua potable
No tiene	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
Río, acequia, manantial o similar	0.500	1.00	2.00	3.00	4.00
Camión cisterna o similar	0.333	0.500	1.00	2.00	3.00
Pilón de uso público	0.250	0.333	0.500	1.00	2.00
Red pública de agua potable	0.125	0.250	0.333	0.50	1.00
SUMA	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 39. Matriz de normalización de pares del parámetro servicio de agua potable.

Serv. Agua potable	No tiene	Río, acequia, manantial o similar	Camión cisterna o similar	Pilón de uso público	Red pública de agua potable	VECTOR PRIORIZACIÓN
No tiene	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	<b>0.441</b>
Río, acequia, manantial o similar	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	<b>0.254</b>
Camión cisterna o similar	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	<b>0.155</b>
Pilón de uso público	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	<b>0.095</b>
Red pública de agua potable	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia.



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

IC	0.009
RC	0.008

**c) Servicio de desagüe**

Cuadro N° 40. Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de desagüe.

Serv. de desagüe	No tiene	Río, acequia, canal o similar	Letrina, pozo ciego o negro	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Red pública de desagüe
No tiene	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Río, acequia, canal o similar	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
Letrina, pozo ciego o negro	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
Red pública de desagüe	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 41. Matriz de normalización de pares del parámetro servicio de desagüe.

Grupo etario	No tiene	Río, acequia, canal o similar	Letrina, pozo ciego o negro	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Red pública de desagüe	VECTOR PRIORIZACIÓN
Serv. de desagüe	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	0.482
No tiene	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	0.265
Río, acequia, canal o similar	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	0.133
Letrina, pozo ciego o negro	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	0.074
Red pública de desagüe	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	0.045

Fuente: Elaboración propia.



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

IC	0.039
RC	0.035

**d) Servicio de energía eléctrica**

Cuadro N° 42. Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de energía eléctrica.

Serv. de energía eléctrica	No cuenta	Lámpara o similar	Red pública	Panel solar	Generador
No cuenta	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Lámpara o similar	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
Red pública	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
Panel solar	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
Generador	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 43. Matriz de normalización de pares del parámetro servicio de energía eléctrica.

Serv. de energía eléctrica	No cuenta	Lámpara o similar	Red pública	Panel solar	Generador	VECTOR PRIORIZACIÓN
No cuenta	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	0.482
Lámpara o similar	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	0.265
Red pública	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	0.133
Panel solar	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	0.074
Generador	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	0.045

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



#### 4.2.3. Análisis de la Resiliencia en la dimensión social de la Vulnerabilidad

##### a) Nivel educativo

Cuadro N° 44. Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo.

Nivel educativo	Ningún nivel, inicial	Primaria	Secundaria	Superior no Universitario	Superior Universitario, u otro similar
Ningún nivel, inicial	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Primaria	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
Secundaria	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
Superior no Universitario	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
Superior Universitario, u otro similar	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 45. Matriz de normalización de pares del parámetro nivel educativo.

Nivel educativo	Ningún nivel, inicial	Primaria	Secundaria	Superior no Universitario	Superior Universitario, u otro similar	VECTOR PRIORIZACIÓN
Ningún nivel, inicial	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	<b>0.482</b>
Primaria	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	<b>0.265</b>
Secundaria	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	<b>0.133</b>
Superior no Universitario	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	<b>0.074</b>
Superior Universitario, u otro similar	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



## b) Capacitación en riesgo de desastres

Cuadro N° 46. Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en riesgos de desastres

Capacitación en de riesgos	nunca	escasamente (más de 2 años)	regular (de 1 a menos en un año)	frecuentemente (de 1 a 5 meses)	totalmente
nunca	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
escasamente (más de 2 años)	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
regular (de 1 a menos en un año)	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
frecuentemente (de 1 a 5 meses)	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
totalmente	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 47. Matriz de normalización de pares del parámetro capacitación en riesgos de desastres

Capacitación en de riesgos	nunca	escasamente (más de 2 años)	regular (de 1 a menos en un año)	frecuentemente (de 1 a 5 meses)	totalmente	VECTOR PRIORIZACIÓN
nunca	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	<b>0.482</b>
escasamente (más de 2 años)	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	<b>0.265</b>
regular (de 1 a menos en un año)	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	<b>0.133</b>
frecuentemente (de 1 a 5 meses)	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	<b>0.074</b>
totalmente	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



**c) Actitud frente a la ocurrencia de Tsunami**

Cuadro N° 48. Matriz de comparación de pares del parámetro actitud frente a la ocurrencia de Tsunami.

Capacitación en de riesgos	No tiene reacción ni preparación ante una probable evacuación.	Tiene reacción y preparación, pero desconoce las rutas de evacuación	No tiene reacción, pero si preparación y desconoce la ruta de evacuación.	Tiene reacción, pero no preparación y desconoce la ruta de evacuación.	Tiene reacción y preparación y conoce la ruta de evacuación.
No tiene reacción ni preparación ante una probable evacuación.	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Tiene reacción y preparación, pero desconoce las rutas de evacuación	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
No tiene reacción, pero si preparación y desconoce la ruta de evacuación.	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
Tiene reacción, pero no preparación y desconoce la ruta de evacuación.	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
Tiene reacción y preparación y conoce la ruta de evacuación.	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro N° 49. Matriz de normalización de pares del parámetro actitud frente a la ocurrencia de Tsunami.

Capacitación en de riesgos	No tiene reacción ni preparación ante una probable evacuación.	Tiene reacción y preparación, pero desconoce las rutas de evacuación	No tiene reacción, pero si preparación y desconoce la ruta de evacuación	Tiene reacción, pero no preparación y desconoce la ruta de evacuación	Tiene reacción y preparación y conoce la ruta de evacuación	VECTOR PRIORIZACIÓN
No tiene reacción ni preparación ante una probable evacuación.	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	<b>0.482</b>
Tiene reacción y preparación, pero desconoce las rutas de evacuación	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	<b>0.265</b>
No tiene reacción, pero si preparación y desconoce la ruta de evacuación.	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	<b>0.133</b>
Tiene reacción, pero no preparación y desconoce la ruta de evacuación.	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	<b>0.074</b>
Tiene reacción y preparación y conoce la ruta de evacuación.	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



### 4.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

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

Cuadro N° 50. Parámetros de la dimensión social.

Dimensión social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>Área construida</li> <li>Cercanía a la línea de la costa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de edificación</li> <li>Material de paredes</li> <li>Material de techos</li> <li>Antigüedad de vivienda</li> <li>Estado de conservación</li> <li>Uso de vivienda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingreso promedio familiar</li> <li>Ocupación principal de jefe de hogar</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.1. Análisis de la Exposición en la dimensión económica de la Vulnerabilidad

##### a) Cercanía a la línea de la costa

Cuadro N° 51. Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a la línea de la costa.

Cercanía a la línea de costa	< 650 m	De 650 a 1000 m	De 1000 a 1500 m	De 1500 a 2000 m	> 2000 m
< 650 m	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
De 650 a 1000 m	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
De 1000 a 1500 m	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
De 1500 a 2000 m	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
> 2000 m	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 52. Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía a la línea de la costa.

Cercanía a la línea de costa	< 650 m	De 650 a 1000 m	De 1000 a 1500 m	De 1500 a 2000 m	> 2000 m	VECTOR PRIORIZACIÓN
< 650 m	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	0.482
De 650 a 1000 m	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	0.265
De 1000 a 1500 m	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	0.133
De 1500 a 2000 m	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	0.074
> 2000 m	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	0.045

Fuente: Elaboración propia.



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

IC	0.039
RC	0.035

b) Área construida

Cuadro N° 53. Matriz de comparación de pares del parámetro área construida.

Área construida	> 200 m <sup>2</sup>	De 150 a 200 m <sup>2</sup>	De 100 a 150 m <sup>2</sup>	De 50 a 100 m <sup>2</sup>	< 50 m <sup>2</sup>
> 200 m <sup>2</sup>	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
De 150 a 200 m <sup>2</sup>	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
De 100 a 150 m <sup>2</sup>	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
De 50 a 100 m <sup>2</sup>	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
< 50 m <sup>2</sup>	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 54. Matriz de normalización de pares del parámetro área construida.

Área construida	> 200 m <sup>2</sup>	De 150 a 200 m <sup>2</sup>	De 100 a 150 m <sup>2</sup>	De 50 a 100 m <sup>2</sup>	< 50 m <sup>2</sup>	VECTOR PRIORIZACIÓN
> 200 m <sup>2</sup>	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	0.482
De 150 a 200 m <sup>2</sup>	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	0.265
De 100 a 150 m <sup>2</sup>	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	0.133
De 50 a 100 m <sup>2</sup>	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	0.074
< 50 m <sup>2</sup>	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	0.045

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



#### 4.3.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión económica de la Vulnerabilidad

##### a) Uso de vivienda

Cuadro N° 55. Matriz de comparación de pares del parámetro uso de vivienda.

Área construida	Vivienda	Centro de salud o educación	Comercio	Iglesia	Comisaria
Vivienda	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Centro de salud o educación	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
Comercio	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
Iglesia	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
Comisaria	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 56. Matriz de normalización de pares del parámetro uso de vivienda.

Área construida	Vivienda	Centro de salud o educación	Comercio	Iglesia	Comisaria	VECTOR PRIORIZACIÓN
Vivienda	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	<b>0.482</b>
Centro de salud o educación	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	<b>0.265</b>
Comercio	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	<b>0.133</b>
Iglesia	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	<b>0.074</b>
Comisaria	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



### b) Nivel de edificación (Pisos)

Cuadro N° 57. Matriz de comparación de pares del parámetro nivel de edificación.

Nivel de edificación	>5	4	3	2	1
>5	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
4	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
3	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
2	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
1	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 58. Matriz de normalización de pares del parámetro nivel de edificación.

Nivel de edificación	>5	4	3	2	1	VECTOR PRIORIZACIÓN
>5	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	<b>0.482</b>
4	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	<b>0.265</b>
3	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	<b>0.133</b>
2	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	<b>0.074</b>
1	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



### c) Material predominante de paredes

Cuadro N° 59. Matriz de comparación de pares del parámetro material de paredes.

Material predominante paredes	Estera, madera o triplay	Piedra con mortero de concreto	Adobe o tapia	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto armado
Estera, madera o triplay	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Piedra con mortero de concreto	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
Adobe o tapia	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
Concreto armado	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 60. Matriz de normalización de pares del parámetro material de paredes.

Material predominante paredes	Estera, madera o triplay	Piedra con mortero de concreto	Adobe o tapia	Ladrillo o bloque de cemento	Concreto armado	VECTOR PRIORIZACIÓN
Estera, madera o triplay	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	<b>0.482</b>
Piedra con mortero de concreto	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	<b>0.265</b>
Adobe o tapia	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	<b>0.133</b>
Ladrillo o bloque de cemento	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	<b>0.074</b>
Concreto armado	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



#### d) Material predominante de techos

Cuadro N° 61. Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos.

Material predominante de techos	Plástico o cartón	Estera o eternit	Calamina	Losa aligerada	Losa maciza
Plástico o cartón	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
Estera o eternit	0.500	1.00	2.00	3.00	4.00
Calamina	0.333	0.500	1.00	2.00	3.00
Losa aligerada	0.250	0.333	0.500	1.00	2.00
Losa maciza	0.125	0.250	0.333	0.50	1.00
SUMA	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 62. Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de techos.

Material predominante de techos	Plástico o cartón	Estera o eternit	Calamina	Losa aligerada	Losa maciza	VECTOR PRIORIZACIÓN
Plástico o cartón	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	<b>0.441</b>
Estera o eternit	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	<b>0.254</b>
Calamina	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	<b>0.155</b>
Losa aligerada	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	<b>0.095</b>
Losa maciza	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.009
RC	0.008



### e) Antigüedad

Cuadro N° 63. Matriz de comparación de pares del parámetro antigüedad.

Antigüedad	De 25 años a mas	De 15 a 25 años	De 10 a 15 años	De 5 a 10 años	Menor a 5 años
De 25 años a mas	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
De 15 a 25 años	0.500	1.00	2.00	3.00	4.00
De 10 a 15 años	0.333	0.500	1.00	2.00	3.00
De 5 a 10 años	0.250	0.333	0.500	1.00	2.00
Menor a 5 años	0.125	0.250	0.333	0.50	1.00
SUMA	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 64. Matriz de normalización de pares del parámetro antigüedad.

Antigüedad	De 25 años a mas	De 15 a 25 años	De 10 a 15 años	De 5 a 10 años	Menor a 5 años	VECTOR PRIORIZACIÓN
De 25 años a mas	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	<b>0.441</b>
De 15 a 25 años	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	<b>0.254</b>
De 10 a 15 años	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	<b>0.155</b>
De 5 a 10 años	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	<b>0.095</b>
Menor a 5 años	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.009
RC	0.008



## f) Estado de conservación

Cuadro N° 65. Matriz de comparación de pares del parámetro material de paredes.

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
Malo	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
Regular	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
Bueno	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
Muy bueno	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
SUMA	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 66. Matriz de normalización de pares del parámetro material de paredes.

Estado de conservación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	VECTOR PRIORIZACIÓN
Muy malo	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	<b>0.482</b>
Malo	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	<b>0.265</b>
Regular	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	<b>0.133</b>
Bueno	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	<b>0.074</b>
Muy bueno	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



#### 4.3.3. Análisis de la Resiliencia en la dimensión económica de la Vulnerabilidad

##### a) Ingreso familiar promedio

Cuadro N° 67. Matriz de comparación de pares del parámetro material de paredes.

Ingreso familiar promedio	Sueldo mínimo	De 1025 a 1500 soles	De 1500 a 2000 soles	De 2000 a 2800 soles	Más de 2800 soles
Sueldo mínimo	1.00	3.00	4.00	6.00	7.00
De 1025 a 1500 soles	0.333	1.00	3.00	4.00	6.00
De 1500 a 2000 soles	0.250	0.333	1.00	2.00	4.00
De 2000 a 2800 soles	0.167	0.250	0.500	1.00	2.00
Más de 2800 soles	0.143	0.167	0.250	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.89	4.75	8.75	13.50	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.53	0.21	0.11	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 68. Matriz de normalización de pares del parámetro material de paredes.

Ingreso familiar promedio	Sueldo mínimo	De 1025 a 1500 soles	De 1500 a 2000 soles	De 2000 a 2800 soles	Más de 2800 soles	VECTOR PRIORIZACIÓN
Sueldo mínimo	0.528	0.632	0.457	0.444	0.350	<b>0.482</b>
De 1025 a 1500 soles	0.176	0.211	0.343	0.296	0.300	<b>0.265</b>
De 1500 a 2000 soles	0.132	0.070	0.114	0.148	0.200	<b>0.133</b>
De 2000 a 2800 soles	0.088	0.053	0.057	0.074	0.100	<b>0.074</b>
Más de 2800 soles	0.075	0.035	0.029	0.037	0.050	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.039
RC	0.035



## b) Ocupación

Cuadro N° 69. Matriz de comparación de pares del parámetro ocupación.

Ocupación	Trabajador familiar no remunerado	Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Empleador
Trabajador familiar no remunerado	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
Obrero	0.500	1.00	2.00	3.00	4.00
Empleado	0.333	0.500	1.00	2.00	3.00
Trabajador independiente	0.250	0.333	0.500	1.00	2.00
Empleador	0.125	0.250	0.333	0.50	1.00
SUMA	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 70. Matriz de normalización de pares del parámetro ocupación.

Ocupación	Trabajador familiar no remunerado	Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Empleador	VECTOR PRIORIZACIÓN
Trabajador familiar no remunerado	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	0.441
Obrero	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	0.254
Empleado	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	0.155
Trabajador independiente	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	0.095
Empleador	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	0.054

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.009
RC	0.008



#### 4.4. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

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

Cuadro N° 71. parámetros de la dimensión social.

Dimensión social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Cercanía a botaderos de basura	Servicio de recojo de residuos solidos	Conocimiento de actividades de reciclaje

Fuente: Elaboración propia.

##### 4.4.1. Análisis de la Exposición en la dimensión ambiental de la Vulnerabilidad

###### a) Cercanía a botaderos de basura

Cuadro N° 72. Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía a botaderos de basura.

Cercanía a botaderos de basura	Muy cercana 0 – 50 m	Cercana 50m – 100m	Medianamente cerca 100m – 150 m	Alejada 150m – 200 m	Muy alejada > 200 m
Muy cercana 0 – 50 m	1.00	2.00	3.00	4.00	8.00
Cercana 50m – 100m	0.500	1.00	2.00	3.00	4.00
Medianamente cerca 100m – 150 m	0.333	0.500	1.00	2.00	3.00
Alejada 150m – 200 m	0.250	0.333	0.500	1.00	2.00
Muy alejada > 200 m	0.125	0.250	0.333	0.50	1.00
SUMA	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro N° 73. Matriz de normalización de pares del parámetro cercanía a botaderos de basura.

Cercanía a botaderos de basura	Muy cercana 0 – 50 m	Cercana 50m – 100m	Medianamente cercana 100m – 150 m	Alejada a 150m – 200 m	Muy alejada > 200 m	VECTOR PRIORIZACIÓN
Muy cercana 0 – 50 m	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	<b>0.441</b>
Cercana 50m – 100m	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	<b>0.254</b>
Medianamente cercana 100m – 150 m	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	<b>0.155</b>
Alejada 150m – 200 m	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	<b>0.095</b>
Muy alejada > 200 m	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.009
RC	0.008

#### 4.4.2. Análisis de la Fragilidad en la dimensión ambiental de la Vulnerabilidad

##### a) Servicio de recojo de residuos sólidos.

Cuadro N° 74. Matriz de comparación de pares del parámetro servicio de recojo de residuos sólidos.

Servicio de recojo de residuos sólidos	Calle	Recolector informal	Punto de acopio temporal	Contenedor municipal	Camión recolector
Calle	1.000	2.000	3.000	4.000	8.000
Recolector informal	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
Punto de acopio temporal	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Contenedor municipal	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
Camión recolector	0.125	0.250	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.210	4.080	6.830	10.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.240	0.150	0.100	0.060

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro N° 75. Matriz de normalización de pares del parámetro servicio de recojo de residuos sólidos.

Servicio de recojo de residuos solidos	Calle	Recolector informal	Punto de acopio temporal	Contenedor municipal	Camión recolector	VECTOR PRIORIZACIÓN
Calle	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	<b>0.441</b>
Recolector informal	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	<b>0.254</b>
Punto de acopio temporal	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	<b>0.155</b>
Contenedor municipal	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	<b>0.095</b>
Camión recolector	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.009
RC	0.008

#### 4.4.3. Análisis de la Fragilidad en la dimensión ambiental de la Vulnerabilidad

##### a) Conocimiento de actividades de reciclaje

Cuadro N° 76. 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	2.00	3.00	4.00	8.00
básico	0.500	1.00	2.00	3.00	4.00
regular	0.333	0.500	1.00	2.00	3.00
bueno	0.250	0.333	0.500	1.00	2.00
muy bueno	0.125	0.250	0.333	0.50	1.00
SUMA	2.21	4.08	6.83	10.50	18.00
1/SUMA	0.45	0.24	0.15	0.10	0.06

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro N° 77. Matriz de normalización de pares del parámetro conocimiento de actividades de reciclaje.

Conocimiento de actividades de reciclaje	deficiente	básico	regular	bueno	muy bueno	VECTOR PRIORIZACIÓN
deficiente	0.453	0.490	0.439	0.381	0.444	<b>0.441</b>
básico	0.226	0.245	0.293	0.286	0.222	<b>0.254</b>
regular	0.151	0.122	0.146	0.190	0.167	<b>0.155</b>
bueno	0.113	0.082	0.073	0.095	0.111	<b>0.095</b>
muy bueno	0.057	0.061	0.049	0.048	0.056	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia.

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

IC	0.009
RC	0.008



#### 4.5. NIVEL DE VULNERABILIDAD

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

Cuadro N° 78. Niveles de Vulnerabilidad.

NIVELES DE VULNERABILIDAD			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.272	$\leq V \leq$	0.458
ALTO	0.143	$\leq V <$	0.272
MEDIO	0.080	$\leq V <$	0.143
BAJO	0.046	$\leq V <$	0.080

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

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

Cuadro N° 79. Niveles de Vulnerabilidad.

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGOS
MUY ALTO	El número de personas por lote es mayor a 20, el grupo etario esta entre <1 año y >65 años, No cuenta con servicio de agua potable, No cuenta con servicio de desagüe, no cuenta con servicio de energía eléctrica, el nivel educativo es ninguno o inicial, nunca recibió capacitación en riesgo de desastres y la actitud frente a la ocurrencia de Tsunami es sin reacción ni preparación ante una probable evacuación. La cercanía de la vivienda a la línea de la costa es menor a 650 metros, el área construida es mayor a 200 m <sup>2</sup> , el uso es vivienda, el nivel de edificación es mayor a 5 pisos, el material predominante de paredes es estera, madera o triplay, el material predominante de techos es plástico o cartón, la antigüedad es mayor a 25 años, el estado de conservación es muy malo, el ingreso familiar promedio es menor al sueldo mínimo y la ocupación es trabajador familiar no remunerado. La cercanía de las viviendas a botaderos de basura es menor a 50 metros, no cuenta con servicio de recojo de residuos y tiene deficiente conocimiento de actividades de reciclaje.	$0,272 < P \leq 0,458$



<b>ALTO</b>	<p>El número de personas por lote es de 15 a 20, el grupo etario esta entre 1 a 14 años, el servicio de agua es rio, acequia, manantial o similar, el desagüe es por rio, acequia, canal o similar, el servicio de energía eléctrica es lampara o similar, el nivel educativo es primaria, escasamente (más de 2 años) recibió capacitación en riesgo de desastres y la actitud frente a la ocurrencia de Tsunami es tiene reacción y preparación, pero desconoce las rutas de evacuación. La cercanía de la vivienda a la línea de la costa es de 650 a 1200 metros, el área construida esta entre 150 a 200 m<sup>2</sup>, el uso de la vivienda es centro de salud o educación, el nivel de edificación es 4 pisos, el material predominante de paredes es piedra con mortero de concreto, el material predominante de techos es estera o eternit, la antigüedad es de 15 a 25 años, el estado de conservación es malo, el ingreso familiar promedio es de 1025 a 1500 soles y la ocupación es obrero. La cercanía de las viviendas a botaderos de basura es de 50 a 100m, el servicio de recojo de residuos es a través de recolector informal y tiene un básico conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	<b>0,143 &lt; P ≤ 0,272</b>
<b>MEDIO</b>	<p>El número de personas por lote es de 10 a 15, el grupo etario esta entre 45 a 64 años, el servicio de agua potable es a través de camión cisterna o similar, el desagüe es por letrina, pozo ciego o negro, el servicio de energía eléctrica es red pública, el nivel educativo es secundaria, recibe capacitación en riesgo de desastres de manera regular (de 1 a menos en un año) y la actitud frente a la ocurrencia de Tsunami es no tiene reacción pero si preparación y solo desconoce la ruta de evacuación. La cercanía de la vivienda a la línea de la costa es de 1200 a 1800 metros, el área construida esta entre 100 a 150 m<sup>2</sup>, el uso de la vivienda es comercio, el nivel de edificación es 3 pisos, el material predominante de paredes es adobe o tapia, el material predominante de techos es calamina, la antigüedad es de 10 a 15 años, el estado de conservación es regular, el ingreso familiar promedio es de 1500 a 2000 soles y la ocupación es empleado. La cercanía de las viviendas a botaderos de basura es de 100 a 150m, el servicio de recojo de residuos es a través de punto de acopio informal y tiene un regular conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	<b>0,080 &lt; P ≤ 0,143</b>
<b>BAJO</b>	<p>El número de personas por lote es menor a 10, el grupo etario es menor a 29 años, el servicio de agua potable es pilón de uso público o red pública de agua, el desagüe es</p>	<b>0,051 ≤ P ≤ 0,080</b>



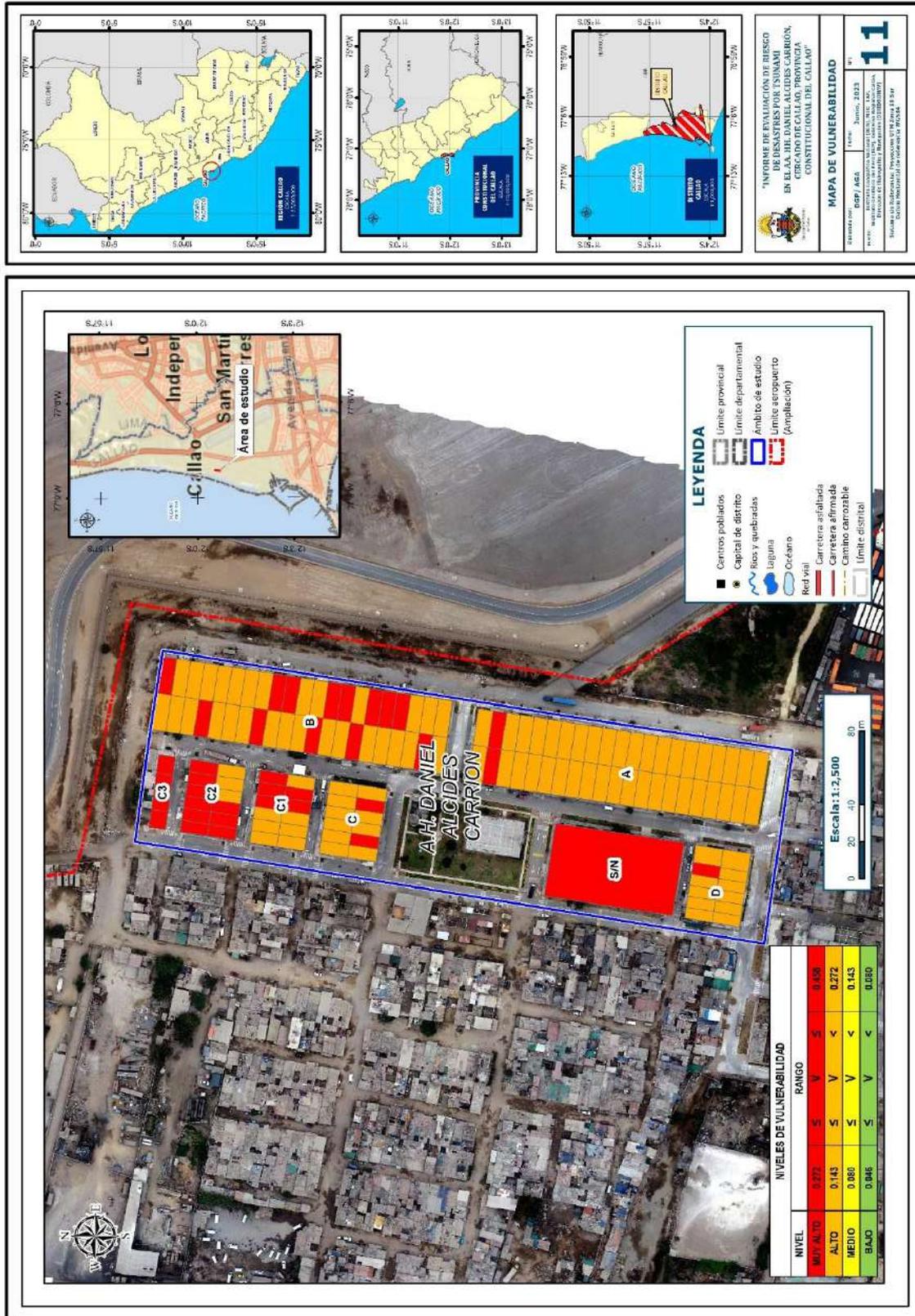
	<p>pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o red pública de desagüe, el servicio de energía eléctrica panel solar o generador, el nivel educativo es superior no universitario o superior universitario u otro similar, recibe capacitación en riesgo de desastres de frecuentemente (de 1 a 5 meses) o totalmente y la actitud frente a la ocurrencia de Tsunami tiene reacción pero no preparación y desconoce las rutas de evacuación o tiene reacción y preparación y conoce la ruta de evacuación. La cercanía de la vivienda a la línea de la costa es mayor a 1800 metros, el área construida menor a 100 m<sup>2</sup>, el uso iglesia o comisaria, el nivel de edificación menor a 2 pisos, el material predominante de paredes es ladrillo o bloque de cemento o concreto armado, el material predominante de techos es losa aligerada o losa maciza, la antigüedad es menor a 10 años, el estado de conservación es bueno o muy bueno, el ingreso familiar promedio es mayor 2000 soles y la ocupación es trabajador independiente o empleador. La cercanía de las viviendas a botaderos de basura es mayor a 150m, el servicio de recojo de residuos es a través de contenedor municipal o camión recolector y tiene un buen o muy buen conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	
--	--	--

Fuente: Elaboración propia.



## 4.7. MAPA DE VULNERABILIDAD

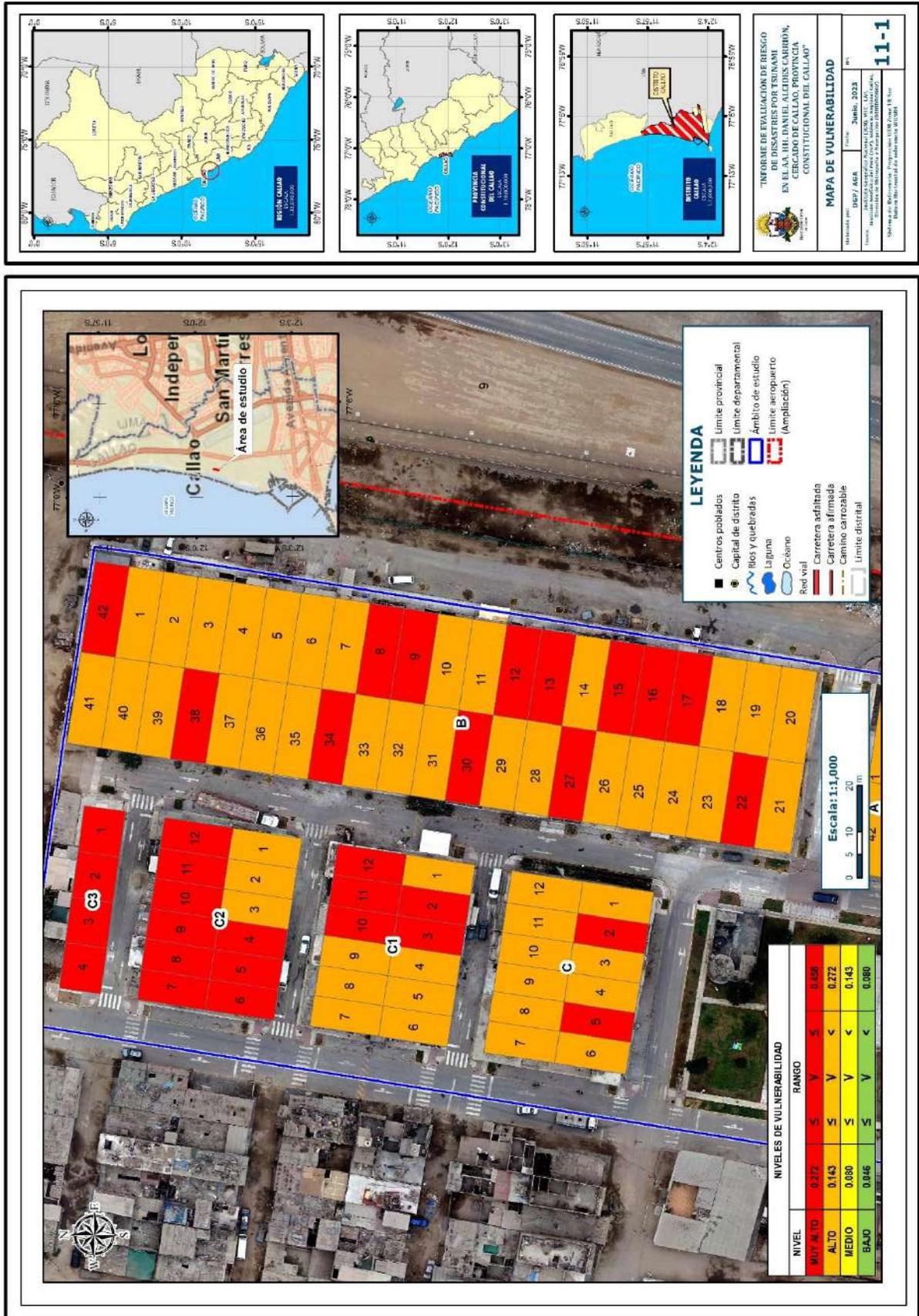
Mapa N° 11. Mapa de vulnerabilidad del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



Mapa N° 11 - 1. Mapa de vulnerabilidad del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



Mapa N° 11 - 2. Mapa de vulnerabilidad del área de estudio.



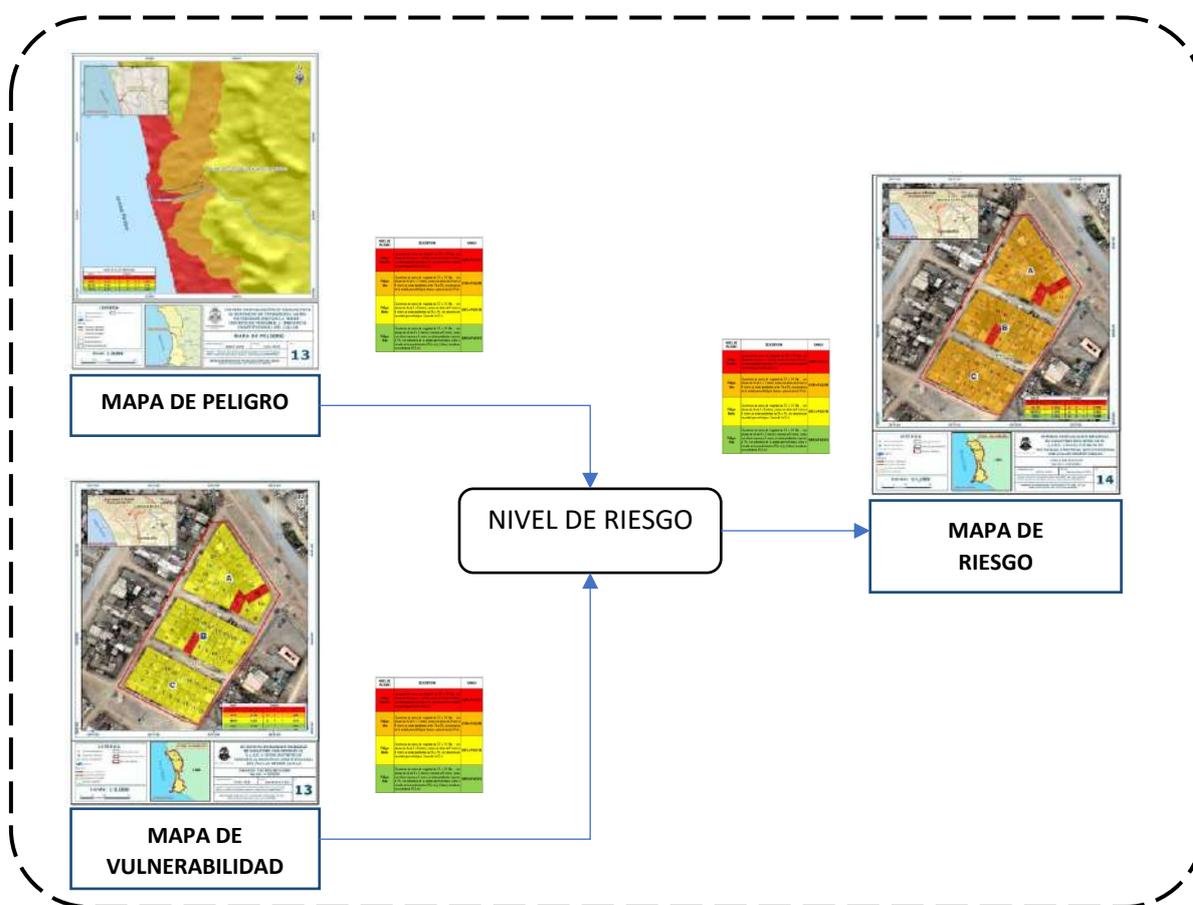
Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

### 5.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DEL RIESGO

Para determinar el cálculo del riesgo del ámbito de estudio, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico N° 13. Metodología para determinar el nivel del riesgo.



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



## 5.2. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO

### 5.2.1. Niveles del riesgo

A continuación, se detalla los niveles de riesgo por tsunami definidos para la zona de estudio:

Cuadro N° 80. Niveles de Riesgo.

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.069	$\leq R \leq$	0.202
ALTO	0.023	$\leq R <$	0.069
MEDIO	0.007	$\leq R <$	0.023
BAJO	0.002	$\leq R <$	0.007

Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.2. Matriz del riesgo

La matriz de riesgos originado por tsunami, originado por un sismo de gran magnitud, en el Asentamiento Humano Daniel Alcides Carrión, del Cercado de Callao es el siguiente:

Cuadro N° 81. Matriz de Riesgo.

PMA	0.441	0.035	0.063	0.120	0.202
PA	0.255	0.020	0.036	0.069	0.117
PM	0.162	0.013	0.023	0.044	0.074
PB	0.091	0.007	0.013	0.025	0.042
		0.080	0.143	0.272	0.458
		VB	VM	VA<	VMA

Fuente: Elaboración propia.



### 5.2.3. Estratificación del riesgo

Cuadro N° 82. estratificación de riesgo por Tsunami en el Asentamiento Humano Daniel Alcides Carrión.

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGOS
<b>MUY ALTO</b>	<p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw, con altura sobre el nivel del mar &lt; 2msnm, se notan pendientes menores a 2%, con presencia de las unidades geomorfológicas sistema de pantanos y aguajales y geología deposito marino.</p> <p>El número de personas por lote es mayor a 20, el grupo etario esta entre &lt;1 año y &gt;65 años, No cuenta con servicio de agua potable, No cuenta con servicio de desagüe, no cuenta con servicio de energía eléctrica, el nivel educativo es ninguno o inicial, nunca recibió capacitación en riesgo de desastres y la actitud frente a la ocurrencia de Tsunami es sin reacción ni preparación ante una probable evacuación. La cercanía de la vivienda a la línea de la costa es menor a 650 metros, el área construida es mayor a 200 m<sup>2</sup>, el uso es vivienda, el nivel de edificación es mayor a 5 pisos, el material predominante de paredes es estera, madera o triplay, el material predominante de techos es plástico o cartón, la antigüedad es mayor a 25 años, el estado de conservación es muy malo, el ingreso familiar promedio es menor al sueldo mínimo y la ocupación es trabajador familiar no remunerado. La cercanía de las viviendas a botaderos de basura es menor a 50 metros, no cuenta con servicio de recojo de residuos y tiene deficiente conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	$0,069 < P \leq 0,202$
<b>ALTO</b>	<p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw, con altura sobre el nivel del mar de 2 a 4 msnm, se notan pendientes entre 2° a 5°, con presencia de las unidades geomorfológicas cordón litoral y geología deposito antrópico.</p> <p>El número de personas por lote es de 15 a 20, el grupo etario esta entre 1 a 14 años, el servicio de agua es rio, acequia, manantial o similar, el desagüe es por rio, acequia, canal o similar, el servicio de energía eléctrica es lampara o similar, el nivel educativo es primaria, escasamente (más de 2 años) recibió capacitación en riesgo de desastres y la actitud frente a la ocurrencia de Tsunami es tiene reacción y preparación, pero desconoce las rutas de evacuación. La</p>	$0,023 < P \leq 0,069$



	<p>cercanía de la vivienda a la línea de la costa es de 650 a 1200 metros, el área construida esta entre 150 a 200 m<sup>2</sup>, el uso de la vivienda es centro de salud o educación, el nivel de edificación es 4 pisos, el material predominante de paredes es piedra con mortero de concreto, el material predominante de techos es estera o eternit, la antigüedad es de 15 a 25 años, el estado de conservación es malo, el ingreso familiar promedio es de 1025 a 1500 soles y la ocupación es obrero. La cercanía de las viviendas a botaderos de basura es de 50 a 100m, el servicio de recojo de residuos es a través de recolector informal y tiene un básico conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	
<b>MEDIO</b>	<p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw, con altura sobre el nivel del mar de 4 a 6 msnm, se notan pendientes entre 6° a 10°, con presencia de las unidades geomorfológicas faja litoral y geología deposito aluvial. El número de personas por lote es de 10 a 15, el grupo etario esta entre 45 a 64 años, el servicio de agua potable es a través de camión cisterna o similar, el desagüe es por letrina, pozo ciego o negro, el servicio de energía eléctrica es red pública, el nivel educativo es secundaria, recibe capacitación en riesgo de desastres de manera regular (de 1 a menos en un año) y la actitud frente a la ocurrencia de Tsunami es no tiene reacción pero si preparación y solo desconoce la ruta de evacuación. La cercanía de la vivienda a la línea de la costa es de 1200 a 1800 metros, el área construida esta entre 100 a 150 m<sup>2</sup>, el uso de la vivienda es comercio, el nivel de edificación es 3 pisos, el material predominante de paredes es adobe o tapia, el material predominante de techos es calamina, la antigüedad es de 10 a 15 años, el estado de conservación es regular, el ingreso familiar promedio es de 1500 a 2000 soles y la ocupación es empleado. La cercanía de las viviendas a botaderos de basura es de 100 a 150m, el servicio de recojo de residuos es a través de punto de acopio informal y tiene un regular conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	$0,007 < P \leq 0,023$
<b>BAJO</b>	<p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 8.5 a 9.0 Mw, con altura sobre el nivel del mar mayor a 6 msnm, se notan pendientes mayores a 10°, con presencia de las unidades geomorfológicas llanura o planicie aluvial y mantos de arena y geología deposito eólico y formación ventanilla. El número de personas por lote es menor a 10, el grupo etario es menor a 29 años, el servicio de agua potable es</p>	$0,002 < P \leq 0,007$

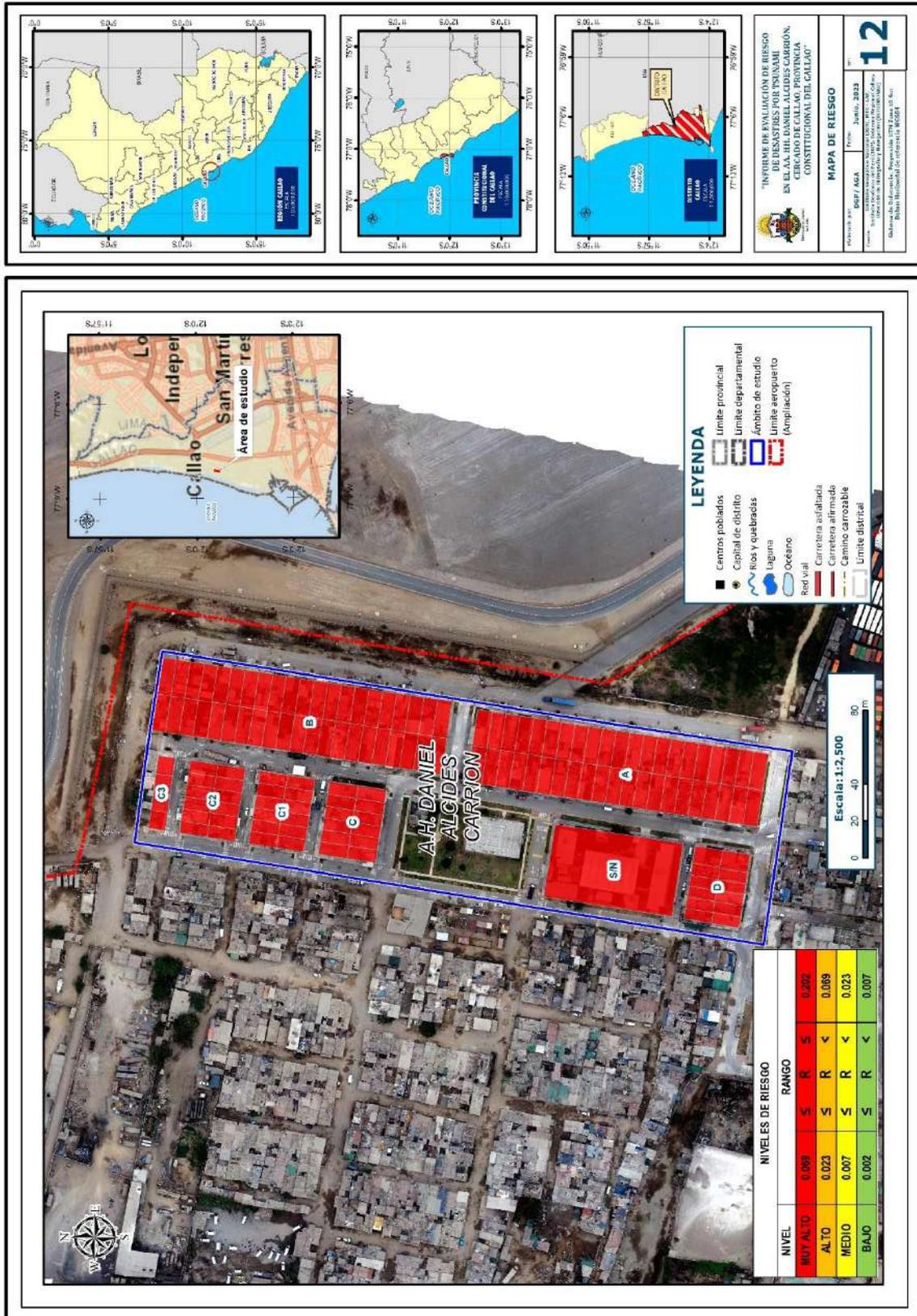


	<p>pilón de uso público o red pública de agua, el desagüe es pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o red pública de desagüe, el servicio de energía eléctrica panel solar o generador, el nivel educativo es superior no universitario o superior universitario u otro similar, recibe capacitación en riesgo de desastres de frecuentemente (de 1 a 5 meses) o totalmente y la actitud frente a la ocurrencia de Tsunami tiene reacción pero no preparación y desconoce las rutas de evacuación o tiene reacción y preparación y conoce la ruta de evacuación. La cercanía de la vivienda a la línea de la costa es mayor a 1800 metros, el área construida menor a 100 m<sup>2</sup>, el uso iglesia o comisaria, el nivel de edificación menor a 2 pisos, el material predominante de paredes es ladrillo o bloque de cemento o concreto armado, el material predominante de techos es losa aligerada o losa maciza, la antigüedad es menor a 10 años, el estado de conservación es bueno o muy bueno, el ingreso familiar promedio es mayor 2000 soles y la ocupación es trabajador independiente o empleador. La cercanía de las viviendas a botaderos de basura es mayor a 150m, el servicio de recojo de residuos es a través de contenedor municipal o camión recolector y tiene un buen o muy buen conocimiento de actividades de reciclaje.</p>	
--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.4. Mapa de riesgo

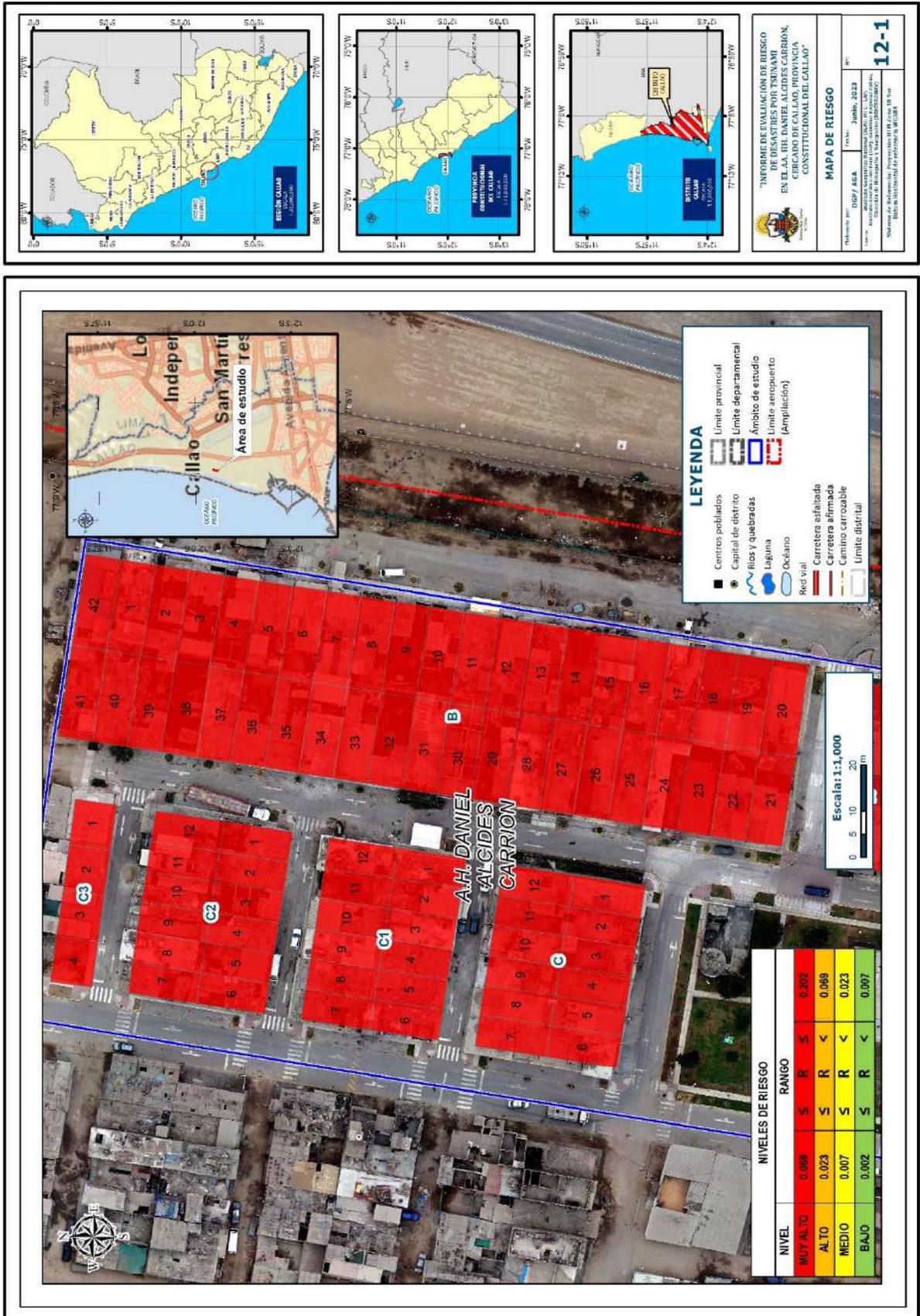
Mapa N° 12. Mapa de Riesgo del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



Mapa N° 12 -1. Mapa de Riesgo del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



Mapa N° 12 -2. Mapa de Riesgo del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



## 5.2.5. Cálculo de posibles pérdidas

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia o posible afectación en el AA. Daniel Alcides Carrión.

El siguiente cuadro se ha estimado en función al nivel de riesgo, donde se ha considerado las viviendas de **RIESGO MUY ALTO** ya que dicho nivel está más susceptibles a daños ante un tsunami.

Cuadro N.º 83. Efectos probables por Tsunami en el área de estudio.

Efectos probables	Unidad	Cantidad	Costo Unit. (S/.)	Sub-total (S/.)	Daños probables (S/.) (50%)	Pérdidas probables (S/.)
<b>AA.HH. Daniel Alcides Carrión</b>						
<b>Daños probables</b>						
Viviendas construidas con material de ladrillo o bloque de cemento.	Vivienda	115	76,455.00	8,792,325.00	4,396,162.50	10,990,034.85
Viviendas construidas con material precario.	Vivienda	21	19,000.00	399,000.00	199,500.00	
Colegio	Colegio	1	12,000,000.00	12,000,000.00	4,800,000.00	
Vías de transporte.	Km	1.5	1,925,829.80	2,888,744.70	1,444,372.35	
Red de agua potable	ml	1400	180.00	252,000.00	126,000.00	
Losa deportiva	m2	600	80.00	48,000.00	24,000.00	
<b>Pérdidas probables</b>						
1608 Horas perdidas de clase lectivas						
Costos de adquisición de Carpa de lona plastificada (Tipo II) de 3.00 x 5.00 m aprox	Carpa	80	2299	183,920.00		499,920.00
Habilitación de albergues temporales	Global	80	200	16,000.00		
Costos de adquisición de módulos de viviendas	Módulo	70	4,000.00	280,000.00		
Gastos de atención de emergencia	Global	100	200	20,000.00		
					<b>Total (S/.)</b>	<b>11,489,954.85</b>

Fuente:

- Elaboración propia sobre la base de información proporcionada por el SIGRID, INEI, (\*) Viviendas con material precario (Madera, quincha, estera u otro material).
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI), Oficina General de Administración. Contrato N° 039-2019-INDECI "Adquisición de carpas familiares para 5 personas - Tipo II". Octubre del 2019.
- Costo de Construcción de Viviendas y Colegios – Reglamento Nacional de Tasaciones (Resolución Ministerial N°172-2016-VIVIENDA), cuadro de valores unitarios oficiales para Lima Metropolitana y Provincia Constitucional del Callao (Resolución Ministerial N° 425-2022-VIVIENDA).



## 5.2.6. Zonificación del riesgo

Cuadro N° 84. Zonificación del riesgo por Tsunami del área de estudio.

Leyenda	Pérdidas y daños previsibles en caso de uso para Asentamientos Humanos	Implicancias para el Ordenamiento Territorial
<b>Riesgo muy</b>	Las personas están en peligro tanto dentro como fuera de sus casas. Existen grandes probabilidades de destrucción repentina de edificios y/o casas. Los eventos se manifiestan con una intensidad relativamente débil, pero con una frecuencia elevada o con intensidad fuerte. En este caso, las personas están en peligro afuera de los edificios.	Zona de prohibición, no apta para la instalación, expansión o densificación de asentamientos humanos. Áreas ya edificadas deben ser reubicadas, o protegidas con importantes obras de protección, sistemas de alerta temprana y evacuación temporal.
<b>Riesgo Alto</b>	Las personas están en peligro afuera de los edificios, pero no o casi no adentro. Se debe contar con daños en los edificios, pero no destrucción repentina de éstos, siempre y cuando su modo de construcción haya sido adaptado a las condiciones del lugar.	Zona de reglamentación, en la cual se puede permitir la de manera restringida, la expansión y densificación de asentamientos humanos, siempre y cuando existan y se respeten reglas de ocupación del suelo y normas de construcción apropiadas.  Construcciones existentes que no cumplan con las reglas y normas deben ser reforzadas, protegidas o desalojadas y reubicadas.
<b>Riesgo Alto</b>	El peligro para las personas es Regular. Los edificios pueden sufrir daños moderados o leves, pero puede haber fuertes daños al interior de los mismos.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual la población debe ser sensibilizada ante la ocurrencia de este tipo de peligro, a nivel moderado y poco probable, para el conocimiento y aplicación de reglas de comportamiento apropiadas ante el peligro.
<b>Riesgo Bajo</b>	El peligro para las personas y sus intereses económicos son de baja magnitud, con probabilidades de ocurrencia mínimas.	Zona de sensibilización, apta para asentamientos humanos, en la cual los usuarios del suelo deben ser sensibilizados ante la existencia de peligros muy poco probables, para que conozcan y apliquen reglas de comportamiento apropiadas ante la ocurrencia del.

Fuente: Elaboración propia.



### 5.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO

En el anexo N.º 2 se describe una serie de medidas estructurales y no estructurales que pueden ser implementadas en la zona de estudio, sin embargo, su implementación deberá estar en función de un análisis costo-beneficio detallado que permita establecer la factibilidad de las mismas, en función de diferentes criterios de orden económico, social y entre otros.

#### 5.3.1. De orden estructural

- ✓ Evaluar la construcción de rompeolas y diques, debido a que estas estructuras logran ser efectivas en la mitigación de daños, pues reducen la “fuerza” de un maremoto, por tanto: reducen la altura de inundación y prolongan el tiempo en que llega a las viviendas.
- ✓ Evaluar el uso de construcciones multipropósito para la evacuación vertical, teniendo en cuenta que el espacio disponible este lejos o al menos cerca al borde de la inundación máxima. Estas construcciones deben ser antisísmicas, de lo contrario podrían colapsar sobre las personas que logren evacuar en la estructura, así como a las personas que evacuan cercanamente a estas.
- ✓ Se recomienda estudiar la posibilidad de plantar árboles en el litoral cercano al área de investigación, debido a que es la opción menos costosa y se ha comprobado su efectividad en la reducción de daños en la inundación por tsunami (Tanaka, 2009). Para el presente estudio que se recomienda implementar, de be de considerarse factores como:
  - Cuánto afectaría al ecosistema litoral y de pantanos.
  - Los árboles más accesibles de ser plantados.
  - La inversión en personal como de implementos y/o herramientas, para el mantenimiento del área de árboles. La plantación debe de mantenerse libre de potenciales escombros.

Cuadro N° 85. Lista de lotes con nivel de riesgo MUY ALTO identificados en el área de estudio.

SECTOR	MANZANA	LOTE	NIVEL DE RIESGO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	1	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	2	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	3	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	4	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	5	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	6	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	7	MUY ALTO



AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	8	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	9	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	10	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	11	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	12	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	13	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	14	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	15	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	16	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	17	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	18	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	19	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	20	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	21	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	22	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	23	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	24	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	25	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	26	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	27	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	28	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	29	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	30	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	31	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	32	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	33	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	34	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	35	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	36	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	37	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	38	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	39	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	40	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	41	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	A	42	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	1	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	2	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	3	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	4	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	5	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	6	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	7	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	8	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	9	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	10	MUY ALTO



AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	11	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	12	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	13	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	14	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	15	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	16	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	17	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	18	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	19	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	20	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	21	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	22	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	23	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	24	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	25	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	26	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	27	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	28	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	29	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	30	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	31	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	32	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	33	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	34	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	35	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	36	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	37	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	38	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	39	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	40	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	41	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	B	42	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	1	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	2	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	3	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	4	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	5	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	6	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	7	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	8	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	9	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	10	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	11	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C	12	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	1	MUY ALTO



AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	2	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	3	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	4	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	5	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	6	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	7	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	8	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	9	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	10	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	11	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C1	12	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	1	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	2	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	3	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	4	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	5	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	6	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	7	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	8	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	9	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	10	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	11	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C2	12	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C3	1	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C3	2	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C3	3	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	C3	4	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	1	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	2	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	3	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	4	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	5	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	6	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	7	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	8	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	9	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	10	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	11	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	D	12	MUY ALTO
AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION	S/N	S/N	MUY ALTO

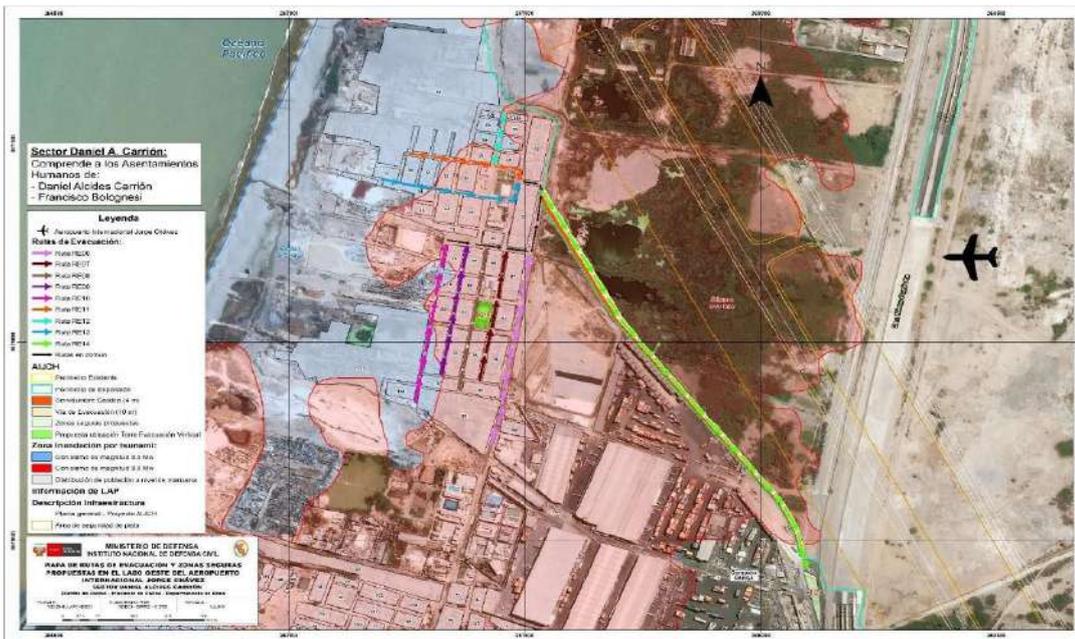


### 5.3.2. De orden no estructural

- ✓ Participar en los simulacros de preparación ante tsunami que realiza el gobierno local y otras instituciones como la DHN.
- ✓ Dejar libre las vías de tránsito frente a sus viviendas, evitando la presencia de obstáculos, por ejemplo: desmontes y autos. En caso deban evacuar ante la inundación por tsunami.
- ✓ Se recomienda la actualización de los sistemas de Alerta temprana con nuevas tecnologías, como por ejemplo: la implementación de luces con panel solar de señalización, ya que es muy probable que no se tenga energía eléctrica en caso de evacuación nocturna.
- ✓ Realizar simulación de evacuación teniendo el posible escenario:
  - Maremoto durante la noche
  - Tiempo de evacuación: a más tardar 26 minutos
  - Recorrido posible: alrededor de **1 000 metros**, para quienes se encuentran lejos de las áreas de evacuación, Velocidad necesaria a pie: alrededor de **0.5 metros por segundo para personas de 60 años**, quienes necesitarán asistencia en su desplazamiento hasta las áreas de refugio.
  - Escombros luego del sismo
  - Los habitantes deben saber de memoria las rutas.
  - Deben desplazarse a oscuras, pues se corta la electricidad luego del sismo.
- ✓ Dar a conocer las zonas más seguras para la evasión (zonas de refugio), considerando el lugar más cercano sin inundación el almacén Arcor, al sur del área de estudio.
- ✓ Actualizar mediciones de batimetría topográfica en coordinación con las instituciones correspondientes, como la DHN, IGN. Para las mejoras constantes de las mediciones, logrando mejores resultados en la simulación numérica.
- ✓ Solicitar a las instituciones correspondientes, un mapa de velocidades del agua en la inundación para su consideración en la construcción de estructuras ante tsunami.
- ✓ Proponer a la autoridad competente la regulación del anclaje de embarcaciones marítimas cerca del área de estudio con el fin de reducir el nivel de riesgo.
- ✓ La autoridad competente debe restringir y regular la construcción de viviendas mayores a los 2 pisos a través del establecimiento de una zonificación con parámetros urbanísticos asociados a las zonas de alto riesgo de desastre, a fin de reducir el nivel de hacinamiento y por consiguiente reducir el nivel de riesgo.
- ✓ Fortalecer las capacidades, instrumentos y mecanismos correspondientes y así

conjuntamente con el diseño del Plan de contingencia ante la ocurrencia de un sismo y tsunami, dar una respuesta adecuada ante este tipo de eventos; paralelamente es importante gestionar equipamientos con materiales y herramientas necesarias para la ejecución de labores previamente ya establecidas en dicho Plan, todo ello en cumplimiento del Objetivo Estratégico 3. de la Estrategia de implementación del PLANAGERD 2014-2021. En tal sentido se ha desarrollado las rutas de evacuación para el área de estudio, pero como se observa en la figura N°18 la ruta de evacuación hacia la zona segura se encuentra cerrado en caso de la ocurrencia de Tsunami.

Figura N° 18. Ruta de evacuación propuesta – SECTOR DANIEL ALCIDES CARRIÓN.



Fuente: Informe Técnico N° 111-2020-INDECI/10(INDECI-2020).

Figura N° 19. Ruta de evacuación cerrada ante la ocurrencia de Tsunami.



Fuente: Propia – junio 2023.



## CAPITULO VI: CONTROL DEL RIESGO

### 6.1. ACEPTABILIDAD / TOLERABILIDAD

#### 6.1.1. Valoración de consecuencias

Cuadro N° 86. Valoración de consecuencias.

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

Fuente: CENEPRED.

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**.

#### 6.1.2. Valoración de frecuencia de ocurrencia

Cuadro N° 87. Valoración de la frecuencia de ocurrencia.

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

Fuente: CENEPRED.

Según el cuadro anterior se obtiene que el evento de peligro de inundación pluvial puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias, es decir, posee el **nivel 2 – Medio**.



### 6.1.3. Matriz de consecuencia y daños

Cuadro N° 88. Nivel de consecuencia y daños.

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

Fuente: CENEPRED.

Según el cuadro anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es – **MUY ALTA**.

### 6.1.4. Medidas cualitativas de consecuencia y daños

Cuadro N° 89. Medidas cualitativas de consecuencia y daños.

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieros.
3	Alta	Lesiones grandes en personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieros importantes.
2	Medio	Requiere tratamiento médico, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieros altas.
1	Baja	Tratamiento de primeros auxilios, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieros altas.

Fuente: CENEPRED.

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**.



### 6.1.5. Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Cuadro N° 90. Nivel de aceptabilidad y/o Tolerancia.

Valor	Descriptor	Descripción
4	Inadmisibles	Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED.

Según el cuadro anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por tsunami en el AA.HH. Daniel Alcides Carrión es de **nivel 4 - INADMISIBLE**.

### 6.1.6. Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Cuadro N° 91. 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

Fuente: CENEPRED.

La aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por Tsunami en el AA.HH. DANIEL ALCIDES CARRION es de **nivel 4 – Inadmisibles**.



### 6.1.7. Prioridad de Intervención

Cuadro N° 92. Prioridad de Intervención.

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

Fuente: CENEPRED.

Según el cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de **IV (Inadmisible)**, del cual constituye se deba 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.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó el análisis y caracterización del peligro por Tsunami, el presente informe es semi-cuantitativo, se realizó el análisis y la caracterización del peligro por Tsunami, adicionalmente se ha evaluado el peligro con información existente de las instituciones técnico – científicas, y el análisis de la vulnerabilidad se ha realizado a nivel de lote realizando una encuesta a la población en junio de 2023.
- ✓ El AA.HH. Daniel Alcides Carrión, se encuentra en la Unidad Geomorfológica llanura o planicie aluvial (Pl-al), esta que tiene una superficie semi llana y se encuentra conformada por arena gradada (suelos eólicos), además se encuentra la unidad geológica deposito aluvial (Qp-al).
- ✓ El AA.HH. Daniel Alcides Carrión, presenta un nivel de peligro MUY ALTO, a la ocurrencia de eventos Tsunami.
- ✓ El nivel de vulnerabilidad resultante de los lotes en el AA.HH. Daniel Alcides Carrión corresponde al nivel ALTO Y MUY ALTO.
- ✓ El nivel de riesgo en el AA.HH. Daniel Alcides Carrión es MUY ALTO ante Tsunami.
- ✓ El cálculo de efectos probables ante el impacto del peligro por sismo, asciende a un estimado total de S/ 10,990,034.85, dicho efecto económico probable, corresponde a daños probables (pérdida de viviendas por colapso o afectación de viviendas) que suman un monto estimado de S/ 499,920.00 y pérdidas probables (gastos de atención de emergencia, adquisición de carpas, módulos entre otros) que suman un monto estimado de S/ 11,489,954.85).

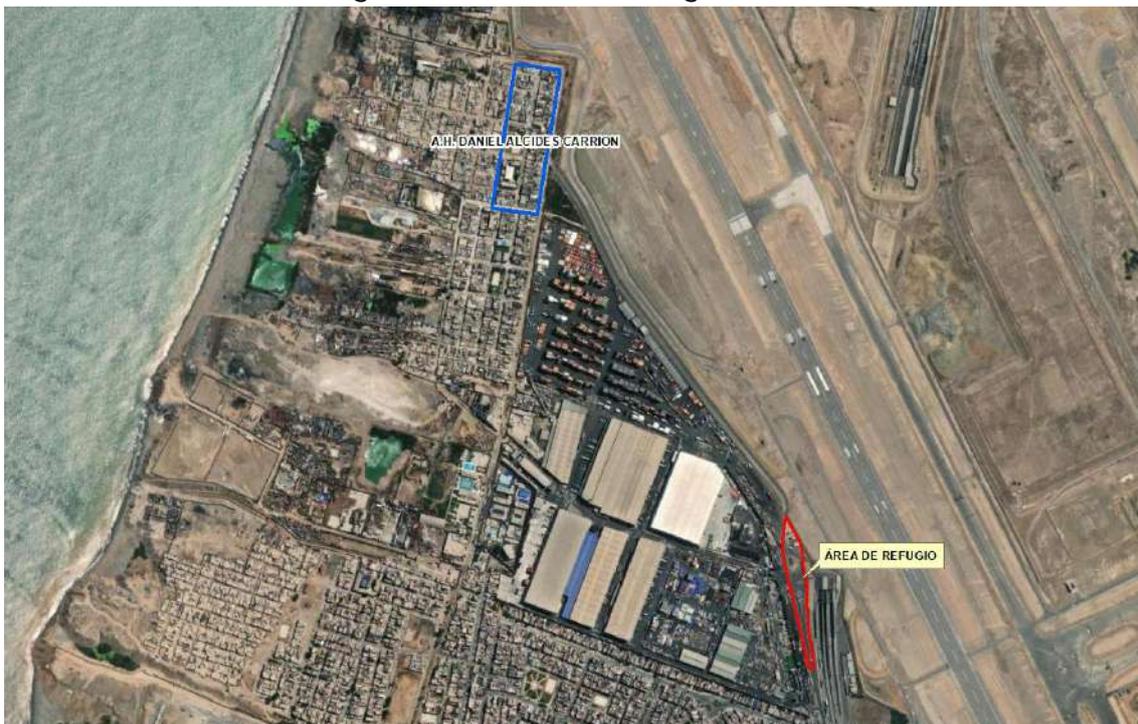


## 7.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda implementar las medidas de prevención y reducción del riesgo (medidas estructurales y no estructurales), desarrolladas en el capítulo 5.3.
- ✓ Fomentar la identificación de nuevas zonas de seguridad, zonas de evacuación vertical o zonas de refugio localizadas fuera de la delimitación de zonas de probable inundación, denominadas usualmente como “zonas seguras” y determinar la factibilidad social, física, legal y económica para constituirse en áreas de refugio temporal.
- ✓ Realizar el análisis costo-beneficio a fin de EVALUAR LA IMPLEMENTACIÓN de la ley N° 29869 “Ley de reasentamiento poblacional para las zonas de riesgo no mitigables” ya que la ubicación del AA.HH. Daniel Alcides Carrión respecto del área operacional del aeropuerto Internacional “Jorge Chávez” le añade una condición geográfica excepcional, que limita de alguna manera la posibilidad de reducir el nivel de riesgo del área evaluada.
- ✓ Incorporar la gestión del riesgo de desastres en las inversiones públicas, para ello, los formuladores de gestión pública deben ser capacitados en gestión del riesgo de desastres; a fin de conocer los mecanismos e importancia de reducir la probabilidad de que una situación de riesgo se convierta en un desastre, y garantizar la sostenibilidad del mismo.
- ✓ Tener en cuenta los resultados del presente informe para la actualización y/o elaboración de los siguientes documentos técnicos:
  - Planes de Desarrollo Urbano
  - Planes de acondicionamiento Territorial
  - Plan de prevención y reducción de riesgos
  - Plan de Ordenamiento Territorial
  - Plan de Uso de Suelo.
  - Zonificación Ecológica y Económica
- ✓ Optimizar y actualizar los planes de evacuación ante peligro de tsunami para la zona de estudio, incluyendo información respecto de los tiempos de ocurrencia de los eventos sísmicos basados en estudios o análisis más detallados del comportamiento de los sismos, que pueden producir un tsunami, para lo cual se recomienda tener en cuenta información del lugar de ocurrencia probable de un sismo, la posible duración y otras características propias del comportamiento de un sismo.
- ✓ Las rutas de evacuación, puntos de reunión y zonas de refugio ante peligros de tsunami y sismos que actualmente se encuentran definidas deben de ser actualizadas, gestionadas por la Municipalidad Provincial del Callao y declaradas como áreas intangibles o reservadas para su uso exclusivo de la población en caso de emergencias ante peligros de tsunami o sismos.

- ✓ Las zonas costeras colindantes a la zona de estudio deben de ser monitoreadas y fiscalizadas en relación a la actividad de arrojo y disposición de desmonte y/o residuos sólidos, ya que se observa que existe una permanente actividad por parte de personas que arrojan dichos materiales en la zona costera, lo cual genera un impacto en las características físicas de la zona de estudio a nivel de la topografía y geomorfología, con lo cual se afecta el nivel de riesgo de los pobladores en general.
- ✓ Fiscalizar y restringir la construcción de viviendas y el asentamiento de personas en las zonas costeras colindantes a la zona de estudio ya que actualmente existen viviendas que se han asentado en zonas no aptas para la habilitación urbana. Así mismo, dichas viviendas asentadas en la zona costera limitan la implementación de medidas estructurales y no estructurales que podrían reducir el nivel de riesgo de la población ante la ocurrencia de tsunamis.
- ✓ Se recomienda a la Municipalidad Provincial del Callao coordinar con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el uso y disponibilidad del área ubicada al lado izquierdo de la entrada al túnel de la AV. Néstor Gambetta (Ver Fig. N° 20), con la finalidad de que pueda ser habilitada como una posible área de refugio para la población, asimismo se recomienda disponer e implementar un espacio para que cumpla la función de ALMACEN de materiales, equipos y otros necesarios para la atención de una emergencia en caso de tsunami, sismo u otro peligro.
- ✓ Se recomienda a la Municipalidad Provincial del Callao disponer e implementar un espacio para que cumpla la función de ALMACEN de materiales, equipos y otros necesarios para la atención de una emergencia en caso de tsunami, sismo u otro peligro.

Figura N° 20. Área de Refugio ante Tsunami.





## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Alva, Escalaya (2005) Actualización de los Parámetros Sismológicos en la Evaluación del Peligro Sísmico en el Perú.
- ✓ Ávalos, J. (2019). El Efecto Coriolis en la Propagación del Maremoto de Chile del 2010. Tesis de Licenciatura, UNMSM
- ✓ Ávalos, J. (2023). Dinámica y Modelado Numérico del Campo de Velocidad de flujo en un Maremoto. Tesis de Maestría, UNMSM (sin publicar)
- ✓ Ávalos, J. (2023). Velocidad en la Altura Máxima de Inundación por Maremoto en el marco Lagrangiano. Revista de investigación de Física, UNMSM (sin publicar)
- ✓ Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- ✓ Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). 2017. Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID).
- ✓ Dao, Adityawan y Tanaka (2011). Sensitivity analysis of shore-parallel canal for tsunami wave energy reduction. Journal of Japan Society of civil engineers.
- ✓ Dirección de Hidrografía y Navegación, Marina de Guerra del Perú <https://www.dhn.mil.pe/cnat/cartas-inundacion>
- ✓ Dexter (2013) Wave interaction of the H-type floating breakwater
- ✓ Evaluación de peligro sísmico en Perú, IGP 2014.
- ✓ FEMA y NOAA (2008). Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis.
- ✓ GFDRR, The World Bank. Knowledge Note 1-1. Cluster 1: Structural Measures. Structural Measures against Tsunami. <https://www.gfdr.org/sites/default/files/publication/knowledge-note-japan-earthquake-1-1.pdf>
- ✓ Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). 2017. Listado de emergencias según región del SINPAD, 2003-2017.
- ✓ INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL - INDECI (2003) Atlas de Peligros Naturales del Perú.



- ✓ INDECI y PNUD (2011). SIRAD. Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao. INDECI. 189 p.
- ✓ Ishiwatari M. y Sagara J. (2012). Structural Measures against Tsunamis. World Bank, Washington, DC.
- ✓ Jia J. (2017). Modern Earthquake Engineering. Offshore and Land-based Structures. Springer. 2017
- ✓ Jiménez, C. (2015). El Maremoto notable de 1746. Tesis de Maestría, UNMSM
- ✓ Cordero K. y Garcia D. (2011). Informe de Evaluación de Riesgo de Desastres por tsunami en el AA.HH. Félix Moreno, Distrito de Ventanilla, Provincia de Lima, Departamento de Lima.
- ✓ Muhammad (2014). Cost comparative study of the H-type floating breakwater.
- ✓ Norio Tanaka (2009). Vegetation bioshields for Tsunami mitigation: review of the effectiveness, limitations, construction and sustainable management. Landscape and Ecological Engineering.
- ✓ Organización de las Naciones para la Alimentación y Agricultura (FAO), Roma 2008. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo.
- ✓ Oetjen, Sundar, Venkatachalam, Reicherter, Engel, Schuttrumpf, Annamalaisamy (2022). A Comprehensive review on structural tsunami countermeasures. Natural hazards
- ✓ Renaud F. y Murti R. (2013). Ecosystems and disaster risk reduction in the context of the Great East Japan Earthquake and Tsunami. UNU-EHS. Publications Series. No 10.
- ✓ Subgerencia de Gestión de Riesgo de Desastres y Defensa Civil, (2018). Plan de Contingencia de Sismo y Tsunami del Distrito de Ventanilla 2018-2021. ítem 10.1.2 Zona Centro.
- ✓ TAVERA, Hernando, Riesgo Sísmico. Enero 2017.

## ANEXO

### Anexo I: Panel Fotográfico – junio 2023.



Equipo técnico de toma de datos para los parámetros de vulnerabilidad en el área de estudio.



Vuelo con Drone phantom 4 para obtención de Modelo digital de terreno y ortofoto de resolución espacial 2.7 cm.



Equipo de campo con Drone phantom 4.



Toma de datos de ubicación de botadero de basura con GPS.



Toma de datos de ubicación de botadero de basura con GPS.



Servicio de recojo de residuos sólidos con camión de basura.





**MANZANA B- LOTE 05**

Construcción de 1 piso de ladrillo con techo de calamina y presencia de desmonte en la fachada de la vivienda.



**MANZANA B- LOTE 12**

Construcción de 2 pisos donde el primer nivel es de ladrillo y el segundo nivel de madera con techo de calamina.



**MANZANA B- LOTE 20**

Construcción de 1 piso de ladrillo con techo de calamina.



**MANZANA B- LOTE 21**

Construcción de 1 piso de ladrillo con techo de calamina.



**MANZANA B- LOTE 41**

Construcción de 2 pisos donde el primer nivel es de ladrillo y el segundo nivel es de madera con techo de calamina.



**MANZANA B- LOTE 42**

Construcción de 2 pisos donde el primer el segundo nivel es de madera con techo de calamina.



**MANZANA C2- LOTE 06**

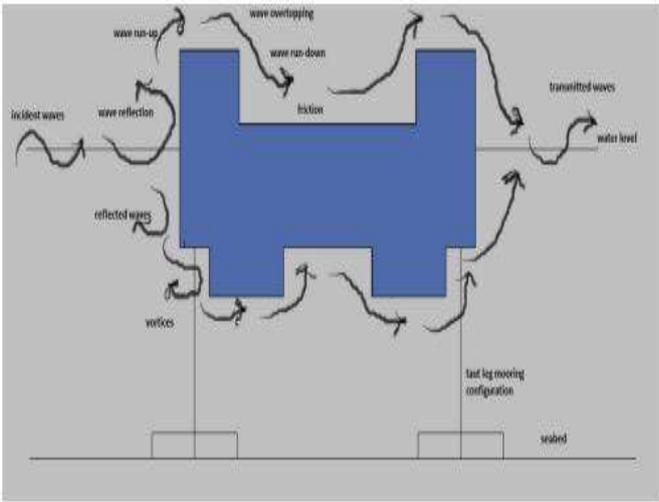
Construcción de 1 piso de adobe o tapia con techo de calamina.



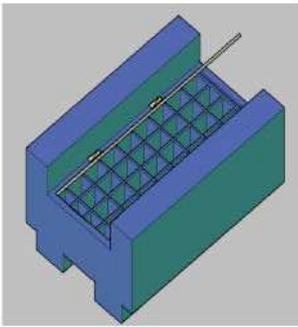
**MANZANA C1- LOTE 06**

Construcción de 1 piso de ladrillo con techo de calamina.

## Anexo 2: Medidas de prevención y reducción de riesgos. MEDIDAS ESTRUCTURALES

<b>MEDIDA N° 1: Rompeolas, diques (breakwater, seawall)</b>	
<b>Descripción</b>	<p>En general los rompeolas y los diques <b>son sobrepasados o destruidos por maremotos</b> que exceden las magnitudes con las cuales fueron diseñados. Sin embargo, incluso en estos casos, las estructuras logran ser efectivas en la mitigación de daños, pues reducen la “fuerza” de un maremoto, por tanto: reducen la altura de inundación y prolongan el tiempo en que llega a las viviendas. Ejemplo: en el caso del maremoto de Japón del 2011, se redujo la altura en un 40 % y el tiempo de arribo se prolongó en unos 6 minutos (Ishiwatari y Sagara, 2012).</p>
<b>Análisis</b>	<p><b>Desventajas:</b></p> <p>Altera el paisaje y la salinidad del agua, lo cual afecta al ecosistema local.</p> <p><b>Si no tiene la altura, diseño óptimo o no recibe mantenimiento contribuirá a los escombros durante la inundación por tsunami.</b></p>
<b>Características técnicas</b>	<p>Como ejemplo de sus dimensiones, en la ciudad de Miyako: 7 m de altura, 10.65 m respecto del nivel del mar, 3 m de grosor en la parte superior y 25 m de grosor en la base (Ishiwatari y Sagara, 2012).</p> <p><b>Ubicación.</b></p> <p>Mediante modelado numérico de inundación por Tsunami se determina la ubicación ideal (GFDRR)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><i>Mecanismo de disipación del rompeolas flotante en forma H (Dexter, 2013)</i></p>



<b>Costo</b>	Alrededor de 12.5 millones de dólares americanos por kilómetro. El de menor costo es el rompeolas flotante tipo H, 9.5 millones de dólares americanos por kilómetro (Muhammad, 2014).		
<b>Imagen</b>	 <p>seawall</p>	 <p>Rompeolas tipo H</p>	 <p>Rompeolas con tetrapodos</p>

<b>MEDIDA N° 2: Evacuación vertical</b>	
<b>Descripción</b>	<p><b>De un solo propósito</b></p> <p>Requiere espacio disponible, lejos o al menos cerca al borde de la inundación máxima. Debe ser antisísmica, de lo contrario podría colapsar sobre las personas que logren evacuar en la estructura</p> <p><b>Multipropósito</b></p> <p>Parques o áreas sin techo destinados a otros propósitos que no son de evacuación, pero que deben mantener libre acceso cuando deba ser usado como zona de refugio</p> <p>(FEMA y NOAA, 2008)</p>
<b>Análisis</b>	<p><b>Si no tiene la altura, diseño optimo o no recibe mantenimiento contribuirá a los escombros durante la inundación por tsunami.</b></p>
<b>Características técnicas</b>	<p>Detalles técnicos de viviendas en el contexto peruano, 2 niveles, de 8mx8m y 8mX20m se encuentran en Blondet (2019)</p>
<b>Costo</b>	<p>Entre 160 000 y 250 000 dólares americanos, para una vivienda de 8mX20m.</p>
<b>Imagen</b>	



<b>MEDIDA N° 3: Cinturón de árboles</b>	
<b>Descripción</b>	<p>Es la opción menos costosa. Se ha comprobado su efectividad en la reducción de daños en la inundación por Tsunami (Tanaka, 2009).</p> <p><b>Ubicación.</b> Se determina mediante modelado numérico. Ya que el objetivo es reducir la energía del Tsunami, se recomienda plantar en áreas donde se espera mayores velocidades de flujo.</p> <p>Ejemplo. En Papua Nueva Guinea, se redujo hasta 90% la presión debido a la velocidad de flujo</p>
<b>Análisis</b>	<p>Se recomienda estudiar la posibilidad de plantar árboles en el litoral cercano al área de estudio, considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cuánto afectaría al ecosistema litoral y de pantanos</li><li>• Los árboles más accesibles de ser plantados</li></ul> <p>La inversión en personal para mantenimiento del área de árboles. Debe mantenerse libre de potenciales escombros.</p>
<b>Características técnicas</b>	<p>Una densidad de 30 árboles por cada 100 metros cuadrados, mediante un cinturón de 100m de ancho. (Tanaka, 2009)</p> <p>Ejemplo de árboles, locales en el área de Oceanía: Casuarina equisetifolia, Pandanus odorifer, nucifera (cocos)</p>
<b>Costo</b>	<p>Costo referencial del trasplante de un árbol (<a href="http://www.peru.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Jardinería/Suministro_y_siembra_de_plantas/Siembra_y_trasplante_de_plantas/Trasplante_de_arbol.html">http://www.peru.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Jardinería/Suministro_y_siembra_de_plantas/Siembra_y_trasplante_de_plantas/Trasplante_de_arbol.html</a>)</p> <p>s/ 1 300.00</p> <p>Área referencial a plantar árboles: 20 000 m<sup>2</sup></p> <p>Referencia de número de árboles, considerando 30 árboles por cada 100 m<sup>2</sup>: 6 mil árboles para las especies mencionadas en "características técnicas "</p> <p>Costo referencial: s/ 7 800 000.00.</p> <p>Por lo anterior, se considera plantar en mayor porcentaje árboles jóvenes para reducir costos.</p>



Imagen



## MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

<b>Medida N° 1: Simulacros</b>	
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Participar en las actividades de preparación ante Tsunami que realice el gobierno local y otras instituciones como la DHN</li><li>● Conocer las instituciones y sus funciones referente a los Tsunamis</li><li>● Conocer la carta de inundación y las rutas de evacuación del distrito donde reside y del distrito donde labora.</li></ul>
<b>Imagen</b>	

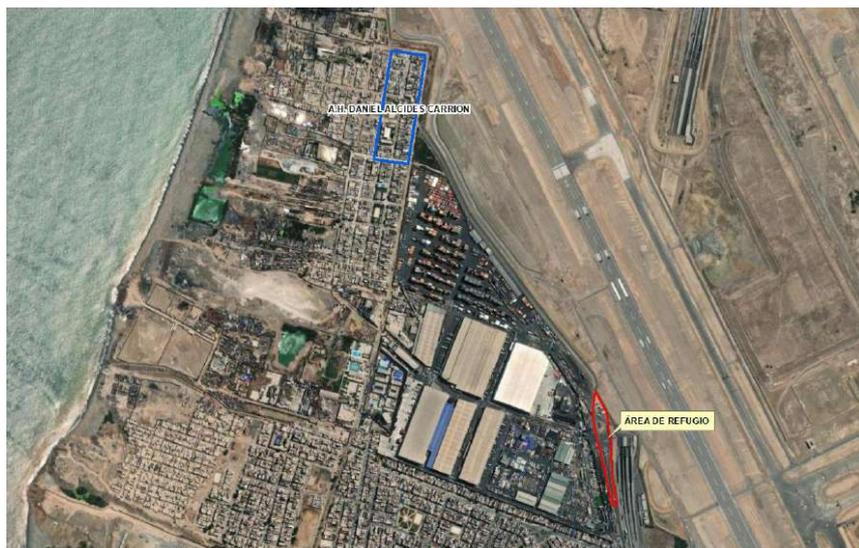
<b>Medida N° 2: Dejar libre los espacios</b>	
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Dejar libres las vías de tránsito frente a sus viviendas. Evitar la presencia obstáculos, por ejemplo, desmontes y autos (en particular los autos en desuso)</li><li>● Dejar libres las vías dentro de sus viviendas en caso deban evacuar ante la inundación por tsunami.</li></ul>
<b>Imagen</b>	

<b>Medida N° 3: Señalizar rutas de evacuación con luces con panel.</b>	
<b>Descripción</b>	<p>Se recomienda actualizaciones de los sistemas de alerta. debido al avance tecnológico, el cual da nuevas herramientas y potenciales usos que pueden considerarse en los sistemas de alerta, ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Luces con panel solar de señalización (ya que es muy probable que no se tenga energía eléctrica), en caso de evacuación nocturna.</li></ul>
<b>Imagen</b>	

<b>Medida N° 4: Simulación de evacuación</b>	
<b>Descripción</b>	<p>En el escenario de un maremoto de origen cercano en Lima - Callao, la onda debido al maremoto llega a las costas en unos 20 minutos. El nivel del agua debido al maremoto viaja desde las costas hasta su punto más alto de inundación, en unos 6 minutos (Ávalos, 2021). Por lo anterior se tiene que, desde que inicia el sismo que da origen al maremoto los habitantes tienen <b>26 minutos para evacuar</b>. Tenemos el posible escenario:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Maremoto durante la noche</li><li>● Tiempo de evacuación: a más tardar 26 minutos</li><li>● Recorrido posible: alrededor de <b>1 000 metros</b>, para quienes se encuentran lejos de las áreas de evacuación, Velocidad necesaria a pie: alrededor de <b>0.5 metros por segundo para personas de 60 años</b>, quienes necesitarán asistencia en su desplazamiento hasta las áreas de refugio.</li><li>● Escombros luego del sismo</li><li>● Los habitantes deben saber de memoria las rutas</li><li>● Deben desplazarse a oscuras, pues se corta la electricidad luego del sismo</li></ul>
<b>Imagen</b>	<p>Simulación Tsunami evacuación inundación, 9.0 Mw, La Punta Tiempo: 8 min Escenario Nocturno 2 Personas. Edades 40, 60 años 0.9 &lt; rapidez &lt; 1.5 m/s Tiempo de reacción = 0.0 s Atenuación de multitud Juan AC 2022</p> <p>NOTA: Es un ejemplo, pues se puede modificar el Número de Personas (cada una con su velocidad) y los Parámetros</p>

<b>Medida N° 5: Mantener libre las rutas de evacuación</b>	
<b>Descripción</b>	<p>En el área de estudio se recomienda enfáticamente evitar la presencia de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Autos estacionados fuera de funcionamiento en las calles, ya que reducen considerablemente el paso.</li><li>● Camiones estacionados cerca de vías públicas</li><li>● Desmontes, residuos sólidos</li></ul> <p>Mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Programas de capacitación</li><li>● Ampliación de las rutas y frecuencia de los camiones recolectores</li><li>● Acciones en el ámbito de sus funciones</li></ul> <p>En los alrededores de los almacenes mantener al mínimo la presencia de contenedores o similares. De lo contrario se tendrán numerosos escombros debido al sacudimiento de los almacenes en el sismo previo.</p>
<b>Imagen</b>	

<b>Medida N° 6: Zonas de refugio</b>	
<b>Descripción</b>	<p>El lugar sin inundación más cercano sería el almacén Arcor, al sur-este del área de estudio, además también se recomienda tomar en cuenta el área ubicada al lado izquierdo de la entrada al túnel de la Av. Néstor Gambetta como posibles áreas de refugio.</p> <p>Sin embargo, esta área no se recomienda como refugio pues presenta los siguientes inconvenientes:</p> <p><b>Distancia:</b> la distancia media del área de estudio al almacén es alrededor de 1200 m</p> <p><b>Accesibilidad:</b> En el caso de ser refugio, ya estaría con personas ya q otras áreas inundables están más cerca</p> <p><b>Escombros:</b> Al ser almacén, se tendrá numerosos objetos arrastrados por la inundación</p> <p><b>Altitud.</b> Se encuentra en el mismo rango de altitud que el área de inundación (de 4 a 6 msnm), por lo que podría también inundarse ante eventos inesperados que sucedan durante el tsunami.</p>
<b>Imagen</b>	 <p>Área de refugio N° 1 - Almacén Arcor</p>



Área de refugio N° 2 – ubicada al lado izquierdo de la entrada al túnel de la Av. Néstor Gambetta.

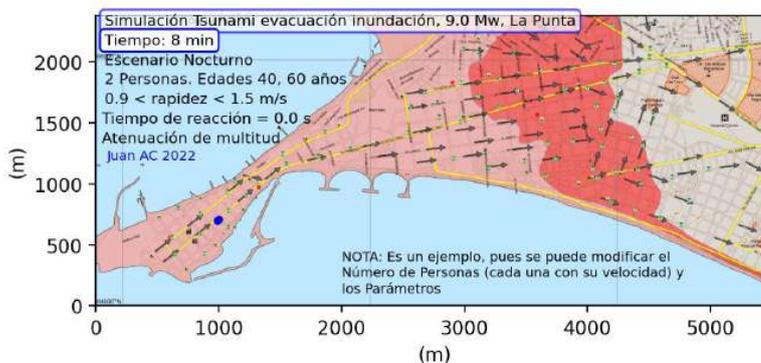
### Medida N° 7: Actualizar mediciones de batimetría topografía

#### Descripción

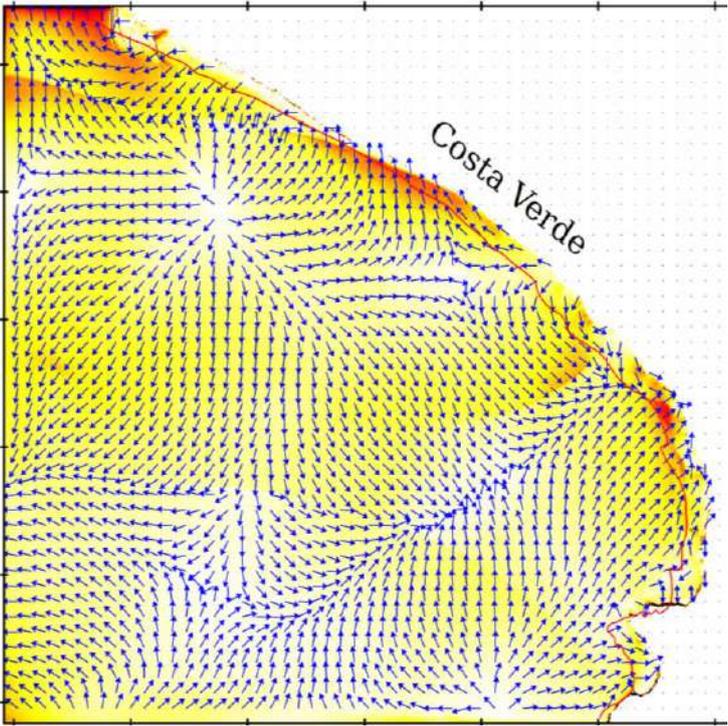
Comunicar a las instituciones correspondientes, como DHN, IGN la importancia de: La mejora constante de las mediciones de batimetría topografía. Estos datos serán utilizados en la simulación numérica. El término “eficiente” se refiere a que por ejemplo podría tenerse una topografía de 1 centímetro de resolución, pero el estado del arte de los modelados numéricos de maremotos tiene un límite de “validez” en lo que respecta a la resolución espacial. El límite de “validez” de la resolución espacial del modelado de maremotos es en sí un tema que se recomienda investigar. Se puede estimar que el límite de “validez” de la resolución espacial está entre los 15 y 20 m. El término “validez” tiene un significado en términos de magnitudes físicas y matemáticas, debe ser tratado con cuidado; para fines de este informe se puede decir que “validez” se refiere a cuán cercano a la realidad son los resultados del modelado numérico en la escala de metros y centímetros.

Todo esto con la finalidad de contar con información actualizada que contribuya al desarrollo de otros estudios posteriores y complementarios a la presente evaluación de riesgos por desastres (EVAR).

#### Imagen



Las mediciones de batimetría - topografía son parte de los insumos para la carta de inundación.

<b>Medida N° 8: Modelado numérico de velocidades e inundación</b>	
Descripción	<p>Con el fin de tener datos para la construcción de estructuras se recomienda solicitar a las instituciones correspondientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Un mapa de velocidades del agua en la inundación (Ávalos, 2021), resultado de modelados numéricos. Lo cual contribuye a estimar la distribución de escombros en las rutas de evacuación y alrededores.</li><li>• Realizar mapas de inundación y de cotas de inundación, causados por maremotos de origen Sismo-tectónico, mediante simulación numérica en el área de estudio, actualizados cada 4 años o según modificaciones naturales o antropogénicas.</li></ul> <p>Todo esto con la finalidad de contar con información actualizada que contribuya al desarrollo de otros estudios posteriores y complementarios a la presente evaluación de riesgos por desastres (EVAR).</p>
Imagen	 <p>El mapa muestra un campo de vectores de velocidad de inundación. Las flechas azules representan la dirección y magnitud de la corriente. Una línea roja a lo largo de la costa superior derecha está etiquetada como 'Costa Verde'. El fondo del mapa tiene una escala de colores que va de amarillo a rojo, indicando niveles de intensidad o velocidad.</p>

### Medida N° 9: Regulación de anclaje de embarcaciones

Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proponer a la autoridad competente la regulación del anclaje de embarcaciones marítimas cerca del área de estudio con el fin de reducir el nivel de riesgo.</li></ul>
Imagen	

### Medida N° 10: Regulación construcciones

Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• La autoridad competente debe restringir y regular la construcción de viviendas mayores a los 2 pisos a través del establecimiento de una zonificación con parámetros urbanísticos asociados a las zonas de alto riesgo de desastre, a fin de reducir el nivel de hacinamiento y por consiguiente reducir el nivel de riesgo.</li></ul>
Imagen	