



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**  
**ESTIMACIÓN DE RIESGO POR TSUNAMI MEDIANTE USO DE LOS SISTEMAS DE**  
**INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN EL DISTRITO DE VENTANILLA**

Línea de investigación: Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
geotecnia

Informe de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Carbajal Miranda, Cristopher Anderson

**Asesor:**

Alva Velásquez, Miguel

(ORCID: 0000-0002-0750-1701)

**Jurado:**

Vásquez Aranda, Ahuber Omar

Gonzales Alarcón, Angelino Oscar

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Lima – Perú

2023

## **DEDICATORIA**

*A mi mamá, por haberme hecho la persona que soy, por toda su fortaleza y amor incondicional que me brinda en todo momento, y su gran apoyo durante todo este tiempo del proceso de titulación.*

*A mi papá, por creer en mí siempre y darme el valor de seguir adelante.*

## INDICE

RESUMEN .....	9
ABSTRAC .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Trayectoria del Autor .....	13
1.2. Descripción de la Empresa.....	14
1.3. Organigrama de la Empresa.....	15
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	15
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA.....	16
2.1. Objetivos.....	16
2.2. Ubicación.....	17
2.2.1. Límites .....	17
2.2.2. Sector .....	18
2.2.3. Clima.....	20
2.2.4. Población .....	21
2.3. Marco teórico.....	22
2.3.1. Peligro.....	22
2.3.2. Clasificación del Peligro.....	22
2.3.3. Tsunami .....	24
2.3.4. Clasificación del Tsunami.....	24
2.3.5. Vulnerabilidad .....	25
2.3.6. Factores de la Vulnerabilidad .....	25
2.3.7. Elementos expuestos .....	26
2.3.8. Dimensiones de la Vulnerabilidad .....	27
2.3.9. Riesgo .....	29
2.4. Metodología.....	30

2.5.	Análisis de Peligro .....	31
2.5.1.	Análisis de Elementos expuestos en zona de peligro.....	40
2.6.	Análisis de Vulnerabilidad.....	43
2.6.1.	Análisis de la Dimensión social .....	43
2.6.2.	Análisis de la Exposición Social.....	44
2.6.3.	Análisis de la Fragilidad Social .....	46
2.6.4.	Análisis de la Resiliencia Social .....	49
2.6.5.	Cálculo de la Vulnerabilidad .....	50
2.6.6.	Cálculo de la Vulnerabilidad de la Dimensión Social .....	51
2.7.	Análisis del Riesgo .....	54
2.8.	Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) .....	56
2.8.1.	Procesamiento Geoespacial y Tabular .....	56
2.9.	Resultados .....	68
III.	APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA .....	80
IV.	CONCLUSIONES .....	811
V.	RECOMENDACIONES.....	822
VI.	REFERENCIAS.....	83
VII.	ANEXOS .....	86

### INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Matriz de comparación de pares del parámetro Ubicación en zona inundable.....	36
<b>Tabla 2</b>	Matriz de normalización del parámetro Ubicación en zona inundable.....	36
<b>Tabla 3</b>	Índice y Relación de consistencia del parámetro Ubicación en zona inundable .....	36
<b>Tabla 4</b>	Cálculo del valor del parámetro .....	37
<b>Tabla 5</b>	Valor de Peligro .....	37
<b>Tabla 6</b>	Niveles de Peligrosidad para el distrito de Ventanilla .....	37



<b>Tabla 7</b> Exposición de viviendas por sector del distrito .....	40
<b>Tabla 8</b> Exposición de instituciones educativas según el nivel educativo por el tipo de gestión	41
<b>Tabla 9</b> Exposición de puestos de salud .....	41
<b>Tabla 10</b> Matriz de comparación de pares de la Dimensión Social .....	43
<b>Tabla 11</b> Matriz de normalización de los factores de la Dimensión Social .....	43
<b>Tabla 12</b> Índice y Relación de consistencia de los factores de la Dimensión Social.....	44
<b>Tabla 13</b> Matriz de comparación de pares del parámetro de Exposición Social .....	45
<b>Tabla 14</b> Matriz de normalización del parámetro de Exposición Social .....	46
<b>Tabla 15</b> Índice y Relación de consistencia del parámetro de Exposición Social .....	46
<b>Tabla 16</b> Matriz de comparación de pares del parámetro de Fragilidad Social .....	48
<b>Tabla 17</b> Matriz de normalización del parámetro de Fragilidad Social .....	48
<b>Tabla 18</b> Índice y Relación de consistencia del parámetro de Fragilidad Social.....	48
<b>Tabla 19</b> Matriz de comparación de pares del parámetro de Resiliencia Social.....	49
<b>Tabla 20</b> Matriz de normalización del parámetro de Resiliencia Social.....	49
<b>Tabla 21</b> Índice y Relación de consistencia del parámetro de Resiliencia Social .....	50
<b>Tabla 22</b> Matriz de Exposición Social (Parámetro x Descriptor) .....	50
<b>Tabla 23</b> Matriz de Fragilidad Social (Parámetro x Descriptor).....	50
<b>Tabla 24</b> Matriz de Resiliencia Social (Parámetro x Descriptor) .....	51
<b>Tabla 25</b> Cálculo de los valores de los parámetros de Dimensión Social.....	51
<b>Tabla 26</b> Valor de la Vulnerabilidad.....	52
<b>Tabla 27</b> Niveles de Vulnerabilidad para el distrito de Ventanilla .....	52
<b>Tabla 28</b> Cálculo del Riesgo ante Tsunami .....	54
<b>Tabla 29</b> Niveles de Riesgo por Tsunami en el distrito de Ventanilla.....	54

<b>Tabla 30</b> Capacitación en Gestión de Riesgo por sectores del Distrito de Ventanilla.....	61
--	----

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Organigrama ONG Fundación Ayuda en Acción - Perú.....	15
<b>Figura 2</b> Ubicación del distrito de Ventanilla.....	18
<b>Figura 3</b> Mapa de Ventanilla sectorizado .....	19
<b>Figura 4</b> Distribución de la temperatura y humedad.....	20
<b>Figura 5</b> Distribución de la población y vivienda a nivel provincial.....	21
<b>Figura 6</b> Clasificación de Peligros.....	22
<b>Figura 7</b> Clasificación de peligros originados por fenómenos de origen natural .....	23
<b>Figura 8</b> Clasificación de los Tsunamis.....	24
<b>Figura 9</b> Distribución de los elementos expuestos.....	26
<b>Figura 10</b> Dimensión Social .....	27
<b>Figura 11</b> Dimensión Económica .....	28
<b>Figura 12</b> Dimensión Ambiental.....	29
<b>Figura 13</b> Metodología de trabajo empleado .....	30
<b>Figura 14</b> Cartas de Inundación del distrito de Ventanilla .....	32
<b>Figura 15</b> Mapa de Inundación por Tsunami del distrito de Ventanilla .....	33
<b>Figura 16</b> Escala numérica y descriptores de Saaty.....	35
<b>Figura 17</b> Matriz de Peligro .....	38
<b>Figura 18</b> Mapa de Peligro por Tsunami .....	39
<b>Figura 19</b> Mapa de los elementos expuestos dentro de la zona inundable .....	42
<b>Figura 20</b> Parámetros de búsqueda de Población por edad en manzanas.....	44
<b>Figura 21</b> Parámetros de búsqueda de Material de construcción predominante en muros a nivel de manzanas .....	47
<b>Figura 22</b> Matriz de Vulnerabilidad.....	53

<b>Figura 23</b> Matriz del Riesgo .....	55
<b>Figura 24</b> Datos a descargar del Sistema de consulta del INEI.....	57
<b>Figura 25</b> Procedimiento de anexión entre ambas bases de datos .....	58
<b>Figura 26</b> Base de datos final con los datos para análisis de Vulnerabilidad .....	59
<b>Figura 27</b> Cálculo de las variables de Fragilidad y Exposición.....	60
<b>Figura 28</b> Base gráfica del Distrito de Ventanilla en formato CAD.....	62
<b>Figura 29</b> Cálculo de la Vulnerabilidad Social .....	63
<b>Figura 30</b> Cálculo del Riesgo ante Tsunami.....	64
<b>Figura 31</b> Parámetro de los campos en el Join Data .....	65
<b>Figura 32</b> Parámetro de la Simbolización por rangos de cualidades .....	66
<b>Figura 33</b> Mapa de Peligro de la Zona Oeste A y Oeste B .....	68
<b>Figura 34</b> Mapa de Peligro de la Zona Centro.....	69
<b>Figura 35</b> Mapa de Peligro de la Zona Sur Centro .....	70
<b>Figura 36</b> Mapa de Peligro de la Zona Sur .....	71
<b>Figura 37</b> Mapa de Vulnerabilidad de la Zona Oeste A y Oeste B .....	72
<b>Figura 38</b> Mapa de Vulnerabilidad de la Zona Centro .....	73
<b>Figura 39</b> Mapa de Vulnerabilidad de la Zona Sur Centro.....	74
<b>Figura 40</b> Mapa de Vulnerabilidad de la Zona Sur.....	75
<b>Figura 41</b> Mapa de Riesgo por Tsunami de la Zona Oeste A y Oeste B .....	76
<b>Figura 42</b> Mapa de Riesgo por Tsunami de la Zona Centro .....	77
<b>Figura 43</b> Mapa de Riesgo por Tsunami de la Zona Sur Centro .....	78
<b>Figura 44</b> Mapa de Riesgo por Tsunami de la Zona Sur .....	79

## RESUMEN

El presente informe tiene un aporte académico, describiendo la experiencia profesional del autor en el ejercicio de su profesión como analista de sistemas de información geográfica. Lo cual utilizará para poder estimar el riesgo que presenta el distrito de Ventanilla ante un fenómeno natural de tsunami, utilizando fuentes de información de instituciones nacionales técnicas-científicas y el uso de los sistemas de información geográfica (SIG) como herramienta de insumo. Para este fin se ha analizado la vulnerabilidad social en la exposición, fragilidad y resiliencia a nivel de manzanas urbanas, mediante el uso de los manuales de riesgo que se ofrece el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Desastre (CENEPRED), que emplea la metodología de Análisis de jerarquía de Saaty, donde se va a determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

Resultando una afectación de 517 manzanas con nivel de vulnerabilidad entre medio a muy alto y el mapeo de los elementos expuestos al peligro como instituciones educativas, puestos de salud, población vulnerable y una estación de bomberos voluntarios del Perú. A la vez se identificó 6 zonas seguras para la evacuación de la población vulnerable.

**Palabras claves:** Tsunami, Sistemas de información geográfica, Vulnerabilidad, Peligro, Riesgo.

## ABSTRAC

This report has an academic contribution, describing the professional experience of the author in the exercise of his profession as a geographic information systems analyst. This will be used to estimate the risk presented by the district of Ventanilla in the event of a natural tsunami phenomenon, using information sources from national technical-scientific institutions and the use of geographic information systems (GIS) as an input tool. For this purpose, social vulnerability has been analyzed in terms of exposure, fragility and resilience at the level of urban blocks, using the risk manuals offered by the National Center for Estimation, Prevention and Disaster Reduction (CENEPRED), which uses the methodology of Saaty's hierarchy analysis, where the levels of hazard, vulnerability and risk will be determined.

As a result, 517 blocks were affected with a medium to very high level of vulnerability and the mapping of elements exposed to danger such as educational institutions, health posts, vulnerable population and even a Peruvian volunteer fire station. At the same time, 6 safe zones were identified for the evacuation of vulnerable people.

**Keywords:** Tsunami, Geographic Information Systems, Vulnerability, Hazard, Risk.

## I. INTRODUCCIÓN

El número de desastres naturales está aumentando en todo el mundo desde el principio del siglo XXI debido al cambio climático, en especial, las zonas costeras corren riesgos a sufrir diversos peligros como: inundaciones, deslizamientos, erosiones costeras, tsunamis, etc., que provocan pérdidas y daños amenazando la existencia de vida en estas zonas (Elysa et al., 2020). Otra causa que determina el origen del riesgo por tsunami es la ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, que está asociado con el límite de placas tectónicas, donde son muy frecuente los terremotos. La zona del cinturón de fuego es tectónicamente activa (Masum & Ali Akbar, 2019). En América del Sur, el Perú es parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, donde el planeta libera energía en forma de terremotos y erupciones volcánicas. Este alto índice de sismicidad se debe a la colisión entre las placas de Nazca y la sudamericana, donde la primera se introduce por debajo de la segunda originando el movimiento de subducción, principal fuente de composición de los terremotos en el Perú (Tavera, 2001).

Los tsunamis son uno de los desastres naturales más peligrosos y destructivos. Estas son olas oceánicas repentinas que pueden ser causadas por una variedad de factores. Sin embargo, la mayoría de los tsunamis son causados por actividad sísmica (grandes terremotos) que ocurren en el fondo del océano o cerca del mismo (Windupranata et al., 2020) (Vilches et al., 2014), esto trae consigo una serie de sucesos que ponen en peligro y alteran la vida y los medios de subsistencia de las personas, resultando en deterioro ambiental, pérdidas humanas, daños a la propiedad, efectos psicológicos (Kumaat et al., 2018) y económicas (Windupranata et al., 2020). En los últimos 12 años (1992 – 2003) han ocurrido más de 20 tsunamis en el Perú incluyendo el del 21 de febrero de 1996 frente a Chimbote (norte del Perú) y el tsunami del 23 de junio de 2001 frente a la región de Camaná (sur del Perú) (Kulikov et al., 2005).

Uno de los grandes impactos generados por tsunamis es la afectación a las poblaciones vulnerables, las cuales están asentadas en una expansión descontrolada de los asentamientos urbanos. El crecimiento costero presenta características que las convierten en áreas densas y marginales. Por lo tanto, el crecimiento de los asentamientos dará como resultado la expansión urbana, si este no está fiscalizado por las regulaciones distritales y gubernamentales (Farizkha et al., 2019), por lo que significará un número mayor de personas expuestas. Estas serían ancianos, niños menores y personas con problemas de movilidad (Salazar-Arbelaez, 2018).

Otro impacto que generaría los tsunamis está relacionado con los cambios relativos del nivel del mar, ríos, lagos, sedimentación fluvial y costera (Quezada et al., 2010). Estos cambios en la morfodinámica costera provocarían la modificación de la pendiente de playas (Chunga-Llauce et al., n.d.), muerte de biota intermareal, desecamientos de ríos y humedales costeros (Quezada et al., 2010).

Debido a que los desastres naturales son ineludibles, la población busca estrategias para reducir sus efectos (Liu, 2020), y antes de comenzar cualquier construcción o alternativa de reducción, se debe tener en cuenta el impacto potencial de las olas del tsunami para la reducción de pérdidas de vida y la propiedad (Kulikov et al., 2005). Entre los métodos más usados está el análisis de amenazas, vulnerabilidad y riesgo, la cual es fundamental para identificar áreas expuestas, comunidades vulnerables y elementos expuestos. Los resultados de estas evaluaciones permiten la identificación de estrategias y medidas apropiadas de reducción y gestión de riesgos para lugares específicos (Aguirre Ayerbe et al., 2016). Para determinar con mayor precisión y ayudar en la gestión del riesgo se representaría en los “mapas temáticos de riesgo” (Yilmaz et al., 2011).



Para aumentar la resiliencia de la comunidad ante los desastres, se deben realizar esfuerzos de gestión a largo plazo para preparar a la comunidad local. El aumento de la participación de la comunidad en la reducción del riesgo de desastres es una estrategia para impulsar la resiliencia de la comunidad ante estos. La definición original de resiliencia puso un fuerte énfasis en la capacidad de una comunidad para recuperarse después de un desastre, pero la definición actual es más inclusiva y pone énfasis en la preparación, la mitigación y la adaptabilidad (Sari & Soesilo, 2020).

Por lo que el presente informe tiene como objetivo determinar la estimación de riesgo por Tsunami mediante el uso de sistemas de información geográfica en el distrito de Ventanilla.

### **1.1. Trayectoria del Autor**

Bachiller de la especialidad de Ingeniería Geográfica de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), con experiencia en el uso de sistemas de información geográfica, procesamiento de datos tabulares y geoespaciales, manejo de archivos vectoriales y ráster, procesamiento de imágenes satelitales y de drones.

En el último año laboró en la ONG Ayuda en Acción como Analista de campo en Gestión de Riesgo de Desastres para la Elaboración del Estudio Definitivo del Proyecto de Inversión Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Alerta Temprana de Tsunamis de las Principales Localidades de la Costa Peruana.

De igual manera laboró como encuestador de Marco de Área para la Encuesta Nacional Agraria (ENA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) en La Libertad, recolectando datos de parcelas que intersecan al segmento muestra y delimitando las parcelas agrarias y no agrarias en el mapa del segmento de muestra y en el software geográfico.

Durante octubre del 2020 a octubre 2021 tuvo el cargo de Analista de Consistencia Cartográfica en el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en la Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales y posteriormente a la Dirección Nacional de Censos y Encuesta en la elaboración de mapeo de los principales indicadores para la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar ENDES 2020-2021.

Durante setiembre a diciembre del 2019, laboró como Analista SIG en el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) para el apoyo del proceso de formalización de actividades de pequeña minería y minería artesanal (IGAFOM).

De igual manera laboró como Especialista en Sistemas de Información Geográfica en el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR), en la elaboración de mapas temáticos correspondiente a supervisiones forestales realizadas en el ámbito de la Oficina Desconcentrada de Pucallpa, Tarapoto y Puerto Maldonado.

Y su primera experiencia laboral como bachiller fue como Revisor en Sistemas de Información Geográfica en el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en la validación de archivos de información de restitución y en la revisión y control del TLM y Geodatabase.

## **1.2. Descripción de la Empresa**

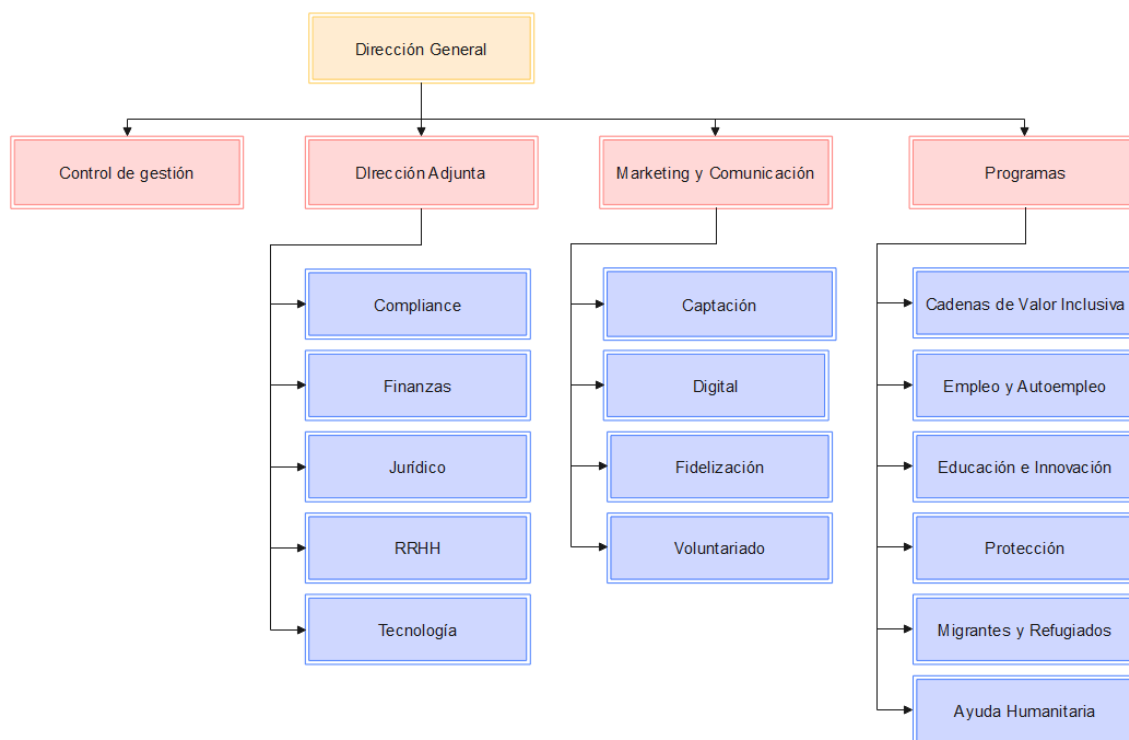
AYUDA EN ACCIÓN, es una ONG global con presencia en 21 países y 4 continentes, ésta trabaja en Red desarrollando proyectos en colaboración con terceros.

Nacida en España en 1981, la Fundación Ayuda en Acción inicia trabajos en Perú en 1988 para trabajar por los más necesitados, soñando un futuro común y generando oportunidades.

### 1.3. Organigrama de la Empresa

**Figura 1**

*Organigrama ONG Fundación Ayuda en Acción - Perú*



### 1.4. Áreas y funciones desempeñadas

Funciones destacadas:

- Reconocimiento de las zonas seguras ante tsunami en los distritos costeros.
- Reconocimiento de la ubicación de la señalética de rutas de evacuación, zonas seguras e informativas dentro del área de inundación ante tsunami.
- Realizar informes de los datos obtenidos en campo.
- Realizar mapas temáticos de las principales rutas de evacuación, zonas seguras y ubicación de señaléticas.

## **II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA**

Durante mi trabajo en el sector privado participé en la Elaboración del Estudio Definitivo del Proyecto de Inversión Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Alerta Temprana de Tsunamis en las principales localidades de la Costa Peruana, proyecto que tenía colaboración del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y con la supervisión técnica del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).

El proyecto tiene como objetivo “Brindar un adecuado servicio de alerta temprana de tsunamis con el que cuenta la población de la costa el Perú”, se requiere contar con un sistema completo, capaz de generar una señal sonora y visual de alcance masivo, que constituya un aviso para la población sobre el inicio de un evento tsunamigénico, a fin de permitir un tiempo de oportunidad en el que se efectúen las acciones para reducir la posibilidad de víctimas y daños, y la activación de los mecanismos de prevención previos al evento.

### **2.1. Objetivos**

El presente informe tiene como objetivo principal estimar los niveles de riesgo por tsunami del distrito de Ventanilla, para lo cual se plantea los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el peligro ante tsunami del distrito.
- Determinar la vulnerabilidad del distrito a nivel de sectores a través de dimensión social.
- Proponer rutas de evacuación y zonas seguras ante el peligro de tsunami.

## **2.2. Ubicación**

El distrito de Ventanilla se encuentra localizada al norte de la Provincia Constitucional del Callao y a 34 km al noroeste de Lima, ocupando más de la mitad del territorio de la Región Callao. Con una extensión de 73.52 km<sup>2</sup>.

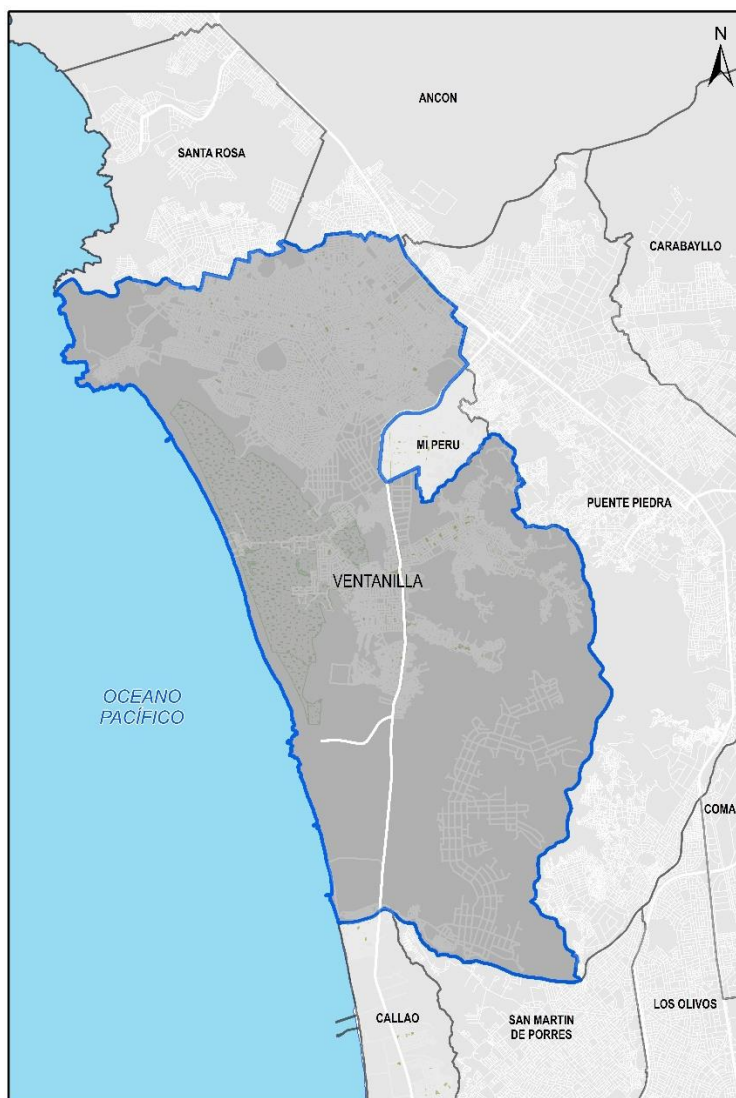
### **2.2.1. Límites**

El distrito de Ventanilla se encuentra delimitado de la siguiente forma:

- Por el Norte: Con los distritos de Ancón y Santa Rosa de Lima Metropolitana.
- Por el Sur: Con el distrito del Callao y el distrito de San Martín de Porres de Lima Metropolitana.
- Por el Este: Con el distrito de Mi Perú y el distrito de Puente Piedra de Lima Metropolitana.
- Por el Oeste: Con el Océano Pacífico.

**Figura 2**

*Ubicación del distrito de Ventanilla*



### **2.2.2. Sector**

El distrito de Ventanilla se encuentra dividido en 6 sectores orientadas a los puntos cardinales.

**Figura 3***Mapa de Ventanilla sectorizado*

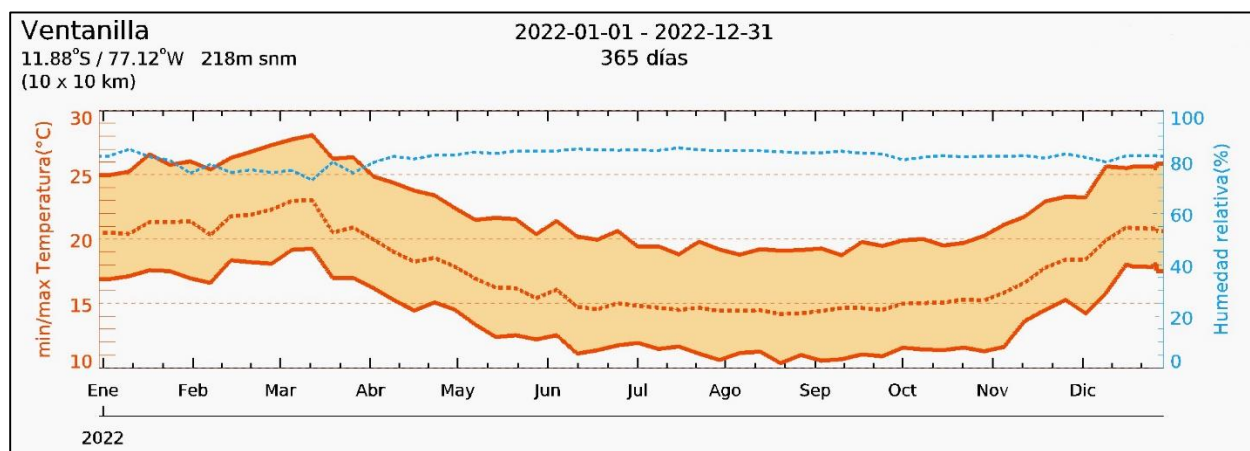
*Nota.* Adaptado del *Plan Local de Seguridad Ciudadana*, de la Municipalidad distrital de Ventanilla, 2017

### 2.2.3. *Clima*

Las estaciones marcadas para el distrito son los veranos e inviernos. Los veranos son muy calurosos, áridos, húmedos y nublados. Y los inviernos son largos, secos, ventosos y mayormente despejados. En el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 15 °C a 27 °C y raramente baja a menos de 14 °C o sube a más de 29 °C. (Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/20443/Clima-promedio-en-Ventanilla-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>)

#### **Figura 4**

*Distribución de la temperatura y humedad*



*Nota.* Extraído de la plataforma Meteoblue,

([https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/ventanilla\\_per%c3%ba\\_3926282?fcstlength=1y&year=2022&month=2](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/ventanilla_per%c3%ba_3926282?fcstlength=1y&year=2022&month=2))

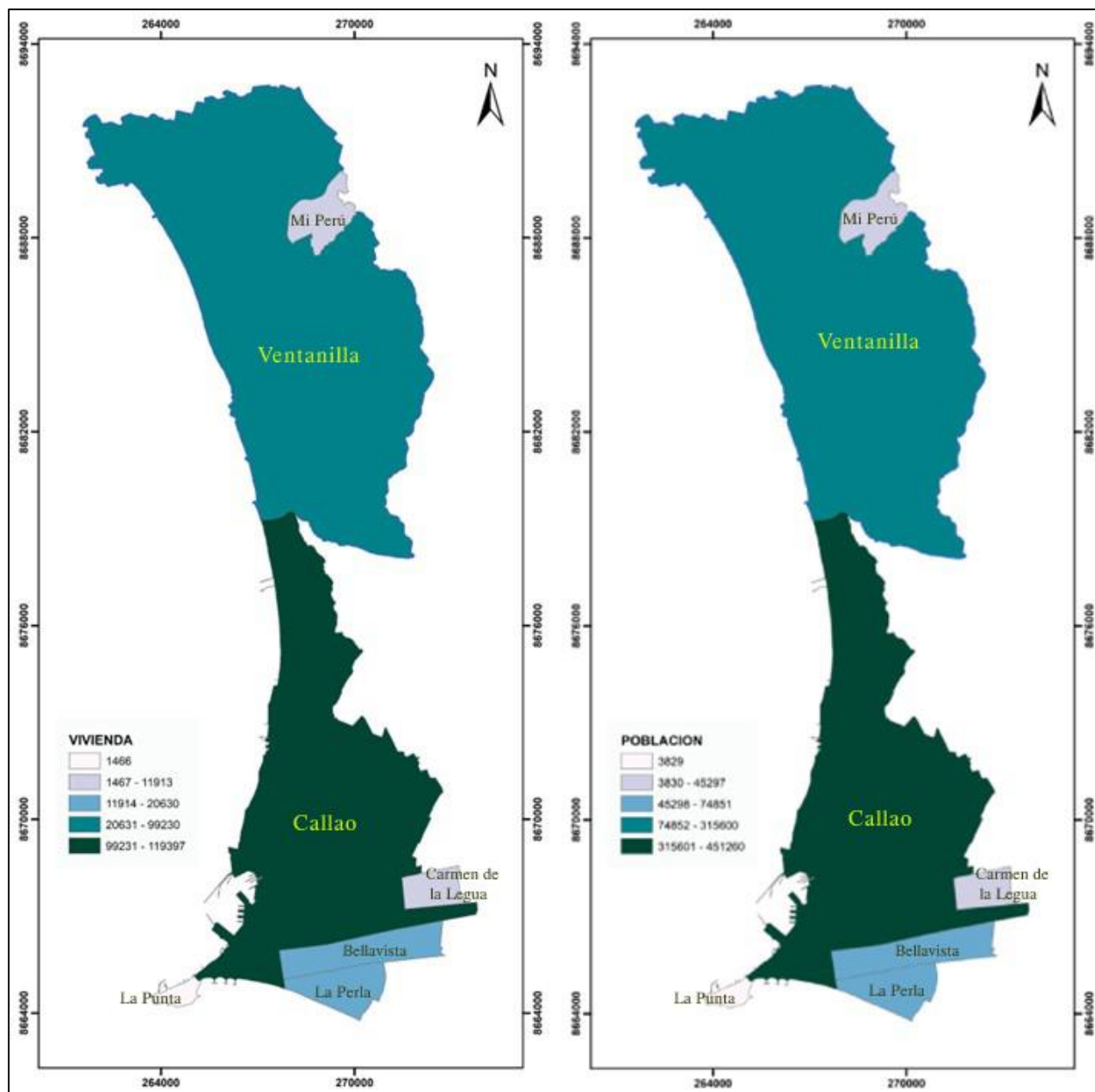


### 2.2.4. Población

El distrito del Callao es el más poblado del Primer Puerto con 410 mil 640 habitantes seguido de Ventanilla con 355 mil 830 habitantes (Fuente: INEI).

**Figura 5**

Distribución de la población y vivienda a nivel provincial



*Nota.* Información recopilada del Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

## 2.3. Marco teórico

### 2.3.1. Peligro

Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural, eventos físicos, incidentes tecnológicos o actividades humanas que tienen el potencial de resultar en daños a la propiedad, muerte o lesiones humanas, trastornos sociales y económicos y la degradación del ambiente en un lugar específico y en un tiempo dado (Ocola, 2016).

### 2.3.2. Clasificación del Peligro

Según su origen se clasifican en dos grandes grupos: de origen natural e inducidos por la actividad del hombre. (CENEPRED, 2014)

#### Figura 6

##### *Clasificación de Peligros*



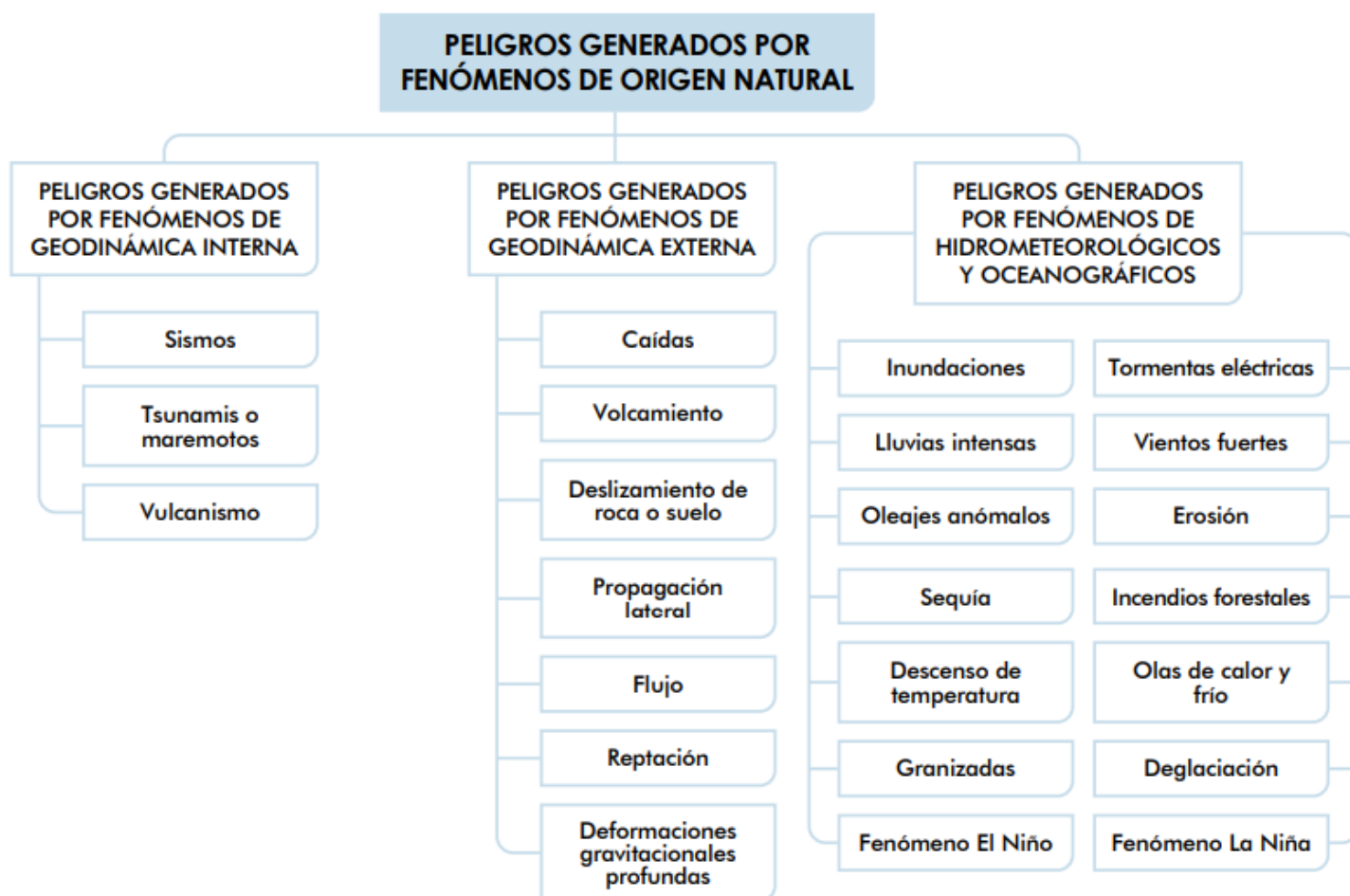
*Nota.* Extraído del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (p. 21), por CENEPRED, 2015.

Y una subdivisión del peligro por fenómenos de origen natural, que se clasifican en tres grandes grupos por el tipo de fenómeno:

- Fenómenos de geodinámica interna
- Fenómenos de geodinámica externa
- Fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos.

**Figura 7**

*Clasificación de peligros originados por fenómenos de origen natural*



*Nota.* Extraído del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (p. 22), por CENEPRED, 2015

### 2.3.3. *Tsunami*

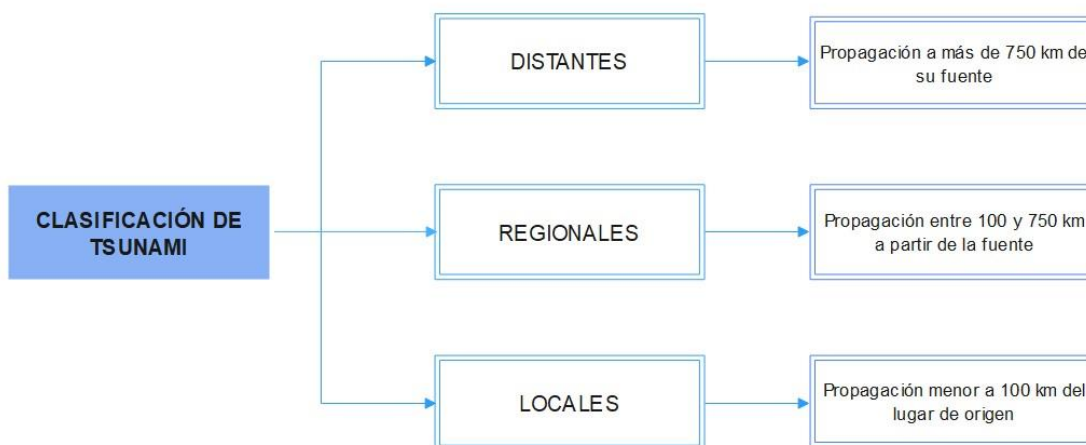
Es un fenómeno natural que ocurre principalmente en el mar, producido por una perturbación sísmica o algún otro proceso geológico, impulsando un desplazamiento vertical de columnas de agua originando un tren de ondas largas (longitudes de cientos kilómetros), con un periodo que va de varios minutos a una hora, moviéndose rápidamente en todas las direcciones desde el punto de origen y hasta acercarse a la costa, con olas que alcanzan alturas de grandes proporciones, causando daños e inundaciones (Lagos López & Cisternas Vega, 2009).

### 2.3.4. *Clasificación del Tsunami*

Se clasifican en tres categorías según la distancia de propagación.

#### Figura 8

*Clasificación de los Tsunamis*



*Nota.* Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (p. 53), por CENEPRED, 2015

### **2.3.5. Vulnerabilidad**

Es el grado en que un componente o conjunto de componentes están expuestos a una amenaza natural o antrópica de determinada magnitud (INDECI, 2006), y sin vulnerabilidad, no hay destrucción o pérdidas (CEPAL, 2002).

### **2.3.6. Factores de la Vulnerabilidad**

Para la determinación de la vulnerabilidad se toma en cuenta tres factores: exposición, fragilidad y resiliencia (CENEPRED, 2014).

- **Exposición**

Describe acciones y prácticas que ponen a las personas y su forma de vida en zonas de impactos de un peligro. La exposición es generada por una relación inapropiada con el ambiente, debido a la mala planificación del crecimiento demográfico, al proceso de urbanización sin un manejo del territorio y a procesos migratorio desordenado. Una mayor vulnerabilidad resulta de una mayor exposición (CENEPRED, 2014).

- **Fragilidad**

Describe las condiciones de desventaja o debilidad de las personas y su forma de vida ante el peligro. Está relacionado al estado físico de una comunidad o sociedad, estas serían formas de construcción, incumplimiento de las normas vigentes en materia de edificación y uso de materiales, entre otras. La vulnerabilidad aumenta con la fragilidad (CENEPRED, 2014).

- **Resiliencia**

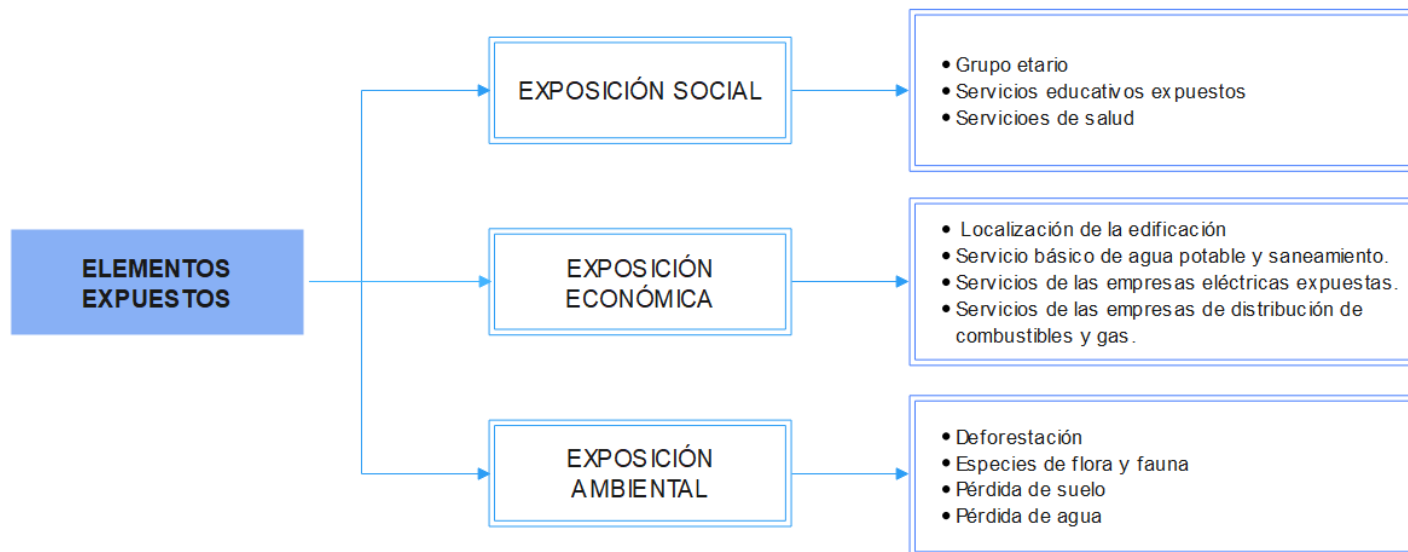
Describe la capacidad de las personas y sus medios de vida para adaptarse o recuperarse de la ocurrencia de un peligro, asociada a la organización de la población y de sus condiciones sociales. Existe menos vulnerabilidad a medida que aumenta la resiliencia (CENEPRED, 2014).

### 2.3.7. Elementos expuestos

Se determina a la población, actividades económicas, infraestructura y los recursos naturales renovables y no renovables expuestos dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural. La exposición que se analiza está distribuida en tres ámbitos: social, económica y ambiental.

**Figura 9**

*Distribución de los elementos expuestos*



*Nota.* Adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (p. 108,124,129 y 135), por CENEPRED, 2015.

### 2.3.8. Dimensiones de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se divide en 3 dimensiones (CENEPRED, 2014).

- **Dimensión Social**

Se determinan las poblaciones expuestas dentro de la zona de influencia de los fenómenos naturales, se identifican las poblaciones vulnerables y no vulnerables y luego se incluye el análisis de fragilidad social y resiliencia social de las poblaciones vulnerables. Esto ayuda a la determinación de los niveles de vulnerabilidad social (CENEPRED, 2014).

**Figura 10**

*Dimensión Social*



*Nota.* Extraído del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (p. 124), por CENEPRED, 2015.

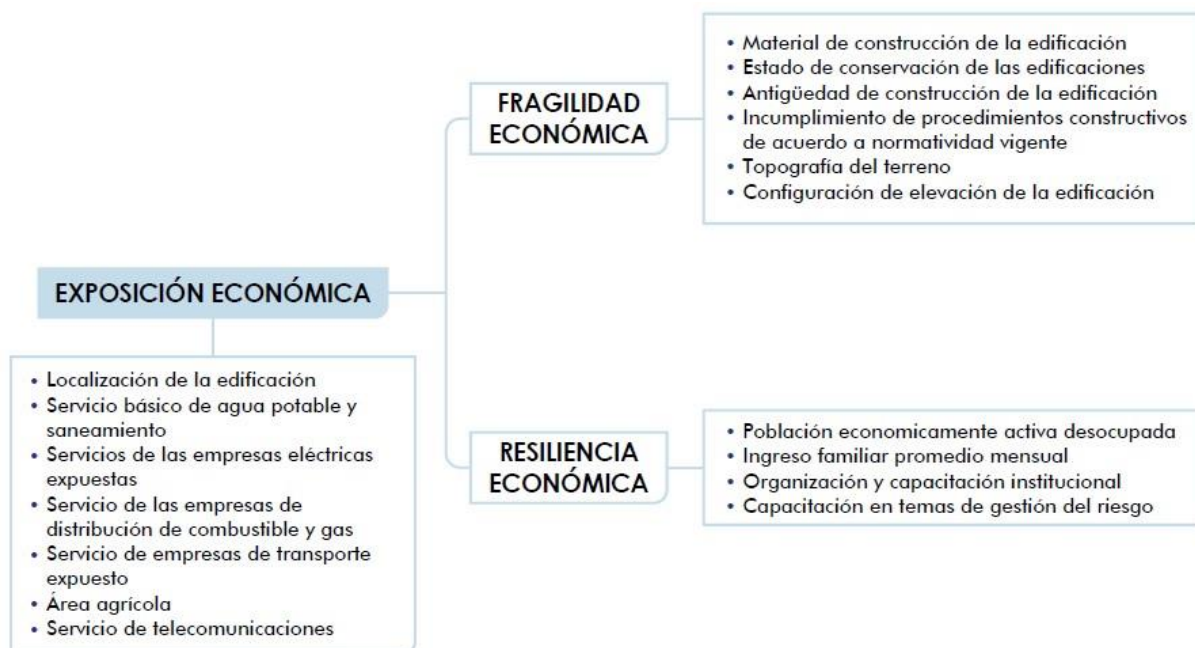
- **Dimensión Económica**

Se determinan las actividades económicas y la infraestructura que están expuestas dentro de la zona de influencia de los fenómenos naturales, se identifican los elementos vulnerables y no vulnerables y luego se incluye el análisis de fragilidad económica y resiliencia económica de

las actividades económicas vulnerables. Esto ayuda a la determinación de los niveles de vulnerabilidad económica (CENEPRED, 2014).

## Figura 11

### *Dimensión Económica*

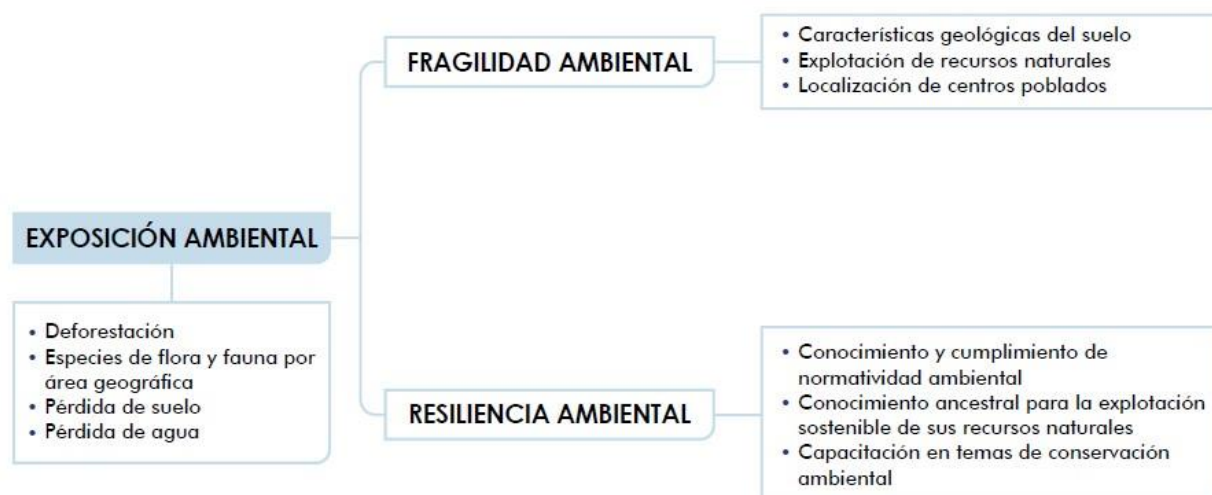


*Nota.* Extraído del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (p. 129), por CENEPRED, 2015.

- **Dimensión Ambiental**

Se determinan los recursos naturales renovables y no renovables expuestos a la zona de influencia de los fenómenos naturales, se identifican los recursos naturales vulnerables y no vulnerables y luego se evalúa la fragilidad ambiental y resiliencia ambiental. Esto ayuda a la determinación de los niveles de vulnerabilidad económica (CENEPRED, 2014)



**Figura 12***Dimensión Ambiental*

*Nota.* Extraído del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (p. 135), por CENEPRED, 2015.

### 2.3.9. *Riesgo*

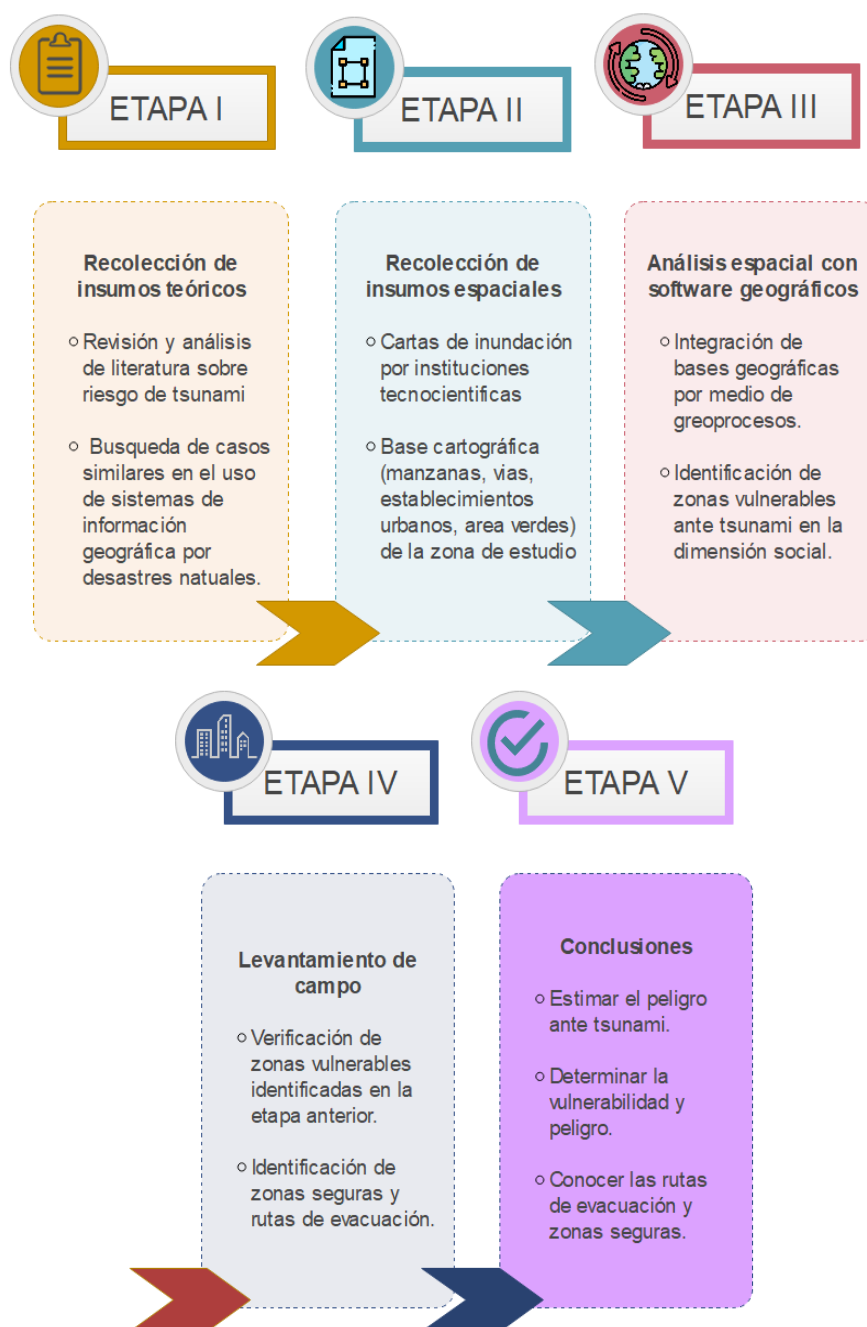
Es la estimación o evaluación matemática de la probable pérdida de vidas, daños a la propiedad o bienes tangibles y a la economía de un área conocida para un periodo de tiempo específico, de un evento de emergencia específica. Su evaluación está en función de su nivel de peligro y su vulnerabilidad (INDECI, 2006).

El riesgo se puede calcular de varias maneras, incluidos el método analítico o matemático y el método descriptivo. El criterio analítico, se basa fundamentalmente en la aplicación de una ecuación  $R = V * P$ , donde cada una de las variables; V (Vulnerabilidad), P (Peligro) y R (Riesgo), están expresadas en términos de probabilidad (INDECI, 2006).

## 2.4. Metodología

Figura 13

*Metodología de trabajo empleado*



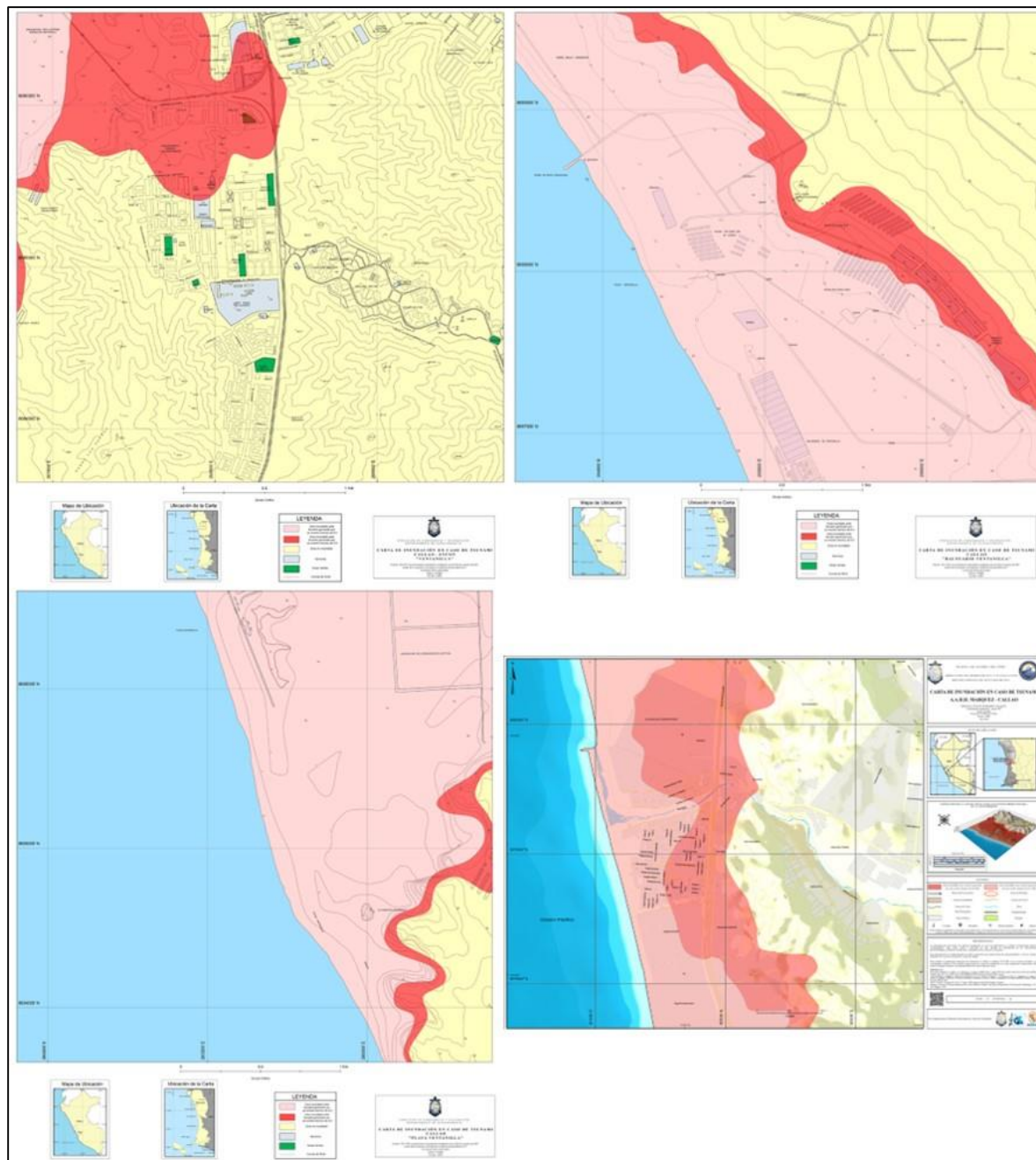
## **2.5. Análisis de Peligro**

El presente informe toma como base, para la determinación del área de inundación por peligro de tsunami, a las cartas de inundación generadas por la Dirección de Hidrografía y Navegación de La Marina de Guerra del Perú (DHN), estas consideran dos escenarios después de un sismo de 8.5 y de 9 de magnitud. El método usado por el Centro Nacional de Alerta de Tsunami (CNAT) para determinar los Límites de Máxima Inundación está sometida con las especificaciones del manual IOC/ITSU/13 (Guía de campo para levantamientos posteriores a un Tsunami).

Para el distrito de Ventanilla se ha recopilado cuatro cartas de inundación extraídos de la página web del CNAT, estos son Balneario Ventanilla, Ventanilla, Playa Ventanilla y AAHH Márquez – Callao. Ver Figura 11.

**Figura 14**

*Cartas de Inundación del distrito de Ventanilla*

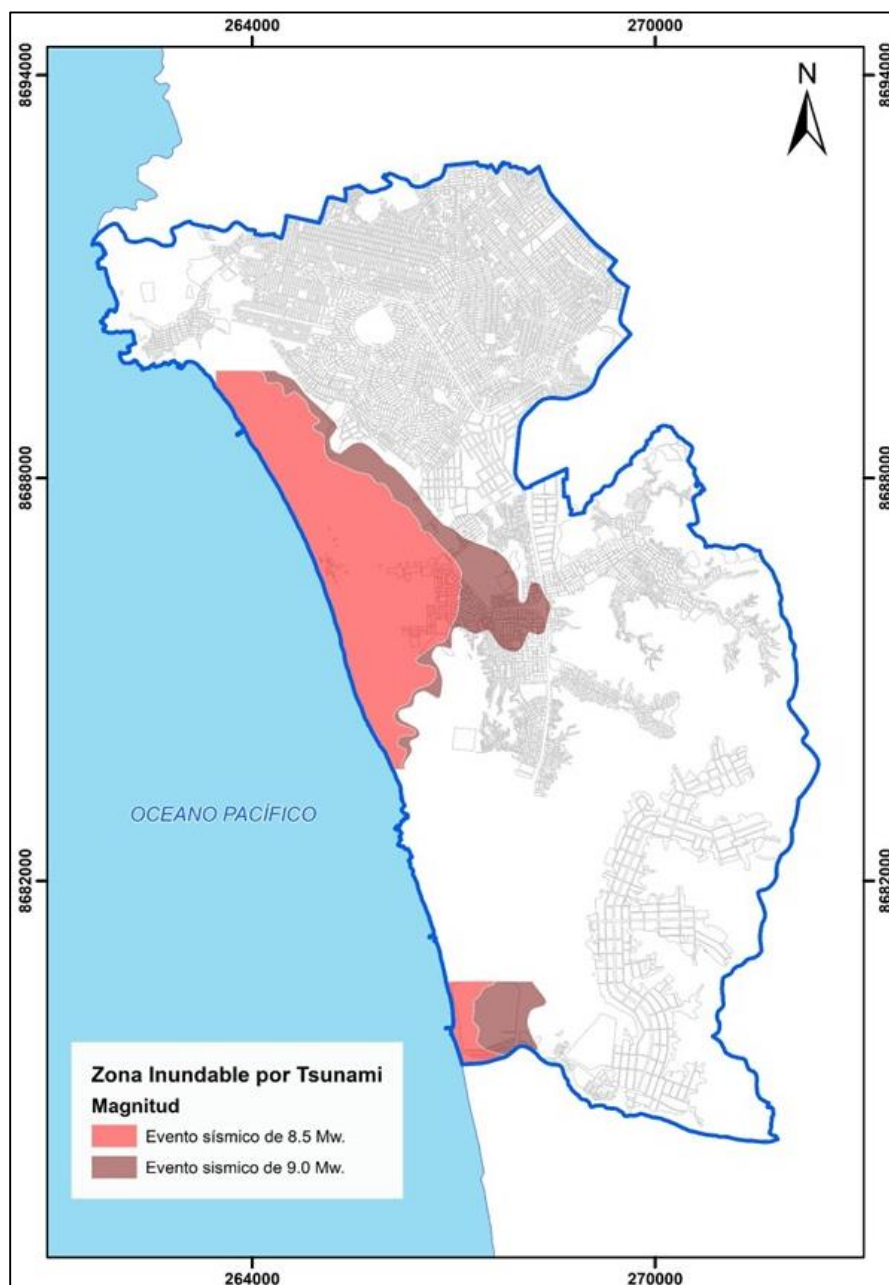


*Nota.* Extraído de la plataforma del CNAT, Link (<https://www.dhn.mil.pe/cnat/cartas-inundacion>)

Georreferenciando las cartas y generando un archivo vectorial mediante la digitalización en un software GIS, para ambos escenarios de magnitud, se determina el área de inundación para el distrito de Ventanilla.

**Figura 15**

*Mapa de Inundación por Tsunami del distrito de Ventanilla*



Para determinar los niveles de peligro se aplica el proceso de análisis jerárquico que se encuentra descrito en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED, modelo matemático desarrollado por Saaty (1980). Esta es una comparación de criterios por pares, comenzando con una matriz cuadrada cuyo número de filas y columnas se define por el número de criterios ponderados. Por lo tanto, se construye una matriz de comparación entre los criterios pareados y se compara la importancia de cada uno con los demás. Luego se construye un vector principal que establece el peso ( $w$ ), proporcionando una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre los pares de factores (Ramírez, 2004).

Para la aplicación de este análisis de Saaty se evaluó 4 criterios con respecto al único parámetro tomado para el cálculo del valor de la peligrosidad, la cual es la ubicación de las manzanas dentro de la zona inundable que se recopiló del Centro Nacional de Alerta de Tsunami – DHN, estas son:

- Completamente dentro de la zona inundable (C1)
- Parcialmente dentro de la zona inundable (C2)
- A 200 metros cerca de la zona inundable (C3)
- Fuera de los 200 metros de la zona inundable (C4)

Generando una matriz de 4 x 4, para la comparación de estos parámetros se utiliza una escala de valores que oscilan entre 9 y 1/9. En la Figura 13 se detalla con exactitud estos rangos.

**Figura 16***Escala numérica y descriptores de Saaty*

ESCALA NUMÉRICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACION
9	absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con el otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que..	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

*Nota.* Extraído del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales (p. 220), por CENEPRED, 2015.

El análisis comienza comparando filas y columnas, dado que esta es una comparación de criterios de igual magnitud, la diagonal de la matriz siempre es la unidad.

- **Parámetro a Analizar: Ubicación en zona inundable**

**Tabla 1**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Ubicación en zona inundable*

<b>UBICACIÓN EN ZONA INUNDABLE</b>	C1	C2	C3	C4
C1	1	5	7	9
C2	1/5	1	3	5
C3	1/7	1/3	1	2
C4	1/9	1/5	1/2	1
SUMA	1.45	6.53	11.50	17.00

La Tabla 2, muestra el peso ponderado (vector de priorización), indicando la importancia de cada parámetro evaluado en el análisis del peligro.

**Tabla 2**

*Matriz de normalización del parámetro Ubicación en zona inundable*

<b>UBICACIÓN EN ZONA INUNDABLE</b>	<b>VECTOR PRIORIZADO</b>
C1	0.657
C2	0.205
C3	0.087
C4	0.051

**Tabla 3**

*Índice y Relación de consistencia del parámetro Ubicación en zona inundable*

IC	0.052
RC	0.059

*Nota.* El RC tiene que ser menor 0.1, por lo tanto, es consistente los criterios utilizados.



- Cálculo del valor del parámetro

**Tabla 4***Cálculo del valor del parámetro*

<b>UBICACIÓN EN ZONA INUNDABLE</b>		<b>VALOR</b>
<b>Parámetro</b>	<b>Descriptor</b>	
1.000	0.657	0.657
	0.205	0.205
	0.087	0.087
	0.051	0.051

**Tabla 5***Valor de Peligro*

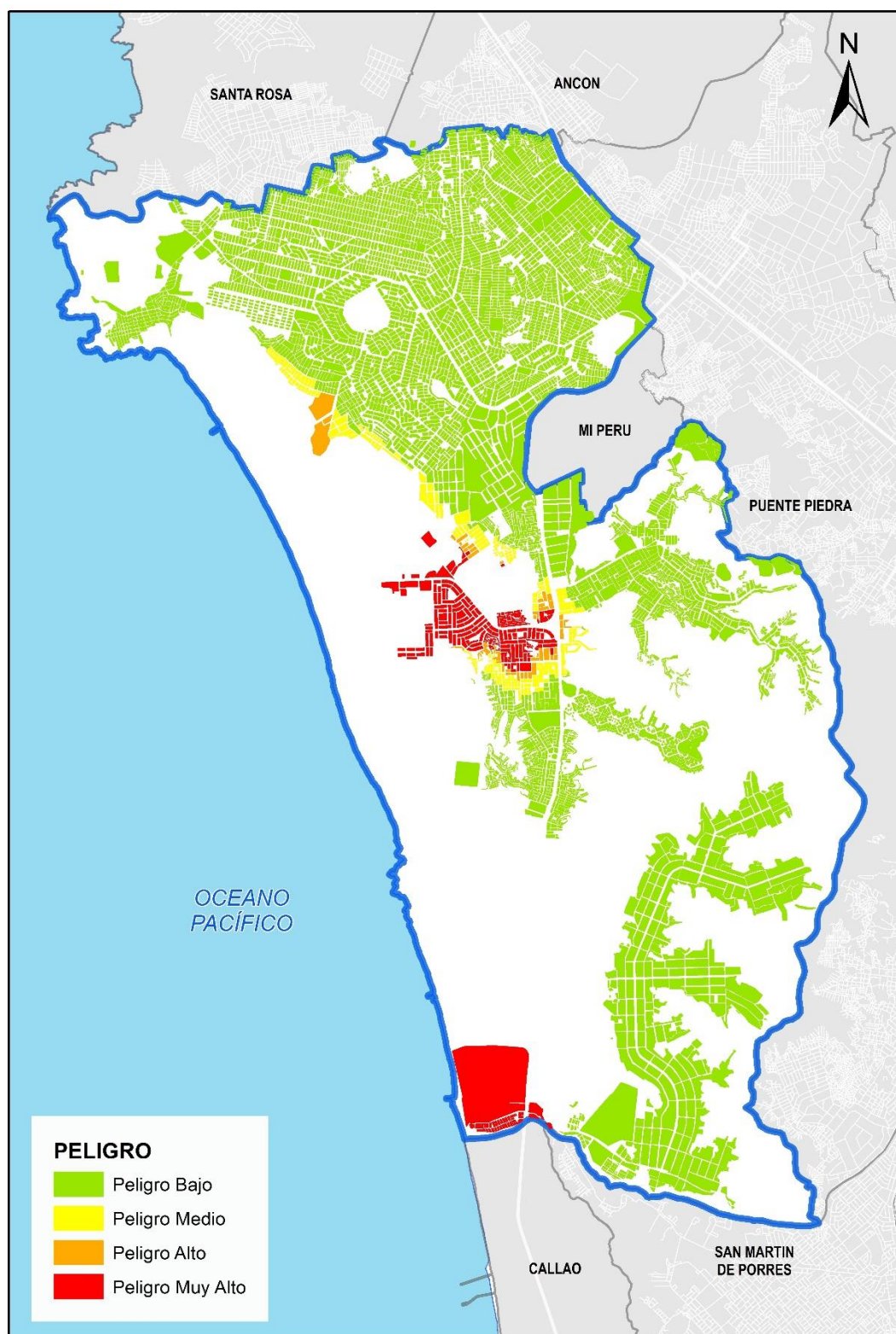
<b>VALOR</b>
0.657
0.205
0.087
0.051
0.000

**Tabla 6***Niveles de Peligrosidad para el distrito de Ventanilla*

<b>NIVELES DE PELIGROSIDAD</b>					
<b>Nivel</b>	<b>Rango</b>				
<b>MUY ALTO</b>	<b>0.205</b>	<b>&lt;</b>	<b>P</b>	<b>≤</b>	<b>0.657</b>
<b>ALTO</b>	<b>0.087</b>	<b>&lt;</b>	<b>P</b>	<b>≤</b>	<b>0.205</b>
<b>MEDIO</b>	<b>0.051</b>	<b>&lt;</b>	<b>P</b>	<b>≤</b>	<b>0.087</b>
<b>BAJO</b>	<b>0.00</b>	<b>&lt;</b>	<b>P</b>	<b>≤</b>	<b>0.051</b>

**Figura 17***Matriz de Peligro*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>PELIGRO MUY ALTO</b>	Ubicación completamente dentro de la zona inundable ante tsunami.	$0.205 < P \leq 0.657$
<b>PELIGRO ALTO</b>	Ubicación parcialmente dentro de la zona inundable ante tsunami.	$0.087 < P \leq 0.205$
<b>PELIGRO MEDIO</b>	Ubicación cercana a 200 metros de la zona inundable ante tsunami.	$0.051 < P \leq 0.087$
<b>PELIGRO BAJO</b>	Ubicación cercana mayor 200 metros de la zona inundable ante tsunami.	$0.000 < P \leq 0.051$

**Figura 18***Mapa de Peligro por Tsunami*

### 2.5.1. *Análisis de Elementos expuestos en zona de peligro*

Se cuantificará la afectación probable que tienen los elementos expuestos ubicados dentro de la zona de influencia del fenómeno natural.

- **Viviendas**

Se analizó las manzanas del distrito y se identificó aquellas que se encuentran dentro de la zona de inundación por tsunami, estas están distribuidas en 5 sectores. Las manzanas expuestas identificadas han sido buscadas en la base de datos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) censos 2017 con el campo único de manzana (IDMANZANA) para extraer la cantidad de viviendas por manzanas expuestas. Ver Tabla 7.

**Tabla 7**

*Exposición de viviendas por sector del distrito*

Sector	Manzanas Expuestas	Viviendas Expuestas
Sur centro	272	6302
Centro	115	1782
Sur	41	599
Oeste A	49	546
Oeste B	40	353
Norte	0	0
Total	517	9582

*Nota:* Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI

- **Instituciones educativas**

Se analizó las instituciones educativas del distrito y se identificó aquellas que se encuentran dentro de la zona de inundación por tsunami. Las instituciones educativas expuestas identificadas han sido buscadas en la base de datos de la plataforma de ESCALE (Estadística de Calidad Educativa) del Ministerio de Educación, para la identificación de los servicios educativos. Ver Tabla 8.

**Tabla 8**

*Exposición de instituciones educativas según el nivel educativo por el tipo de gestión*

Nivel Educativo	Tipo de Gestión	
	Privada	Pública
Inicial	0	2
Inicial - Primaria	3	0
Inicial - Primaria - Secundaria	4	1
Inicial No Escolarizado	0	18
Primaria	0	2
Primaria - Secundaria	0	1
Secundaria	0	1
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>25</b>

*Fuente:* Ministerio de Educación (SIGMED), ESCALE (Estadística de la Calidad Educativa), UGEL Ventanilla.

- **Puestos de Salud**

Se analizó los puestos de salud del distrito y se identificó aquellas que se encuentran dentro de la zona de inundación por tsunami. Los puestos de salud expuestas identificadas han sido buscadas en la plataforma “Sistema Geoespacial para las Redes Integradas de Salud” del Ministerio de Salud, para la identificación de la categoría y clasificación del centro de salud. Ver Tabla 9.

**Tabla 9**

*Exposición de puestos de salud*

Establecimiento de Salud	Clasificación	Administrado	Categoría
Defensores De La Patria	Puesto de Salud o Posta de Salud	DISA - Callao	I-2
Ventanilla Baja	Puesto de Salud o Posta de Salud	DISA - Callao	I-2

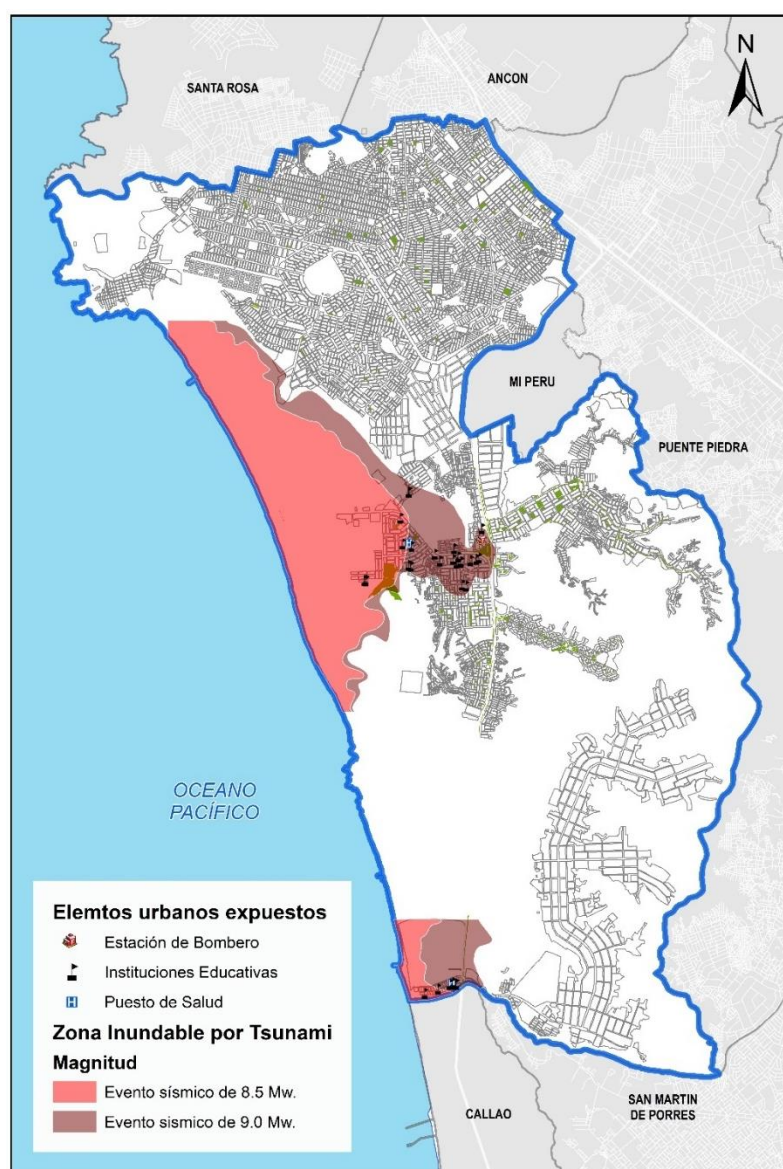
*Nota:* Fuente: Registro Nacional de Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (RENIPRESS)

- **Otros elementos**

Se analizó otros elementos expuestos dentro de la zona inundable, encontrando a la estación de bomberos del distrito de Ventanilla, Tnte Lorenzo Giraldo Vega N° 75.

### Figura 19

*Mapa de los elementos expuestos dentro de la zona inundable*





## 2.6. Análisis de Vulnerabilidad

Para este análisis se consideró evaluar los factores de vulnerabilidad en la dimensión social, por lo cual se identificó los factores de exposición social, fragilidad social y resiliencia social.

Con estos factores se aplicó el mismo análisis de jerarquía de Saaty.

### 2.6.1. Análisis de la Dimensión social

**Tabla 10**

*Matriz de comparación de pares de la Dimensión Social*

<b>DIMENSIÓN SOCIAL</b>	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Exposición	1	2	4
Fragilidad	0.5	1	2
Resiliencia	0.25	0.5	1
SUMA	1.75	3.5	7

La Tabla 11, muestra el peso ponderado (vector de priorización), indicando la importancia de cada factor evaluado en el análisis de la vulnerabilidad.

**Tabla 11**

*Matriz de normalización de los factores de la Dimensión Social*

<b>DIMENSIÓN SOCIAL</b>	<b>VECTOR PRIORIZADO</b>
Exposición	0.571
Fragilidad	0.286
Resiliencia	0.143

**Tabla 12**

*Índice y Relación de consistencia de los factores de la Dimensión Social*

IC	0
RC	0

*Nota.* El RC tiene que ser menor 0.1, por lo tanto, es consistente los criterios utilizados.

### 2.6.2. Análisis de la Exposición Social

En este análisis y los subsiguientes procesos se tomó como unidad de estudio solo a manzanas, estas que fueron identificadas en la Tabla 7. El parámetro usado para este factor fue grupos etarios por manzanas. Los datos trabajados fueron extraídos de la base de datos del Censo Nacional 2017 del INEI para poder obtener la data de población por grupo etario.

La búsqueda se hace en el sistema de consultas del INEI en consultar base de datos a nivel de manzanas – Población urbana censal.

**Figura 20**

*Parámetros de búsqueda de Población por edad en manzanas*

The screenshot displays the 'Sistema de Consulta de Base de Datos a nivel de Manzana' interface. The main title is 'CENSOS NACIONALES 2017: XII DE POBLACIÓN, VII DE VIVIENDA Y III DE COMUNIDADES INDÍGENAS'. The sub-title is 'Sistema de Consulta de Base de Datos a nivel de Manzana'. The interface is titled 'PREGUNTAS DE POBLACIÓN' and 'Definición de Parámetros'. The 'Título de la Tabla' is 'POBLACION POR EDAD'. Under 'Seleccione una o más preguntas:', 'P: Edad en años' is selected. Under 'Seleccionar departamento/provincia/distrito:', 'Prov. Constitucional del Callao, distrito: Ventanilla' is selected. Under 'Formato de salida:', 'Tabla' is selected. Under 'Incluir totales de:', 'Filas' is checked. Other options include 'Nivel de Salida: Manzana', 'Ponderador de población: Poblacion total', and 'Universo: Ninguno'. A 'Construir Filtro' button is visible at the bottom right, along with 'Ejecutar' and 'Ayuda' buttons.



*Nota:* Plataforma de búsqueda de datos a nivel de manzanal. Link  
(<https://censos2017.inei.gob.pe/pubinei/index.asp>).

Para la aplicación de este análisis de Saaty se evaluó 5 criterios con respecto al único parámetro tomado para Exposición Social (Grupos etarios), estas son:

- 70% de población entre 0 a 15 y > 50 años (C1)
- 55% de población entre 0 a 15 y > 50 años (C2)
- 40% de población entre 0 a 15 y > 50 años (C3)
- 25% de población entre 0 a 15 y > 50 años (C4)
- 10% de población entre 0 a 15 y > 50 años (C5)

**Tabla 13**

*Matriz de comparación de pares del parámetro de Exposición Social*

<b>EXPOSICIÓN SOCIAL</b>	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	3	4	5	6
C2	1/3	1	3	4	7
C3	1/4	1/3	1	3	5
C4	1/5	1/4	1/3	1	3
C5	1/6	1/7	1/5	1/3	1
<b>SUMA</b>	1.95	4.73	8.53	13.33	22

La Tabla 14, muestra el peso ponderado (vector de priorización), indicando la importancia de cada criterio evaluado en Exposición social.

**Tabla 14***Matriz de normalización del parámetro de Exposición Social*

I	VECTOR PRIORIZADO
C1	0.46
C2	0.28
C3	0.15
C4	0.08
C5	0.04

**Tabla 15***Índice y Relación de consistencia del parámetro de Exposición Social*

IC	0.089
RC	0.080

*Nota.* El RC tiene que ser menor 0.1, por lo tanto, es consistente los criterios utilizados.

### **2.6.3. Análisis de la Fragilidad Social**

El parámetro usado para este factor fue material de construcción predominante en muros por manzanas. Los datos trabajados fueron extraídos de la base de datos del Censo Nacional 2017 del INEI para poder obtener la data de tipo de material de construcción predominante.

La búsqueda se hace en el sistema de consultas del INEI en consultar base de datos a nivel de manzanas – Población urbana censal.

**Figura 21**

*Parámetros de búsqueda de Material de construcción predominante en muros a nivel de*

**CENSOS NACIONALES 2017: XII DE POBLACIÓN, VII DE VIVIENDA Y III DE COMUNIDADES INDÍGENAS**  
Sistema de Consulta de Base de Datos a nivel de Manzana

PREGUNTAS DE VIVIENDA

**Definición de Parámetros**

Título de la Tabla: Material de construcción

Seleccione una o más preguntas:  
 V: Material de construcción predominante en las paredes

Nivel de Salida: Manzana

Seleccionar departamento/provincia/distrito: Prov. Constitucional del Callao, distrito: Ventanilla

Universo: Ninguno

Formato de salida:  Tabla

Incluir totales de:  
 Filas  
 Columnas

Filtro (condiciones): Ninguno

*Nota:* Plataforma de búsqueda de datos a nivel de manzanal. Link

(<https://censos2017.inei.gob.pe/pubinei/index.asp>).

Para la aplicación de este análisis de Saaty se evaluó 5 criterios con respecto al único parámetro tomado para Fragilidad Social (material de construcción predominante en muros), estas son:

- 100% de viviendas son de quincha, madera y estera (C1)
- 75% de viviendas son de quincha, madera y estera (C2)
- 50% de viviendas son de quincha, madera y estera (C3)
- 25% de viviendas son de quincha, madera y estera (C4)
- 0% de viviendas son de quincha, madera y estera (C5)

**Tabla 16**

*Matriz de comparación de pares del parámetro de Fragilidad Social*

<b>FRAGILIDAD SOCIAL</b>	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	3	5	7	9
C2	1/3	1	3	5	7
C3	1/5	1/3	1	2	7
C4	1/7	1/5	1/2	1	5
C5	1/9	1/7	1/7	1/5	1
SUMA	1.79	4.68	9.64	15.20	29.00

La Tabla 17, muestra el peso ponderado (vector de priorización), indicando la importancia de cada criterio evaluado en Fragilidad social.

**Tabla 17**

*Matriz de normalización del parámetro de Fragilidad Social*

<b>FRAGILIDAD SOCIAL</b>	<b>VECTOR PRIORIZADO</b>
C1	0.51
C2	0.26
C3	0.13
C4	0.08
C5	0.03

**Tabla 18**

*Índice y Relación de consistencia del parámetro de Fragilidad Social*

IC	0.078
RC	0.070

*Nota.* El RC tiene que ser menor 0.1, por lo tanto, es consistente los criterios utilizados.

#### 2.6.4. Análisis de la Resiliencia Social

El parámetro usado para este factor fue la capacitación en temas de Gestión del Riesgo. Los datos trabajados fueron obtenidos por los funcionarios de la Subgerencia de Defensa Civil de la municipalidad Distrital de Ventanilla, quienes nos proporcionaron la información a través de un mapeo sobre la capacitaciones y participación de las poblaciones a simulacros desarrollados por ellos mismos, esto se obtuvo en la etapa de visita de campo.

**Tabla 19**

*Matriz de comparación de pares del parámetro de Resiliencia Social*

<b>RESILIENCIA SOCIAL</b>	No recibe capacitación	Escasa	Regular	Continua	Activamente
No recibe capacitación	1	2	4	6	8
Escasa	1/2	1	2	4	8
Regular	1/4	1/2	1	2	4
Continua	1/6	1/4	1/2	1	2
Activamente	1/8	1/8	1/4	1/2	1
SUMA	2.04	3.88	7.75	13.50	23.00

**Tabla 20**

*Matriz de normalización del parámetro de Resiliencia Social*

<b>RESILIENCIA SOCIAL</b>	<b>VECTOR PRIORIZADO</b>
No recibe capacitación	0.46
Escasa	0.28
Regular	0.14
Continua	0.07
Activamente	0.04

**Tabla 21***Índice y Relación de consistencia del parámetro de Resiliencia Social*

IC	0.016
RC	0.014

*Nota.* El RC tiene que ser menor 0.1, por lo tanto, es consistente los criterios utilizados.

### 2.6.5. Cálculo de la Vulnerabilidad

**Tabla 22***Matriz de Exposición Social (Parámetro x Descriptor)*

<b>EXPOSICIÓN SOCIAL</b>		
Cantidad de personas de 0-15 y >50 años		<b>VALOR</b>
Parámetro	Descriptor	
<b>1.000</b>	0.46	<b>0.46</b>
	0.28	<b>0.28</b>
	0.15	<b>0.15</b>
	0.08	<b>0.08</b>
	0.04	<b>0.04</b>

**Tabla 23***Matriz de Fragilidad Social (Parámetro x Descriptor)*

<b>FRAGILIDAD SOCIAL</b>		
Material predominante de las paredes		<b>VALOR</b>
Parámetro	Descriptor	
<b>1.000</b>	0.51	<b>0.51</b>
	0.26	<b>0.26</b>
	0.13	<b>0.13</b>
	0.08	<b>0.08</b>
	0.03	<b>0.03</b>

**Tabla 24***Matriz de Resiliencia Social (Parámetro x Descriptor)*

<b>RESILIENCIA SOCIAL</b>		
Capacitación en temas de Gestión del Riesgo		<b>VALOR</b>
Parámetro	Descriptor	
<b>1.000</b>	0.46	<b>0.46</b>
	0.28	<b>0.28</b>
	0.14	<b>0.14</b>
	0.07	<b>0.07</b>
	0.04	<b>0.04</b>

**2.6.6. Cálculo de la Vulnerabilidad de la Dimensión Social****Tabla 25***Cálculo de los valores de los parámetros de Dimensión Social*

<b>EXPOSICIÓN SOCIAL</b>		<b>FRAGILIDAD SOCIAL</b>		<b>RESILIENCIA SOCIAL</b>		<b>VALOR DE DIMENSIÓN SOCIAL</b>
<b>Peso</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Peso</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Peso</b>	<b>Descriptor</b>	
	0.459		0.507		0.463	<b>0.474</b>
	0.276		0.262		0.282	<b>0.273</b>
0.571	0.148	0.286	0.127	0.143	0.141	<b>0.141</b>
	0.078		0.076		0.075	<b>0.077</b>
	0.039		0.028		0.040	<b>0.036</b>

*Nota.* Valor de Dimensión = Peso x Exposición Social + Peso x Fragilidad Social + Peso x Resiliencia Social

**Tabla 26***Valor de la Vulnerabilidad*

VALOR
0.474
0.273
0.141
0.077
0.036

**Tabla 27***Niveles de Vulnerabilidad para el distrito de Ventanilla*

NIVELES DE VULNERABILIDAD					
Nivel	Rango				
<b>MUY ALTO</b>	0.273	≤	<b>V</b>	≤	<b>0.474</b>
<b>ALTO</b>	0.141	≤	<b>V</b>	<	<b>0.273</b>
<b>MEDIO</b>	0.077	≤	<b>V</b>	<	<b>0.141</b>
<b>BAJO</b>	0.036	≤	<b>V</b>	<	<b>0.077</b>



**Figura 22***Matriz de Vulnerabilidad*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>VULNERABILIDAD MUY ALTA</b>	Cantidad de persona que habitan por manzanas: 70% de habitantes de 0 - 5 años y >50 años. Material predominante de las paredes por manzanas: 100 % de lotes de quincha, madera y estera. Capacitación en temas de gestión del riesgo: No recibe.	$0.273 \leq V \leq 0.474$
<b>VULNERABILIDAD ALTA</b>	Cantidad de persona que habitan por manzanas: 55% de habitantes de 0 - 5 años y >50 años. Material predominante de las paredes por manzanas: 75 % de lotes de quincha, madera y estera. Capacitación en temas de gestión del riesgo: Escasa.	$0.141 \leq V < 0.273$
<b>VULNERABILIDAD MEDIA</b>	Cantidad de persona que habitan por manzanas: 40% de habitantes de 0 - 5 años y >50 años. Material predominante de las paredes por manzanas: 50 % de lotes de quincha, madera y estera. Capacitación en temas de gestión del riesgo: Regular	$0.077 \leq V < 0.141$
<b>VULNERABILIDAD BAJA</b>	Cantidad de persona que habitan por manzanas: 25% - 10% de habitantes de 0 - 5 años y >50 años. Material predominante de las paredes por manzanas: 25% - 0% % de lotes de quincha, madera y estera. Capacitación en temas de gestión del riesgo: Continua y/o activamente.	$0.036 \leq V < 0.077$

## 2.7. Análisis del Riesgo

**Tabla 28**

*Cálculo del Riesgo ante Tsunami*

PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD SOCIAL	VALOR
0.657	0.474	<b>0.311</b>
0.205	0.273	<b>0.056</b>
0.087	0.141	<b>0.012</b>
0.051	0.077	<b>0.004</b>
0.000	0.036	<b>0.000</b>

*Nota.* Valor del Riesgo = Peligrosidad x Vulnerabilidad Social

**Tabla 29**

*Niveles de Riesgo por Tsunami en el distrito de Ventanilla*

NIVELES DE RIESGO POR TSUNAMI					
Nivel	Rango				
<b>MUY ALTO</b>	0.056	≤	R	≤	0.311
<b>ALTO</b>	0.012	≤	R	<	0.056
<b>MEDIO</b>	0.004	≤	R	<	0.012
<b>BAJO</b>	0.000	≤	R	<	0.004

**Figura 23***Matriz del Riesgo*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>RIESGO MUY ALTO</b>	Ubicación de las manzanas completamente dentro de la zona inundable. Cantidad de persona que habitan por manzanas: 70% de habitantes de 0 - 5 años y >50 años. Material predominante de las paredes por manzanas: 100 % de lotes de quincha, madera y estera. Capacitación en temas de gestión del riesgo: No recibe.	$0.056 \leq R \leq 0.311$
<b>RIESGO ALTO</b>	Ubicación de las manzanas parcialmente dentro de la zona inundable. Cantidad de persona que habitan por manzanas: 55% de habitantes de 0 - 5 años y >50 años. Material predominante de las paredes por manzanas: 75 % de lotes de quincha, madera y estera. Capacitación en temas de gestión del riesgo: Escasa.	$0.012 \leq R < 0.056$
<b>RIESGO MEDIO</b>	Ubicación de las manzanas cercanas a 200 metros de la zona inundable. Cantidad de persona que habitan por manzanas: 40% de habitantes de 0 - 5 años y >50 años. Material predominante de las paredes por manzanas: 50 % de lotes de quincha, madera y estera. Capacitación en temas de gestión del riesgo: Regular	$0.004 \leq R < 0.012$
<b>RIESGO BAJO</b>	Ubicación de las manzanas cercanas mayor a 200 metros de la zona inundable. Cantidad de persona que habitan por manzanas: 25% - 10% de habitantes de 0 - 5 años y >50 años. Material predominante de las paredes por manzanas: 25% - 0% % de lotes de quincha, madera y estera. Capacitación en temas de gestión del riesgo: Continua y/o activamente.	$0.000 \leq R < 0.004$

## **2.8. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Para esta aplicación se recopiló la base gráfica de las manzanas urbanas del distrito de Ventanilla, obtenido del INEI, así mismo para los parámetros utilizados en vulnerabilidad (exposición y fragilidad) han sido recopiladas del Sistema de Consultas de Base de Datos a nivel de manzanas y para resiliencia se obtuvo la información de las autoridades de la Subgerencia de Defensa Civil del distrito de Ventanilla. De este modo se obtuvo los datos completos para analizar la vulnerabilidad social y usar el análisis de jerarquía de Saaty.

### ***2.8.1. Procesamiento Geoespacial y Tabular***

El procesamiento geoespacial ha sido trabajado con el software ArcGis 10.8 y Excel 2019 para los análisis de jerarquía de Saaty, para el caso de los datos tabulares (base de datos) se usó el software SPSS Statistics 20.

- **Proceso geoespacial para cálculo del peligro**

1. Digitalización de las cartas de inundación descargadas del CNAT – DHN. Con el uso de la herramienta Georeferencing se georeferencia la carta que está en formato JPG y luego se dibuja las áreas de inundación en formato shapefile.
2. Teniendo el área de influencia en formato .shp, se procedió hacer una selección por locación a las manzanas urbanas que se encuentran dentro de los rangos de distancias que se mencionaron en el análisis del Peligro, se creará un campo para identificar el tipo de afectación que cumple.
3. Con este campo creado se le adicionará los pesos que se han determinado en el análisis de jerarquía.

- **Proceso tabular para cálculo de vulnerabilidad social (Exposición y Fragilidad)**

1. Teniendo identificadas las manzanas del proceso anterior se trabajará con las que tienen afectación directa (muy alta, alta y media).
2. Todas las manzanas tienen un código único (IDMANZANA), con este se trabajará para la búsqueda de los demás parámetros de grupo etario y material de construcción predominante.
3. En la búsqueda de los datos en el sistema de consulta de base de datos a nivel de manzana se descarga en formato Excel esto para ser utilizado en SPSS para su mejor tratamiento de los datos.

## Figura 24

### Datos a descargar del Sistema de consulta del INEI

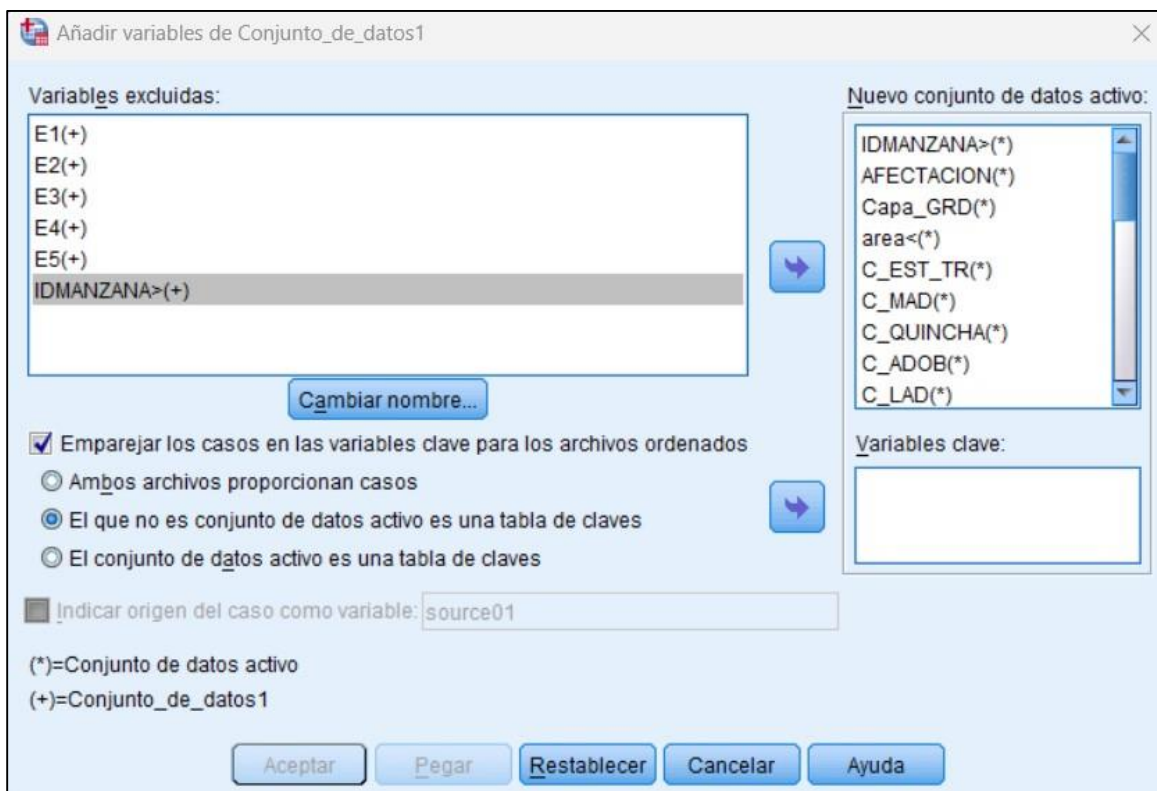
Título								
V: Material de construcción predominante en las paredes								
Área Geográfica								
Prov. Constitucional del Callao, distrito: Ventanilla								
Código	Manzana	Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar con cal o cemento	AdobeTapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con barro	Madera (pona, Triplay / calamina tornillo etc.)	Total / estera
07010600010010000100070106000100100001	, Callao, Callao, Ventanilla, Centro Poblado: Ventanilla, Mza: 001	20	0	0	0	1	0	46
07010600010010000200070106000100100002	, Callao, Callao, Ventanilla, Centro Poblado: Ventanilla, Mza: 002	10	0	0	0	0	0	8
07010600010010000300070106000100100003	, Callao, Callao, Ventanilla, Centro Poblado: Ventanilla, Mza: 003	6	0	0	0	0	0	17
07010600010010000400070106000100100004	, Callao, Callao, Ventanilla, Centro Poblado: Ventanilla, Mza: 004	0	0	0	0	0	0	11
07010600010010000500070106000100100005	, Callao, Callao, Ventanilla, Centro Poblado: Ventanilla, Mza: 005	2	0	0	0	0	0	9
07010600010010000600070106000100100006	, Callao, Callao, Ventanilla, Centro Poblado: Ventanilla, Mza: 006	0	0	0	0	0	0	11
07010600010010000700070106000100100007	, Callao, Callao, Ventanilla, Centro Poblado: Ventanilla, Mza: 007	1	0	0	0	0	0	12

*Nota:* Base de datos del componente de Material de construcción predominante en las paredes del distrito de Ventanilla.

4. Teniendo los códigos únicos de las manzanas con afectación y la base extraída del INEI, en el SPSS. Se va hacer el proceso de añadir variables como variable clave IDMANZANA.

**Figura 25**

*Procedimiento de anexión entre ambas bases de datos*



*Nota:* Procedimiento de anexión del grupo etario a la base de manzanas afectadas.

5. Anexando ambas bases y repitiendo el mismo procedimiento para ambos parámetros de grupo etario y material de construcción predominante en paredes. Se obtendría la base final. Ver Figura 26.

**Figura 26**

*Base de datos final con los datos para análisis de Vulnerabilidad*

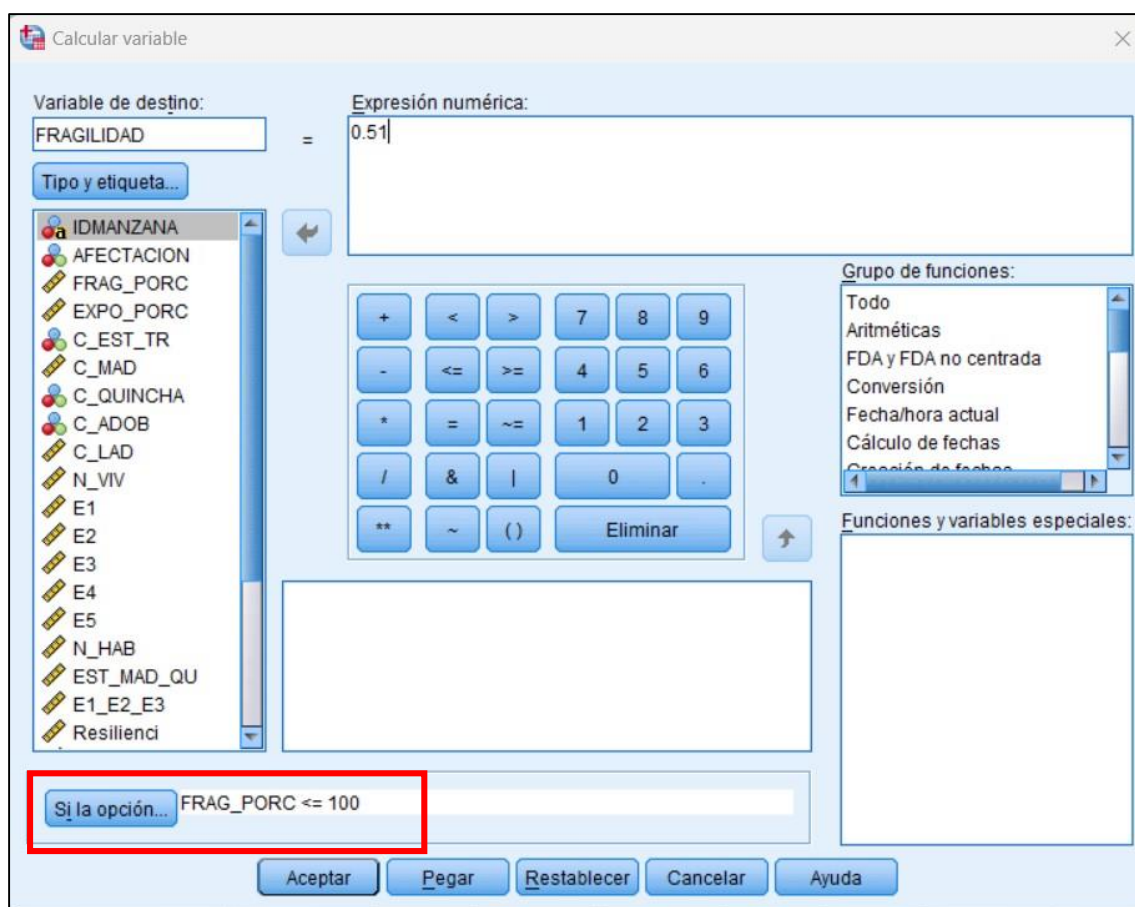
	IDMANZANA	AFECTACI...	C_EST_TR	C_MAD	C_QUINCHA	C_ADOB	C_LAD	N_VIV	E1	E2	E3	E4	E5	N_HAB
1	07010608001015A	3	,00	,00	,00	,00	4,00	4,00	2,00	1,00	2,00	4,00	10,00	19,00
2	07010605600035B	3	,00	,00	,00	,00	8,00	8,00	3,00	2,00	5,00	10,00	12,00	32,00
3	07010605600035A	3	,00	3,00	,00	,00	7,00	10,00	3,00	8,00	10,00	15,00	18,00	54,00
4	070106056000350	3	,00	,00	,00	,00	7,00	7,00	4,00	4,00	5,00	18,00	22,00	53,00
5	070106056000340	3	,00	,00	,00	,00	12,00	12,00	3,00	12,00	18,00	21,00	15,00	69,00
6	070106056000330	3	,00	,00	,00	4,00	13,00	17,00	17,00	8,00	26,00	17,00	31,00	99,00
7	070106056000320	3	,00	2,00	1,00	3,00	9,00	15,00	7,00	15,00	16,00	26,00	23,00	87,00
8	070106056000310	3	,00	1,00	,00	5,00	13,00	19,00	21,00	4,00	25,00	38,00	25,00	113,00
9	070106056000300	3	,00	,00	,00	3,00	14,00	17,00	16,00	18,00	16,00	29,00	29,00	108,00
10	070106056000290	3	,00	,00	,00	,00	2,00	2,00	,00	,00	,00	1,00	2,00	3,00
11	07010605600027B	3	,00	,00	,00	1,00	4,00	5,00	10,00	4,00	,00	9,00	12,00	35,00
12	07010605600027A	3	,00	,00	,00	4,00	17,00	21,00	16,00	8,00	17,00	23,00	31,00	95,00
13	070106056000260	3	,00	,00	,00	6,00	12,00	18,00	12,00	11,00	14,00	20,00	25,00	82,00
14	070106056000250	3	,00	,00	,00	5,00	16,00	21,00	20,00	17,00	25,00	26,00	29,00	117,00
15	070106056000230	3	,00	,00	,00	1,00	18,00	19,00	18,00	11,00	30,00	38,00	26,00	123,00
16	070106056000220	3	,00	,00	,00	4,00	16,00	20,00	20,00	12,00	26,00	39,00	32,00	129,00
17	070106056000210	3	,00	,00	,00	6,00	14,00	20,00	12,00	10,00	21,00	29,00	22,00	94,00
18	070106056000200	3	,00	,00	,00	5,00	11,00	16,00	14,00	12,00	23,00	28,00	17,00	94,00
19	070106056000190	3	,00	,00	,00	5,00	13,00	18,00	14,00	11,00	14,00	23,00	25,00	87,00
20	070106056000180	3	,00	,00	,00	2,00	19,00	21,00	14,00	7,00	21,00	33,00	34,00	109,00
21	070106056000170	3	,00	,00	,00	6,00	15,00	21,00	23,00	24,00	15,00	38,00	35,00	135,00
22	070106056000160	3	,00	,00	,00	7,00	10,00	17,00	13,00	10,00	21,00	23,00	26,00	93,00
23	070106056000150	3	,00	,00	,00	6,00	11,00	17,00	6,00	9,00	15,00	22,00	23,00	75,00
24	070106056000140	3	,00	1,00	,00	4,00	15,00	20,00	9,00	10,00	18,00	18,00	27,00	82,00
25	070106056000130	3	,00	,00	,00	,00	1,00	1,00	,00	,00	,00	2,00	2,00	4,00
26	07010605600012A	3	,00	,00	,00	7,00	16,00	23,00	18,00	8,00	23,00	33,00	24,00	106,00
27	070106056000120	3	,00	,00	,00	2,00	21,00	23,00	16,00	25,00	25,00	39,00	41,00	146,00

*Nota:* Base de datos de las manzanas afectadas

6. Teniendo la base completa se inicia el proceso de agrupar los datos por intervalos de clases, por lo que se determinó:
  - a) Factor exposición, la cantidad de personas entre 0 a 15 y > 50 años por cada manzana. Determinar el porcentaje de esta población existente en cada manzana.
  - b) Factor fragilidad, la cantidad de viviendas construidas de quincha, madera y estera por cada manzana. Determinar el porcentaje de viviendas construidas de estos materiales existente en cada manzana.
7. Identificación de los rangos determinados en el cálculo de Exposición y Fragilidad Social

**Figura 27**

*Cálculo de las variables de Fragilidad y Exposición*



*Nota:* Este procedimiento se realizará por cada descriptor de cada uno de los factores evaluados

8. Obtención de la base completa con los valores priorizados de la Exposición y Fragilidad Social en cada IDMANZANA.

- **Procedimiento para cálculo de vulnerabilidad social (Resiliencia)**

El cálculo de este factor ha sido con ayuda de las autoridades de la Subgerencia de Defensa Civil del distrito. Como autoridad y conocimiento de sus zonas y capacitaciones que ellos preparan a la población nos determinó las zonas que participan en la Gestión de Riesgo.



**Tabla 30***Capacitación en Gestión de Riesgo por sectores del Distrito de Ventanilla*

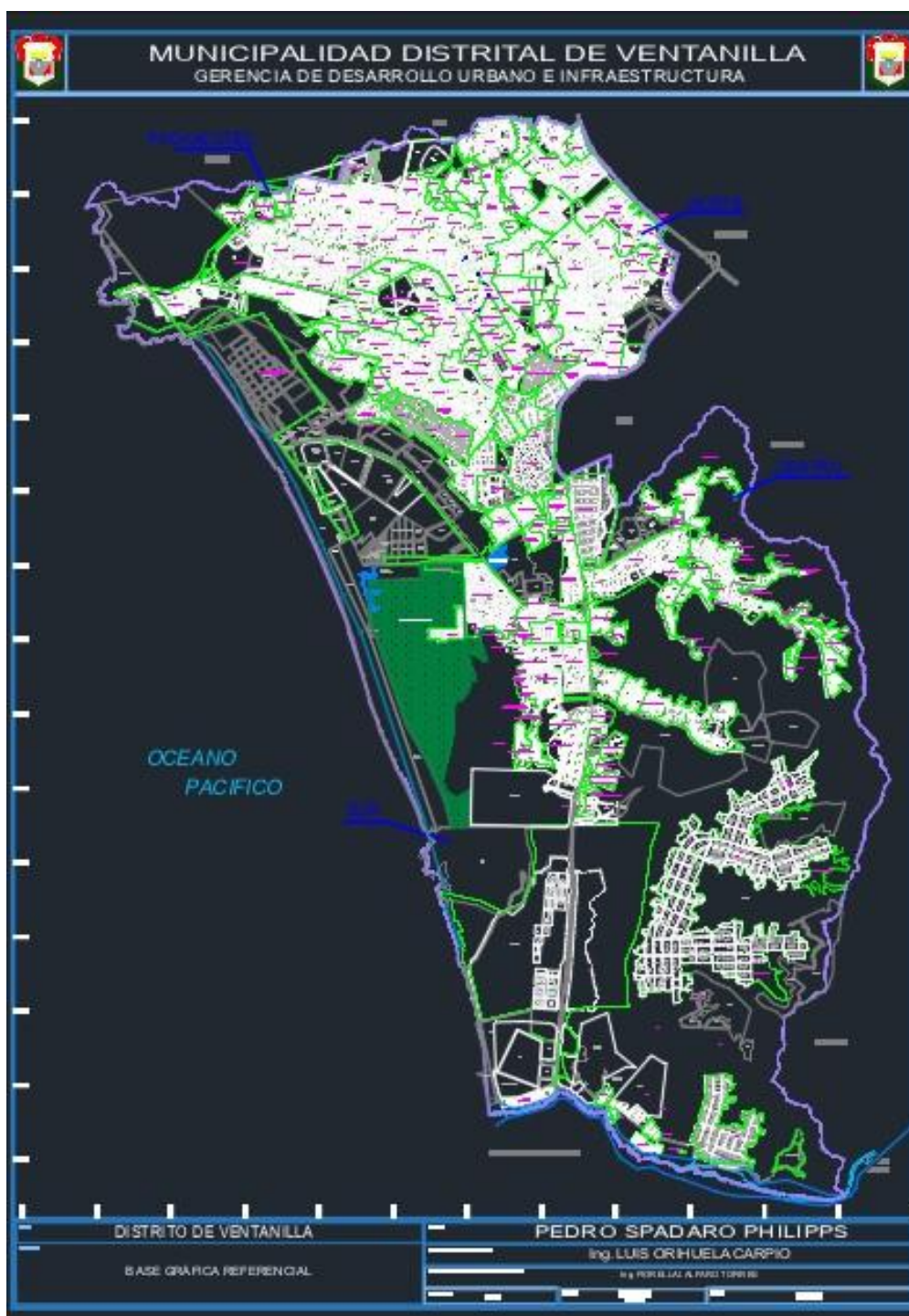
Capacitación en Gestión de Riesgo	Sectores
Activamente	AH. Los Licenciados, Naval, Los Cedros, AH. Los Hijos de Grau
Continua	AH. Desarrollo 2000, Los Cipreses, AH. Los Pinos, AH. Kumamoto, Coopemar, Urb. Pedro Cueva Vázquez Defensores de La Patria, Ex Cooperativa de Vivienda Apurímac, Ex Zona Comercial e Industrial de Ventanilla, AH. El Mirador de los Humedales de Ventanilla, Los Jardines de Ventanilla, Las Colinas de los Licenciados, AH. La Planicie, AH. 24 de Junio, AH. Las Lomas del Paraíso, AH. Alfonso Ugarte
Regular	AH. Félix Moreno Caballero, AH. Oasis 3, AH. Cerro Cachito, AH. San Pablo, AH. Nuevo Pachacútec, AH. Carlos García Ronceros, AH Víctor Raúl Haya de la Torre
Escasa	AH. Valle Verde, Parque Industrial
No recibe	

*Nota:* Datos obtenidos por el Especialista de GRD de la Municipalidad de Ventanilla.

Adicional a la información de los sectores proporcionaron la base grafica de sectores en formato CAD. Ver Figura 27.

**Figura 28**

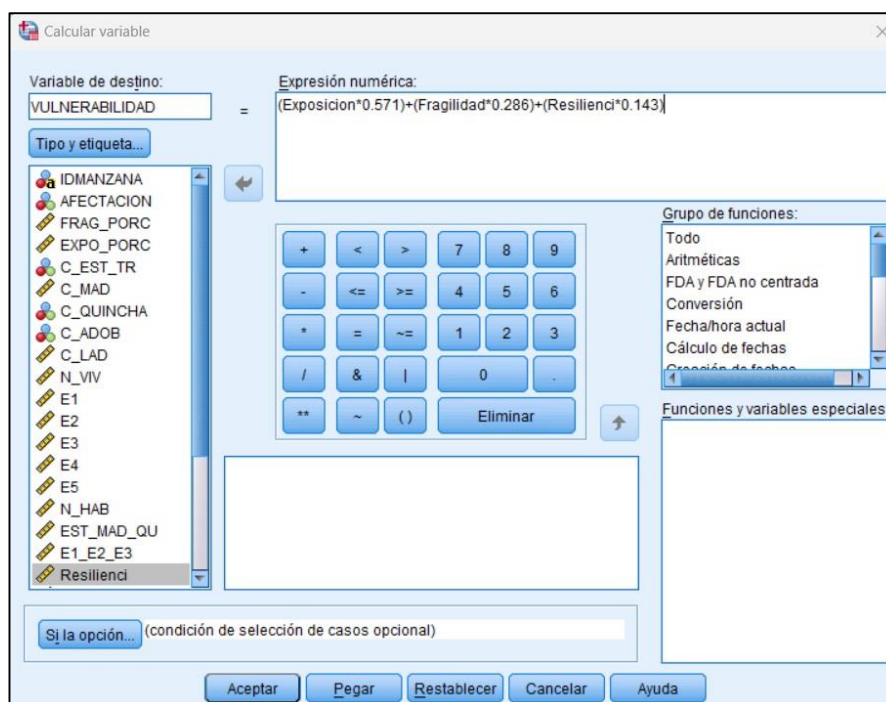
*Base gráfica del Distrito de Ventanilla en formato CAD*



1. Convertir el layer de Sectores (Pueblos) del archivo CAD a shapefile.
  2. Identificar los sectores que se mencionan en la Tabla 30 y usar una selección por locación a las manzanas y darle el atributo en capacitación de gestión de riesgo.
  3. Exportar la tabla de atributos, en formato csv, de la capa de manzanas con el nuevo atributo de capacitación de GRD.
  4. Abrir la tabla exportada en el software SPSS, y usar la herramienta de “Añadir Variables” a la base final que se tuvo en el proceso anterior.
  5. Identificación de los rangos determinados en el cálculo de Resiliencia Social. Se procederá de la misma manera que se ejecutó en la Figura 27.
  6. Base completa con los tres factores de la Vulnerabilidad.
- **Procedimiento para cálculo del Riesgo ante tsunami**
    1. Cálculo de la Vulnerabilidad Social en el software SPSS.

**Figura 29**

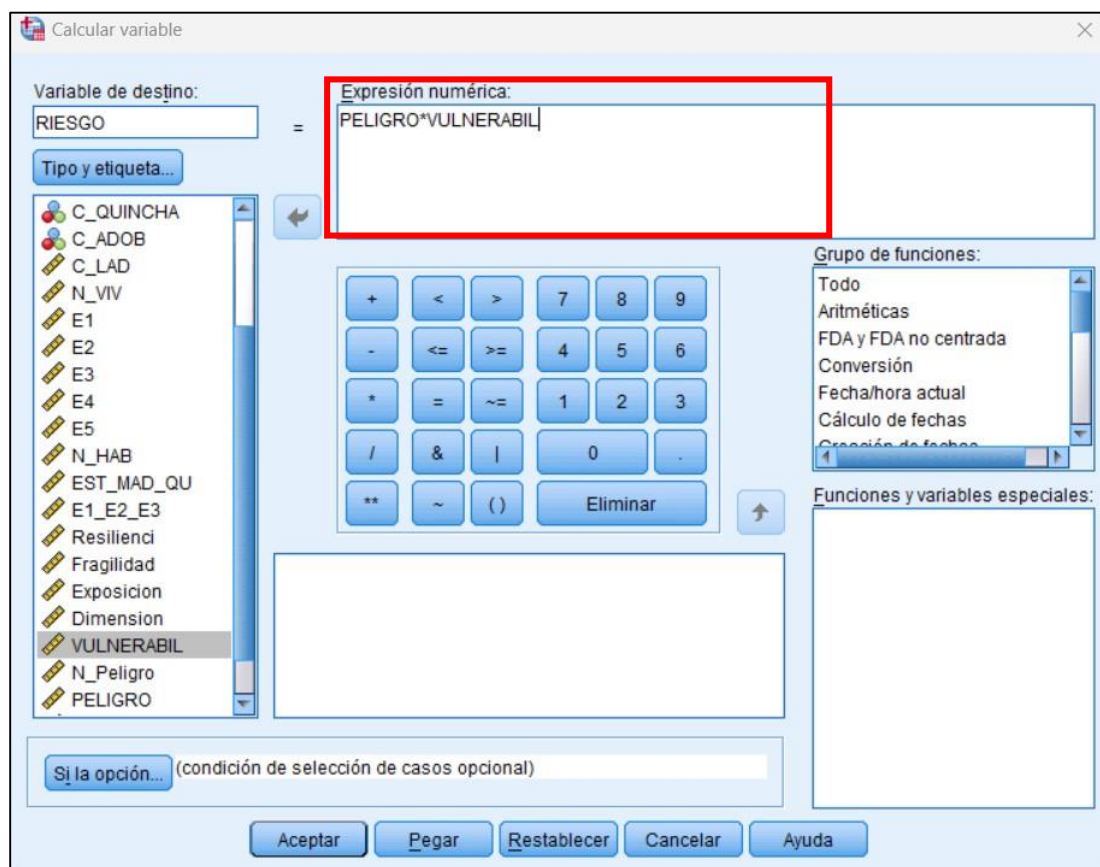
*Cálculo de la Vulnerabilidad Social*



## 2. Cálculo del Riesgo ante tsunamis del Distrito de Ventanilla.

**Figura 30**

*Cálculo del Riesgo ante Tsunami*

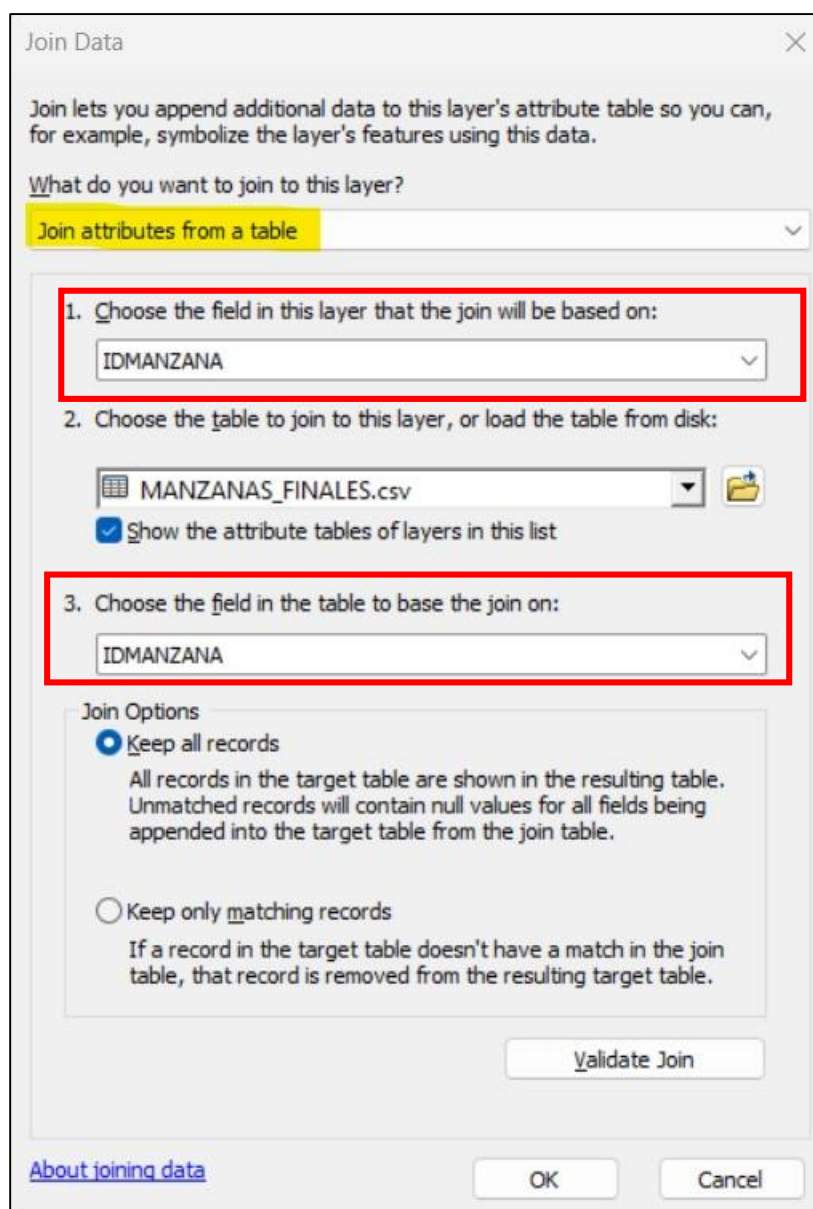


- **Procedimiento de unión de tablas y base gráfica**

1. Exportación de la base consolidada con los valores de Vulnerabilidad, Peligro y Riesgo del software SPSS a archivo CSV.
2. Importación del archivo CSV al ArcGis (ArcMap).
3. Dentro de la tabla de atributo de las manzanas urbanas identificadas con la afectación inicial se procederá hacer "Join attributes from a table", con el campo a relacionar IDMANZANA.

**Figura 31**

*Parámetro de los campos en el Join Data*

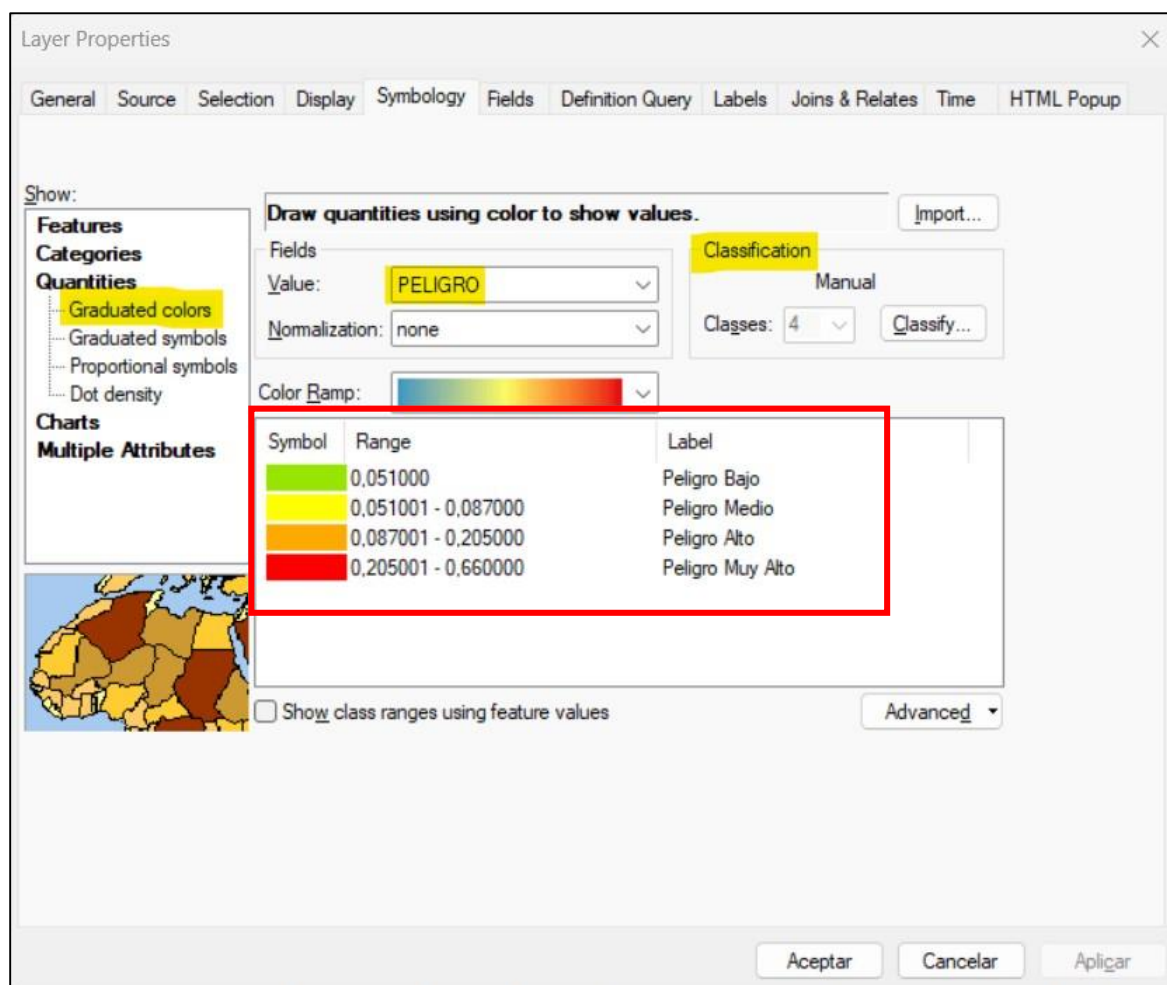


4. Exportar la nueva base gráfica con los valores de cada factor de la vulnerabilidad social, peligro y el Riesgo (Export Data).
  - **Procedimiento de la representación cartográfica de la Vulnerabilidad, Peligro y Riesgo**

1. Con el shapefile exportado en el proceso anterior, solo quedaría caracterizar o simbolizar cada uno de las variables estudiadas y poder representar en mapas temáticos.
2. Abrimos propiedades de los Layers, en el fichero “Symbology”, mostrar por cualidades y en el apartado Value seleccionar el campo que se caracterizará.
3. En el campo “Classification”, se clasificará según las matrices elaboradas por cada parámetro, Figura 17, 22 y 23.

### Figura 32

*Parámetro de la Simbolización por rangos de cualidades*



- **Procedimiento de la ubicación de zonas seguras y rutas de evacuación**

1. Identificación de áreas verdes, campos deportivos, complejos, entre otros espacios amplios dentro de la base cartográfica existente.
2. Evaluación de localización de estas áreas fuera de la zona de peligro, a través de la selección por locación en el ArcGis.
3. Identificación de estas zonas que cumplan los siguientes puntos:
  - a) Zonas de grande extensión
  - b) Zonas cercanas a menos de 1 km. Hay excepciones ya que en un rango de 1 km no se llega a encontrar áreas libres y eso se verifica en campo.



## 2.9. Resultados

A partir de la identificación del peligro y el análisis de vulnerabilidad se tiene como resultado los mapas temáticos de riesgo y sus componentes.

**Figura 33**

*Mapa de Peligro de la Zona Oeste A y Oeste B*

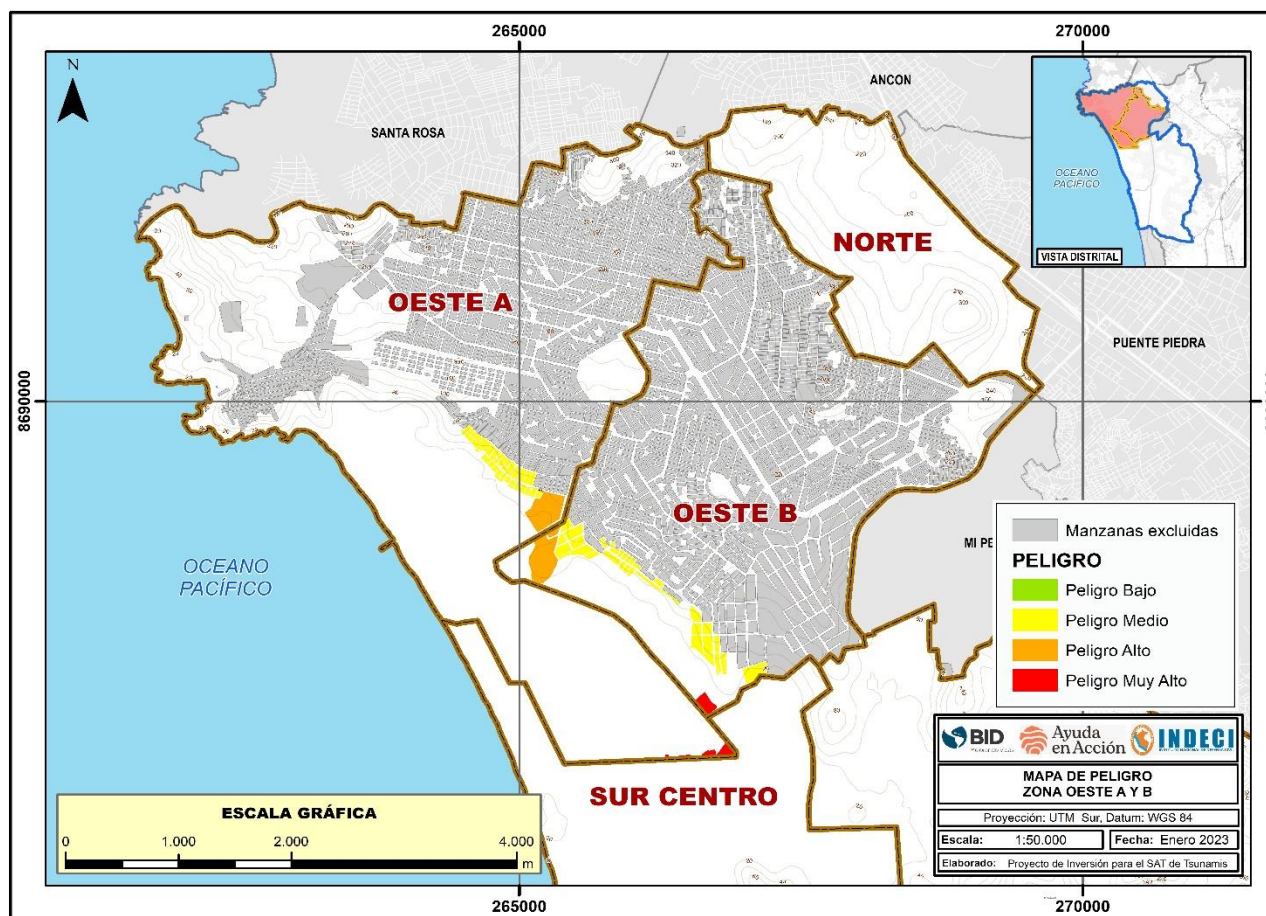
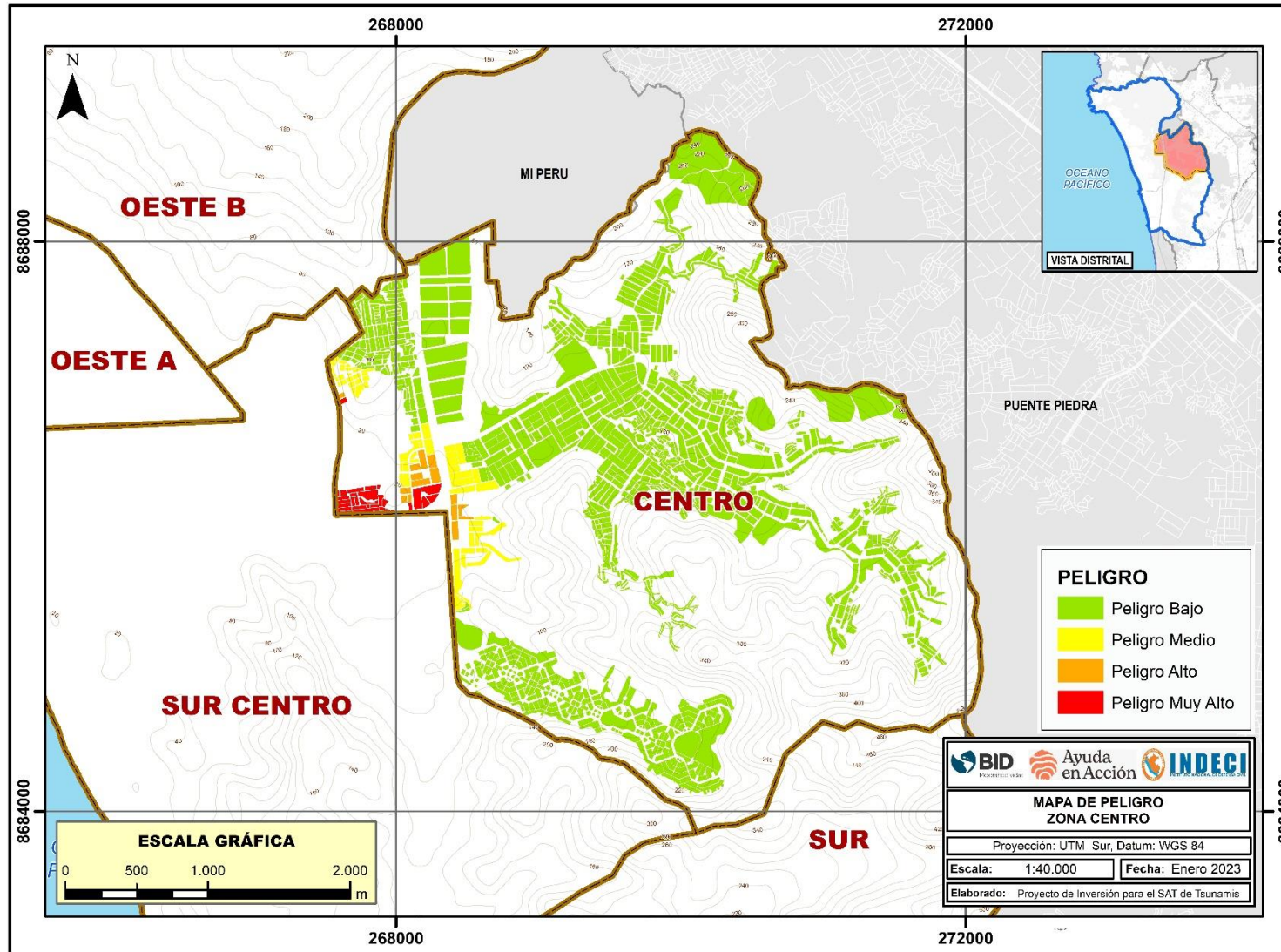




Figura 34

Mapa de Peligro de la Zona Centro



**Figura 35**

*Mapa de Peligro de la Zona Sur Centro*

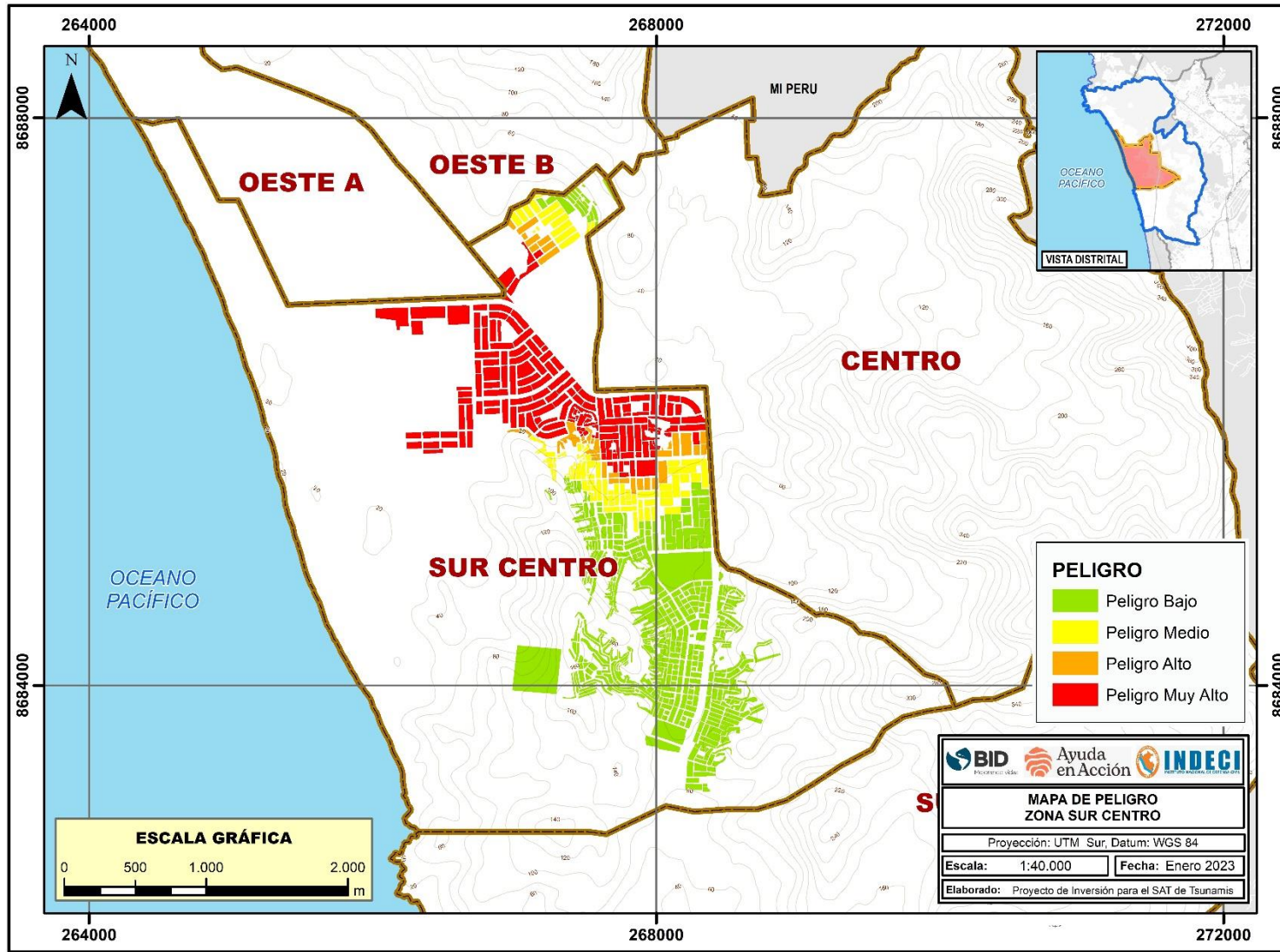




Figura 36

Mapa de Peligro de la Zona Sur

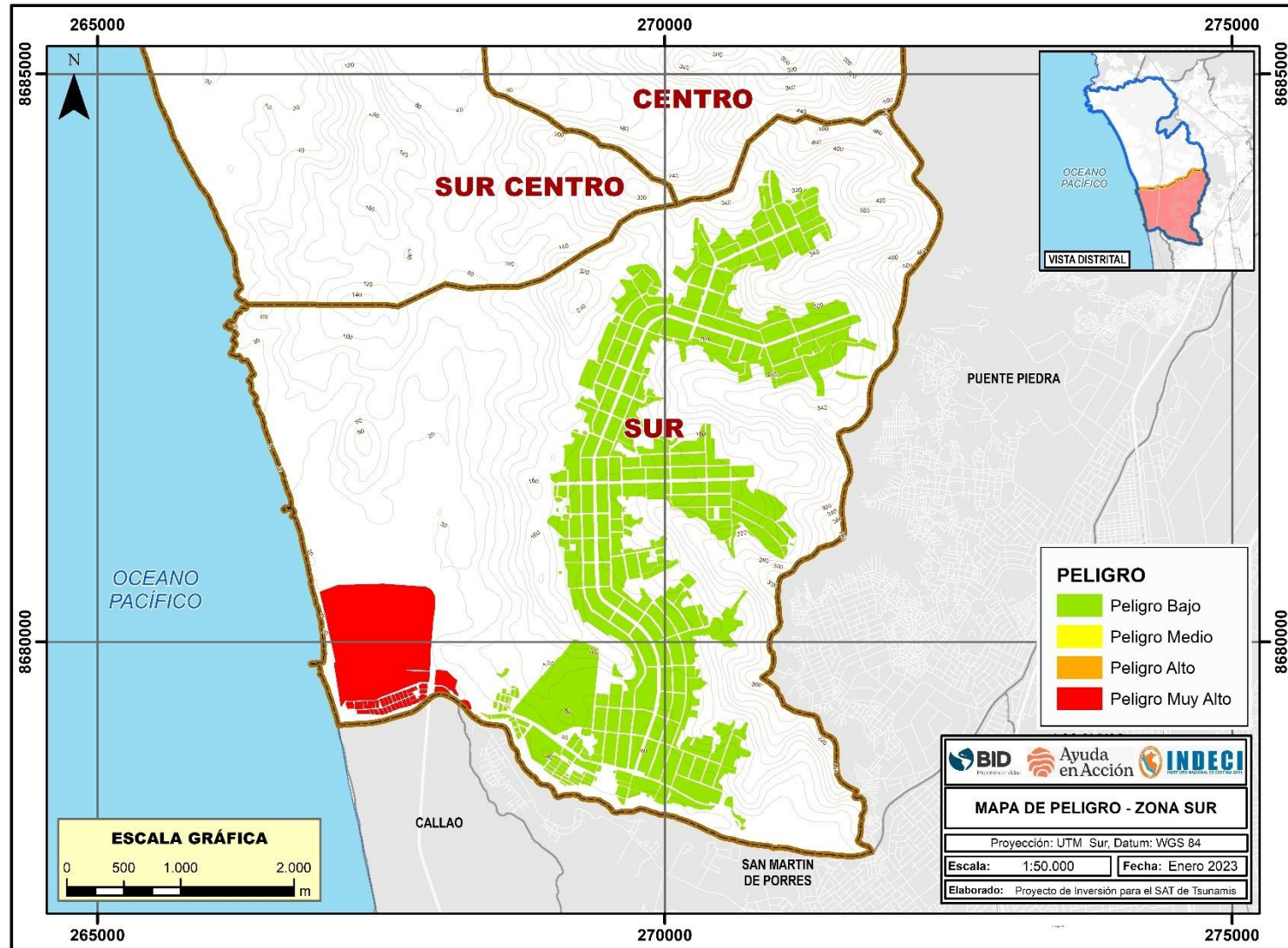


Figura 37

Mapa de Vulnerabilidad de la Zona Oeste A y Oeste B

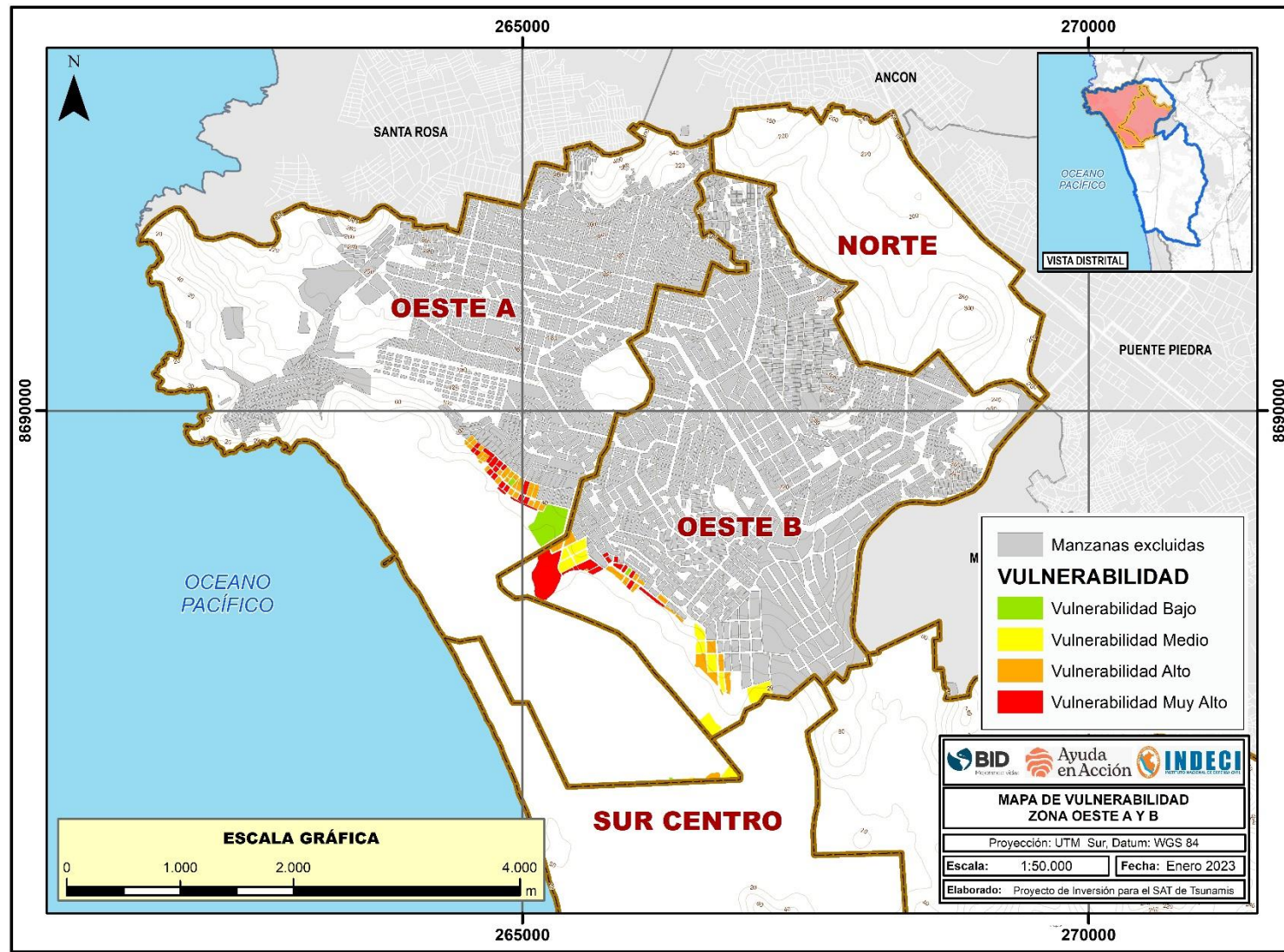




Figura 38

Mapa de Vulnerabilidad de la Zona Centro

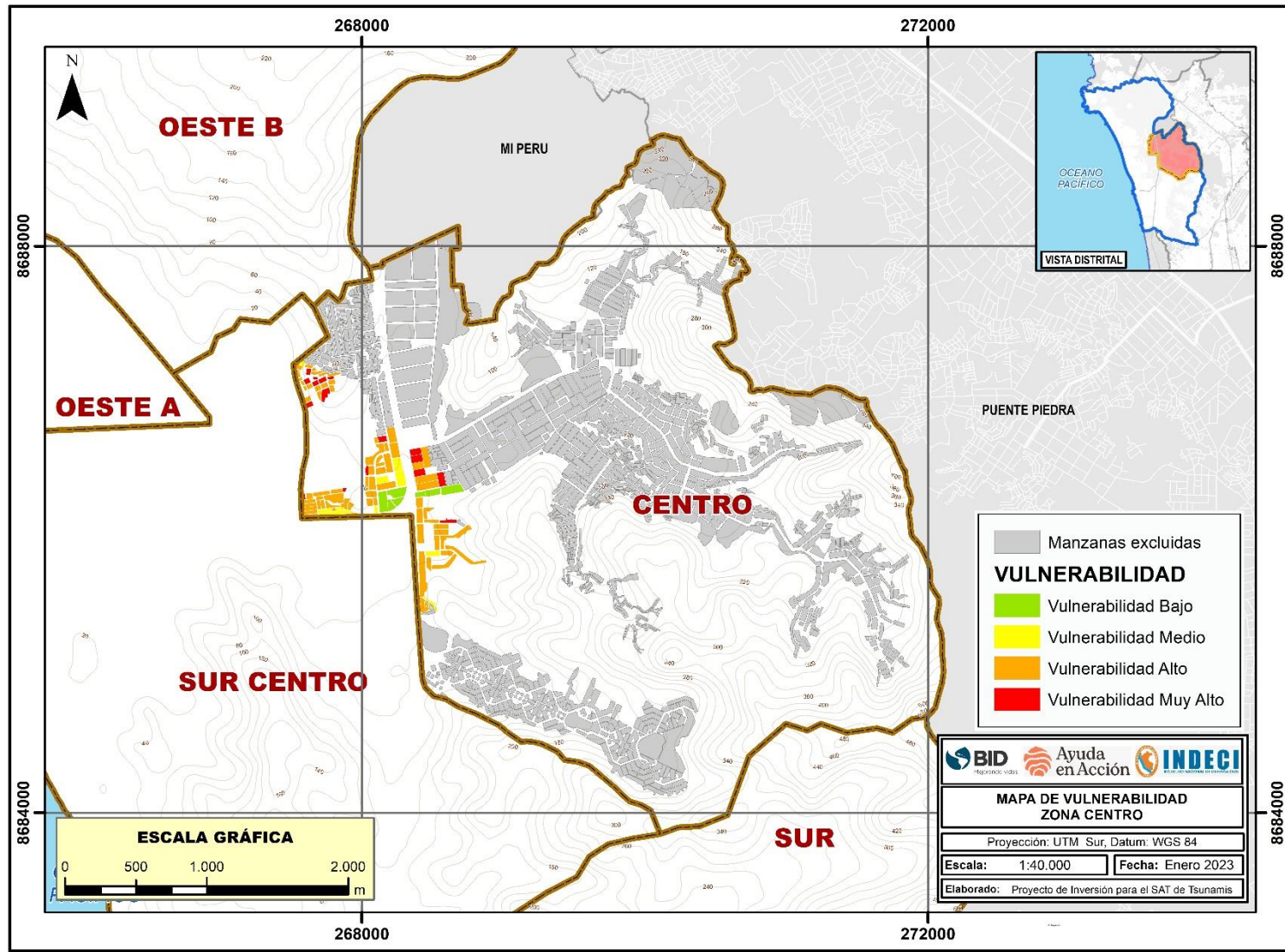


Figura 39

Mapa de Vulnerabilidad de la Zona Sur Centro

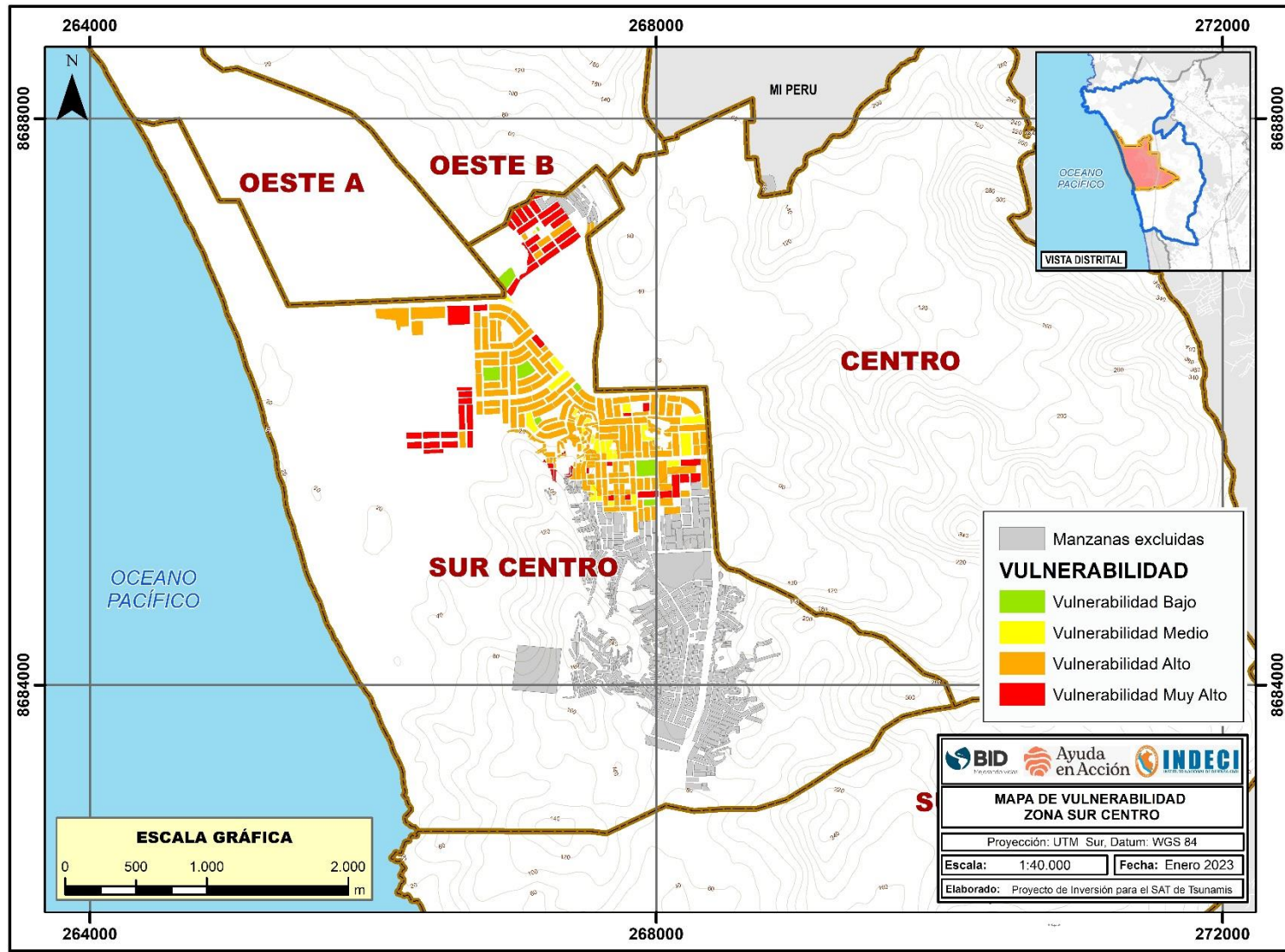
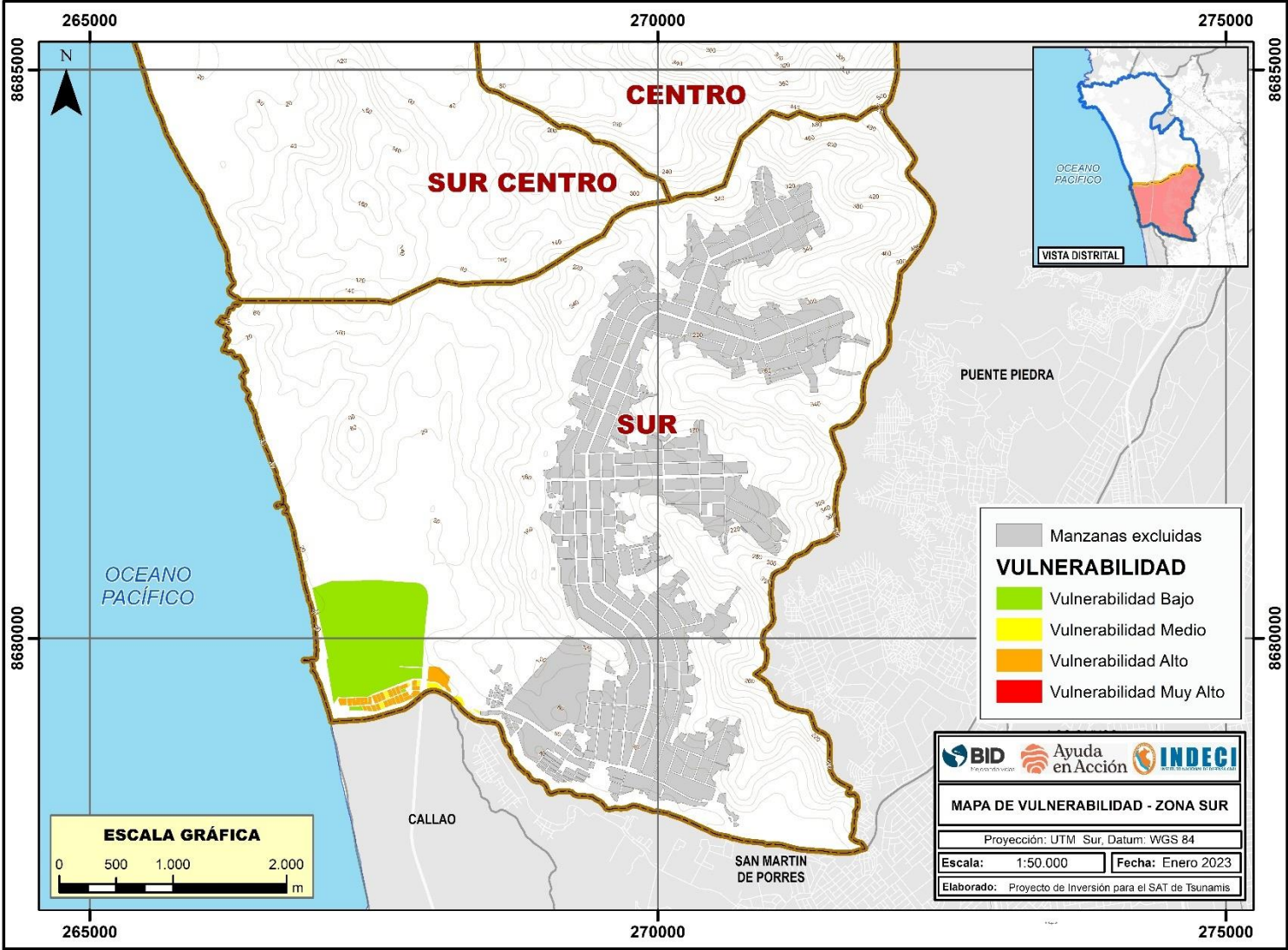




Figura 40

Mapa de Vulnerabilidad de la Zona Sur



**Figura 41**

*Mapa de Riesgo por Tsunami de la Zona Oeste A y Oeste B*

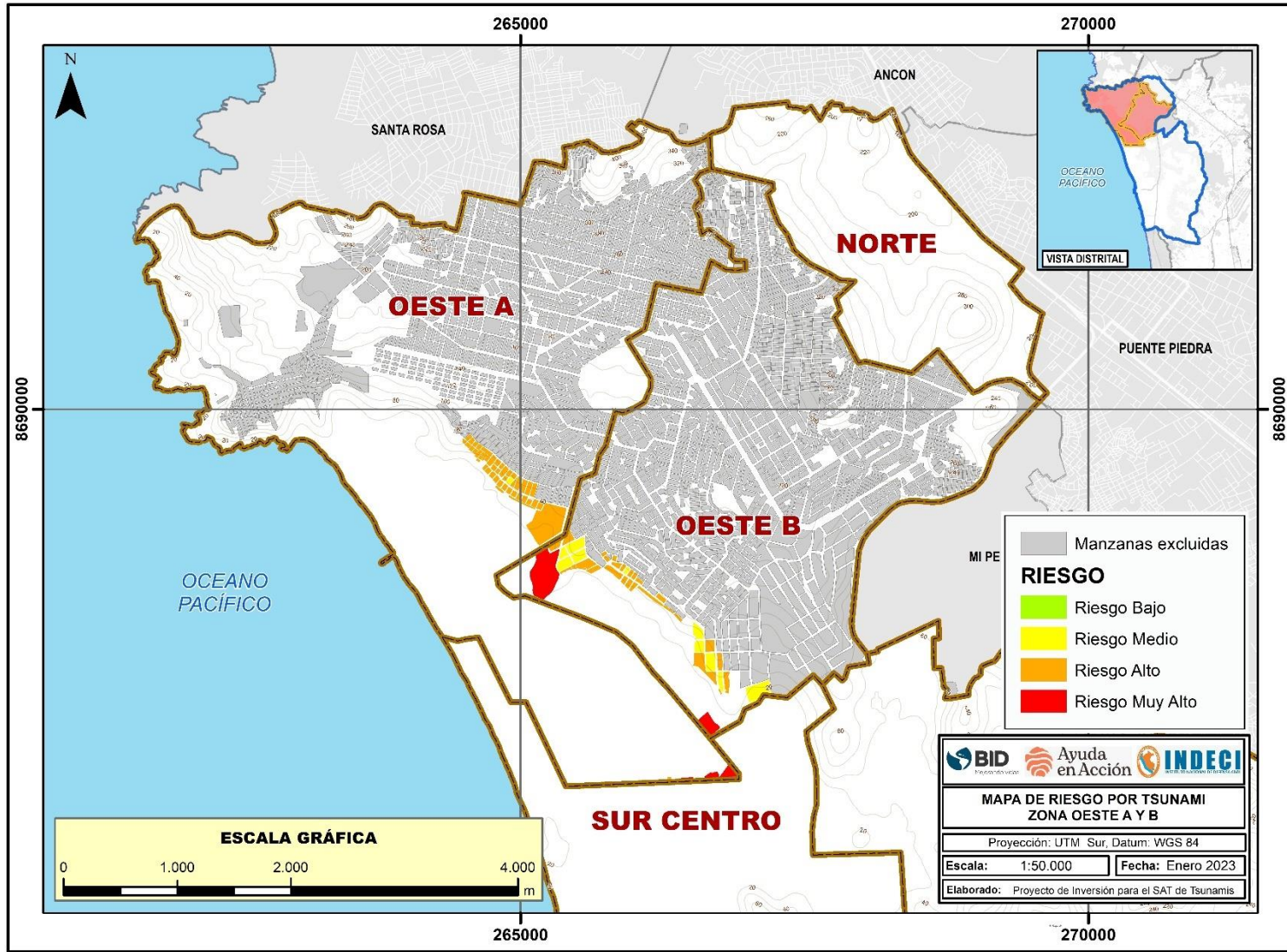




Figura 42

Mapa de Riesgo por Tsunami de la Zona Centro

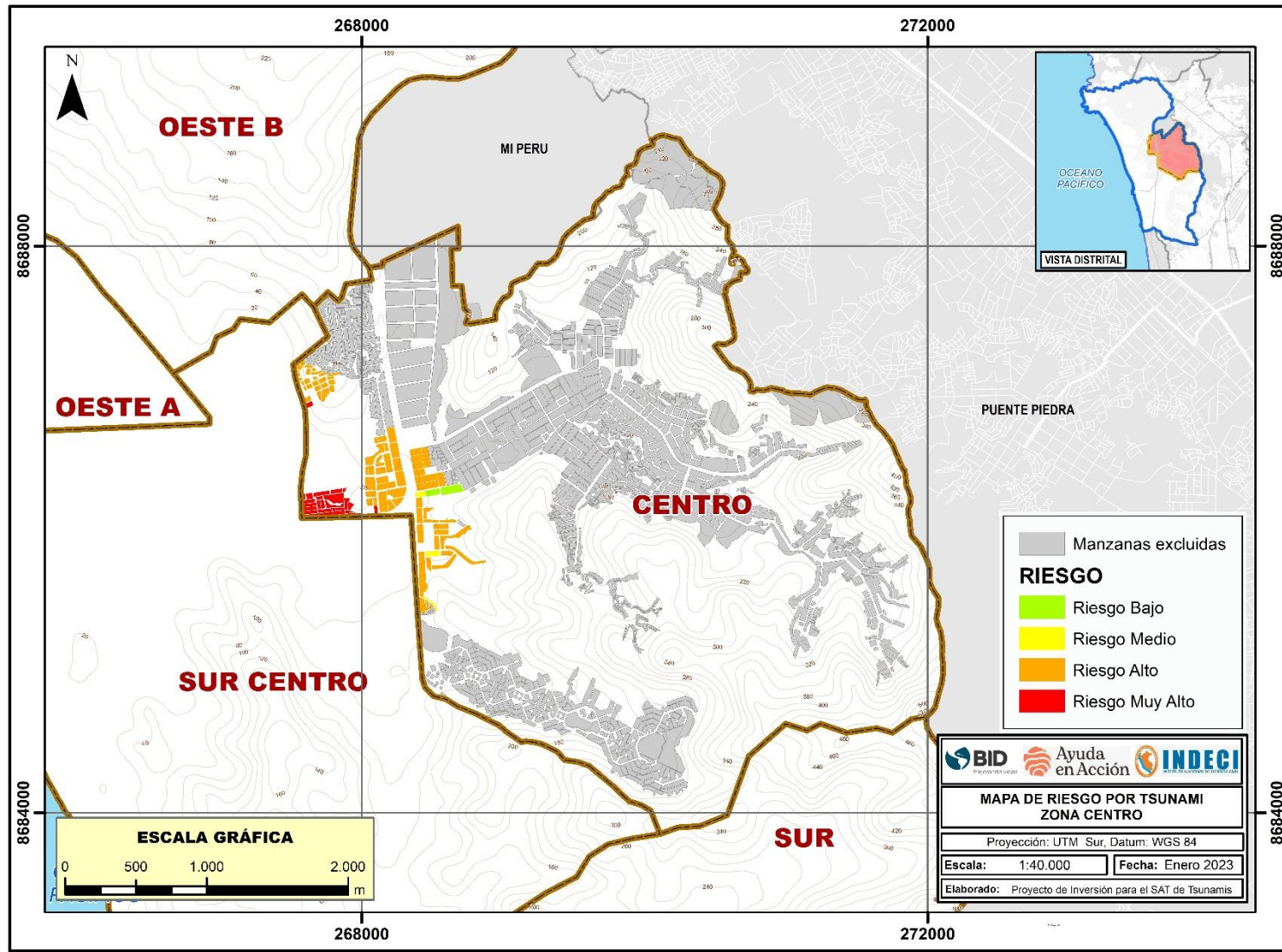


Figura 43

Mapa de Riesgo por Tsunami de la Zona Sur Centro

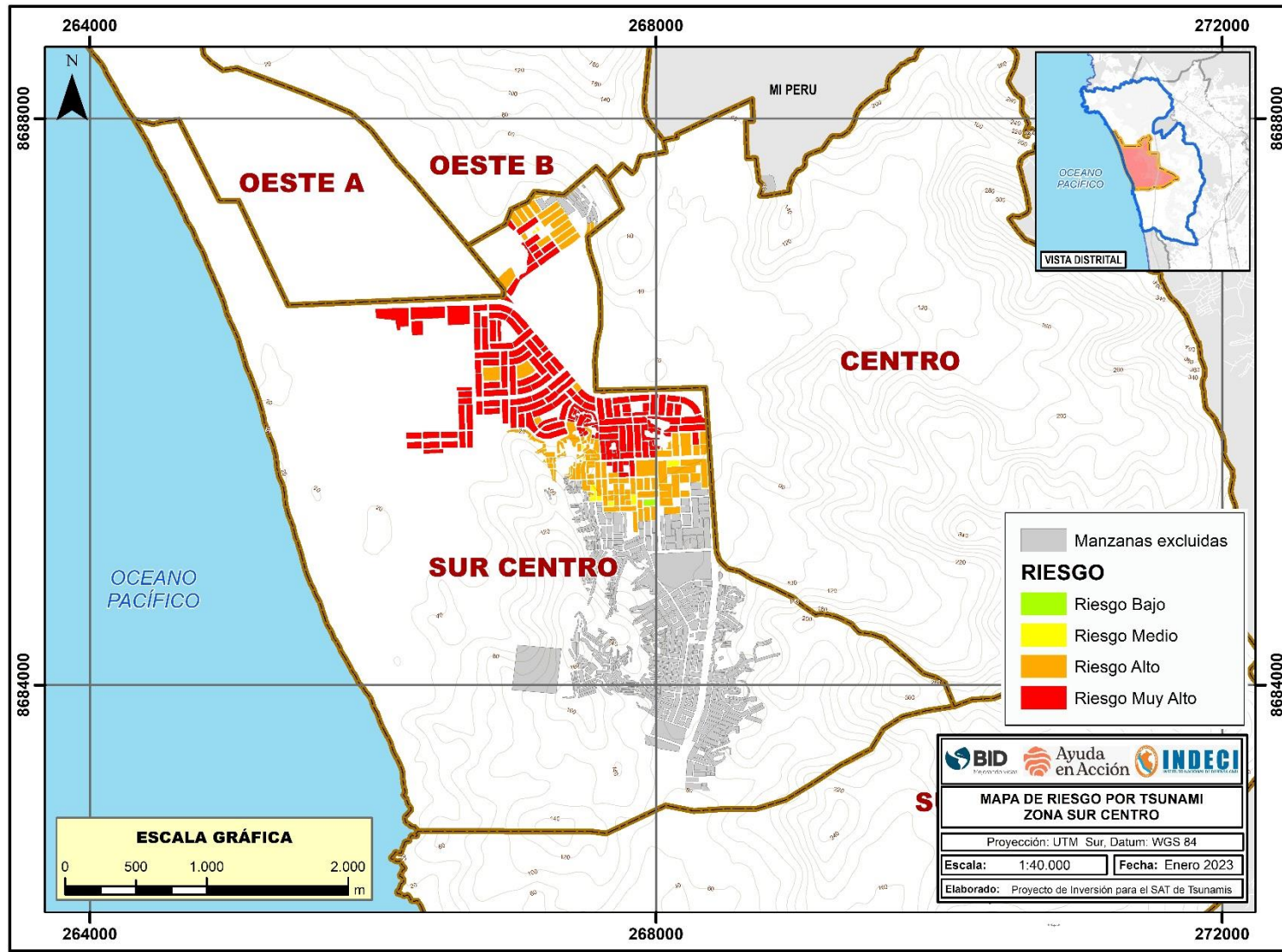
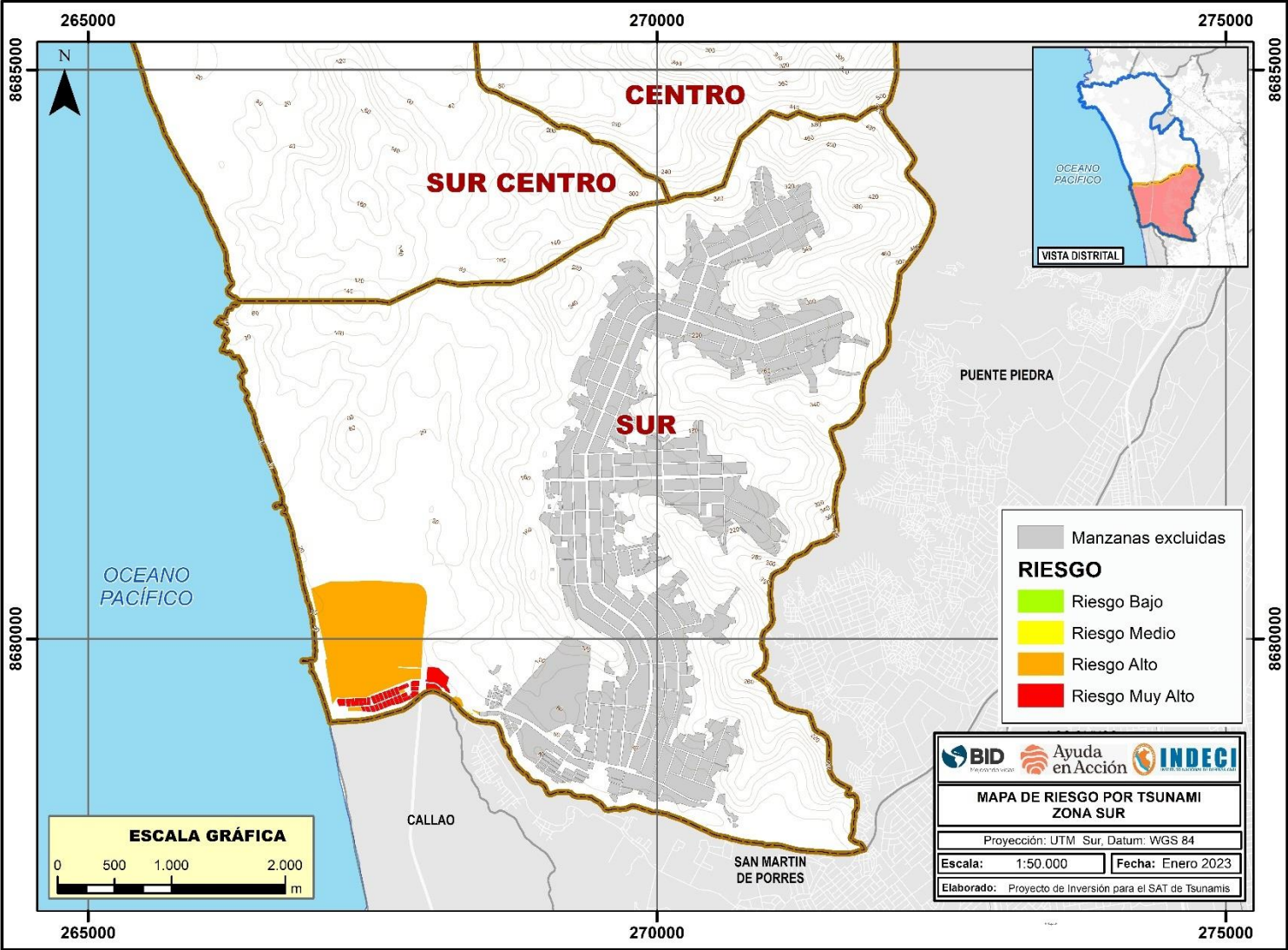




Figura 44

Mapa de Riesgo por Tsunami de la Zona Sur



### **III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA**

El desempeño mostrado en la Fundación constó en la participación de la etapa de gabinete y de campo para la elaboración del expediente definitivo para el SAT (Sistema de Alerta Temprano) Tsunami.

Estos aportes se detallan a continuación:

- Digitalización de las cartas de inundación de la DHN de los departamentos de Tacna, Arequipa, Moquegua, Ica, Lima, Callao, Ancash, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes.
- Orientación para el mejor planteamiento de los puntos de los PPD's (Puesto de Difusión) para una mejor cobertura del radio de influencia de las sirenas cubriendo por completo toda la zona inundable.
- El planteamiento e identificación de las zonas seguras y rutas de evacuación para los distritos costeros beneficiados en este proyecto del SAT – Tsunami.
- El mapeo de las señalizaciones dentro de la ruta de evacuación y las zonas seguras de los distritos costeros beneficiados en este proyecto del SAT – Tsunami.

#### IV. CONCLUSIONES

- En el distrito de Ventanilla se estima que aproximadamente el 65.77% de las viviendas identificadas se encuentra en la zona sur centro de las cuales el 41.33% se encuentra en Riesgo Muy Alto y el 65.24% de la población en riesgo se encuentra en la zona sur centro de las cuales el 40.91% se encuentra en Riesgo Muy Alto.
- La zona de mayor impacto de peligro y vulnerabilidad es la zona sur centro, con 17 721 habitantes en peligro muy alto y 4 582 viviendas en vulnerabilidad alta.
- Se identificó 5 zonas seguras en el distrito de Ventanilla, bien identificados: explanada jardines, parque Urb. Pedro Cueva Vázquez, losa deportiva Av. Iris, el boulevard Almirante Miguel Grau y el parque AH. Mariano Ignacio Prado, y a la vez 5 avenidas principales (La Playa, Los Héroes, 11 de Agosto, Chillón y Principal) y una calle (Las Palomas) como rutas de evacuación en el distrito.

## V. RECOMENDACIONES

Luego de tener ya mapeado el peligro y determinado las zonas vulnerables se recomienda una constante capacitación a la población para el reconocimiento y familiarización de las rutas de evacuación ante tsunami ya sea por los encargados del área de Defensa Civil de la municipalidad distrital o la Dirección Desconcentrada de INDECI (DDI) de Lima y Callao.

Así mismo, la continua supervisión de las rutas de evacuación que se mantengan libre de tránsito, sin obstáculos como rejas peatonales o tranqueras vehiculares y las zonas seguras determinadas queden como zonas intangibles fuera de invasiones urbanas, esto ayudará a que se mantengan fijos las zonas seguras en el distrito.

A la vez, se recomienda que el mapa de rutas y zonas seguras elaborada en este estudio sea validado por la Dirección Hidrográfica Nacional (DHN) y sea incorporado en sus cartas de inundación.

## VI. REFERENCIAS

- Aguirre Ayerbe, I., Aniel-Quiroga, Í., Martínez Sanchez, J., González Rodríguez, E. M., & Medina Santamaría, R. (2016). Evaluación del riesgo de tsunamis en zonas costeras y estrategias de adaptación y mitigación. *Topografía y Cartografía, Especial TOCART 2016, Vol. XXXIV - Nº172. 2016*. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/10825>
- CENEPRED. (2014). Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. *Cenepred*, 1–245. <https://www.cenepred.gob.pe/web/manuales/>
- CEPAL. (2002). *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales*. [https://doi.org/10.1016/S0378-4347\(99\)00544-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4347(99)00544-7)
- Chunga-Llauce, J., Research, A. P.-M. E., & 2021, U. (n.d.). Impacts of earthquakes and tsunamis on marine benthic communities: A review. *Elsevier*. Retrieved December 16, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113621002373>
- Elysa, W., Fahmi, A., Evalina, Z., & Myna, A. (2020). The effect of morphology of post-tsunami coastal physiography on sustainability system of relocation settlement. Case study: Gampong Saney, Lhoong sub-district, Aceh Besar regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 452(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/452/1/012117>
- Farizkha, I. A., Alfiah, R., Listyawati, R. N., & Aji, R. S. (2019). Understanding the Characteristics of “ekistics” Elements in Determining Factors of Urban Settlement Growth. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 328(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/328/1/012065>
- INDECI. (2006). Manual Basico Para La Estimacion Del Riesgo. *Indeci*, 319, 75. [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319\\_contenido.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf)
- Kulikov, E. A., Rabinovich, A. B., & Thomson, R. E. (2005). Estimation of tsunami risk for the

- coasts of Peru and Northern Chile. *Natural Hazards*, 35(2), 185–209.  
<https://doi.org/10.1007/s11069-004-4809-3>
- Kumaat, J. C., Kandoli, S. T. B., & Laeloma, F. (2018). Spatial Modeling of Tsunami Impact in Manado City using Geographic Information System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 306(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/306/1/012069>
- Lagos López, M., & Cisternas Vega, M. (2009). *El nuevo riesgo de tsunamis: considerando el peor escenario*. January, 1–15.
- Liu, P. (2020). Application of Cloud Computing in Geological Hazard Early Warning System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1533(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1533/2/022096>
- Masum, M., & Ali Akbar, M. (2019). The Pacific Ring of Fire is Working as a Home Country of Geothermal Resources in the World. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 249(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/249/1/012020>
- Ocola, L. (2016). *Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú*. 3, 169. <https://revistasipgh.org/index.php/regeofi/article/download/555/566>
- Quezada, J., Jaque, E., ... A. F.-R. de G., & 2012, undefined. (2010). Cambios en el relieve generados como consecuencia del terremoto Mw= 8, 8 del 27 de febrero de 2010 en el centro-sur de Chile. *SciELO Chile*, 35–55. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022012000300003&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022012000300003&script=sci_arttext&tlng=en)
- Ramírez, M. (2004). El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables. Aplicación al nivel de mortalidad y morbilidad en la provincia del Chaco. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, 4, 1–7.
- Salazar-Arbelaez, G. (2018). Terremotos y salud: lecciones y recomendaciones. *Salud Pública*



*de México*, 60, 6–15. <https://doi.org/10.21149/9445>

- Sari, D. A. P., & Soesilo, T. E. B. (2020). Measuring Community Resilience to the Tsunami Disaster (Study of Sukarame Village, Carita District, Pandeglang Regency). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 448(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/448/1/012092>
- Tavera, H. (2001). Peligro sísmico en Lima y el país. *Repositorio Institucional - IGP*, 8(14), 30–35.
- Vilches, O. R., Carrillo, K. S., Reyes, C. M., & Castillo, E. J. (2014). Efectos socioambientales post-catástrofe en localidades costeras vulnerables afectadas por el tsunami del 27/02/2010 en Chile. *Interciencia*, 39(6), 383–390.
- Windupranata, W., Hanifa, N. R., Nusantara, C. A. D. S., Aristawati, G., & Arifianto, M. R. (2020). Analysis of tsunami hazard in the Southern Coast of West Java Province - Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 618(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/618/1/012026>
- Yilmaz, I., Marschalko, M., & Bednarik, M. (2011). Gypsum collapse hazards and importance of hazard mapping. *Carbonates and Evaporites*, 26(2), 193–209. <https://doi.org/10.1007/s13146-011-0055-4>

## **VII. ANEXOS**

- ANEXO A: Información detallada de las instituciones educativas expuestas.
- ANEXO B: Información detallada de los puestos de salud expuestas.
- ANEXO C: Mapa de ruta de evacuación y zona segura (PE-06CAL; PE-05CAL).

## ANEXO A

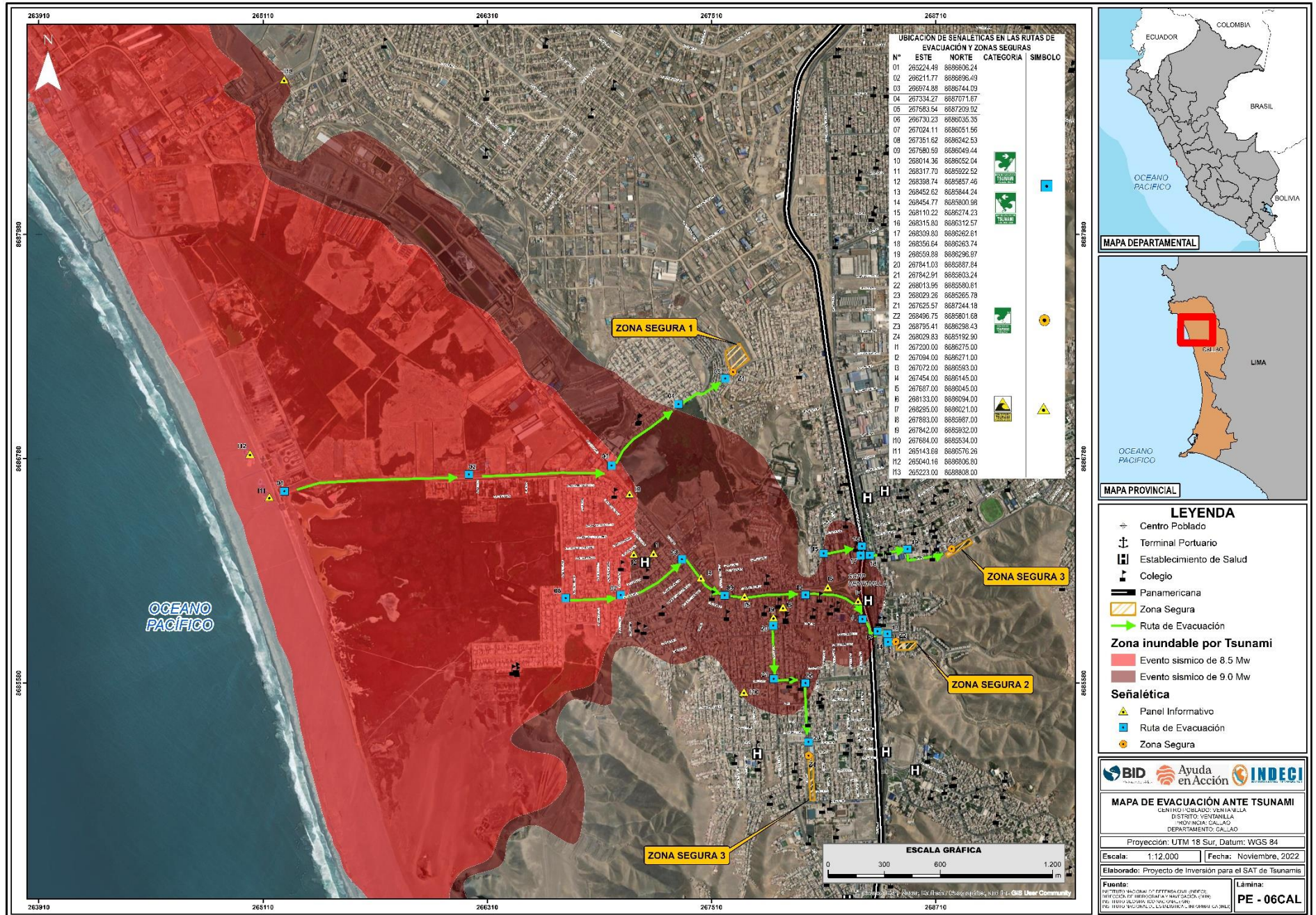
INSTITUCIONES EDUCATIVAS										
IE	Coordenadas UTM		Tipo de Gestión	Nivel Educativo	Total de alumnos					Total de profesores
	X	Y			Nido	Jardín	Inicial	Primaria	Secundaria	
5086 Politécnico de Ventanilla	267929.5	8685581.505	Pública	Primaria - Secundaria				745	1126	80
5118 - Cmdte. Juan Valer Sandoval	267028.84	8686208.644	Pública	Primaria				891		29
Almirante Miguel Grau	267990.63	8685568.695	Privada	Inicial - Primaria - Secundaria			54	179	147	23
San Pedro Nolasco	267594.32	8685944.095	Privada	Inicial - Primaria - Secundaria			41	138	94	20
San Judas Tadeo Patrón de los Niños	267516.13	8686049.724	Privada	Inicial - Primaria - Secundaria			65	132	78	16
Pasitos de Jesús	267869.55	8686009.278	Privada	Inicial - Primaria			11	16		5
Domingo Savio	268056.33	8685954.274	Privada	Inicial - Primaria			3	23		3
Reina de la Paz	266993.16	8686596.768	Privada	Inicial - Primaria			36	57		9
5130-1 Los Licenciados	267795.74	8685969.983	Pública	Primaria				530		20
5138	267116.37	8685880.673	Pública	Secundaria					550	31
126	268147.74	8685972.678	Pública	Inicial			370			12
127	267150.26	8685866.548	Pública	Inicial			330			15
Mi pequeño Mundo I	267908.23	8685938.755	Pública	Inicial No Escolarizado			317			11
Los niños de Gualamita	267910.57	8685925.133	Pública	Inicial No Escolarizado			18			1
Pequeños Tesoros	268184.6	8685992.637	Pública	Inicial No Escolarizado			20			1
Pasitos de Jesús	268231.37	8686436.957	Pública	Inicial No Escolarizado			16			1
Mi Dulce Amanecer	267807.56	8686134.948	Pública	Inicial No Escolarizado			19			1
Ardillitas	266467.41	8685663.221	Pública	Inicial No Escolarizado			18			1
Pececitos	266467.16	8685660.546	Pública	Inicial No Escolarizado			18			1
Conejitos	266471.26	8685644.429	Pública	Inicial No Escolarizado			18			1
Virgen María de Fátima	267119.23	8686988.258	Pública	Inicial No Escolarizado			17			1
Las Travesuras de Mamá	267849	8685918.039	Pública	Inicial No Escolarizado		8				1
Cariños y Mimos	266446.18	8685651.671	Pública	Inicial No Escolarizado		8				5
Grandes Pasitos	267118.99	8686988.488	Pública	Inicial No Escolarizado		8				3
Mi Pequeño Nido	267125.49	8686994.812	Pública	Inicial No Escolarizado	1	7				1
Mis Dulces Pasitos	267162.95	8686167.669	Pública	Inicial No Escolarizado	2	4				1
Harry Sullivan	267565.77	8679452.881	Privada	Inicial - Primaria - Secundaria			30	117	30	12
5130-3 Víctor Raúl Haya De la Torre	267364.72	8679384.938	Pública	Inicial - Primaria - Secundaria			126	296	286	35
María y José	267748.1	8679524.087	Pública	Inicial No Escolarizado			16			1
Bello niño Jesús	267832.61	8679519.825	Pública	Inicial No Escolarizado		12				1
Rayitos de Sol	267790.41	8679543.879	Pública	Inicial No Escolarizado			17			1
Mis Rayitos de Luz	267839.8	8679523.598	Pública	Inicial No Escolarizado		11				1

## ANEXO B

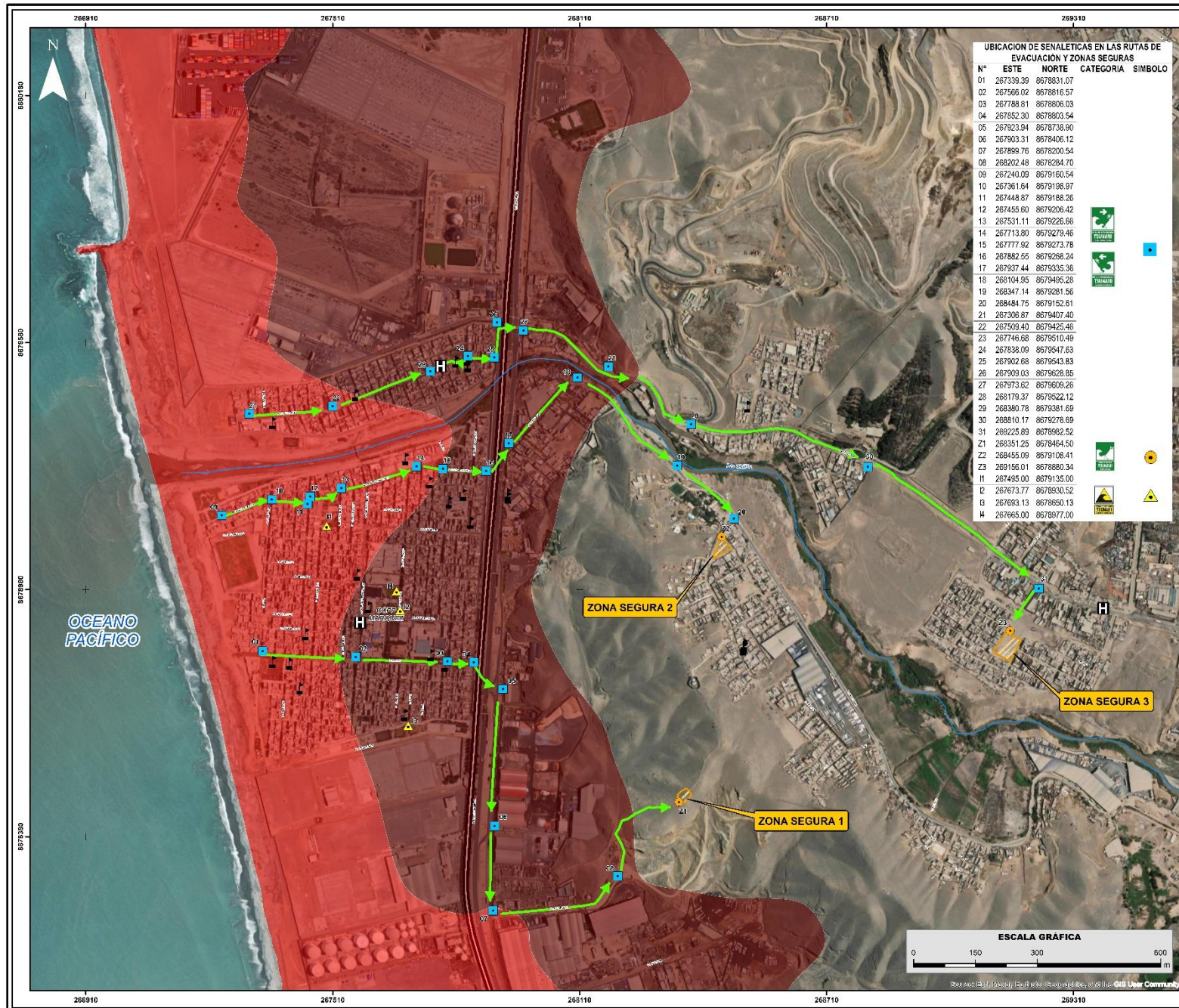
INFRAESTRUCTURA Y POBLACIÓN HOSPITALARIA												
Establecimiento de Salud	Coordenadas UTM		Clasificación	Administrado	Categoría	Área total	Área Construida (m <sup>2</sup> )	Material Predominante de construcción	Servicios Básicos			Población
	X	Y							Agua	Luz	Desagüe	
DEFENSORES DE LA PATRIA	267154.8156	8686227.200	Puesto de Salud o Posta de Salud	DISA - Callao	I-2	1860.78	757.69	Ladrillo	SI	SI	SI	428284
VENTANILLA BAJA	267770.2515	8679540.227	Puesto de Salud o Posta de Salud	DISA - Callao	I-2	583.44	583.44	Ladrillo	S	SI	SI	428284



ANEXO C







- LEYENDA**
- Centro Poblado
  - Terminal Portuario
  - Establecimiento de Salud
  - Colegio
  - Panamericana
  - Zona Segura
  - Ruta de Evacuación
  - Zona inundable por Tsunami
  - Evento sísmico de 8.5 Mw
  - Evento sísmico de 9.0 Mw
- Señalética**
- Panel Informativo
  - Ruta de Evacuación
  - Zona Segura

**BID** **Ayuda en Acción** **INDECI**

**MAPA DE EVACUACIÓN ANTE TSUNAMI**  
 CENTRO POBLADO: BARRUEZ  
 DISTRITO: CALLAO  
 PROVINCIA: CALLAO  
 DEPARTAMENTO: CALLAO

Proyección: UTM 18 Sur, Datum: WGS 84

Escala: 1:6.000 | Fecha: Noviembre, 2022

Elaborado: Proyecto de Inversión para el SAT de Tsunamis

Fuente:  
 INSTITUTO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA,  
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA,  
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA,  
 INSTITUTO NACIONAL DE REGISTRO Y TITULACION

Lámina:  
**PE - 05CAL**