



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO EN EL ASENTAMIENTO  
HUMANO HORACIO ZEVALLOS, DISTRITO DE ATE - PROVINCIA DE LIMA

**Línea de investigación:**

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
geotecnia**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Chero Silva, Thomas Junior

**Asesora:**

Ventura Barrera, Carmen Luz  
(ORCID: 0000-0003-0603-9777)

**Jurado:**

Mendoza García, José Tomas  
Aylas Humareda, María del Carmen  
Gonzales Alarcón, Angelino Oscar

**Lima - Perú**

**2023**



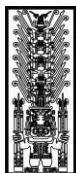
## REPORTE DE ANÁLISIS DE SIMILITUD

Archivo:	1A - Chero Silva Thomas Junior - Título Profesional - 2023
Fecha del análisis:	12/05/2023
Operador del programa informático:	Gamarra Jiménez, David Milton
Correo del operador del Programa informático:	dgamarra@unfv.edu.pe
Porcentaje:	27 %
Título	<b>ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO HORACIO ZEVALLOS, DISTRITO DE ATE - PROVINCIA DE LIMA</b>
Asesor:	Ventura Barrera, Carmen Luz
Enlace:	<a href="https://secure.arkund.com/view/159473819-791618-757646">https://secure.arkund.com/view/159473819-791618-757646</a>



**Mg. Brulio Armando Valdivia Orihuela**

Jefe de la Oficina de Grados y Gestión del Egresado



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO**

**HORACIO ZEVALLOS, DISTRITO DE ATE - PROVINCIA DE LIMA**

**Línea de Investigación:**

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Chero Silva, Thomas Junior

**Asesora:**

Ventura Barrera, Carmen Luz

(ORCID: 0000-0003-0603-9777)

**Jurado:**

Mendoza García, José Tomas

Aylas Humareda, María del Carmen

Gonzales Alarcón, Angelino Oscar

**Lima – Perú**

**2023**

### **Dedicatoria**

La presente investigación está dedicada a mis padres, por su esfuerzo diario; a mis hermanas por su ayuda constante y amigos por el apoyo en esta etapa universitaria.

### **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional Federico Villarreal, por todos los conocimientos aprendidos, durante mi estancia a lo largo de los años.

## INDICE

<b>Resumen.....</b>	<b>xx</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xxi</b>
<b>I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción y Formulación del Problema .....	3
1.1.1 Descripción del Problema .....	3
1.1.2 Formulación del problema.....	5
1.1.2.1 Problema General .....	5
1.1.2.2 Problemas Específicos.....	5
1.2 Antecedentes.....	5
1.2.1 Antecedentes Nacionales.....	5
1.2.2 Antecedentes Internacionales .....	8
1.3 Objetivos.....	11
1.3.1 Objetivo General .....	11
1.3.2 Objetivos Específicos .....	11
1.4 Justificación .....	11
1.5 Hipótesis .....	12
1.5.1 Hipótesis General .....	12
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	12
<b>II. Marco Teórico.....</b>	<b>13</b>
2.1 Base Teórica .....	13
2.1.1 Peligro .....	13
2.1.1.1 Clasificación de peligros.....	13

2.1.1.2	Peligro Sísmico .....	14
2.1.1.3	Sismicidad en el Perú .....	16
A.	Tipos de sismos .....	17
B.	Métodos para pronóstico de sismos en el Perú.....	21
2.1.2	Vulnerabilidad.....	26
2.1.3	Riesgo.....	29
2.1.3.1	Riesgo Sísmico.....	30
2.1.4	Medidas de Prevención y Mitigación.....	30
2.1.5	Gestión del Riesgo de Desastres .....	31
2.1.5.1	Componentes de la Gestión del Riesgo de Desastres.....	32
2.1.5.2	Procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres.....	32
2.1.6	Proceso de Análisis Jerárquico (AHP).....	33
2.2	Base Conceptual .....	35
2.3	Marco Legal.....	39
2.4	Marco Institucional.....	40
<b>III.</b>	<b>Método.....</b>	<b>43</b>
3.1	Tipo de investigación.....	43
3.2	Ámbito temporal y espacial.....	44
3.2.1	Ámbito temporal.....	44
3.2.2	Ámbito espacial.....	44
3.2.2.1	Ubicación geográfica.....	44
3.2.2.2	Accesibilidad.....	47
3.2.2.3	Altitud.....	47
3.2.2.4	Clima y Temperatura.....	47

3.2.2.5 Geología .....	48
3.2.2.6 Geomorfología.....	51
3.2.2.7 Tipos de Suelos.....	54
3.3 Variables .....	57
3.4 Población y muestra.....	58
3.5 Instrumentos.....	58
3.5.1 Técnicas de recolección de datos .....	58
3.5.2 Recursos .....	59
3.5.2.1 Recursos Materiales .....	59
3.5.2.2 Recursos Técnicos.....	59
3.6 Procedimientos.....	60
3.6.1 Etapas de Trabajo .....	60
3.6.1.1 Primera Etapa .....	60
3.6.1.2 Segunda Etapa .....	61
3.6.1.3 Tercera Etapa.....	61
3.6.1.4 Cuarta Etapa. ....	62
3.6.1.5 Quinta Etapa. ....	62
3.6.2 Metodología del Proceso de Análisis Jerárquico .....	63
3.6.3 Base gráfica y alfanumérica .....	71
3.7 Análisis de datos .....	88
<b>IV. Resultados .....</b>	<b>89</b>
4.1 Peligro .....	89
4.1.1 Identificación del Peligro .....	89
4.1.2 Caracterización del peligro.....	90

4.1.2.1 Zonificación de suelo .....	90
4.1.2.2 Aceleraciones del suelo .....	94
4.1.2.3 Amplificación del suelo.....	95
4.1.2.4 Período dominante del movimiento del suelo .....	96
4.1.3 Definición del escenario .....	98
4.1.4 Niveles de Peligro .....	99
4.1.5 Estratificación de los Niveles de Peligro.....	107
4.2 Vulnerabilidad .....	109
4.2.1 Análisis de la Vulnerabilidad .....	109
4.2.1.1 Análisis de la Dimensión Física .....	110
A. Análisis de la Exposición Física .....	112
B. Análisis de la Fragilidad Física .....	118
C. Análisis de la Resiliencia Física.....	134
4.2.1.2 Análisis de la Dimensión Social.....	143
A. Análisis de la Exposición Social.....	145
B. Análisis de la Fragilidad Social .....	150
C. Análisis de la Resiliencia Social .....	167
4.2.2 Niveles de Vulnerabilidad .....	183
4.2.2.1 Cálculo del Valor de la Dimensión Física.....	183
4.2.2.2 Cálculo del Valor de la Dimensión Social .....	186
4.2.2.3 Cálculo del Valor de la Vulnerabilidad.....	189
4.2.3 Estratificación de los Niveles de la Vulnerabilidad .....	193
4.3 Riesgo .....	196
4.3.1 Niveles de Riesgo.....	196
4.3.2 Estratificación de los Niveles del Riesgo .....	197

4.4 Medidas de Prevención y Mitigación .....	206
<b>V. Discusión de Resultados .....</b>	<b>216</b>
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>218</b>
<b>VII. Recomendaciones .....</b>	<b>221</b>
<b>VIII. Referencias.....</b>	<b>223</b>
<b>IX: Anexos .....</b>	<b>228</b>
Anexo A. Mapas .....	228
Anexo B. Matriz de Consistencia .....	241
Anexo C. Panel Fotográfico.....	242

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Principales sismos en el Perú.....	18
<b>Tabla 2</b> Coordenadas del área de estudio.....	45
<b>Tabla 3</b> Vía de acceso - Ruta 1 .....	47
<b>Tabla 4</b> Vía de acceso - Ruta 2 .....	47
<b>Tabla 5</b> Geología del área de estudio .....	48
<b>Tabla 6</b> Geomorfología del área de estudio .....	51
<b>Tabla 7</b> Tipos de Suelos del área de estudio .....	54
<b>Tabla 8</b> Matriz de Operacionalización de Variables.....	57
<b>Tabla 9</b> Escala comparativa por pares de Saaty.....	64
<b>Tabla 10</b> Elección de descriptores .....	65
<b>Tabla 11</b> Determinación del grado de importancia.....	65
<b>Tabla 12</b> Modelo de Matriz de Comparación de Pares.....	66
<b>Tabla 13</b> Modelo de Multiplicación de celdas.....	66
<b>Tabla 14</b> Modelo de Matriz de Normalización.....	67
<b>Tabla 15</b> Modelo del Cálculo del Vector Priorización .....	67
<b>Tabla 16</b> Modelo del Cálculo del Vector Suma Ponderada.....	68
<b>Tabla 17</b> Modelo del Cálculo de $\lambda$ max .....	69
<b>Tabla 18</b> Valores del Índice Aleatorio .....	70
<b>Tabla 19</b> Valores de Amplificación del Suelo .....	96
<b>Tabla 20</b> Período de Movimiento del Suelo .....	96
<b>Tabla 21</b> Variables de la Dimensión Física .....	111
<b>Tabla 22</b> Matriz de Comparación de Pares de la Dimensión Física .....	111
<b>Tabla 23</b> Matriz de Normalización de la Dimensión Física.....	112

<b>Tabla 24</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de la Dimensión Física .....	112
<b>Tabla 25</b> Descriptores del Parámetro Pendiente del Terreno.....	114
<b>Tabla 26</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Pendiente del Terreno .....	114
<b>Tabla 27</b> Matriz de Normalización del Parámetro Pendiente del Terreno.....	115
<b>Tabla 28</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Pendiente del Terreno .....	115
<b>Tabla 29</b> Parámetros de la Fragilidad Física .....	118
<b>Tabla 30</b> Matriz de Comparación de Pares de los Parámetros de la Fragilidad Física .....	119
<b>Tabla 31</b> Matriz de Normalización de los Parámetros de la Fragilidad Física .....	119
<b>Tabla 32</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los Parámetros de la Fragilidad Física.....	119
<b>Tabla 33</b> Descriptores del Parámetro Material Predominante de Pared .....	120
<b>Tabla 34</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Material Predominante de Pared .....	121
<b>Tabla 35</b> Matriz de Normalización del Parámetro Material Predominante de Pared .....	121
<b>Tabla 36</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Material Predominante de Pared .....	122
<b>Tabla 37</b> Descriptores del Parámetro Material Predominante de Techo .....	125
<b>Tabla 38</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Material Predominante de Techo .....	126
<b>Tabla 39</b> Matriz de Normalización del Parámetro Material Predominante de Techo .....	127
<b>Tabla 40</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Material Predominante de Techo.....	127
<b>Tabla 41</b> Descriptores del Parámetro Material Predominante de Piso.....	130

<b>Tabla 42</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Material Predominante de Piso...	131
<b>Tabla 43</b> Matriz de Normalización del Parámetro Material Predominante de Piso.....	132
<b>Tabla 44</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Material Predominante de Piso.....	132
<b>Tabla 45</b> Parámetros de la Resiliencia Física.....	134
<b>Tabla 46</b> Descriptores del Parámetro Tipo de Vivienda.....	135
<b>Tabla 47</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Tipo de Vivienda.....	136
<b>Tabla 48</b> Matriz de Normalización del Parámetro Tipo de Vivienda.....	137
<b>Tabla 49</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Tipo de Vivienda.....	137
<b>Tabla 50</b> Descriptores del Parámetro Tenencia de la vivienda.....	140
<b>Tabla 51</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Tenencia de la vivienda.....	141
<b>Tabla 52</b> Matriz de Normalización del Parámetro Tenencia de la vivienda.....	141
<b>Tabla 53</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Tenencia de la vivienda.....	141
<b>Tabla 54</b> Variables de la Dimensión Social.....	143
<b>Tabla 55</b> Matriz de Comparación de Pares de la Dimensión Social.....	144
<b>Tabla 56</b> Matriz de Normalización de la Dimensión Social.....	144
<b>Tabla 57</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de la Dimensión Social.....	144
<b>Tabla 58</b> Descriptores del Parámetro Grupo Etario.....	145
<b>Tabla 59</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Grupo Etario.....	146
<b>Tabla 60</b> Matriz de Normalización del Parámetro Grupo Etario.....	146
<b>Tabla 61</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Grupo Etario.....	147

<b>Tabla 62</b> Parámetros de la Fragilidad Social .....	150
<b>Tabla 63</b> Matriz de Comparación de Pares de los Parámetros de la Fragilidad Social.....	151
<b>Tabla 64</b> Matriz de Normalización de los Parámetros de la Fragilidad Social.....	151
<b>Tabla 65</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de consistencia (RC) de los Parámetros de la Fragilidad Social .....	151
<b>Tabla 66</b> Descriptores del Parámetro Tipo de Discapacidad .....	152
<b>Tabla 67</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Tipo de discapacidad.....	153
<b>Tabla 68</b> Matriz de Normalización del Parámetro Tipo de discapacidad .....	153
<b>Tabla 69</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Tipo de discapacidad.....	154
<b>Tabla 70</b> Descriptores del Parámetro Acceso a la Red de Agua Potable.....	157
<b>Tabla 71</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Acceso a la Red de Agua Potable .....	158
<b>Tabla 72</b> Matriz de Normalización del Parámetro Acceso a la Red de Agua Potable.....	159
<b>Tabla 73</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de consistencia (RC) del Parámetro Acceso a la Red de Agua Potable .....	159
<b>Tabla 74</b> Descriptores del Parámetro Acceso a la Red de Desagüe.....	162
<b>Tabla 75</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Acceso a la Red de Desagüe ....	163
<b>Tabla 76</b> Matriz de Normalización del Parámetro Acceso a la Red de Desagüe.....	164
<b>Tabla 77</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Acceso a la Red de Desagüe.....	164
<b>Tabla 78</b> Parámetros de la Resiliencia Social .....	167
<b>Tabla 79</b> Matriz de Comparación de Pares de los Parámetros de la Resiliencia Social .....	167
<b>Tabla 80</b> Matriz de Normalización de los Parámetros de la Resiliencia Social .....	168

<b>Tabla 81</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los parámetros de la Resiliencia Social.....	168
<b>Tabla 82</b> Descriptores del Parámetro Tipo de Seguro .....	169
<b>Tabla 83</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Tipo de Seguro .....	170
<b>Tabla 84</b> Matriz de Normalización del Parámetro Tipo de Seguro .....	170
<b>Tabla 85</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Tipo de Seguro .....	170
<b>Tabla 86</b> Descriptores del Parámetro Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres .....	172
<b>Tabla 87</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres.....	173
<b>Tabla 88</b> Matriz de Normalización del Parámetro Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres .....	175
<b>Tabla 89</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres .....	176
<b>Tabla 90</b> Descriptores del Parámetro Nivel Educativo .....	179
<b>Tabla 91</b> Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Nivel Educativo.....	180
<b>Tabla 92</b> Matriz de Normalización del Parámetro Nivel Educativo .....	180
<b>Tabla 93</b> Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Nivel Educativo .....	181
<b>Tabla 94</b> Resultado del Cálculo de la Ponderación de la Dimensión Física.....	183
<b>Tabla 95</b> Resultado del Cálculo de la Ponderación de Parámetros de la Dimensión Física...	183
<b>Tabla 96</b> Cálculo del Valor de la Exposición Física.....	184
<b>Tabla 97</b> Cálculo del Valor de la Fragilidad Física .....	184
<b>Tabla 98</b> Cálculo del Valor la Resiliencia Física.....	185

<b>Tabla 99</b>	Cálculo del Valor de la Dimensión Física .....	185
<b>Tabla 100</b>	Resultado del Cálculo de la Ponderación de la Dimensión Social .....	186
<b>Tabla 101</b>	Resultado del Cálculo de la Ponderación de Parámetros de la Dimensión Social..	186
<b>Tabla 102</b>	Cálculo del Valor de la Exposición Social .....	187
<b>Tabla 103</b>	Cálculo del Valor de la Fragilidad Social .....	187
<b>Tabla 104</b>	Cálculo del Valor de la Resiliencia Social.....	188
<b>Tabla 105</b>	Cálculo del Valor de la Dimensión Social.....	188
<b>Tabla 106</b>	Ponderación de las dimensiones de la Vulnerabilidad.....	189
<b>Tabla 107</b>	Cálculo del Valor de la Vulnerabilidad .....	189
<b>Tabla 108</b>	Niveles y rangos de la Vulnerabilidad.....	190
<b>Tabla 109</b>	Matriz de Estratificación de los Niveles de la Vulnerabilidad .....	193
<b>Tabla 110</b>	Rango de valores del peligro, vulnerabilidad y riesgo.....	196
<b>Tabla 111</b>	Niveles y rangos del riesgo .....	196
<b>Tabla 112</b>	Matriz de Estratificación de los Niveles del riesgo .....	202
<b>Tabla 113</b>	Ficha de Proyecto 01 (P-01) .....	208
<b>Tabla 114</b>	Ficha de Proyecto 02 (P-02) .....	209
<b>Tabla 115</b>	Ficha de Proyecto 03 (P-03) .....	210
<b>Tabla 116</b>	Ficha de Proyecto 04 (P-04) .....	211
<b>Tabla 117</b>	Ficha de Proyecto 05 (P-05) .....	212
<b>Tabla 118</b>	Ficha de Proyecto 06 (P-06) .....	213
<b>Tabla 119</b>	Ficha de Proyecto 07 (P-07) .....	214
<b>Tabla 120</b>	Ficha de Proyecto 08 (P-08) .....	215

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Clasificación de peligros .....	13
<b>Figura 2</b>	Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales .....	14
<b>Figura 3</b>	Ejemplificación del origen de un sismo .....	15
<b>Figura 4</b>	Parámetros considerados para el cálculo del nivel de peligrosidad sísmica .....	16
<b>Figura 5</b>	Principales Áreas de ruptura por sismo en las costas de Perú y Chile .....	22
<b>Figura 6</b>	Períodos de retorno de las asperezas .....	24
<b>Figura 7</b>	Acoplamiento instersísmico según datos GPS .....	25
<b>Figura 8</b>	Interrelación del peligro, vulnerabilidad y riesgo .....	26
<b>Figura 9</b>	Escala de Saaty .....	34
<b>Figura 10</b>	Ubicación Nacional del área de estudio .....	44
<b>Figura 11</b>	Ubicación Provincial del área de estudio .....	45
<b>Figura 12</b>	Mapa de ubicación del área de estudio.....	46
<b>Figura 13</b>	Mapa geológico del área de estudio .....	50
<b>Figura 14</b>	Mapa geomorfológico del área de estudio .....	53
<b>Figura 15</b>	Mapa de Tipos de Suelos del área de estudio.....	56
<b>Figura 16</b>	Flujograma general de las etapas de trabajo.....	62
<b>Figura 17</b>	Descarga de la capa vectorial de Microzonificación sísmica de la plataforma SIGRID .....	71
<b>Figura 18</b>	Edición de capa vectorial en el software GIS.....	72
<b>Figura 19</b>	Creación de los campos Valor y Nivel del Peligro .....	72
<b>Figura 20</b>	Elaboración de la capa pendiente .....	73
<b>Figura 21</b>	Descarga de la capa vectorial de manzanas de la plataforma SIGRID .....	74
<b>Figura 22</b>	Descarga de imagen satelital .....	75
<b>Figura 23</b>	Digitalización de manzanas faltantes .....	75

<b>Figura 24</b>	Inspección de viviendas para completar datos faltantes.....	76
<b>Figura 25</b>	Tabla de atributos de la capa vectorial .....	76
<b>Figura 26</b>	Codificación de parámetros.....	77
<b>Figura 27</b>	Proceso de llenado de datos.....	82
<b>Figura 28</b>	Ingreso de fórmulas .....	83
<b>Figura 29</b>	Vinculación de datos alfanuméricos a base gráfica.....	84
<b>Figura 30</b>	Calculadora de datos .....	85
<b>Figura 31</b>	Proceso de Intersección .....	86
<b>Figura 32</b>	Cálculo de los valores y niveles de riesgo.....	87
<b>Figura 33</b>	Parámetros para la estimación del Peligro por Sismo .....	89
<b>Figura 34</b>	Mapa de Microzonificación Sísmica de Ate .....	93
<b>Figura 35</b>	Mapa de Aceleración del suelo .....	94
<b>Figura 36</b>	Zonas Sísmicas .....	95
<b>Figura 37</b>	Mapa de Peligro por Sismo de Lima Metropolitana .....	97
<b>Figura 38</b>	Parámetros del escenario por sismo .....	98
<b>Figura 39</b>	Niveles de Peligro .....	99
<b>Figura 40</b>	Matriz de Estratificación de los Niveles de Peligro .....	107
<b>Figura 41</b>	Geoforma de Terraza.....	100
<b>Figura 42</b>	Geoformas de pendiente media y empinada.....	100
<b>Figura 43</b>	Zona alta del área de estudio .....	101
<b>Figura 44</b>	Fracturamiento en rocas .....	101
<b>Figura 45</b>	Alta pendiente en el área de estudio .....	102
<b>Figura 46</b>	Desprendimiento de Rocas .....	102
<b>Figura 47</b>	Caída de material suelto .....	103
<b>Figura 48</b>	Expansión de Viviendas hacia las laderas .....	103

<b>Figura 49</b>	Viviendas en suelos no consolidados .....	104
<b>Figura 50</b>	Viviendas sobre pircas.....	104
<b>Figura 51</b>	Mapa de Peligro por Sismo del ámbito de estudio.....	108
<b>Figura 52</b>	Esquema metodológico general para el Análisis de la Vulnerabilidad.....	110
<b>Figura 53</b>	Cantidad de manzanas según su exposición a la pendiente del terreno .....	116
<b>Figura 54</b>	Porcentaje de manzanas según su exposición a la pendiente del terreno .....	116
<b>Figura 55</b>	Pendiente de terreno de 10° a 15° .....	117
<b>Figura 56</b>	Pendiente de terreno mayor a 25° .....	117
<b>Figura 57</b>	Cantidad de manzanas según el material predominante de pared.....	122
<b>Figura 58</b>	Porcentaje de manzanas según el material predominante de pared.....	123
<b>Figura 59</b>	Vivienda con pared de ladrillo .....	124
<b>Figura 60</b>	Vivienda con pared de madera .....	124
<b>Figura 61</b>	Cantidad de manzanas según el material predominante de techo .....	128
<b>Figura 62</b>	Porcentaje de manzanas según el material predominante de techo.....	128
<b>Figura 63</b>	Vivienda con techo de calamina.....	129
<b>Figura 64</b>	Vivienda con techo de concreto .....	129
<b>Figura 65</b>	Cantidad de manzanas según el material predominante de piso .....	133
<b>Figura 66</b>	Porcentaje de manzanas según el material predominante de piso.....	133
<b>Figura 67</b>	Cantidad de manzanas según el Tipo de Vivienda.....	138
<b>Figura 68</b>	Porcentaje de manzanas según el Tipo de Vivienda .....	138
<b>Figura 69</b>	Casa Independiente.....	139
<b>Figura 70</b>	Vivienda improvisada con material precario.....	139
<b>Figura 71</b>	Cantidad de manzanas según Tenencia de la Vivienda.....	142
<b>Figura 72</b>	Porcentaje de manzanas según Tenencia de la Vivienda .....	142
<b>Figura 73</b>	Cantidad de manzanas según el Grupo Etario.....	148

<b>Figura 74</b> Porcentaje de manzanas según el Grupo Etario .....	148
<b>Figura 75</b> Población joven .....	149
<b>Figura 76</b> Población infantil .....	149
<b>Figura 77</b> Cantidad de manzanas según Tipo de discapacidad de la población .....	155
<b>Figura 78</b> Porcentaje de manzanas según Tipo de discapacidad de la población.....	155
<b>Figura 79</b> Población con discapacidad para caminar.....	156
<b>Figura 80</b> Población con discapacidad visual.....	156
<b>Figura 81</b> Cantidad de manzanas según el Acceso a la Red de Agua Potable .....	160
<b>Figura 82</b> Porcentaje de manzanas según el Acceso a la Red de Agua Potable .....	160
<b>Figura 83</b> Instalación precaria de agua .....	161
<b>Figura 84</b> Almacenamiento con tanques elevados.....	161
<b>Figura 85</b> Cantidad de manzanas según el Acceso a la Red de Desagüe .....	165
<b>Figura 86</b> Porcentaje de manzanas según el Acceso a la Red de Desagüe.....	165
<b>Figura 87</b> Baño fuera de la vivienda.....	166
<b>Figura 88</b> Pozo Séptico.....	166
<b>Figura 89</b> Cantidad de manzanas según el Tipo de Seguro .....	171
<b>Figura 90</b> Porcentaje de manzanas según el Tipo de Seguro.....	171
<b>Figura 91</b> Cantidad de manzanas según la Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres .....	177
<b>Figura 92</b> Porcentaje de manzanas según la Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres .....	178
<b>Figura 93</b> Cantidad de manzanas según el Nivel Educativo.....	181
<b>Figura 94</b> Porcentaje de manzanas según el Nivel Educativo .....	182
<b>Figura 95</b> Cantidad de manzanas según su Nivel de Vulnerabilidad .....	190
<b>Figura 96</b> Porcentaje de manzanas según su Nivel de Vulnerabilidad.....	191

<b>Figura 97</b> Mapa de Vulnerabilidad del Asentamiento Humano Horacio Zevallos.....	195
<b>Figura 98</b> Cantidad de manzanas según su Nivel de Riesgo .....	197
<b>Figura 99</b> Porcentaje de manzanas según su Nivel de Riesgo .....	197
<b>Figura 100</b> Mapa de Riesgo por Sismo del Asentamiento Humano Horacio Zevallos .....	205

**INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1</b> Mapa de Pendiente del Terreno .....	228
<b>Anexo 2</b> Mapa de Material Predominante de Pared .....	229
<b>Anexo 3</b> Mapa de Material Predominante de Techo .....	230
<b>Anexo 4</b> Mapa de Material Predominante de Piso .....	231
<b>Anexo 5</b> Mapa de Tipo de Vivienda.....	232
<b>Anexo 6</b> Mapa de Tenencia de la Vivienda.....	233
<b>Anexo 7</b> Mapa de Grupo Etario.....	234
<b>Anexo 8</b> Mapa de Tipo de Discapacidad.....	235
<b>Anexo 9</b> Mapa de Acceso a la Red de Agua Potable .....	236
<b>Anexo 10</b> Mapa de Acceso a la Red de Desagüe .....	237
<b>Anexo 11</b> Mapa de Tipo de Seguro .....	238
<b>Anexo 12</b> Mapa de Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres.....	239
<b>Anexo 13</b> Mapa de Nivel Educativo.....	240
<b>Anexo 14</b> Matriz de Consistencia.....	241

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal estimar el nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, al cual se encuentra expuesto el Asentamiento Humano Horacio Zevallos. Se realizó el análisis sobre la población y vivienda. El tipo de investigación es aplicada, nivel explicativo y un diseño no experimental. El peligro por sismo considerado en el estudio es el elaborado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, en el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 2019 – 2022, la vulnerabilidad fue tomada del censo elaborado por el INEI en el año 2017, datos que fueron verificados y complementados mediante visitas de campo. La metodología utilizada en el cálculo de la vulnerabilidad y del riesgo, es la desarrollada por CENEPRED mediante el Proceso de Análisis Jerárquico, el cual por medio de ponderaciones determina el grado de importancia de un parámetro sobre otro, se aplica el uso de sistemas de información geográfica para el desarrollo del estudio. Se identificó un nivel de riesgo muy alto, alto y medio, cerca del 90% del área de estudio presenta un nivel de peligro alto, debido a sus características geológicas, geomorfológicas, tipo de suelos y posible aceleración sísmica a presentar ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud. Principalmente en la parte alta de las laderas de los cerros se encontró una vulnerabilidad muy alta, debido al asentamiento de viviendas construidas con material de madera, calamina, triplay; a parte de su fragilidad están propensas a caída rocas, deslizamiento de tierras. Se propone la aplicación de medidas de tipo estructural y no estructural para la prevención y mitigación de los riesgos.

*Palabras claves:* peligro, vulnerabilidad, riesgo

### **Abstract**

The main objective of this research is to estimate the level of risk in the event of a large magnitude earthquake, to which the Horacio Zevallos Human Settlement is exposed. The analysis was carried out on the population and housing. The type of research is applied, explanatory level and non-experimental design. The earthquake hazard considered in the study is that prepared by the Metropolitan Municipality of Lima, in the Disaster Risk Prevention and Reduction Plan 2019 - 2022, the vulnerability was taken from the census prepared by INEI in 2017, data that were verified and supplemented by field visits. The methodology used in the calculation of vulnerability and risk is that developed by CENEPRED through the Hierarchical Analysis Process, which by means of weightings determines the degree of importance of one parameter over another, the use of geographic information systems is applied for the development of the study. A very high, high and medium level of risk was identified; about 90% of the study area has a high level of danger, due to its geological and geomorphological characteristics, soil type and possible seismic acceleration in the event of a large magnitude earthquake. Mainly in the upper part of the hillsides, a very high vulnerability was found, due to the settlement of houses built with wood, calamine, and plywood materials; in addition to their fragility, they are prone to rock falls and landslides. Structural and non-structural measures are proposed for risk prevention and mitigation.

*Key words:* hazard, vulnerability, risk

## I. Introducción

Los habitantes y las edificaciones del Asentamiento Humano Horacio Zevallos en el distrito de Ate, han ido expandiéndose con el pasar de los años hacia zonas no aptas para vivencia, como las laderas de los cerros, que presentan material inestable, siendo propensas a caída de rocas, deslizamientos de tierra, todo ello sumado al proceso de autoconstrucción de viviendas, hace que muchas zonas no reúnan las condiciones básicas de seguridad.

El presente trabajo de tesis busca estimar el nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, el cual se encuentra en función al peligro del área de estudio, que depende de las características intrínsecas del territorio, y a la vulnerabilidad, la cual es el grado de fragilidad que pueden presentar las viviendas y población.

La investigación se realizó considerando a todas las viviendas y pobladores que conforman el Asentamiento Humano Horacio Zevallos, para dar a conocer a la población y autoridades, acerca de cuál es el nivel de peligro, que presenta la zona en donde se encuentra asentadas las viviendas; saber el nivel de vulnerabilidad y de esta manera que estén prevenidas ante la ocurrencia de un fuerte sismo. De esta manera también se busca evitar el asentamiento de nuevas edificaciones en áreas poco seguras e inminentes a peligro.

La presente tesis se encuentra distribuida como se detalla a continuación:

El Capítulo I presenta la descripción del Problema, parte importante que ayudará a entender el proyecto de investigación, del cual se derivan los objetivos a lograr; también se presenta la revisión de antecedentes, acerca de proyectos de investigación relacionados a la temática; a su vez se expone la justificación, que motiva el desarrollo del presente trabajo.

El Capítulo II abarca el Marco Teórico, donde se desarrollan las bases teóricas, conceptuales, marco legal e institucional; que permitan un adecuado entendimiento del trabajo.

El capítulo III describe que la investigación está bajo un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), es de tipo aplicada, nivel explicativo y con un diseño no experimental (no hay manipulación de variables) y transversal (el análisis se realiza en un solo periodo). Así mismo se presenta el ámbito temporal y espacial, es decir, cuando y donde se desarrolla el trabajo. También se hace la identificación de las variables involucradas en el análisis. Se detalla la población y muestra; y también los instrumentos aplicados para la obtención de los resultados. Se indica el procedimiento efectuado en el desarrollo del trabajo, a través de diversas etapas, en conjunto con el proceso de construcción de la base de datos que alimenta la investigación.

El capítulo IV presenta los resultados de la Identificación del Peligro para determinar los niveles del mismo; el Análisis de la Vulnerabilidad desarrollada en dos dimensiones (Física y Social) para el cálculo de sus niveles; también se determina el nivel de riesgo, todo ello basándose en la metodología aplicada por CENEPRED, que es la del Proceso de Análisis Jerárquico; y se plantea la incorporación de medidas de tipo estructural y no estructural a través de fichas de proyectos.

El capítulo V realiza la discusión de resultados, en la que se hace una comparación entre los antecedentes, las bases teóricas y el presente trabajo de investigación.

El capítulo VI muestra las conclusiones, las cuales son obtenidas en función a los resultados, y responden a los objetivos planteados inicialmente, aquí se detalla numérica y porcentualmente los niveles del peligro, de la vulnerabilidad y del riesgo.

El capítulo VII brinda las recomendaciones necesarias luego de haber efectuado el presente trabajo de investigación.

El capítulo VIII menciona las referencias bibliográficas utilizadas en el estudio.

El capítulo IX incorpora los anexos, como planos, matrices, registro fotográfico obtenido de la zona de estudio.

## **1.1 Descripción y Formulación del Problema**

### ***1.1.1 Descripción del Problema***

El Perú está localizado geográficamente en el “Cinturón de fuego del Pacífico”, el cual recibe esta denominación, debido a que el 75% de volcanes del mundo se encuentran conformándolo, de igual manera se caracteriza por su constante actividad sísmica produciéndose cerca del 80% de sismos que se dan mundialmente, producto de la fricción entre las placas tectónicas, las cuales se encuentran en movimiento constante, en diferentes direcciones y algunas más rápidas que otras.

Los movimientos sísmicos que afectan nuestro país se deben en su mayoría al proceso de subducción de dos placas tectónicas; la primera conocida como la de Nazca u Oceánica, la cual se desplaza debajo de la Placa Sudamericana o Continental, ocasionando la liberación de energía acumulada a lo largo de los años, produciendo movimientos de gran intensidad conocidos como terremotos.

Debemos tener presente que la ciudad de Lima no presenta sismos de gran importancia desde 1746, lo cual hace pensar que en un futuro probable se originará un sismo de gran magnitud. Muchas zonas de Lima no se encuentran preparadas para afrontar estos procesos; debido a la precariedad de sus construcciones, falta de conocimiento por parte de la población en temas de gestión de riesgo, inadecuada gestión de las autoridades en temas de planificación urbana; por ende, ante un sismo de gran magnitud que a su vez podría desencadenar la ocurrencia de otros peligros, los daños serían elevados si no se toman las medidas adecuadas en temas de prevención y mitigación.

Según el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del Distrito de Ate 2018 - 2021 elaborado por la Municipalidad Distrital de Ate en el 2018, el distrito ha venido presentando un crecimiento caótico en las últimas décadas, el 57.46 % de su territorio está

ocupado por diversos usos, mientras que el 42.54 % es eriaza e inaccesible debido a su alta pendiente. En tanto del análisis de la población se obtuvo que más del 50% de la población económicamente activa, está en la condición de: sin actividad, no remunerada, desempleada o dedicada a labores del hogar.

De igual manera según el estudio se identificó que la cantidad de hogares con abastecimiento de agua y servicios higiénicos corresponde al 77.71% y 78.82% respectivamente; el 79.97% del material constructivo de las casas es de ladrillo. Según el análisis la parte central del distrito corresponde a sectores con mayor antigüedad, gran parte de las viviendas que se encuentran asentadas fueron realizadas mayormente por autoconstrucción, otras agrupaciones de viviendas están ubicadas en las laderas de los cerros y han sido construidas precariamente con material como calaminas, maderas, triplay.

El Asentamiento Humano Horacio Zevallos ubicado en el distrito de Ate tiene 39 años de creación, siendo conformado en sus inicios por población migrante en busca de una mejor calidad de vida para ellos y sus familias, empezó como una necesidad de vivienda para los sectores de más bajos recursos, desde ese entonces se asentó en la parte baja, con el transcurrir del tiempo fue creciendo hasta llegar a ocupar la falda de los cerros y posteriormente en su proceso de expansión la parte alta de las laderas, en estas últimas las construcciones son precarias, las cuales no reúnen las condiciones de seguridad para ser habitables, debido a que están propensas a caídas de rocas si se suscitara un sismo de gran magnitud.

## **1.1.2 Formulación del problema**

### **1.1.2.1 Problema General.**

¿Cuál es el nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos?

### **1.1.2.2 Problemas Específicos.**

¿Cuáles son los niveles de peligro ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos?

¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos?

¿Cuáles son las medidas de prevención y mitigación del riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, aplicables en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos?

## **1.2 Antecedentes**

### **1.2.1 Antecedentes Nacionales**

Huamán y Mendoza (2021) en tu tesis titulada “Evaluación del Riesgo Sísmico en las Viviendas del Sector Cruz Verde del Distrito de Tambo de Mora, Chincha, Ica”, plantearon como objetivo principal la evaluación de riesgo sísmico en las viviendas del sector Cruz Verde del distrito de Tambo de Mora, Ica; en base al manual de sismos otorgado por el CENEPRED. El tipo de investigación fue transversal descriptiva y el diseño es no experimental. La muestra fue de 122 habitantes. Se realizó en base a lo propuesto en el manual de riesgo proporcionado por CENEPRED y a parámetros de diseño para viviendas sismorresistentes. Se concluyó tomando como base la microzonificación sísmica de Tambo de Mora que le corresponde un nivel de peligro |muy alto; presenta vulnerabilidad alta, media y baja, la cual representa al 6%, 72% y 22% respectivamente, referente al riesgo por sismo está dentro del nivel alto con el 89% y muy alto con el 11%.

Hilario (2020) en su tesis titulada “Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales en el distrito de Los Olivos utilizando el Método Multicriterio empleado por CENEPRED”, tuvo como objetivo principal identificar los niveles de riesgo dentro de un espacio geográfico pre-determinado. La población fue del total de habitantes y edificaciones del distrito de Los Olivos. Se determinó la ponderación de los parámetros de cada tipo de peligro analizado, obteniendo los niveles de peligrosidad, de igual manera se ponderó los parámetros de la vulnerabilidad desde la dimensiones económica y ambiental, todo ello utilizando la Matriz de Saaty. Se concluyó que el nivel de riesgo por sismo de las áreas sectorizadas en el distrito de los Olivos, presentaron niveles de riesgo alto y medio; el área de laderas de cerros presentó un nivel de riesgo medio ante deslizamientos; y el nivel de riesgo ha sido alto ante inundación para los sectores que se encuentran en un radio de 300 metros alrededor de las fajas marginales del Río Chillón.

More (2020) en su tesis titulada “Análisis de Riesgos de Desastres por Sismos e Inundaciones y elaboración de un Plan de Prevención en Upis Las Vegas, distrito 26 de Octubre, provincia y departamento de Piura”, determinó como objetivo principal analizar el nivel de riesgos ante peligro por movimientos Sísmicos e Inundaciones por FEN y establecer un Plan de Prevención de Riesgos de Desastres”. El tipo de investigación es explicativo y de nivel descriptivo. La muestra fue del 50% del territorio. Se aplicó el método Multicriterio; en el análisis de los parámetros, correspondiente al peligro y a la vulnerabilidad. Se determinó que el nivel de riesgo por sismo en la UPIS, es muy alto, debido a sus condiciones geológicas, ante inundaciones posee niveles de riesgo muy alto y alto, con el 60% y 40% respectivamente, debido a que el Fenómeno el Niño Costero es recurrente en la región Piura. Se diseñó el Plan de Prevención de Riesgo de Desastres por sismo e inundaciones, identificándose las acciones inmediatas a realizar.

Coral y Silva (2020) en su tesis titulada “Determinación de Riesgo en el Centro Poblado San Sebastián de Quera, distrito Santa María del Valle, Huánuco 2020”, plantearon como objetivo determinar el riesgo en el Centro Poblado San Sebastián de Quera, distrito Santa María del Valle, provincia y departamento Huánuco. El tipo de investigación es descriptiva, de enfoque cuantitativo. La muestra es de 56 viviendas. Para la determinación del riesgo se halló el peligro y vulnerabilidad aplicando lo indicado en el Manual de Estimación de Riesgo de INDECI. Se identificó que el ámbito de estudio está expuesto a un nivel de peligro alto por deslizamientos, mientras que presenta un nivel de peligro bajo para inundación, huayco, sismo. El 55% de viviendas posee un nivel de vulnerabilidad alta.

Estrada (2019) en su investigación denominada “Evaluación de Riesgo Sísmico en la Zona Urbana del distrito de Socos, utilizando la Metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)”, planteó como objetivo principal evaluar el riesgo sísmico en la zona urbana del distrito de Socos, utilizando la metodología del CENEPRED, para poder determinar los niveles de riesgo sísmico. El enfoque de la investigación fue cualitativo, nivel descriptivo y diseño no experimental. La muestra ha sido de 400 lotes de la zona urbana de Socos, la cual es igual al total de la población. Se aplicó el Análisis Multicriterio para la determinación del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo. Se concluyó que 223 lotes están dentro del riesgo alto, 117 en riesgo medio; 396 lotes están expuestos a peligro alto, 4 lotes a peligro medio; presentaron una vulnerabilidad muy alta, alta, media y baja con 10, 212, 53 y 125 lotes respectivamente.

### ***1.2.2 Antecedentes Internacionales***

Granda (2022) en su tesis titulada “Análisis de Riesgo Sísmico en el Barrio Solanda, Sector 4, del Cantón Quito, Provincia de Pichincha”, planteó como objetivo general, analizar el escenario de riesgo sísmico en el Barrio Solanda, Sector 4, perteneciente al Distrito Metropolitano de Quito, por medio de la realización de mapas térmicos geoespaciales, para la identificación del nivel de amenaza sísmica, de subsidencia y de vulnerabilidad global, al que se está expuesta la población y las infraestructuras en el Sector. El tipo de investigación es correlacional y social. Se realizó la recopilación de información bibliográfica para identificar el peligro y por medio de encuestas a la población analizar la vulnerabilidad. La muestra es de 77 viviendas. Se concluyó que el sector 4 presenta un nivel de riesgo alto, que representa el 60.94% del total, estos datos son plasmados en mapas térmicos para una mejor visualización.

Sánchez y Vicuña (2022) en su investigación titulada “Percepción del Riesgo Sísmico de los habitantes del Cono del Cañaveralejo y Oriente de la Ciudad de Cali”, determinaron como objetivo principal, indagar el conocimiento de riesgo sísmico existente en los habitantes del cono del Cañaveralejo y la zona oriente de la ciudad de Cali”. El tipo de investigación fue descriptiva. La muestra ha sido de 600 predios. La herramienta metodológica utilizada fue la encuesta CAP (conocimiento, actitudes y prácticas), se aplicó el Proceso Analítico Jerárquico para determinar la importancia de los parámetros analizados. Se concluyó que el conocimiento del peligro sísmico, está relacionado al nivel educativo, debido que la población con un nivel de estudios más alto, presenta mayor conocimiento del origen de los sismos; en comparación de personas con un menor nivel de educación, las cuales relacionaron los sismos como fenómenos climáticos. El nivel de percepción fue medio, debido a que los habitantes sufrieron en el año 2004 un evento sísmico de gran magnitud y tienen aquel antecedente como un conocimiento directo.

Torres y Altuwaee (2021) en su tesis titulada “Escenarios de riesgo por sismo en las edificaciones de los barrios Santa Cecilia, Maranatha, Ciudad Satélite, Minnesota, Quintas de la Laguna: Soacha”, plantearon como objetivo general, identificar la probabilidad de la estimación de daño por sismo que se presenta en las edificaciones de los barrios Santa Cecilia, Maranatha, Ciudad Satélite, Minnesota y Quintas de La Laguna de la comuna dos del municipio de Soacha frente a diferentes magnitudes e intensidades de sismo. La metodología del estudio se llevó en 3 fases, la primera fue en campo mediante la recolección de datos y fuentes secundarias, formularios del IDIGER, el cual se encarga de La Gestión de Riesgo de Desastres, seguido de una modelación en el software libre OpenQuake con los parámetros de exposición, fragilidad y ruptura, y la tercera etapa fue la de análisis de datos para obtener el escenario de riesgo. Se concluyó que el 17% de edificaciones no presentarán daño, el 45% tendrán daño leve, el 12% sufrirá daño fuerte a extensivo y el 9% un daño completo, después de la ocurrencia de un sismo de 7.8 Mw.

Curihuinca (2020) en su investigación titulada “Modos de Habitar un Escenario de Riesgo Sísmico. El Caso de la Falla San Ramón en el piedemonte de Santiago, Chile” planteó como objetivo general, analizar los modos de habitar de las comunidades en el entorno inmediato de la Falla San Ramón, a manera de entender como la vulnerabilidad (social y física) influye en la forma de enfrentar un escenario potencial de riesgo sísmico. Según lo indicado la investigación tiene una orientación metodológica inductiva de enfoque mixto. El peligro por sismo está en función de la geología y sismología del área de estudio, tomada de la información recopilada de fuentes secundarias; la vulnerabilidad fue obtenida del Censo, encuestas, otras fuentes información de vivienda y población, con apoyo del método de Análisis Jerárquico.

Romero (2020) en su tesis titulada “Escenario de riesgo sísmico en la ciudad de Tijuana, Baja California”, determinó como objetivo general, elaborar un escenario por riesgo sísmico para la zona urbana de Tijuana, considerando las características de la fuente sísmica Rose Canyon con una  $M=6.9$ , infraestructura tipo vivienda, industrial y comercial, para estimar el impacto en términos de pérdidas económicas y la afectación a la población usuaria. La metodología empleada se denomina OpenQuake, en la cual se obtiene de manera estadística las pérdidas por un escenario sísmico determinado. El estudio concluyó que ante la activación de la Falla Geológica Rose Canyon, las viviendas, industrias y comercios serán afectadas teniendo pérdidas económicas de 4 798 millones USD y se producirá la afectación a 60 personas.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo General***

Estimar el nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.

### ***1.3.2 Objetivos Específicos***

Identificar los niveles de peligro ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.

Determinar los niveles de vulnerabilidad ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.

Proponer medidas de prevención y mitigación del riesgo, ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, aplicables en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.

## **1.4 Justificación**

Nuestro país, al encontrarse en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, se caracteriza por su constante actividad telúrica, desde este punto de vista Lima al presentar un silencio sísmico de más de 250 años, da a prevalecer que en el momento menos esperado, puede producirse un evento sísmico de gran magnitud, desatando a su vez la materialización de otros peligros los cuales provocarían un colapso de viviendas, daños personales; debido a la existencia de población asentada en áreas no aptas para vivienda, con suelos poco consolidados, edificaciones antiguas; todo esto unido al desconocimiento de los pobladores en temas de gestión de riesgo, falta de planificación urbana por parte de las autoridades y malas prácticas constructivas.

El presente trabajo de investigación es realizado para dar a conocer de manera detallada el nivel de riesgo al cual se encuentra propensa la población y las viviendas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos en el distrito de Ate, ante la posible ocurrencia de un sismo de gran

magnitud, para lo cual previamente se tiene que identificar el nivel de peligro al cual se encuentran expuestas, determinar su nivel de vulnerabilidad, para poder brindar las medidas de prevención y mitigación que podrían efectuarse en la zona de estudio, con la finalidad de evitar pérdidas humanas, económicas y daños en la estructura física.

## **1.5 Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis General***

La estimación del nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos, estaría determinado en función a los niveles del peligro y a los niveles de vulnerabilidad, de esta manera se podrían proponer medidas de prevención y mitigación para darle seguridad efectiva a la población.

### ***1.5.2 Hipótesis Específicas***

Los niveles de peligro ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos, estarían en función al mapa de peligro por sismo de Lima Metropolitana.

Los niveles de vulnerabilidad, presentes en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, estarían determinados por la caracterización de los parámetros de vivienda y población.

Las medidas de prevención y mitigación del riesgo, ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, aplicables en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos, serían medidas estructurales y no estructurales.

## II. Marco Teórico

### 2.1 Base Teórica

#### 2.1.1 Peligro

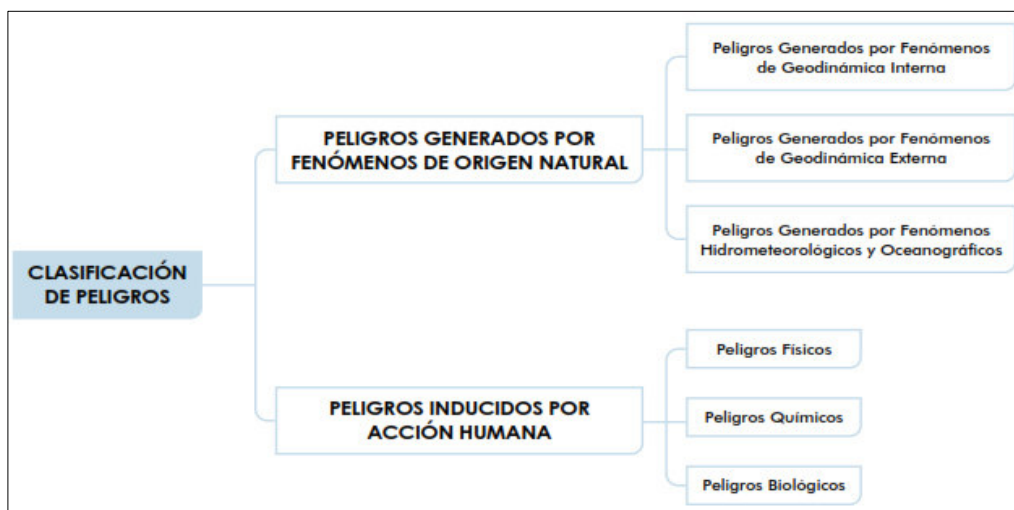
Según el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014) se refiere a la posibilidad de que un fenómeno de origen natural con potencial dañino se presente en un lugar específico, con una intensidad concreta, durante un período de tiempo determinado y con una frecuencia definida.

De acuerdo al Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2006) es la probabilidad de que se produzca un fenómeno natural o provocado por el hombre, con potencial dañino, en un área o ubicación conocida que pueda afectar a la población, medio ambiente y/o la infraestructura física.

**2.1.1.1 Clasificación de peligros.** Según su origen se clasifican en 2 tipos, los producidos por fenómenos naturales y los antrópicos.

#### Figura 1

*Clasificación de peligros*

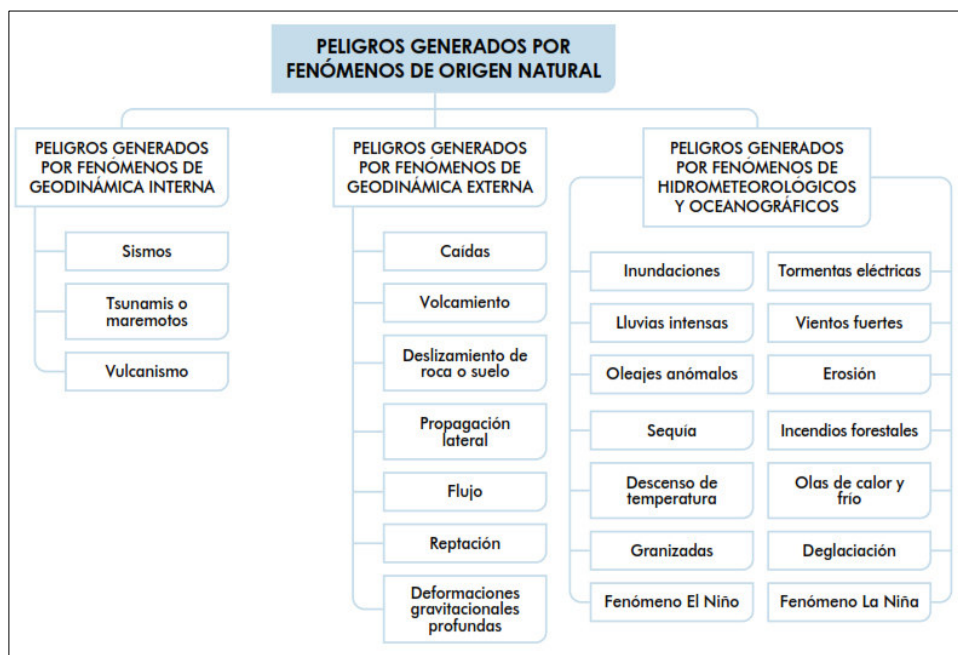


*Nota.* Tomado de *Clasificación de Peligros*, por CENEPRED, 2014, Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales.

A continuación, se mostrará la clasificación de los peligros generados por fenómenos naturales:

**Figura 2**

*Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales*



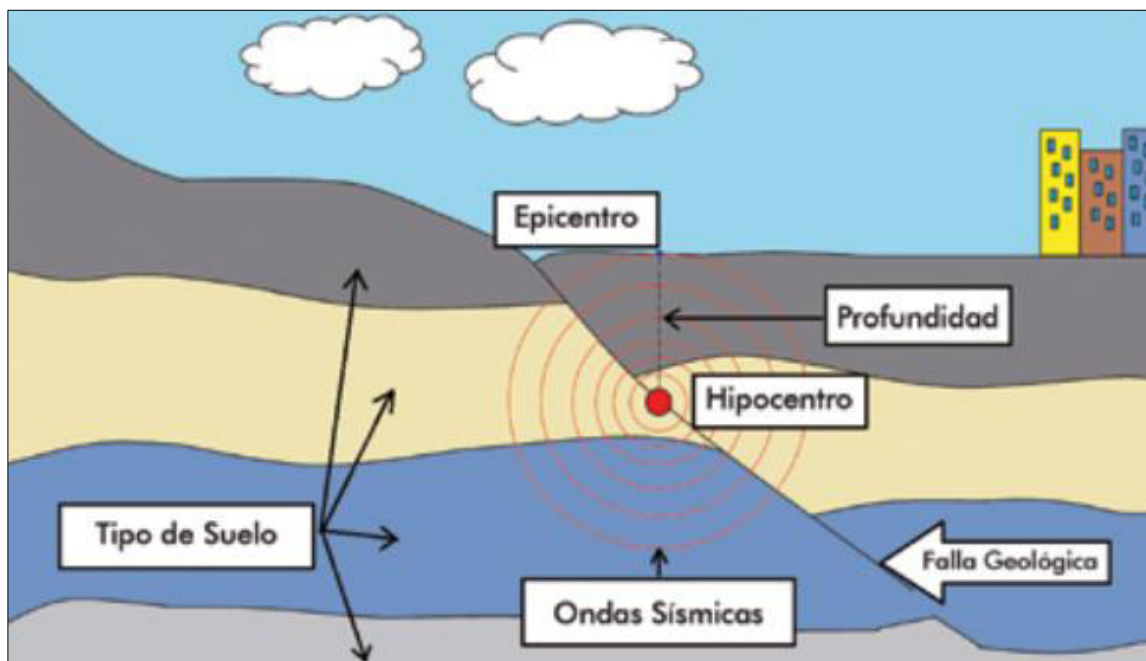
*Nota.* Tomado de *Clasificación de Peligros originados por fenómenos naturales*, por CENEPRED, 2014, Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales.

**2.1.1.2 Peligro Sísmico.** Un sismo es el suceso lento y continuo de expulsión brusca de energía mecánica por variaciones en el estado de tensión, deformación y consecuente desplazamiento, también está controlado por la resistencia de los componentes de la corteza, ya sea que estén ubicados en las zonas de interacción entre las placas tectónicas o en el interior de las mismas. Una porción de esa energía se produce a modo de ondas sísmicas, mientras que la otra se convierte en calor, por la fricción realizada. (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2014)

Es la Liberación repentina de energía mecánica provocada por el movimiento de grandes columnas de roca entre la corteza interna y el manto superior de la Tierra, la cual es transmitida como vibraciones a las diversas capas de la Tierra, incluido el núcleo exterior o el interior. (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2006)

### Figura 3

*Ejemplificación del origen de un sismo*



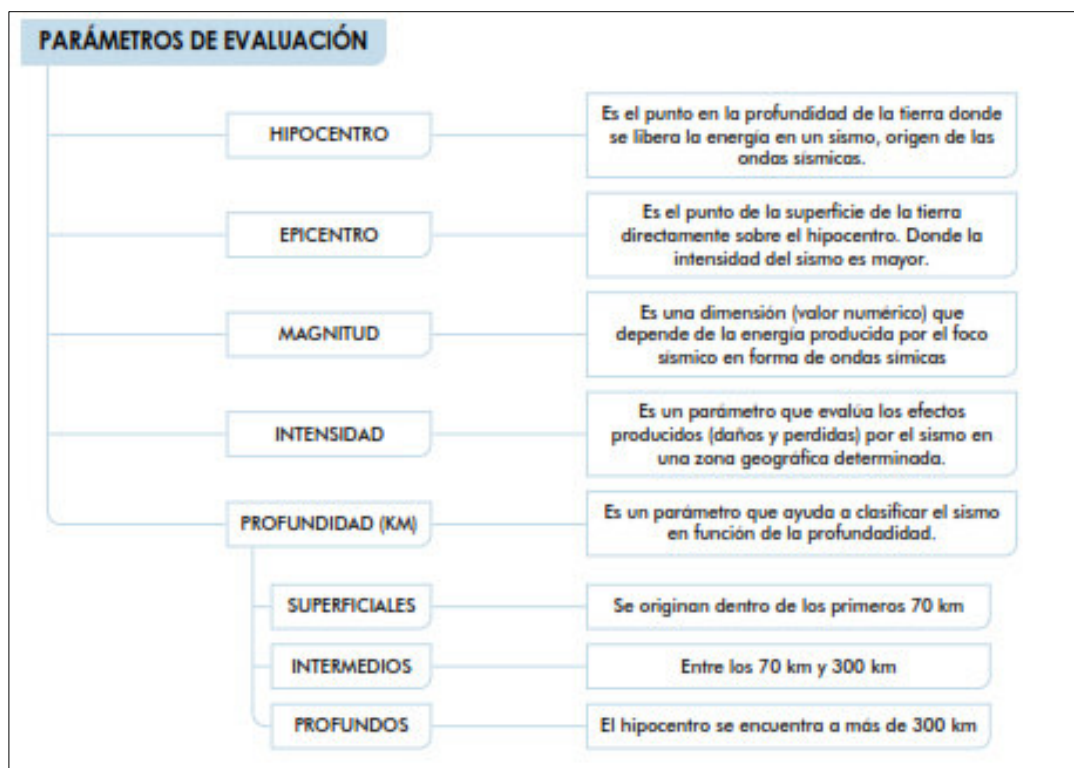
*Nota.* Tomado de *Sismo originado por una falla geológica*, por CENEPRED, 2014, Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales.

Los parámetros sísmicos describen fenómenos naturales; la complejidad y las cantidades empleadas en un área geográfica determinada, están en función del grado de detalle del estudio, por lo que estos pueden variar en función al ámbito. (CENEPRED, 2014)

A continuación, se muestran los principales parámetros, que son considerados importantes al momento de determinar el peligro por sismo:

**Figura 4**

*Parámetros considerados para el cálculo del nivel de peligrosidad sísmica*



*Nota.* Tomado de *Parámetros de evaluación para sismos*, por CENEPRED, 2014, Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales.

**2.1.1.3 Sismicidad en el Perú.** El origen de la geodinámica y geomorfología de todo el territorio peruano, se debe al proceso de convergencia de la placa de Nazca y la Sudamericana, con una velocidad promedio de 7 a 8 centímetros por año, este proceso origina sismos de diversos tamaños y profundidades, siendo los más grandes los que provocan diversos grados de daño estructural y pérdida de vidas en ciudades y áreas urbanas. (Instituto Geofísico del Perú [IGP], 2020)

**A. Tipos de sismos.** Según lo indicado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2020) los orígenes de los sismos en el Perú varían, pero se pueden dividir principalmente en sismos interplaca, corticales e intraplaca, y sus características son las siguientes:

**Sismos Interplaca:** También conocido como interfase, incluye a los movimientos sísmicos de foco superficial, resultantes de los procesos de convergencia y fricción de las placas de Nazca y Sudamericana, debido a las fuerzas que mueven las dos placas en direcciones opuestas. A través de la historia, esta fuente ha sido responsable de grandes terremotos en Perú, por ejemplo, el ocurrido en Lima (Magnitud 8.8) en el año de 1746, Arequipa (Magnitud 8.8 y 8.2) en 1868 y 2001 respectivamente, en Ica (Magnitud 8.0) en el 2007.

**Sismos corticales:** Correspondientes a la ocurrencia y reactivación de fallas geológicas en la Cordillera de los Andes. Debido a la presencia de esfuerzos de compresión y esfuerzos amplios, la cordillera soporta deformaciones, resultando en sismos de magnitud menor a 6.5. El sistema de fallas Moyobamba – Rioja, ha originado la ocurrencia de los sismos en los años de 1990 y 1991 en San Martín con una magnitud de 6.0 y 6.5 respectivamente y al sismo de Cusco (Magnitud 5.1) del 2014.

**Sismos intraplaca:** Son causados por la deformación interna de la placa de Nazca, que es arrastrada bajo la corteza continental como parte del proceso de subducción. La placa de Nazca tiende a deformarse, debido a las tensiones que le impiden moverse en la región de interfase y por las fuerzas que tienden a empujarla hacia el manto. Estos sismos, pueden alcanzar magnitudes de hasta 8.0, se sienten a largas distancias y provocan procesos de licuefacción del suelo y deslizamientos en la superficie. Pueden ser de una profundidad intermedia (61 a 300 km), como el sismo de Loreto del 2019 (148 km de profundidad y magnitud de 8.0), o muy profundos (más de 500 km), como el de la frontera entre Perú y Bolivia en 1994 (700 km de profundidad y magnitud 8.4).

**Tabla 1***Principales sismos en el Perú*

<b>Fecha</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Zonas Afectadas</b>	<b>Víctimas y Daños Materiales</b>
28/12/1915	7.2 Ms	Departamento de Arequipa.	Murieron 39 personas. Viviendas dañadas en Caravelí y caída de casas en Acarí.
09/04/1928	7.3 Ms	Ayapata, Departamento de Puno.	La población de la provincia de Carabaya quedó devastada. 5100 personas murieron. El sismo se sintió con fuerza en Puno, Cusco y Huancané.
24/05/1940	8.2 Ms	Costa Centro del Perú	Estuvo precedido por un leve maremoto. En total, 1000 personas murieron. Las zonas más comprometidas en Lima fueron, Barranco, La Molina, Chorrillos y el Centro de Lima.
24/08/1942	8.2 Ms	Departamentos de Ica y Arequipa .	Murieron 33 personas. Nazca fue en su mayoría devastada.
10/11/1946	7.3 Ms	Quiches (Departamento de Áncash) y Departamento de La Libertad .	Murieron 2500 personas. Sismo vinculado a una falla geológica. Deformación del terreno y deslizamientos de tierra se produjeron en el pueblo de Quiches.
01/11/1947	7.7 Ms	Provincia de Satipo, Departamento de Junín	Satipo sufrió daños severos y otras localidades vecinas experimentaron una intensidad de IX. Varios tramos de la carretera a Satipo resultaron dañados. Percibido en casi en todo el territorio Peruano.
11/05/1948	7.4 Ms	Departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna.	Murieron 178 personas. Los edificios antiguos del pueblo de Moquegua sufrieron graves daños. Arequipa sufrió daños menores.
28/05/1948	7.0 Ms	Provincia de Cañete, Departamento de Lima.	Sismo devastador; mató a 3 personas y dañó la mayor parte de los edificios de adobe y techo de paja.
12/12/1953	7.8 Ms	Departamento de Tumbes y Sur de Ecuador	Murieron 48 personas en Perú y 36 en Ecuador.

<b>Fecha</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Zonas Afectadas</b>	<b>Víctimas y Daños Materiales</b>
15/01/1958	7.5 Ms	Departamentos de Arequipa y Moquegua.	Murieron 228 personas; 845 heridos; 100000 víctimas. Todas las casas antiguas de la ciudad de Arequipa fueron afectadas.
13/01/1960	7.5 Ms	Departamentos de Arequipa y Moquegua.	Murieron 687 personas; 2000 heridos; 170000 afectados. Las ciudades de Arequipa y Moquegua fueron duramente golpeadas. Carreteras sin circulación. Caravelí, Chuquibamba, Omate, Cotahuasi, Puquina colapsadas.
20/11/1960	7.8Mw 6.8 Ms	Departamentos de Piura, y Lambayeque.	Dos personas fallecieron en Piura. Murieron 3 personas por el posterior tsunami, en los puertos de Pimentel y Eten.
17/10/1996	8.2 Mw	Costa central del Perú.	Estuvo precedido por un maremoto de nivel moderado. Murieron 220 personas, 1800 heridos, 258000 habitantes quedaron sin hogar. Los distritos de Lima más afectados fueron: La Molina, Puente Piedra, el Rímac, en el Cercado las áreas próximas a los cerros y una franja que va por el río Rímac hasta el Callao.
31/05/1970	7.9 Mw	Frente a las costas del departamento de Áncash .	Debido a la gran cantidad de víctimas, es el incidente más catastrófico ocurrido en Perú a inicios del siglo XX. Murieron 67000 personas, lo que lo convierte en el evento más mortífero de la historia. Numerosos lesionados, muchos de los cuales requirieron tratamiento hospitalario. 3 000 000 personas quedaron sin hogar. Los pueblos de Yungay y Ranrahirca desaparecieron bajo el aluvión, producido por la ruptura del pico norte del Huascarán. Devastación en Huaraz y otras ciudades. Percibido intensamente desde Tumbes hasta Ica y desde la costa hasta Iquitos.
9/12/1970	7.1 Mw	Departamentos de Tumbes y Piura.	Murieron 1167 personas, 48 desaparecidos; 2500 heridos; casi 300000 habitantes quedaron sin hogar.

Fecha	Magnitud	Zonas Afectadas	Víctimas y Daños Materiales
03/10/1974	8.1 Mw	Departamentos de Lima e Ica.	Duró aproximadamente 2 minutos, trajo como resultado 252 muertos y 3600 heridos. Las áreas perjudicadas fueron: Lima, Mala, Cañete, Chincha y Pisco. Edificios públicos, iglesias y monumentos históricos fueron dañados en Lima. En el Callao se produjo la inundación de varias fábricas, debido al Tsunami ocurrido posteriormente
26/02/1996	7.5 Mw	Departamentos de Lambayeque, La Libertad y Ancash.	Murieron 40 personas, 17 desaparecidos, 200 heridos, 22000 habitantes quedaron sin hogar debido al sismo y posterior tsunami.
12/11/1996	7.7 Mw	Llamado Terremoto de Nasca. Límites de los Departamentos de Ica y Arequipa.	Murieron 20 personas; 2000 heridos y 200000 habitantes quedaron sin hogar.
23/06/2001	8.4 Mw	Costas del Departamento de Arequipa, Moquegua y Tacna .	Murieron 240 personas, 70 desaparecidos en Camaná debido al posterior tsunami, 2400 heridos y 460 000 quedaron sin hogar.
25/09/2005	7.5 Mw	Norte y parte del centro de Perú, Conocido como Terremoto de Lamas .	Murieron 10 personas; 164 heridos; 12600 habitantes quedaron sin hogar. En Lamas los daños fueron más severos.
15/08/2007	8.0 Mw	Provincias de Pisco, Ica, Chincha y Cañete.	Murieron 596 personas; 2000 heridos; 340 000 habitantes quedaron sin hogar .
26/05/2019	8.0 Mw.	Lagunas, Departamento de Loreto	Murieron 2 personas, 31 heridos, 2500 habitantes quedaron sin hogar
28/11/2021	7.5 Mw.	Provincia Condorcanqui, Departamento de Amazonas.	Murió 1 persona, 17 heridos.

*Nota.* Adaptado de *Terremotos en los últimos 100 años*, por Kuroiwa, 2016, Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú.

**B. Métodos para pronóstico de sismos en el Perú.** Se entiende por predicción a la especificación anticipada del lugar, fecha, hora y fuerza de un sismo; mientras que un pronóstico se refiere a un período de tiempo aproximado (años), magnitud y el área geográfica a ser afectada. Los esfuerzos para predecir y pronosticar grandes sismos, son de gran relevancia en el Perú, y en los últimos años se han logrado avances significativos para mejorar la gestión del riesgo de desastres en beneficio de los peruanos. (IGP,2020)

A continuación, se detallan los métodos trabajados en el Perú:

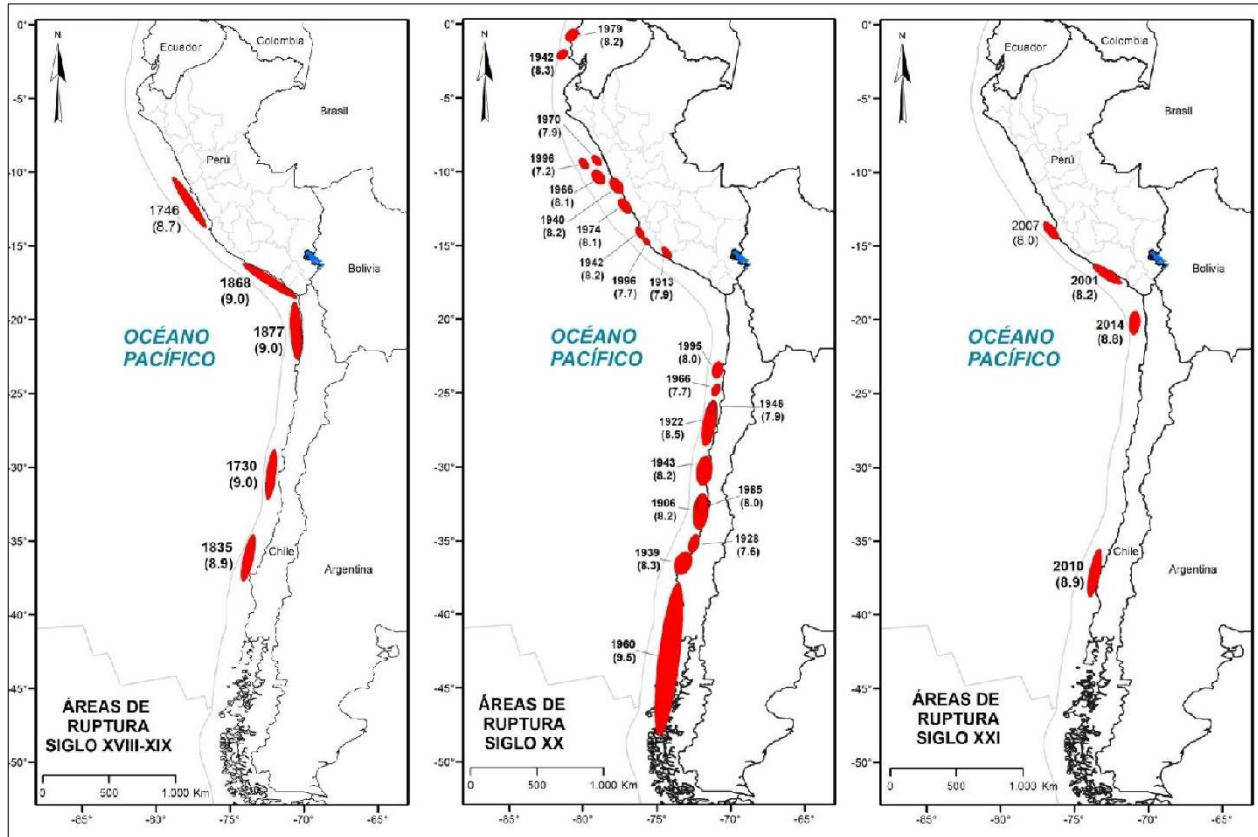
**B.1. Lagunas sísmicas.** Según lo señalado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2020) se sugiere que las áreas de contacto entre placas tectónicas, en las cuales no se ha experimentado grandes sismos en un largo periodo, y que a su vez se encuentran rodeadas de zonas en donde sí se produjo eventos sísmicos, vendrían a ser áreas de deformación creciente. y la energía solo puede liberarse mediante un gran sismo.

Esta metodología se encuentra basada en el estudio de zonas de ruptura de sismos anteriores y las lagunas sísmicas resultantes, definidas como regiones donde en el pasado ha ocurrido grandes sismos y se espera otro evento de proporción similar. (INDECI, 2017)

Según Tavera (2014), en el centro del Perú se descubrió una laguna sísmica que acumula energía sísmica desde 1746 (hace 277 años). Sismos más pequeños como los de 1940, 1966, 1970 y 1974, que tuvieron magnitudes de 8.0 Mw a menos, no liberaron totalmente la energía acumulada en dicha zona geográfica.

Figura 5

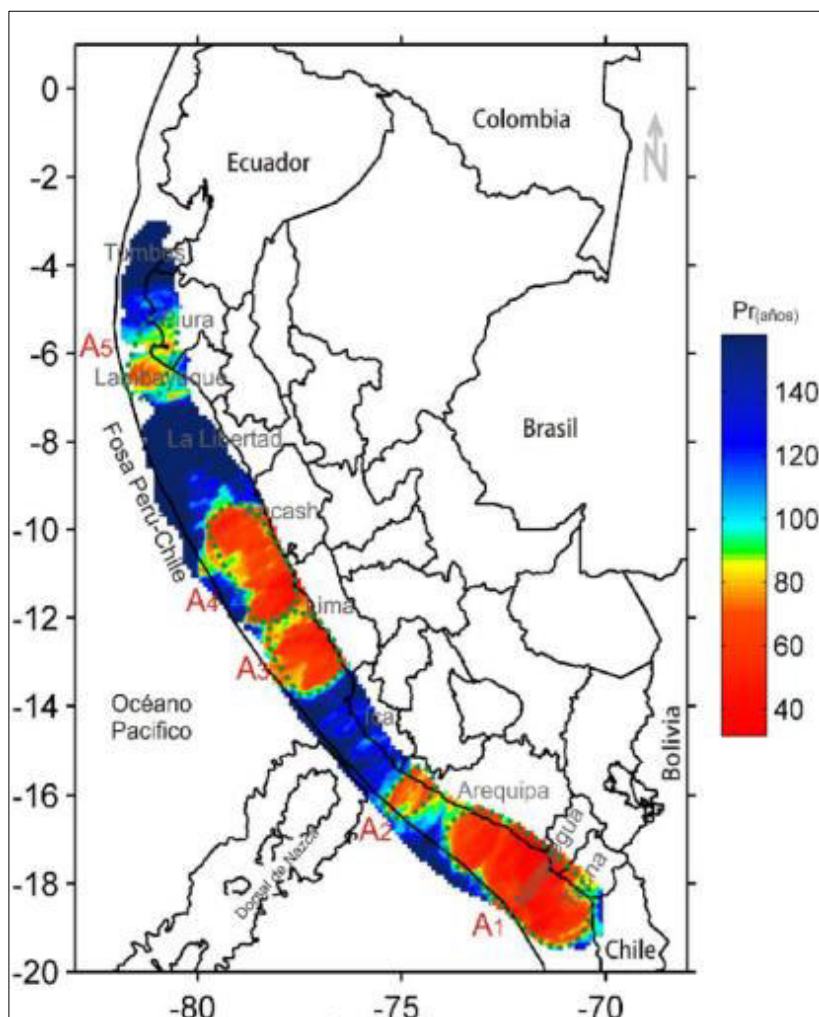
*Principales Áreas de ruptura por sismo en las costas de Perú y Chile*



*Nota. Tomado de Principales áreas de ruptura de sismos históricos ocurridos en el borde occidental de Perú y Chile, y presencia de lagunas sísmicas, por IGP, 2020, Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú.*

**B.2. Identificación de asperezas.** En una zona de subducción, las áreas de contacto entre dos placas no presentan una distribución uniforme en la tensión y deformación acumulada, sino que libera energía continuamente en forma de sismo afectando a algunas áreas, dejando que se acumule más tensión en otras áreas, denominadas asperezas. El tamaño de una o más aspereza determina la fuerza del sismo y el tamaño del área de ruptura. (IGP, 2020)

El segundo método según INDECI (2017) está basada en operaciones estadísticas que usan como datos iniciales un catálogo homogéneo de sismos y algoritmos planteados por Wiemer y Zúñiga (1994) que intentan identificar áreas con alta o baja probabilidad de acontecimientos sísmicos de una magnitud en específico. De esta manera, Condori y Tavera (2012) utilizaron un catálogo de sismos ocurridos en el Perú entre 1960 y 2012 y localizaron cinco regiones en el margen occidental del Perú, las cuales han sido interpretadas como asperezas, las dimensiones de cada una han permitido estimar la cantidad de energía que podría ser liberada. Las fallas encontradas frente a la costa del centro de Perú están vinculadas a un terremoto en 1746. En función al tamaño de las dos asperezas, la liberación de energía almacenada en la región podría causar un terremoto de 8,8 Mw. Según este enfoque, la probabilidad de un gran sismo en los próximos 75 años, superaría el 70%.

**Figura 6***Períodos de retorno de las asperezas*

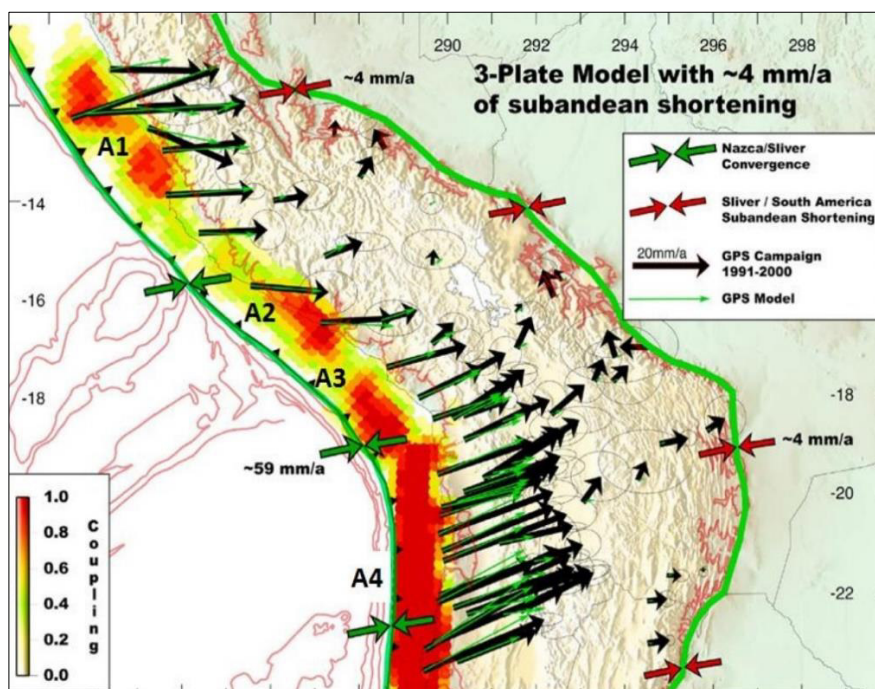
*Nota. Tomado de Mapa de períodos de retorno para las asperezas identificadas en la región occidental de Perú, por INDECI, 2017, Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw.*

**B.3. Zonas de máximo acoplamiento sísmico (ZMAS).** El tercer y último método utilizado en nuestro país proviene del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que realiza el monitoreo de movimientos en la superficie de la Tierra con una precisión milimétrica. Estos movimientos están directamente relacionados con los procesos de almacenamiento de energía y deformación que ocurren en las zonas de conexión de las placas tectónicas y se extienden a

la superficie terrestre. Mediante el uso de GPS para medir la deformación de la superficie terrestre, es posible identificar áreas donde la energía sísmica se ha acumulado y provocará terremotos en el futuro. Por lo tanto, Pulido et al. (2015) en el primer estudio, utilizando observaciones de GPS recolectadas entre 1994 y 2005, pudieron localizar la presencia de cuatro regiones de almacenamiento de energía o de acoplamiento sísmico (asperezas). Se identificaron dos zonas de conexión para la región central, la mayor de las cuales se encuentra en el norte. Las dos parecen estar conectadas, formando una franja de 350 kilómetros que corre paralela a la costa. La magnitud del movimiento sísmico se estima entre 8,5 y 8,7 Mw. Estas zonas estarán vinculadas al terremoto de 1746. (INDECI, 2017)

### Figura 7

*Acoplamiento instersísmico según datos GPS*



*Nota.* Tomado de *Mapa de zonas de acoplamiento sísmico en el borde occidental de Perú-Chile*, por IGP, 2020, Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú.

### 2.1.2 Vulnerabilidad

La Ley N° 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) conceptualiza a la vulnerabilidad como: La susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

Para poder reducir o prevenir la conformación del riesgo se necesita trabajar en la reducción de la vulnerabilidad, debido a que el peligro es algo intrínseco, difícil de cambiar.

La vulnerabilidad se encuentra en función de 3 variables: Exposición, fragilidad y resiliencia.

#### Figura 8

*Interrelación del peligro, vulnerabilidad y riesgo*



*Nota.* Tomado de *Factores de la Vulnerabilidad*, por CENEPRED, 2014, Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales.

El estudio sobre el Análisis de vulnerabilidad y riesgo ante sismo en zonas urbanas del Distrito de Ate, diseñado por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID, 2014) indica:

La determinación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación es el grado susceptible de daño ante la ocurrencia de un terremoto. Conociendo este grado, que generalmente es expresado como edificación en buen estado, edificación regular, edificación en mal estado y edificación colapsada, es cuantificar el daño. (p.36)

Por lo cual se puede desprender que ese estudio solo se encuentra enfocado en la variable física, es decir en el tipo de construcción y características de las edificaciones.

Para INDECI (2006) la vulnerabilidad, es el nivel de debilidad de un elemento o su conjunto ante la materialización de peligros con una determinada magnitud, estos pueden ser naturales o provocados por el hombre. Es decir, cuan propenso es un elemento (vivienda, infraestructura, actividades productivas, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, grado de organización, entre otros), a sufrir pérdidas humanas y materiales.

Los factores de la vulnerabilidad se detallan a continuación:

**Exposición:** Está vinculada a decisiones y prácticas que colocan a las personas y sus medios de subsistencia en zonas de ocurrencia de peligro. También se debe a la inadecuada relación con el medio ambiente, que pueden estar relacionadas con procesos de crecimiento poblacional no planificado, procesos migratorios desorganizados, procesos de urbanización sin un correcto manejo territorial y/o políticas de desarrollo económico no sustentable. Cuando la exposición es mayor, la vulnerabilidad se incrementa. (CENEPRED, 2014)

Se debe analizar las unidades sociales (población, hogares y comunidades), unidades de producción (tierra, áreas agrícolas), infraestructura, servicios públicos expuestos a las amenazas identificadas. (CENEPRED, 2017)

**Fragilidad:** Son las circunstancias en que las personas e infraestructura presentan desventaja o son relativamente débiles frente al peligro. Está enfocada a las características físicas de una sociedad, son de procedencia interna, por ejemplo: tipo de construcción, incumplimiento de las normas constructivas y/o materiales existentes, etc. Cuando la fragilidad es mayor, la vulnerabilidad se incrementa. (CENEPRED, 2014)

**Resiliencia:** Es la capacidad de la población, comunidades, entidades del estado y privadas, actividades económicas y edificaciones para asimilar, adaptar, resistir y recuperarse de los efectos que traen consigo la ocurrencia de peligros, y mejorar su aptitud para aprender de anteriores desastres y tener una adecuada protección en el futuro, también está relacionada con las condiciones de la sociedad y su organización. (CENEPRED, 2017)

De acuerdo con CENEPRED (2017) cada factor mencionado anteriormente, debe ser distribuido en las siguientes dimensiones:

**Dimensión física:** Referido a las características físicas de la infraestructura o los elementos ubicados en un área geográfica determinada, que pueden verse afectados por el impacto del peligro.

**Dimensión social:** Se refiere al conjunto de limitaciones, comportamientos, patrones de conducta y organización de la sociedad, entidades y/o empresas presentes en un área geográfica determinada, ante la materialización de un peligro.

**Dimensión económica:** Se refiere a la falta o escasa reserva de bienes económicos, con los que cuenta las personas, entidades y/o empresas ubicadas en un área geográfica en particular, ante el impacto de un peligro.

**Dimensión ambiental:** Se refiere a como las personas, empresas y/o instituciones usan los recursos naturales o como mantienen su ambiente, todo ello en un ámbito geográfico determinado, el cual esta propenso a la manifestación de un peligro.

### 2.1.3 *Riesgo*

Carreño et al. (2005, como se citó en CENEPRED, 2014) define que el riesgo surge de vincular peligros y vulnerabilidades a elementos que se encuentran expuestos, para así hallar los impactos potenciales y las consecuencias en la sociedad, economía, ambiente, todo ello asociadas con uno o más fenómenos que pueden ser peligrosos. Las variaciones en uno o más de estos elementos cambia el riesgo mismo, las pérdidas totales que se podrían esperar y las consecuencias en el área específica.

La Ley N°29664, determina el riesgo mediante la siguiente fórmula:

$$R_{ie} \mid_t = f(P_i, V_e) \mid_t$$

**En dónde:**

- **R** = Riesgo.
- **f** = En función
- **P<sub>i</sub>** = Peligro con la intensidad mayor o igual a *i* durante un período de exposición *t*
- **V<sub>e</sub>** = Vulnerabilidad de un elemento expuesto *e*

La estimación del riesgo desde el campo de Defensa Civil se define como la agrupación de acciones y procedimientos efectuados en un área geográfica en específico, con la finalidad de recolectar información sobre la materialización de peligros de origen natural o generados por el hombre; y analizar de la vulnerabilidad, todo ello para hallar el probable riesgo de pérdidas humanas o de edificaciones. (INDECI, 2006)

**2.1.3.1 Riesgo Sísmico.** Para CISMID (2014) se define el riesgo sísmico como las pérdidas materiales o de personas, por el impacto de un gran sismo, considerando su magnitud y la vulnerabilidad estructural. Para ello, se necesita conocer la amenaza sísmica del área de trabajo y la vulnerabilidad de las construcciones.

#### **2.1.4 Medidas de Prevención y Mitigación**

Son acciones tomadas antes de la manifestación de un peligro natural, para evitar o reducir el impacto potencial y/o las consecuencias del mismo.

De acuerdo con CENEPRED (2019) se tiene los siguientes tipos de medidas:

**Medidas estructurales:** Son intervenciones físicas mediante la aplicación de obras de ingeniería, para proteger y/o el fortalecer la infraestructura existente o por construir, para de esta manera lograr reducir o evitar las posibles consecuencias de la materialización del peligro, que conlleva a la protección de la población y sus medios de vida.

Estas medidas se pueden separar según su impacto, es decir, pueden ser preventivas, de eliminación del riesgo o de control, y la iniciativa sobre cuáles de estas medidas se debe emplear, está en función de factores técnicos, sociales, económicos y políticos

**Medidas no estructurales:** Vinculado a políticas, leyes, concientización de la población, incremento de conocimientos, educación, incluidos los mecanismos de participación, que conllevan a evitar o reducir el riesgo y los impactos resultantes.

Pueden ser de tipo activas o pasivas; las primeras promueven la interrelación directa con la población, tales como: organizaciones de primeros auxilios, desarrollo y fortalecimiento institucional, campañas de sensibilización y comunicación pública, participación de la comunidad y liderazgo. Las pasivas están relacionados con las leyes y la planificación, tales como: normas constructivas, regulación del uso del suelo, incentivos fiscales o financieros.

Las medidas no estructurales no necesitan de recursos financieros significativos y por lo tanto contribuyen en gran medida a la consolidación de los procesos de reducción de riesgos.

### ***2.1.5 Gestión del Riesgo de Desastres***

Según INDECI (2006) es una estructura de medidas, conocimientos, actividades y procesos, junto con el adecuado manejo de los bienes humanos y materiales, encaminados a planificar y actuar para evitar o reducir las consecuencias de los desastres.

Es un proceso social que tiene como objetivos principales prevenir, reducir y controlar permanentemente los factores del riesgo de desastres a nivel social, así como la correcta preparación y respuesta ante un desastre, teniendo en cuenta la política nacional, con especial énfasis en los aspectos económicos, ambientales, de seguridad del territorio.

La Gestión del Riesgo Desastres, también es sinónimo de prevención y atención de desastres, brindando todas las medidas necesarias para restablecer el nivel de funcionamiento de la población afectada después del desastre.

PREDES (2011) respecto a la conceptualización de los desastres menciona:

- Los desastres no son naturales.
- No es lo mismo desastres que peligro.
- No basta que ocurra un peligro para tener un desastre, sino que es necesario que existan condiciones de vulnerabilidad que pueden ser impactadas por el peligro.
- Los desastres son un problema de desarrollo sin resolver, por lo tanto, deben solucionarse en los mismos procesos de desarrollo.
- Los desastres afectan la sostenibilidad del desarrollo.

**2.1.5.1 Componentes de la Gestión del Riesgo de Desastres.** Según la Ley N° 29664, en su artículo 6, numeral 6.1, indica que la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres se apoya en 3 componentes:

**Gestión Prospectiva:** Conjunto de acciones planificadas e implementadas para evitar y prevenir la ocurrencia de riesgos futuros que puedan presentarse al desarrollar nuevas inversiones en la región.

**Gestión Correctiva:** Es una estructuración de acciones planificadas y realizadas con la finalidad de corregir o mitigar los riesgos existentes.

**Gestión Reactiva:** Conjunto de acciones y medidas encaminadas a dar respuesta a un desastre por la materialización de un peligro o el desarrollo del riesgo.

**2.1.5.2 Procesos de la Gestión de Riesgos.** INDECI (2021) señala que los procesos son los siguientes:

**Estimación del Riesgo:** Abarca las actividades y procesos efectuados para desarrollar conocimiento acerca de los peligros, realizar el análisis de la vulnerabilidad y determinar los niveles de riesgo, para tomar iniciativas en la gestión del riesgo de desastres.

**Prevención y Reducción del Riesgo:** Incluye medidas destinadas a evitar la creación de nuevos riesgos que afecten a la sociedad y disminuir la vulnerabilidad y el riesgo existente siguiendo una gestión del desarrollo sustentable.

**Preparación:** Son actividades de planificación, desarrollo de capacidades, organización social, funcionamiento efectivo de las instituciones locales y regionales responsables del cuidado, funcionamiento de la red nacional de alerta temprana y administración de recursos; para responder de manera efectiva cuando se origine un desastre o este sea inminente, para asegurar la mejor reacción en los niveles de gobierno y en la sociedad.

**Respuesta:** Son las acciones y actividades que se llevan a cabo ante un desastre inminente o inmediatamente después de ocurrido.

**Rehabilitación:** Conjunto de actividades que conducen a la restauración de servicios públicos esenciales y comienzo en la restauración de los componentes físicos, ambientales, sociales y económicos en un área impactada por una emergencia o desastre.

**Reconstrucción:** Las acciones tomadas con el fin de crear condiciones para el desarrollo sostenible en las zonas afectadas, y así reducir el riesgo previo al desastre y asegurar recobro físico, social; y la recuperación financiera de la población afectada.

#### **2.1.6 Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)**

Como afirma CENEPRED (2019) este método se utiliza para determinar el valor de prioridad de un grupo de elementos y es el más adecuado para este tipo de trabajo debido a su alcance y simplicidad de cálculo.

Desarrollado por Thomas Saaty a finales del año 1960, el proceso de análisis jerárquico, permite evaluar alternativas teniendo en cuenta diversos criterios, aplica comparaciones de elementos por pares, construcción de matrices, para definir la prioridad de los elementos mediante el álgebra matricial. Se combina los aspectos objetivos, tangibles y racionales de la ciencia con los aspectos subjetivos, inmateriales y emocionales del ser humano.

El elemento principal de este método es el acto de asignación de pesos a los parámetros y descriptores, y la selección entre las diversas alternativas de acuerdo con los criterios elegidos. Es necesario dar respuestas (verbales o numéricas) a un conjunto de preguntas que comparan dos variables para obtener estas ponderaciones.

Toskano (2005) muestra algunos beneficios de este proceso en comparación con otros métodos multicriterio y son:

- Brinda un apoyo matemático.
- Permite dividir y analizar el problema de manera separada.
- Brinda la oportunidad de cuantificar juicios cualitativos y cuantitativos según una sola escala.
- Incorpora la cooperación de equipos interdisciplinarios.
- Permite constatar el índice de consistencia (IC) y efectuar ajustes si es necesario.
- Tiene una facilidad de uso y permite complementar sus soluciones con métodos de optimización matemática.

### Figura 9

#### *Escala de Saaty*

ESCALA NUMERICA	ESCALA VERBAL	EXPLICACIÓN
9	Absolutamente o muchísimo más importante que ...	Al comparar un elemento con 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 otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
1	Igual o diferente a ...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con 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 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 otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo	Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante 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.* Tomado de *Escala de Saaty*, por CENEPRED, 2014, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

## 2.2 Base Conceptual

**Estimación:** Incluye actividades y procedimientos realizados para generar conocimiento sobre peligros, realizar el análisis de la vulnerabilidad y determinar los niveles de riesgo para tomar decisiones en la temática de la gestión del riesgo de desastres. (CENEPRED, 2014)

**Identificación de Peligros:** Es un conjunto de actividades para identificar, investigar y monitorear peligros y su daño potencial como componente de la estimación del riesgo. (INDECI, 2021)

**Prevención:** Incluye acciones encaminadas a evitar la creación de nuevos riesgos en la sociedad. (CENEPRED, 2014)

**Desastre:** Es una serie de daños y pérdidas, hacia la salud, los medios de subsistencia, los hábitats naturales, la infraestructura, las actividades económicas y el ambiente, resultantes de la materialización de un peligro, con tal intensidad que altera significativamente la funcionalidad social, superando su capacidad de reacción para apoyar rápidamente los efectos que produzca, estos pueden ser originados de manera natural o provocados por la actividad humana. (INDECI, 2021)

**Riesgo de Desastre:** Es la posibilidad de que las poblaciones y sus medios de subsistencia sean afectados debido a su estado de vulnerabilidad y a la materialización de un peligro. (INDECI, 2021)

**Análisis de la Vulnerabilidad:** Es el proceso para evaluar las características actuales de los componentes de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia de las personas y sus medios de subsistencia. (INDECI, 2021)

**Programa Presupuestal:** Es una unidad de planificación de actividades de las instituciones del Estado con un objetivo integrado y claro de proporcionar productos (bienes y servicios) para lograr resultados específicos en beneficio de los ciudadanos y así contribuir al logro de los objetivos de política pública. (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2018)

**Escenarios de Riesgo:** Se basa en la identificación y análisis de las condiciones, presentes en la zona de estudio, de los parámetros que en su interacción constituyen al riesgo; se tiene primero al peligro (factor externo a la sociedad) y segundo a la vulnerabilidad (factor interno a la sociedad). Los escenarios de riesgo deben considerar diferentes opciones, dependiendo de la fuerza potencial de determinado peligro. La creación de los escenarios requiere predecir cómo podrían ser las consecuencias de la materialización de un peligro, por ejemplo, cuáles serían los daños de un sismo de gran magnitud si los edificios fueran resistentes a terremotos y cuales serían si no lo fueran, o cómo se vería afectada la población, organizaciones, entidades e instituciones ante un terremoto. (Plan Nacional de Gestión de Gestión del Riesgo de Desastres [PLANAGERD], 2014)

**Sistemas de Información Geográfica:** Es una adhesión planificada de software, hardware, y datos geográficos creada para la captura, la manipulación, el almacenamiento, el análisis y la visualización diversas maneras de obtener información georreferenciada para resolver problemas complejos de planificación y gestión. Se le conoce comúnmente como SIG o GIS. (CENEPRED, 2015)

**Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID):** Es una Plataforma geoespacial creada para la consulta, el compartir, analizar y monitorear información del territorio peruano. Se encarga de organizar y sistematizar la información geoespacial del riesgo de desastres, brindadas por las entidades técnico científicas peruanas como el SENAMHI, INGEMMET, IGP, entre otros. (CENEPRED, 2015)

**Vulnerabilidad Física:** Vinculada con la capacidad que tiene las construcciones para tolerar los efectos de determinado peligro, es decir, la manera cómo actúa la edificación ante los esfuerzos inerciales durante su vida útil. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2016)

**Vulnerabilidad Social:** Es aquella en donde se identifica a la población que se encuentra expuesta en la zona a ser afectada por el fenómeno natural y a la población vulnerable, inmediatamente después se incluye en el análisis la fragilidad y la resiliencia de los habitantes. (CENEPRED, 2014)

**Infraestructura:** Es el conjunto de estructuras e instalaciones de ingeniería con vidas útiles previstas, que forman los cimientos para brindar los servicios básicos para el crecimiento productivo, político, social y personal. (Presidencia del Consejo de Ministros [PCM], 2011)

**Población Vulnerable:** Se define como aquella población expuesta y propensa a ser afectada por la ocurrencia de fenómenos naturales u originados por la actividad humana, también se incluyen a sus medios de subsistencia. Desde este punto de vista, en el Perú estas poblaciones se ubican en riesgo medio, alto y extremadamente alto, principalmente en la periferia urbana y regiones andinas donde coexisten pobreza y pobreza extrema. (PLANAGERD, 2014)

**Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS):** Se encarga de promover, normar, supervisar y articular la prestación de servicios para el desarrollo urbano, de vivienda, construcción y saneamiento en favor de la población urbana y rural, de manera inclusiva, con calidad y con sostenibilidad ambiental, económico y social. (MVCS, 2022)

**Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL):** Empresa estatal de derecho privado, íntegramente de propiedad del Estado, constituida como Sociedad Anónima, resultado de la transformación de la Empresa de Servicio de Agua Potable y

Alcantarillado de Lima (ESAL). Brinda servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento y reúso de aguas residuales con altos estándares de calidad para cubrir las necesidades de la población. (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima [SEDAPAL], 2022)

**Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO):** Organismo Público Descentralizado del Sector Vivienda, Construcción y Saneamiento. A partir del año 2003 constituye una Entidad de Tratamiento Empresarial (ETES). Tiene como finalidad la formación de los trabajadores del sector construcción, la educación superior no universitaria, el desarrollo de investigaciones vinculadas a la problemática de la vivienda y edificación, así como a la propuesta de normas técnicas de aplicación nacional. (Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción [SENCICO], 2021)

**Instituto Geofísico del Perú (IGP):** Es un Organismo Público Descentralizado del Ministerio del Ambiente que fue creado con la finalidad de que aplique la Geofísica, es decir, su primordial función es la de estudiar todos los fenómenos relacionados con la estructura, condiciones físicas e historia evolutiva de la Tierra. El IGP tiene la capacidad de servir a las necesidades del país en áreas tan importantes como: Sismología, Vulcanología y el Estudio del Fenómeno El Niño. (Instituto Geofísico del Perú [IGP], 2022)

**Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI.** Es un organismo técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno, con autonomía técnica y de gestión, dependiente del Presidente del Consejo de Ministros. Es el responsable de normar, planear, dirigir, coordinar y supervisar las actividades estadísticas oficiales del país. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021)

### 2.3 Marco Legal

- Trigésimo Segunda Política de Estado de Gestión de Riesgo de Desastres, aprobada en el Acuerdo Nacional.
- Ley N° 29664, la cual crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Ley N° 29869 – Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable.
- Decreto Supremo N° 048-2011- PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664.
- Decreto Supremo N° 111-2012- PCM, que incorpora la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres de obligatorio cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional.
- Resolución Ministerial N° 334-2012- PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para las Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable.
- Decreto Supremo N° 126-2013- PCM, que modifica el Reglamento de la Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para las Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable.
- Decreto Supremo N° 133-2013-PCM, que establece el acceso e intercambio de información espacial entre entidades de la Administración Pública,
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM, aprueban directiva “Lineamientos que definen el Marco de Responsabilidades en Gestión del Riesgo de Desastres, de las entidades del estado en los tres niveles de Gobierno” y su anexo,
- Resolución Ministerial N° 180-2013-PCM, Lineamientos para la organización, constitución y funcionamiento de las Plataformas de Defensa Civil.

- Resolución Ministerial N° 220-2013- PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción 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° 276-2013-PCM, que aprueba la directiva “Lineamientos para la constitución y funcionamiento de los Grupos de Trabajo de la Gestión del Riesgo de Desastres en los Tres Niveles de Gobierno”
- Decreto Supremo 034-2014- PCM que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014-2021.
- Decreto Supremo N° 058-2014- PCM, que aprueba el Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Edificaciones.
- Resolución Ministerial N° 147-2016-PCM, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción.
- Resolución Ministerial N° 145-2018-PCM, Aprueban la Estrategia de Implementación del Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021
- Directiva N° 001-2018-CENEPRED/J, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 046-2018-CENEPRED/J.

#### **2.4 Marco Institucional**

El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), fue creado bajo la Ley 29664, el artículo 1° señala que es un sistema descentralizado, interinstitucional, transversal, participativo y sinérgico, cuyo fin es reconocer y disminuir los riesgos vinculados a peligros o minimizar su impacto, así como evitar la creación de nuevos riesgos, prepararse para situaciones de desastre y responder a ellas, a través del desarrollo de principios, directrices de política, procesos, componentes y herramientas de gestión.

El artículo 9° señala que el SINAGERD se encuentra conformado por las siguientes entidades:

***La Presidencia del Consejo de Ministros (PCM)***, es el rector del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

***El Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres***, es la institución de más alto nivel de decisión política y coordinación estratégica responsable del funcionamiento del proceso de gestión del riesgo de desastres en el Perú, se encuentra conformado por:

- El Presidente de la República, es quien lo dirige. Si es necesario, puede convocar a otros ministros u otros organismos públicos, privados, expertos nacionales o internacionales.
- La Presidencia del Consejo de Ministros, que asume la Secretaría Técnica.
- Los Ministros de Vivienda, Construcción y Saneamiento; del Interior; de Salud.; de Agricultura; de Educación; de Economía y Finanzas; del Ambiente; de Defensa; de Transportes y Comunicaciones

***El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)***, es un órgano ejecutivo estatal, con la calidad de informe presupuestario, adscrito a la PCM.

***El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)***, es un órgano ejecutivo estatal, con calidad de informe presupuestario, adscrito a la PCM.

***Los gobiernos regionales y gobiernos locales***, como miembros del SINAGERD, ordenan, admiten normas, se encargan de evaluar, fiscalizar, supervisar, dirigir, organizar y ejecutar los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres.

*El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN)*, se encarga de coordinar con el ente rector del SINAGERD, para integrar la gestión del riesgo de desastres en el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional.

*Entidades públicas*, los ministros son la máxima autoridad responsable de implementar el proceso de gestión del riesgo en sus respectivas jurisdicciones. Desarrollan las normas, herramientas y mecanismos necesarios para apoyar los procesos institucionales para la integración de la gestión del riesgo de desastres en los gobiernos locales y regionales.

*Las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional del Perú*, colaboran en la gestión del riesgo de desastres, en la medida de sus posibilidades, se preparan y responder a situaciones de desastre, apoyando a las autoridades competentes, según la normativa del SINAGERD.

*Las entidades privadas y la sociedad civil*, en lo privado participan universidades privadas, compañías mineras, de pesca, hidrocarburos, energéticas, que realizan transporte marítimo, aéreo, y terrestre, de comunicaciones, de servicios logísticos, de construcción, agremiaciones, organismos no gubernamentales y colegios profesionales. Mientras que en la ciudadanía están las juntas vecinales, instituciones empresariales y educativas, comités parroquiales, la Cruz Roja Peruana.

### III. Método

#### 3.1 Tipo de investigación

Sobre la definición de la investigación Hernández et al. (2014) sostiene que “es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (p. 4).

El enfoque de la investigación es mixto, es decir es cuantitativo y cualitativo. Desde el enfoque cuantitativo, se realiza la búsqueda y recolección de información de diversas fuentes, los datos son resultado de mediciones, las cuales se expresan numéricamente y se aplica un análisis estadístico. Desde el enfoque cualitativo los datos analizados generan categorías, los datos pueden ser presentados mediante registro fotográfico, tablas, mapas. (Hernández et al., 2014)

El tipo de investigación es aplicada. Debido a que es aquella que se basa en los resultados de la investigación básica, y está orientada a resolver las dificultades sociales de una comunidad, región o país; como los problemas de contaminación ambiental, falta de seguridad física. Se formulan problemas e hipótesis de trabajo para resolver los problemas de la sociedad. (Ñaupas et al., 2013)

El nivel de investigación es explicativo. El estudio va más allá de describir conceptos, fenómenos o establecer relaciones entre conceptos; en otras palabras, se enfoca en identificar las razones detrás de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo sugiere, su principal interés está en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables”. (Hernández et al., 2014)

El diseño de la investigación ha sido no experimental de tipo transversal. Es no experimental, debido a que no hay manipulación de manera intencional de las variables participantes en el estudio y para analizar el fenómeno, solo debe observarse en su entorno de

origen. Es transversal, porque la medición de las variables solo se realiza en un determinado momento. (Hernández et al., 2014)

## 3.2 **Ámbito temporal y espacial**

### 3.2.1 *Ámbito temporal*

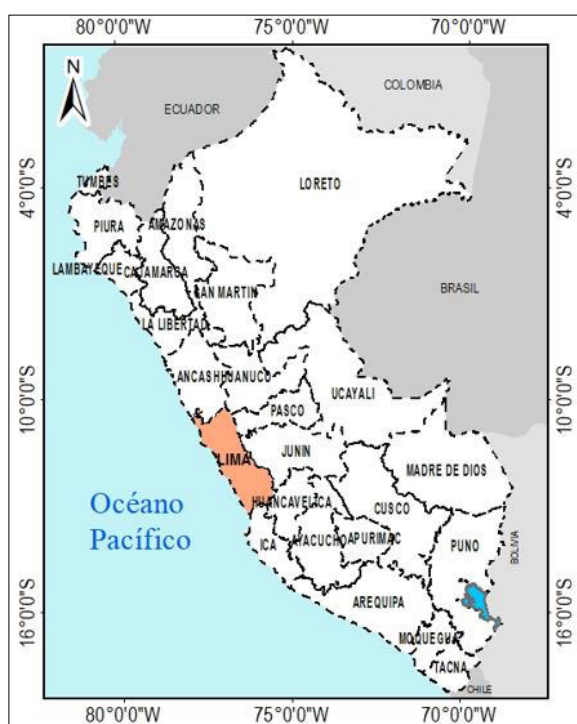
El trabajo de investigación se realizó entre junio del 2021 a diciembre del 2022, en el cual se desarrolló la recolección de información de fuentes tanto primarias como secundarias, trabajo de gabinete, visitas de campo, procesamiento de información alfanumérica y grafica para cumplir con los objetivos planteados.

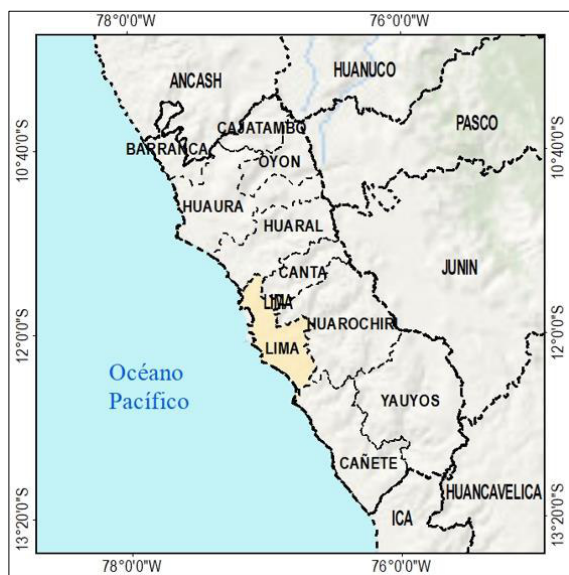
### 3.2.2 *Ámbito espacial*

**3.2.2.1 Ubicación geográfica.** El Asentamiento Humano Horacio Zevallos se encuentra ubicado, en el distrito de Ate, provincia de Lima y departamento de Lima. Localizado en el Kilómetro 15.5 de la Carretera Central.

## **Figura 10**

*Ubicación Nacional del área de estudio*



**Figura 11***Ubicación Provincial del área de estudio*

El Asentamiento Humano Horacio Zevallos se encuentra en su totalidad dentro del distrito de Ate. Está delimitado mediante las siguientes coordenadas:

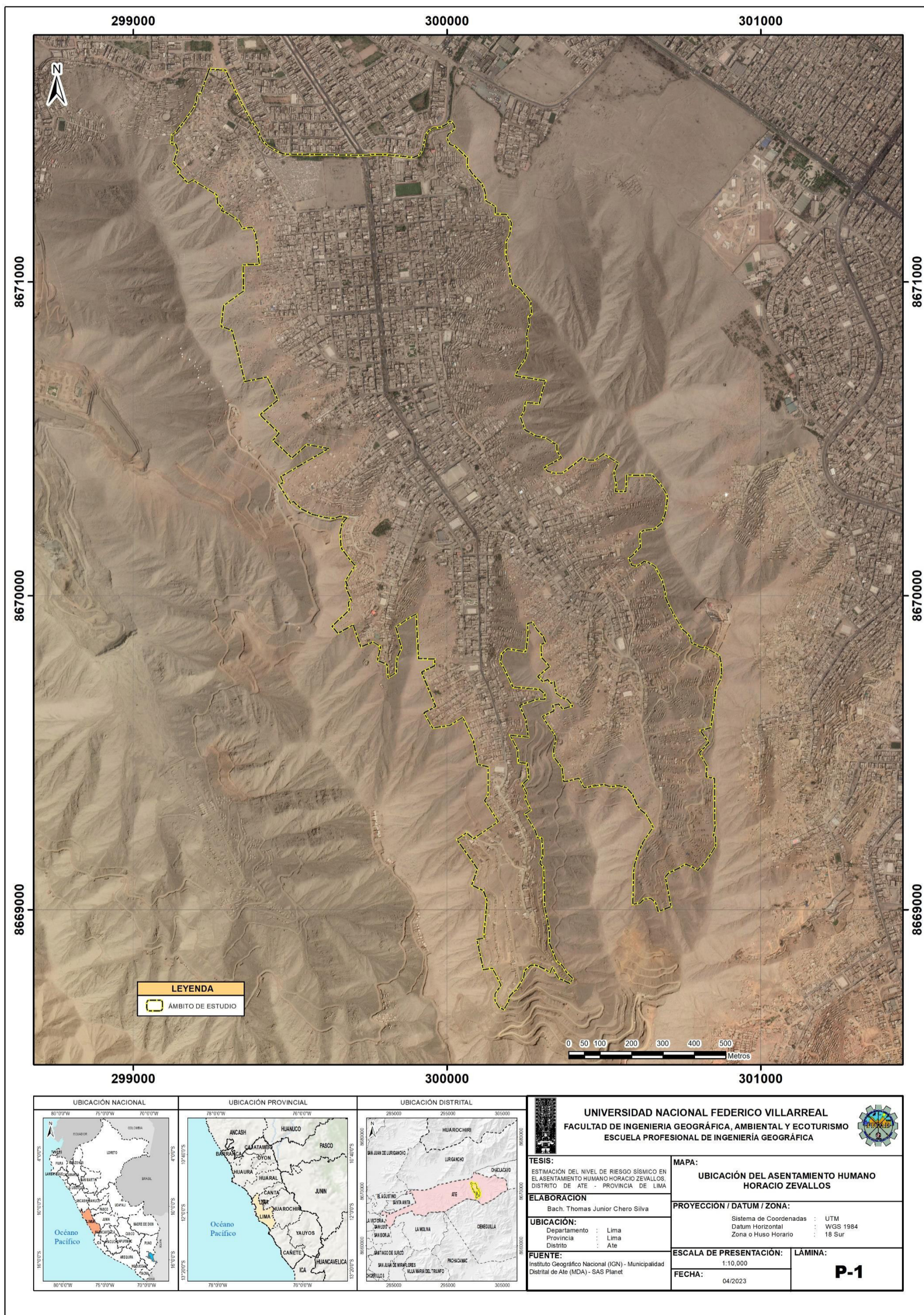
**Tabla 2***Coordenadas del área de estudio*

Puntos extremos	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 S	
	Latitud	Longitud	Este	Norte
Norte	76°50'22" S	12°00'45" W	299737.7023	8671402.9517
Sur	76°50'08" S	12°02'13" W	300181.1732	8668681.9799
Este	76°49'50" S	12°01'20" W	300701.9933	8670317.5928
Oeste	76°50'31" S	12°01'19" W	299462.6053	8670354.5918

Nota. Adaptado de Google Earth, 2022.

Figura 12

Mapa de ubicación del área de estudio



**3.2.2.2 Accesibilidad.** El acceso principal al Asentamiento Humano Horacio Zevallos es por la Carretera Central a la altura del kilómetro 15 de dicha vía. A continuación, se presenta las principales rutas hacia el área de estudio:

**Tabla 3**

*Vía de acceso - Ruta 1*

<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
Origen	Óvalo Anita
Destino	Asentamiento Humano Horacio Zevallos
Distancia (km)	15
Tiempo (h)	0.5
Nombre de Vía	Carretera Central

**Tabla 4**

*Vía de acceso - Ruta 2*

<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
Origen	Plaza de Armas de Chosica
Destino	Asentamiento Humano Horacio Zevallos
Distancia (km)	30
Tiempo (h)	1.5

**3.2.2.3 Altitud.** El ámbito de estudio varía entre los 510 y 850 msnm.

**3.2.2.4 Clima y Temperatura.** Según lo indicado en el mapa climático del Perú, diseñado por el SENAMHI, el cual utiliza el método de Clasificación Climática Warren Thornthwaite, se tiene la nomenclatura: E (d) B', que indica un clima árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año.

Presenta una temperatura media anual de 19.2 °C. En verano la temperatura máxima puede alcanzar los 27.3 °C y en invierno una temperatura mínima de 8.7 °C.

**3.2.2.5 Geología.** El área de estudio se localiza dentro de 5 unidades geológicas, las cuales se presentan a continuación:

**Tabla 5**

*Geología del área de estudio*

<b>Unidades Geológicas</b>
Depósito Coluvio - Aluvial
Depósito Aluvial Reciente
Depósito Aluvial Pleistocénico
Roca Ígnea Granodiorita - Diorita
Roca Volcánica Andesítica

Seguidamente, se detalla a más profundidad las unidades geológicas:

**Depósito Coluvio – Aluvial:**

Este material se encuentra disperso a lo largo de la costa de la provincia de Lima, donde rellena la parte inferior de las microcuencas, formando planicies y conos. Los materiales ubicados en la parte inferior de las laderas y que se distribuyen sobre superficies de baja pendiente, se convierten en depósitos por el actuar combinado del agua y la gravedad, que transportan los sedimentos en distancias cortas. Consisten en clastos puntiagudos (cascajo), con arena y limo. (Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres [CISMID], 2014)

Esta unidad se encuentra presente en la parte media del área de trabajo, desde la base de las laderas de los cerros hacia la zona centro.

**Depósito Aluvial Reciente / Depósito Aluvial Pleistocénico:** Corresponden a una mezcla de forma heterogénea entre cantos y gravas, estos depósitos se ubican en mayor extensión en la parte baja de los valles que se encuentran en los ríos de la costa, que están conformando los conos de deyección y las planicies aluviales de los ríos Chillón, Rímac y

Lurín. Los depósitos consisten en material arrastrado por los ríos, el cual ha bajado por las laderas occidentales de los Andes, cortando a las rocas del mesozoico, y han depositado materiales que reflejan una distribución uniforme de los de grano fino y grueso, debido a su tiempo de formación han dado paso a depósitos aluviales antiguos (pleistocénicos) y recientes (holocénico). (CISMID, 2014)

**Roca Ígnea Granodiorita – Diorita:** Son rocas intrusivas que forman parte de la unidad litoestratigráfica denominada Batolito de la costa. Según su antigüedad, las rocas observadas pertenecen a las superunidades Patap y Santa Rosa.

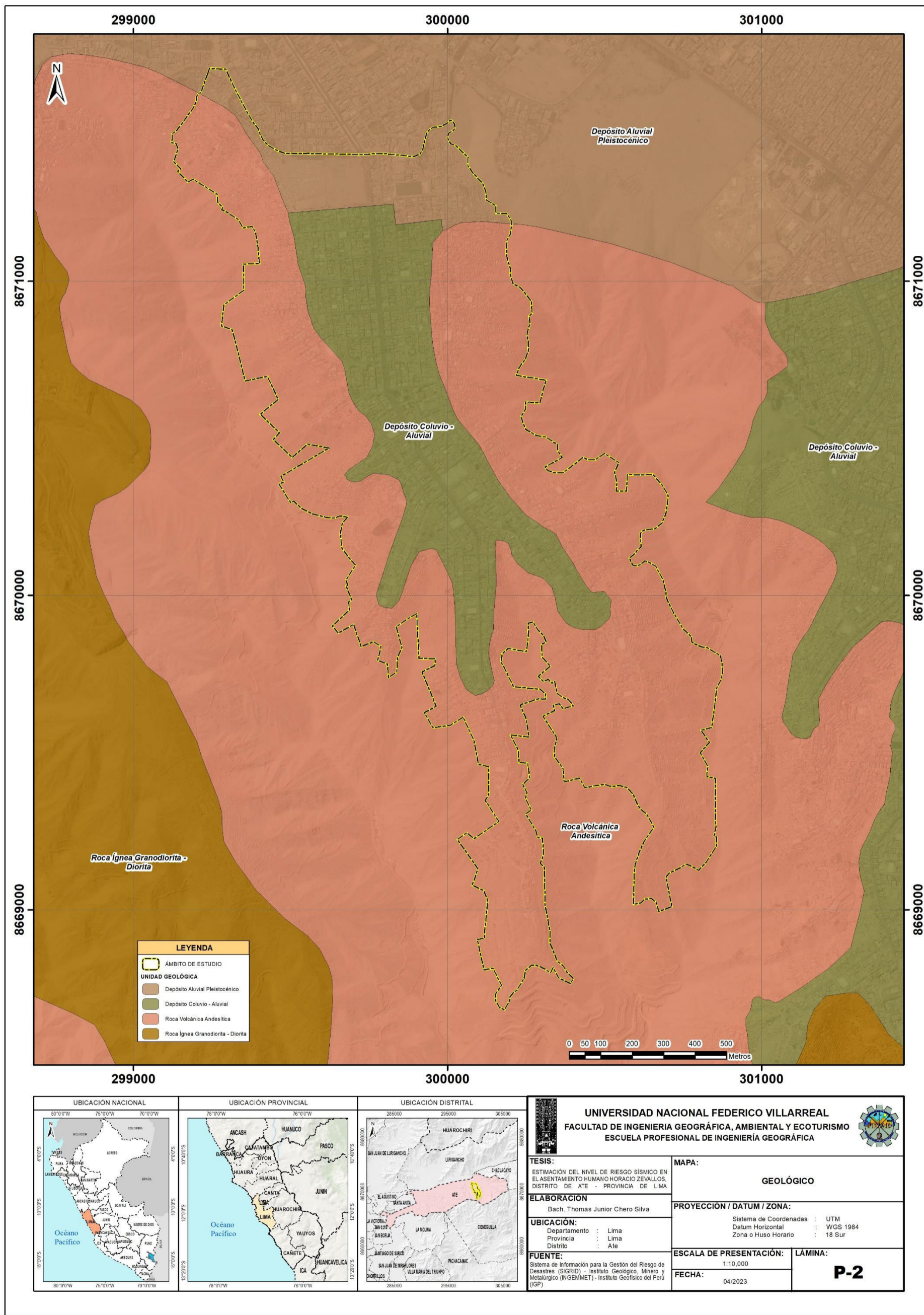
La superunidad Patap está constituida por dioritas, la más antiguas del Batolito. Las dioritas presentan un color gris oscuro con grano fino a medio. La súper unidad Santa Rosa está constituida por granodioritas, que tienen una gran extensión

Según el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2015) es característico de estos materiales la formación de cavernas y la disyunción esferoidal debido a la intensa meteorización física a la que fueron sometidos en el pasado geológico. Esto ha dado lugar a que se generen bloques redondeados y sueltos que pueden desprenderse con facilidad de las laderas, así como suelos arenosos.

**Roca Volcánica Andesítica:** Es una roca ígnea extrusiva cuya característica es su aspecto, se encuentra formado por enfriamiento y posterior solidificación de rocas fundidas (denominada magma), conformada en gran parte por silicatos. Esta unidad geológica se encuentra presente en gran proporción hacia los extremos (laderas de los cerros), del área de estudio.

Figura 13

Mapa geológico del área de estudio



**3.2.2.6 Geomorfología.** Las unidades geomorfológicas presente en el área de estudio son producto de un modelado geológico producido por sucesos tectónicos y eventos de geodinámica superficial. El relieve se visualiza en “V” característico del cauce de los ríos y tiene un fondo estrecho rodeado cadena de montañosas, cuya pendiente va de regular a fuerte. (IGP, 2012)

El relieve de laderas empinadas o de pendiente media expondrían a la población a un peligro más alto, debido a que se pueden producir deslizamientos o caída de roca, ante la ocurrencia de un sismo, en comparación con las zonas de llanura.

El área de estudio y sus alrededores se encuentra dentro de las siguientes unidades geomorfológicas

#### **Tabla 6**

##### *Geomorfología del área de estudio*

<b>Unidades Geomorfológicas</b>
Ladera empinada
Ladera Pendiente media
Colina
Terraza
Llanura o Planicie Aluvial

A continuación, se detalla a más profundidad las unidades geomorfológicas:

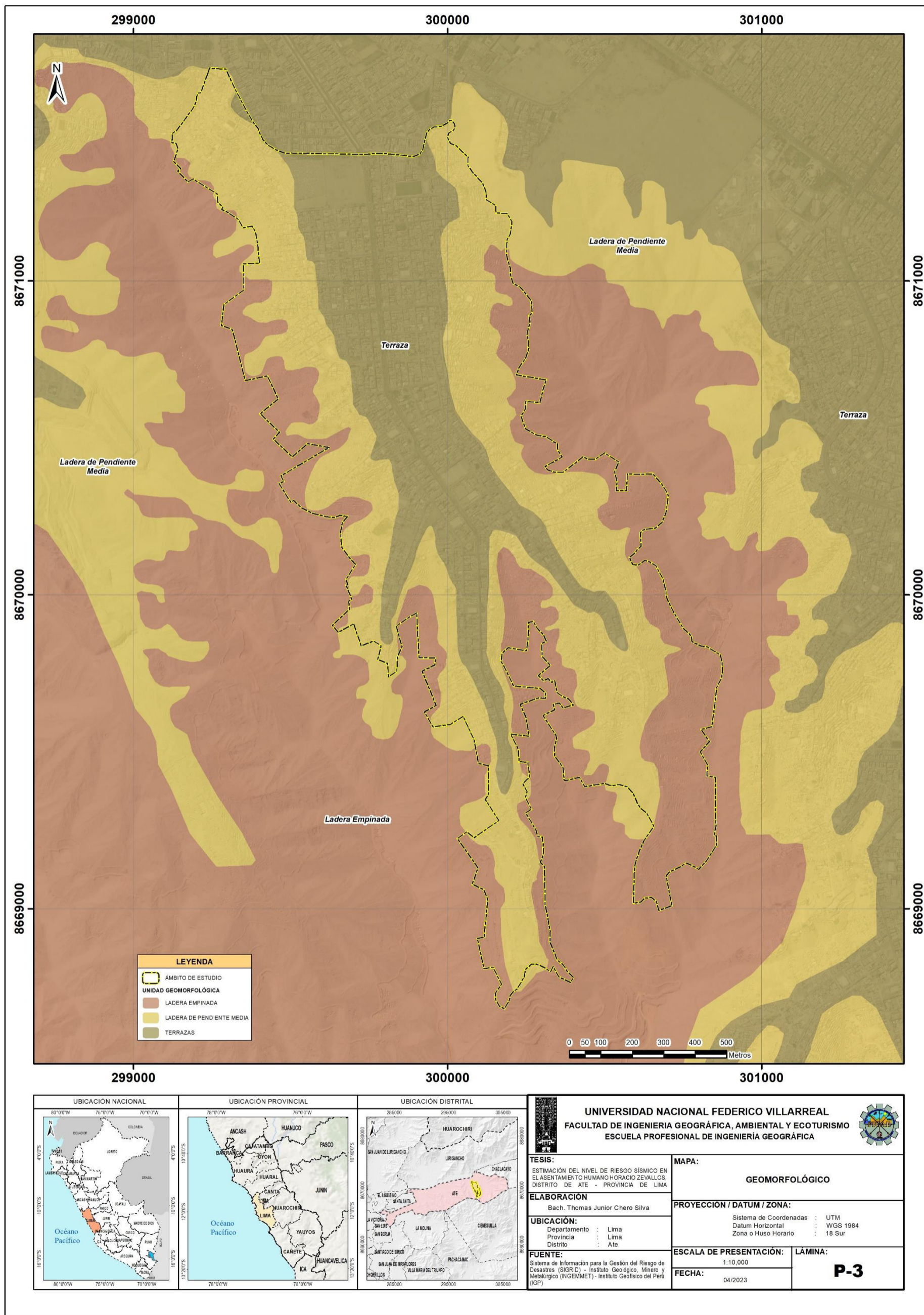
**Terrazas:** Estas datan del Holoceno Reciente al Pleistoceno, fueron formadas por acopios de yacimientos aluviales de antiguas corrientes, que quedaron en ubicaciones topográficamente superiores debido a las deformaciones tectónicas recientes, que las fueron levantando. Las terrazas presentan disecciones y ondulaciones que afectan los terrenos con pendientes máximas de 15°. En la actualidad están siendo habitadas por urbanizaciones y varios asentamientos humanos.

**Colinas:** Corresponde a los cerros de poca elevación, estos no sobrepasan los 100 metros de altura, se encuentran separando a las laderas de mediana pendiente. Presentan una morfología ondulada, escasamente agreste y con pendientes no mayores a los 25°. Su topografía está supeditada a la geología. Por ejemplo, si una zona determinada presenta rocas intrusivas el relieve es escarpado y está formado por limolitas o lutitas redondeadas, y por otro lado si se presentan rocas de tipo volcánicas tienen una pendiente empinada.

**Laderas de pendiente media y empinada:** Se encuentran delimitando a las laderas próximas a las montañas de la Cordillera Occidental, presenta altitudes entre 510 y 950 m.s.n.m. Están formadas por rocas intrusivas del batolito de la costa emplazados con rumbo NO-SE, la pendiente varía entre los 25° y 35°. También cuenta con un relieve escarpado, el cual está seccionado por quebradas, cuya pendiente es mayor a 35°.

Figura 14

Mapa geomorfológico del área de estudio



**3.2.2.7 Tipos de Suelos.** Los suelos presentes en el área de estudio se han clasificado utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según lo indicado en el informe denominado Zonificación Sísmica - Geotécnica del Área Urbana de Huaycán, Distrito de Ate; los cuales son los siguientes:

**Tabla 7**

*Tipos de Suelos del área de estudio*

<b>Tipos de Suelos</b>
Arcillas Inorgánicas con Arena
Grava Arcillosa con Arena
Grava con Limo y Arena
Grava Pobrementemente Gradada con Limo y Arena
Grava Bien Gradada con Limo y Arena

A continuación, se detalla a más profundidad los tipos de suelos:

**CL - Arenoso (Arcillas inorgánicas con arena):** Se trata de arcillas inorgánicas con gravas redondeadas y bien compactos. Presentan plasticidad de 7.97%, su contenido de humedad es de 8.96%.

**GC con arena (Grava arcillosa con arena):** Este tipo se trata de gravas arenosas, gradada adecuadamente con arcillas y con rocas sub angulosas. Cuentan con una plasticidad de 17.10%, presenta un contenido de humedad de 2.76 %.

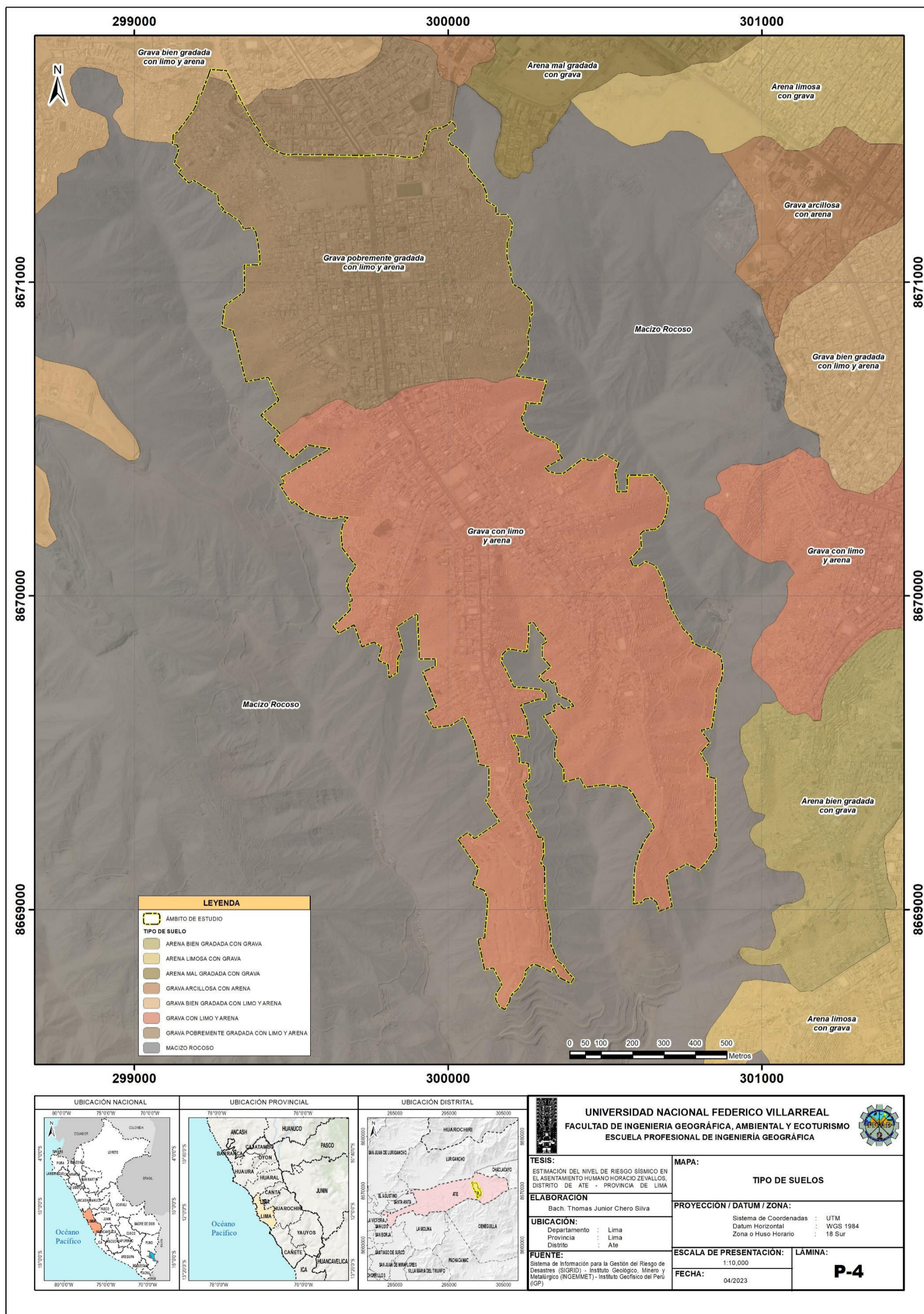
**GM con arena (Grava con limo y arena):** Se trata de gravas medias compactas con matriz arenosa y pocos limos mal gradadas y gravas sub angulosas. No presenta plasticidad, su contenido de humedad es de 1.27% y 1.65%.

**GP - GM con arena (Grava pobremente gradada con limo y arena):** Aquí se encuentran gravas arenosas mal gradadas con presencia de finos limosos y arcillosos, gravas angulosas a sub angulosas. No presenta plasticidad, cuenta con una humedad es de 2.52 %.

**GW - GM con arena (Grava bien gradada con limo y arena):** Son gravas gradadas adecuadamente con finos y gravas angulosas a sub angulosas. No presenta plasticidad, el contenido de humedad es de 3.43 %. Los suelos arenosos y arcillosos presentan una menor estabilidad, ante un sismo de gran magnitud, pudiendo afectar a las viviendas que se encuentran construidas sobre este tipo de suelo, en comparación que los suelos gravosos que cuentan con una mejor resistencia.

Figura 15

Mapa de Tipos de Suelos del área de estudio



## 3.3 Variables

Tabla 8

Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Dependiente	Estimación del Nivel de Riesgo Sísmico	Según INDECI (2020) La estimación del riesgo comprende las acciones y procedimientos que se realizan para generar el conocimiento de los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres	La variable será determinada a partir de la interacción del peligro y la vulnerabilidad, mediante el geoprocesamiento y uso de sistemas de información geográfica	Interrelación peligro - vulnerabilidad	Niveles de Riesgo
Variables Independientes	Peligro por Sismo	Según CENEPRED (2014) El peligro es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definida. De esta manera se zonifican áreas propensas a la ocurrencia del evento.	La variable será analizada a partir de la zonificación del peligro, según el mapa de peligro sísmico.	Zonificación	Niveles de Peligro
	Vulnerabilidad	Según CENEPRED (2014) es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Es determinada mediante el análisis las condiciones existentes de los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población y de sus medios de vida.	La variable será analizada utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico para la ponderación de los parámetros.	Exposición	Pendiente de terreno
					Grupo Etario
				Fragilidad	Material Predominante de Pared
					Material Predominante de Techo
					Material Predominante de Piso
					Tipo de Discapacidad
					Acceso a la Red de Agua Potable
				Resiliencia	Acceso a la Red de Desagüe
					Tipo de Vivienda
Tenencia de la Vivienda					
Tipo de Seguro					
	Capacitación en GRD				
	Nivel Educativo				

### 3.4 Población y muestra

La población del estudio se encuentra conformada por un total de 657 manzanas que conforman el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.

Cuando es imposible acceder a todos los componentes de la población, se justifica el uso de muestras en la investigación. Sin embargo, el uso de muestras no es necesario cuando se tiene acceso al total de la población durante la etapa de recolección de datos, entonces el procedimiento se conoce como censo. (Sucasaire, 2022)

La muestra en la presente investigación corresponde al total de la población, debido a que se cuenta con toda la información del área de estudio.

### 3.5 Instrumentos

#### 3.5.1 Técnicas de recolección de datos

*Análisis/Recopilación documental.* Mediante esta técnica se realiza la recopilación de información desde fuentes secundarias relacionadas a la investigación, como revistas, artículos científicos, boletines, tesis, libros, páginas web, base de datos; donde se muestra el conocimiento que ha sido avalado por autores que ya han realizado investigaciones. (Muñoz, 2011)

En el presente estudio se hizo la recolección de la siguiente información:

- Información bibliográfica sobre informes, proyectos de investigación, realizadas por entidades técnico científicas, como el Instituto Geofísico del Perú (IGP), Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID), Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS), Municipalidad Distrital de Ate, en el cual está involucrada el área de estudio.
- Tesis internacionales y nacionales relacionadas a la gestión del riesgo de desastres.
- Plataformas digitales de información geoespacial.

- Mapas temáticos de geología, geomorfología, tipo de suelos, elaborados por el IGP.
- Manzanas gráficas en formato CAD del área de estudio, proporcionada por la Subgerencia de Planificación y Catastro Urbano de la Municipalidad de Ate.
- Información gráfica en formato shapefile a nivel de manzanas del Censo realizado en el 2017 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), del cual se trabajó con la data de vivienda y población.
- Padrón de capacitaciones en Gestión de Riesgo de desastres (simulacros, charlas) realizadas en el área de estudio, por parte de la Subgerencia de Gestión de Riesgo de Desastres de la Municipalidad de Ate.
- Imagen Satelital de la zona de estudio.
- Modelo de Elevación digital (DEM) ALOS PALSAR, con el cual se elaboró la capa de pendientes.

### 3.5.2 *Recursos*

**3.5.2.1 Recursos Materiales.** A continuación, se presentan los recursos utilizados:

- Equipo de cómputo (Laptop Toshiba de 7ma Generación), el cual permitió la búsqueda de información, procesamiento de información alfanumérica, también la elaboración del presente trabajo de investigación.
- Cámara Fotográfica, sirvió para obtener información y registro digital de las viviendas y zonas aledañas a las mismas.
- Impresora Epson Modelo L455, para la impresión de planos y fichas complementarias.

**3.5.2.2 Recursos Técnicos.** A continuación, se presentan los recursos utilizados:

- Software ArcGIS 10.5, mediante su utilización se plasmó la información alfanumérica y cartográfica para poder procesar y analizar la información obtenida, de igual forma permitió la elaboración de los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo, motivos del presente estudio.

- Software AutoCAD Map 3D 2018, permitió procesar la información gráfica del área de estudio.
- Google Earth Pro, sirvió para visualizar y hacer un recorrido virtual de calles en el área de estudio.
- Microsoft Word 2016, se utilizó en la elaboración del trabajo de investigación.
- Microsoft Excel 2016, se utilizó en el cálculo de ponderación de las variables, para la elaboración de tablas y gráficos estadísticos.

### **3.6 Procedimientos**

#### **3.6.1 Etapas de Trabajo**

**3.6.1.1 Primera Etapa.** Revisión de informes, proyectos de investigación, realizados por entidades técnico científicas como el IGP, CISMID, INDECI, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS), Municipalidad Metropolitana de Lima (MML), Municipalidad Distrital de Ate (MDA), en el cual esté involucrada el área de estudio.

Revisión de Plataformas Digitales, para la visualización y descarga de información Geoespacial, GEOCATMIN del INGEMMET, para revisión de las capas de geología y geomorfología, SIGRID del CENEPRED, Geoportal EARTH DATA de la NASA para la descarga del DEM ALOS PALSAR con 12.5 m de resolución, con el cual se elaboró la capa de pendientes.

Obtención de los mapas de geología, geomorfología, tipos de suelos, elaborados por el IGP en el año 2012, para la caracterización del área de estudio.

Recopilación de información gráfica y alfanumérica a nivel de manzanas del Censo realizado en el 2017 por el INEI, del cual se trabajó con la data de vivienda y población.

Obtención de información de Capacitaciones sobre la Temática de Gestión de Riesgo de Desastres en el área de estudio, brindada por la Subgerencia de Gestión de Riesgo de Desastres de la Municipalidad distrital de Ate.

**3.6.1.2 Segunda Etapa.** Programación de salidas de campo para verificar y complementar la data recopilada en gabinete, de igual manera sirvió para completar datos ausentes en el estudio, digitalizar y generar información cartográfica faltante.

Realización de visitas de campo al Asentamiento Humano Horacio Zevallos, antes de las visitas técnicas se preparó un archivo kml del área de trabajo a recorrer, añadiendo información de manzanas, vías, accesos; para poder visualizarlo en el aplicativo móvil de Google Earth.

Toma del registro fotográfico de las condiciones del área de estudio, accesos, infraestructura, viviendas, involucradas en el trabajo de investigación.

**3.6.1.3 Tercera Etapa.** Identificación y caracterización del peligro, a partir de los resultados obtenidos en el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 2019 - 2022, elaborado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, para luego determinar los niveles de peligro.

Análisis de la vulnerabilidad apoyándose en los parámetros de población y vivienda, para ello se utilizó las hojas de cálculo de Excel, para el desarrollo del Proceso de Análisis Jerárquico, en el cual se asignó la ponderación a los parámetros y descriptores, determinándose de esta manera los niveles de vulnerabilidad.

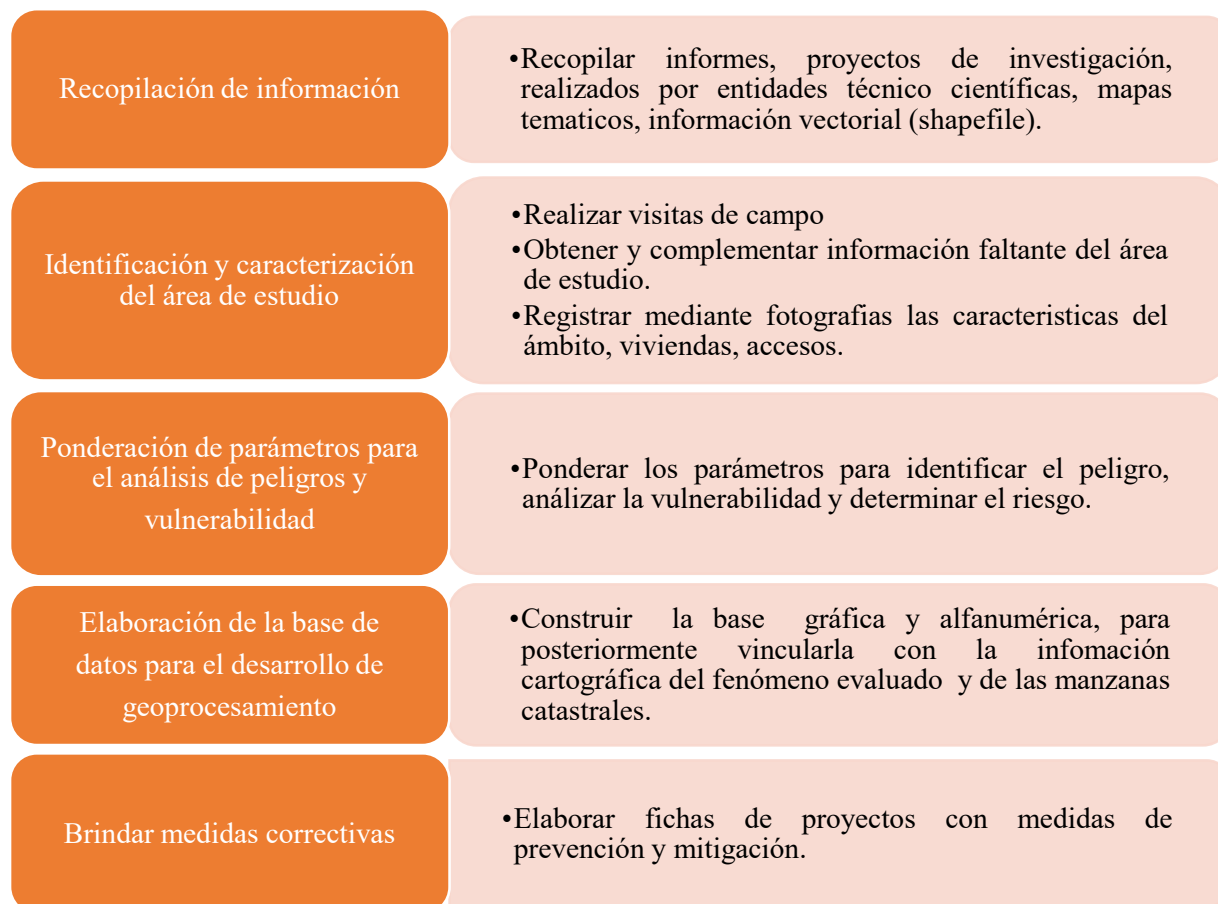
Con la información procesada correspondiente a los niveles de peligro y los niveles de vulnerabilidad se realizó un cruce de información, multiplicando los valores de peligro y vulnerabilidad, con la finalidad de obtener los niveles de riesgo para la zona de estudio.

**3.6.1.4 Cuarta Etapa.** Procesamiento de la información geoespacial, a partir de los cálculos realizados en las hojas de cálculo de Excel, se procedió a armar la base gráfica, complementándola con la data alfanumérica trabajada anteriormente. Luego de la realización de geoprosos aplicados a las capas vectoriales, se procedió a la elaboración de los mapas temáticos de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo, motivo del presente estudio. De igual manera se elaboraron mapas temáticos de los parámetros utilizados en el análisis de la vulnerabilidad.

**3.6.1.5 Quinta Etapa.** Elaboración de fichas de proyectos, para la aplicación de medidas de prevención y mitigación ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en al área de estudio.

## Figura 16

*Flujograma general de las etapas de trabajo*



### **3.6.2 Metodología del Proceso de Análisis Jerárquico**

Los niveles de peligro por sismo fueron identificados y obtenidos del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 2019 - 2022, elaborado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, mientras que los niveles de vulnerabilidad fueron determinados según lo indicado por la metodología Analytic Hierarchy Process (AHP) elaborada por Saaty (1980), que trata de un análisis semicuantitativo, el cual implica realizar juicios de valor. Permitiendo valorar opciones cuando se cuenta con diversos criterios, efectuando comparaciones entre pares, estructurando matrices para establecer un orden de importancia entre ellos.

En este estudio, se ha considerado el procedimiento propuesto por CENEPRED en el “Manual de Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales - 2da Versión”.

El proceso ejecutado para cada parámetro seleccionando en lo correspondiente a la vulnerabilidad, se describen a continuación:

**Paso 1:** Para empezar con el procedimiento se tuvo en consideración la escala de valores propuestas por Saaty, dicha escala se desplaza entre los valores de 9 y  $1/9$ , dicho detalle se muestra a continuación:

**Tabla 9***Escala comparativa por pares de Saaty*

<b>Escala numérica</b>	<b>Escala verbal</b>	<b>Explicaciones</b>
9	Absolutamente o muchísimo más importante 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 indiferente 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	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

*Nota.* Tomado de *Escala de Saaty*, por CENEPRED, 2014, Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

**Paso 2:** Seleccionados los parámetros y/o descriptores, estos se colocaron ordenadamente en la primera columna y primera fila de la matriz.

**Tabla 10**

*Elección de descriptores*

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTOR	DESCRIPTOR	DESCRIPTOR	DESCRIPTOR
	1	2	3	4	5
DESCRIPTOR 1					
DESCRIPTOR 2					
DESCRIPTOR 3					
DESCRIPTOR 4					
DESCRIPTOR 5					

**Paso 3:** Se procedió al llenado de los valores en la matriz, para realizar la comparación de pares y determinar el grado de importancia entre parámetros y/o descriptores, usando la escala de Saaty. El número 1.000 indica que se comparó los mismos parámetros y/o descriptores o que se comparó parámetros y/o descriptores de igual importancia

**Tabla 11**

*Determinación del grado de importancia*

PARÁMETRO	DESCRIPTOR	DESCRIPTOR	DESCRIPTOR	DESCRIPTOR	DESCRIPTOR
	1	2	3	4	5
DESCRIPTOR 1	<b>1.000</b>	3.000	5.000	7.000	9.000
DESCRIPTOR 2	1/3	<b>1.000</b>	3.000	5.000	7.000
DESCRIPTOR 3	1/5	1/3	<b>1.000</b>	3.000	5.000
DESCRIPTOR 4	1/7	1/5	1/3	<b>1.000</b>	3.000
DESCRIPTOR 5	1/9	1/7	1/5	1/3	<b>1.000</b>

**Paso 4:** Se realizó la suma por columna de los valores asignados y se añadió una fila con la inversa de las sumas. Para un adecuado procesamiento los valores deben estar en decimales. De esta manera se obtuvo la Matriz de Comparación de Pares.

**Tabla 12**

*Modelo de Matriz de Comparación de Pares*

PARÁMETRO	DESCRIPTOR 1	DESCRIPTOR 2	DESCRIPTOR 3	DESCRIPTOR 4	DESCRIPTOR 5
DESCRIPTOR 1	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
DESCRIPTOR 2	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
DESCRIPTOR 3	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
DESCRIPTOR 4	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
DESCRIPTOR 5	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	<b>1.787</b>	<b>4.676</b>	<b>9.533</b>	<b>16.333</b>	<b>25.000</b>
1/SUMA	<b>0.560</b>	<b>0.214</b>	<b>0.105</b>	<b>0.061</b>	<b>0.040</b>

**Paso 5:** Se elaboró la Matriz de Normalización, para ello se multiplicó la inversa de la suma (1/SUMA) por cada valor de su propia columna.

**Tabla 13**

*Modelo de Multiplicación de celdas*

PARÁMETRO	DESCRIPTOR 1	DESCRIPTOR 2	DESCRIPTOR 3	DESCRIPTOR 4	DESCRIPTOR 5
DESCRIPTOR 1	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
DESCRIPTOR 2	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
DESCRIPTOR 3	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
DESCRIPTOR 4	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
DESCRIPTOR 5	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	<b>1.787</b>	<b>4.676</b>	<b>9.533</b>	<b>16.333</b>	<b>25.000</b>
1/SUMA	<b>0.560</b>	<b>0.214</b>	<b>0.105</b>	<b>0.061</b>	<b>0.040</b>

$$0.560 \times 1.000 = 0.560$$

**Tabla 14***Modelo de Matriz de Normalización*

PARÁMETRO	DESCRIPTOR 1	DESCRIPTOR 2	DESCRIPTOR 3	DESCRIPTOR 4	DESCRIPTOR 5
DESCRIPTOR 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360
DESCRIPTOR 2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280
DESCRIPTOR 3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200
DESCRIPTOR 4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120
DESCRIPTOR 5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

**Paso 6:** Se determinó el Vector Priorización, que indica el peso de cada parámetro y/o descriptor, para ello se promedió los valores de cada fila de la Matriz de Normalización.

**Tabla 15***Modelo del Cálculo del Vector Priorización*

PARÁMETRO	DESCRIPTOR 1	DESCRIPTOR 2	DESCRIPTOR 3	DESCRIPTOR 4	DESCRIPTOR 5	VECTOR PRIORIZACIÓN
DESCRIPTOR 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
DESCRIPTOR 2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
DESCRIPTOR 3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
DESCRIPTOR 4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
DESCRIPTOR 5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

$$(0.560 + 0.642 + 0.524 + 0.429 + 0.360) / 5 = 0.503$$

**Paso 7:** Se procedió a hallar la relación de consistencia (RC), la cual mide el grado de consistencia de los parámetros y/o descriptores formulados. En caso el grado de consistencia haya resultado dentro del límite, se continuó con el proceso de decisiones; caso contrario se modificó los juicios sobre comparativos para continuar con el análisis.

Para ello se debe determinar el denominado Vector Suma Ponderada, el cual se obtuvo multiplicando la Matriz de Comparación de Pares con el Vector Priorización

**Tabla 16**

*Modelo del Cálculo del Vector Suma Ponderada*

PARÁMETRO	DESCRIPTOR 1	DESCRIPTOR 2	DESCRIPTOR 3	DESCRIPTOR 4	DESCRIPTOR 5	VECTOR PRIORIZACIÓN	VECTOR SUMA PONDERADA
DESCRIPTOR 1	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	<b>0.503</b>	2.744
DESCRIPTOR 2	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000	<b>0.260</b>	1.414
DESCRIPTOR 3	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000	<b>0.134</b>	0.700
DESCRIPTOR 4	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000	<b>0.068</b>	0.342
DESCRIPTOR 5	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000	<b>0.035</b>	0.177

1.000	0.503	<b>0.503</b>	3.000	0.260	<b>0.780</b>	5.000	0.134	<b>0.670</b>
0.333	0.503	<b>0.167</b>	1.000	0.260	<b>0.260</b>	3.000	0.134	<b>0.402</b>
0.200	0.503	<b>0.101</b>	0.333	0.260	<b>0.087</b>	1.000	0.134	<b>0.134</b>
0.143	x 0.503 =	<b>0.072</b>	0.200	x 0.260 =	<b>0.052</b>	0.333	x 0.134 =	<b>0.045</b>
0.111	0.503	<b>0.056</b>	0.143	0.260	<b>0.037</b>	0.200	0.134	<b>0.027</b>

0.503	0.503	0.780	0.6670	0.6676	0.315	2.744
0.167	0.167	0.260	0.08702	0.08740	0.245	1.414
0.101	0.101	0.087	0.01234	0.01204	0.175	0.700
0.072	0.072	0.052	0.08045	0.08068	0.105	0.342
0.056	0.056	0.037	0.06027	0.06023	0.035	0.177

7.000	0.068	<b>0.476</b>	9.000	0.035	<b>0.315</b>
5.000	0.068	<b>0.340</b>	7.000	0.035	<b>0.245</b>
3.000	0.068	<b>0.204</b>	5.000	0.035	<b>0.175</b>
1.000	0.068	<b>0.068</b>	3.000	0.035	<b>0.105</b>
0.333	x 0.068 =	<b>0.023</b>	1.000	x 0.035 =	<b>0.035</b>

Una vez determinado el Vector Suma Ponderada, este se dividió con el Vector Priorización, luego se calculó el promedio de dichos valores, para obtener la variable denominada  $\lambda$  max.

**Tabla 17***Modelo del Cálculo de  $\lambda$  max*

VECTOR SUMA PONDERADA		VECTOR PRIORIZACIÓN		$\lambda$ max.
2.744		0.503		5.455
1.414	÷	0.260	=	5.438
0.700		0.134		5.224
0.342		0.068		5.029
0.177		0.035		5.057

A continuación, se muestra la fórmula para determinar  $\lambda$  max

$$\lambda \max = \frac{5.455 + 5.438 + 5.224 + 5.029 + 5.057}{5} = 5.241$$

Se calculó la variable denominada: Índice de Consistencia, a través de la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1} = \frac{5.241 - 5}{5 - 1} = \frac{0.241}{4} = 0.060$$

Donde,

IC: Índice de Consistencia

n: cantidad de parámetros y/o descriptores

Para el Cálculo final de la Razón de Consistencia (RC), se consideró la variable denominada Índice Aleatorio, la cual es presentada en la siguiente tabla:

**Tabla 18***Valores del Índice Aleatorio*

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IA	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

*Nota.* Los Índices Aleatorios se encuentran en función a la cantidad de parámetros y/o descriptores seleccionados, dichos valores se obtuvieron luego de la simulación de 100 000 matrices, empleadas por Aguarón y Moreno - Jiménez, en el año 2001.

La Razón de Consistencia se determinó dividiendo el Índice de Consistencia con el Índice Aleatorio, como se muestra a continuación:

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.060}{1.115} = 0.054$$

Segun la cantidad de parametros/descriptores, la Razón de Consistencia debe ser menor a un valor determinado. Por ejemplo para 3 variables la RC, debe ser menor a 0.04; para 4 variables debe ser menor a 0.08, y para 5 o más variables debe ser menor a 0.10. En caso la RC sea mayor a los valores indicados, se tendrá que volver a evaluar el grado de importancia asignado en la Matriz de Comparación de Pares.

La ponderación fue realizada en una hoja de cálculo Excel, aplicando las fórmulas respectivas. Posteriormente se utilizó el software ArcGIS 10.5, para realizar el procesamiento de información y la obtención de los mapas temáticos respectivos.

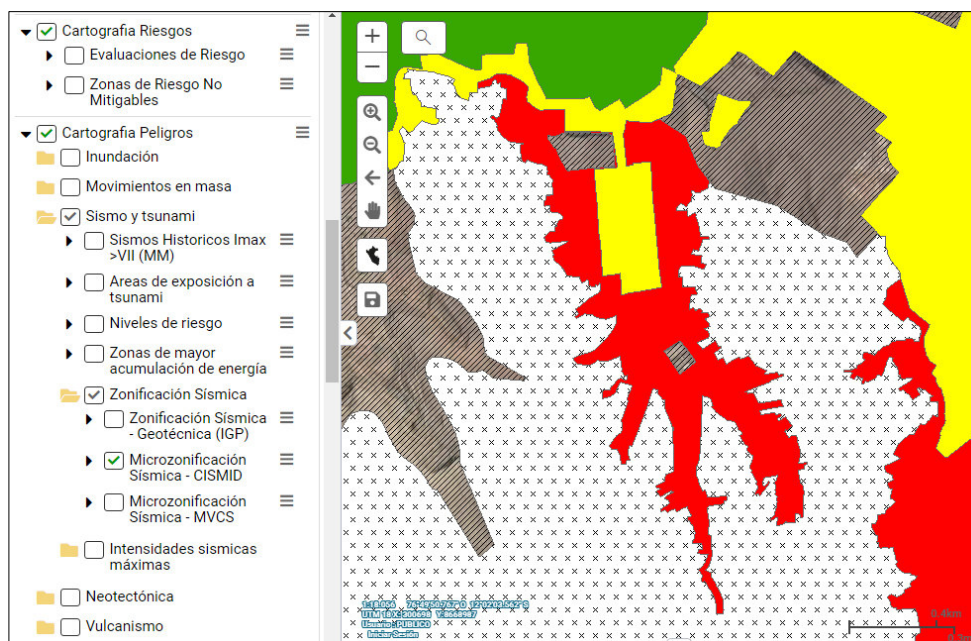
### 3.6.3 Base gráfica y alfanumérica

La capa de peligro por sismo fue trabajada de la siguiente manera: Se descargó la capa vectorial de microzonificación sísmica elaborada por CISMID, desde la plataforma geoespacial SIGRID, la cual alberga múltiples capas temáticas relacionadas al territorio peruano, desarrolladas por diversas entidades técnico científicas a nivel nacional.

Se tomó dicha capa como base, debido a que comparte similitudes graficas en la sectorización de las áreas de peligro, en comparación con el mapa de peligro por sismo presentado en el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 2019 - 2022, elaborado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, además la microzonificación fue uno de los factores considerados en la elaboración del mapa. Se realizó la respectiva edición y adecuación en el software GIS, para ajustarlo según lo indicado en el Plan de Prevención.

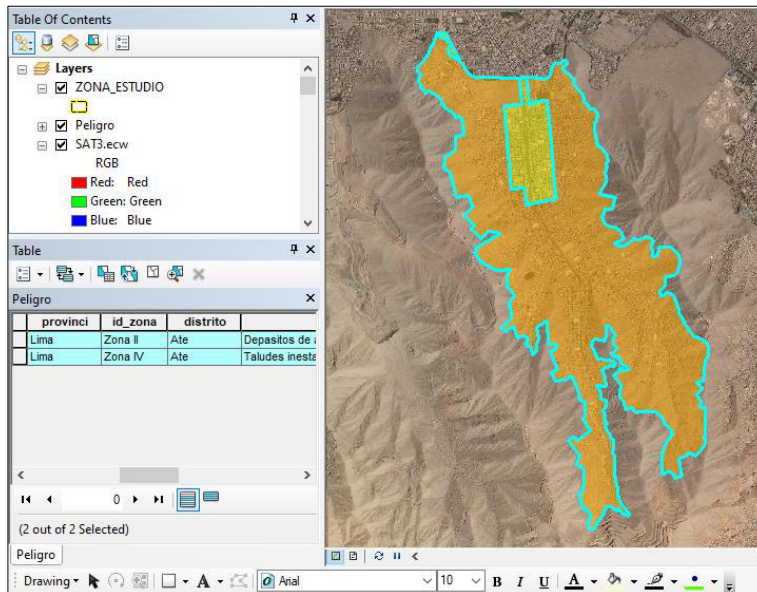
#### Figura 17

*Descarga de la capa vectorial de Microzonificación sísmica de la plataforma SIGRID*



**Figura 18**

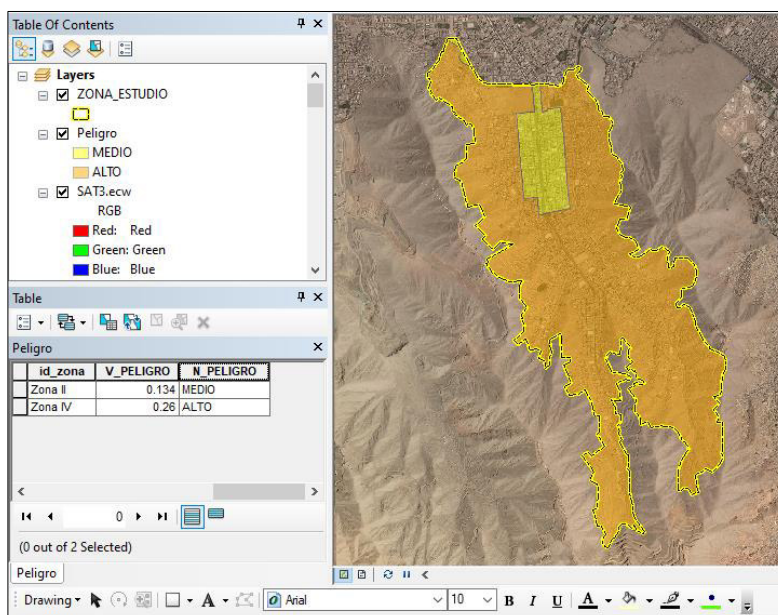
*Edición de capa vectorial en el software GIS*



Luego se obtiene la capa de peligro se procedió a agregar la columna denominada V\_PELIGRO, en la cual se colocó el valor asignado al peligro y el campo N\_PELIGRO, donde se colocó los niveles del mismo.

**Figura 19**

*Creación de los campos Valor y Nivel del Peligro*



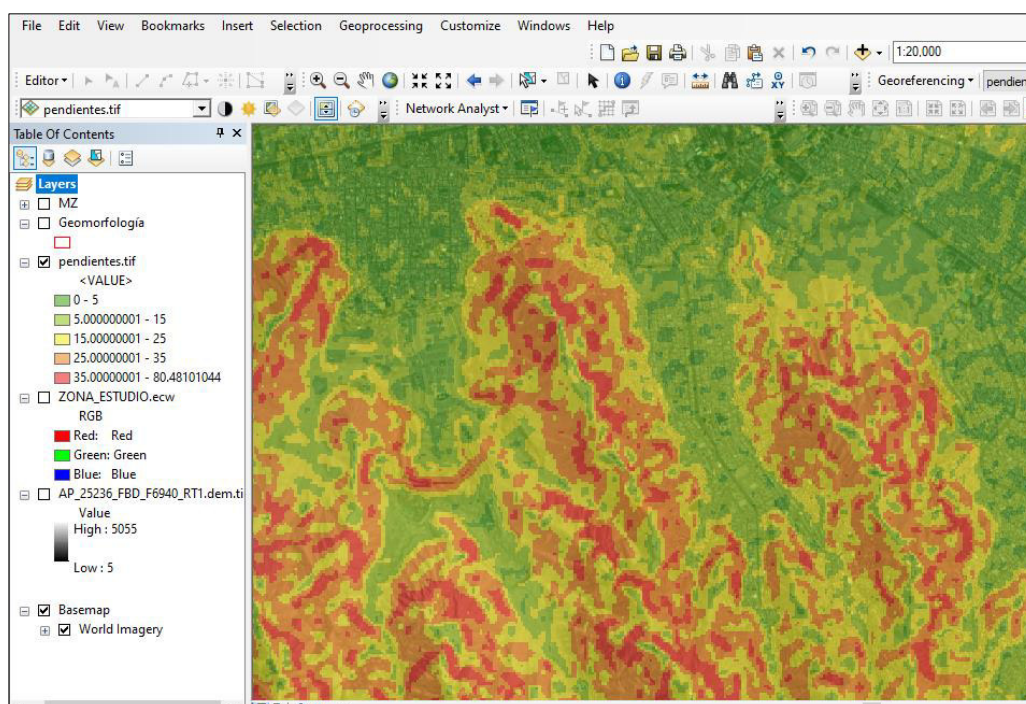
Para el parámetro de pendiente de terreno, el cual fue incorporado a la capa vectorial de manzanas, se utilizó el Modelo de Elevación Digital - DEM ALOS PALSAR con 12.5 m de resolución, el cual fue descargado de la base de datos de la NASA (Alaska Satellite Facility).

Posteriormente se utilizó el Software GIS, en el cual se introdujo el DEM, que, mediante una geoprocesamiento de Análisis Espacial, se generó una capa de tipo raster que presentaba los valores de la pendiente en grados.

El raster fue reclasificado en los rangos de pendiente determinados para el presente estudio, luego dicha capa fue convertida a una capa vectorial (shapefile), a la cual se le agregó la ponderación correspondiente a cada descriptor evaluado.

### **Figura 20**

#### *Elaboración de la capa pendiente*



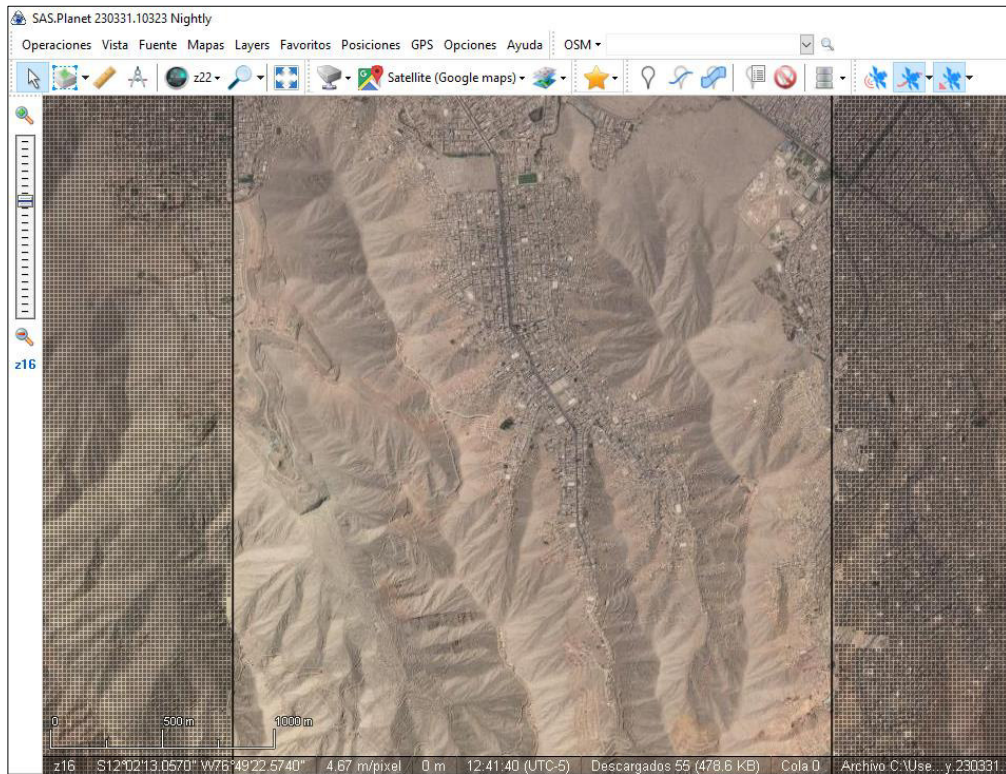
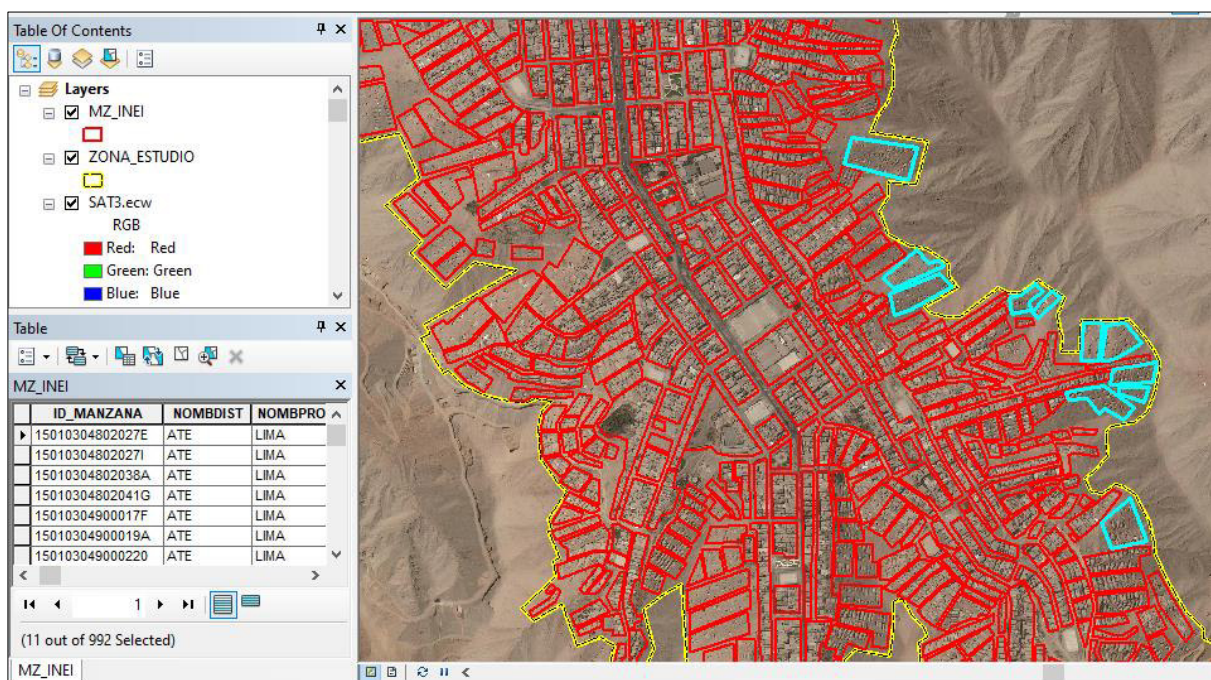
Las capas vectoriales de las manzanas del área de estudio fueron descargadas de la plataforma geoespacial SIGRID. Se descargó la base gráfica proporcionada por el INEI, correspondiente al último censo realizado en el año 2017.

**Figura 21**

*Descarga de la capa vectorial de manzanas de la plataforma SIGRID*



Utilizando el software GIS, se cargó la capa de manzanas y se verificó la existencia de áreas donde no había información gráfica de las mismas, para ello se descargó la imagen satelital de la plataforma SAS Planet, para trabajarla en software GIS, en donde se hizo la digitalización de las manzanas faltantes. En las visitas de campo, mediante inspección ocular y registros fotográficos, se pudo completar las características de dichas manzanas, como el material predominante de pared, techos, piso, tipo y régimen de tenencia, servicios de agua y desagüe entre otros factores, siendo en su mayoría viviendas improvisadas sin título de propiedad, debido a que se encuentra en una zona de ladera de cerros, sin contar de manera directa con los servicios básicos como el agua y desagüe, son fabricadas de madera, piso de tierra o cemento, techo de calamina o fibrocemento, de esta manera se complementó a la base grafica del INEI.

**Figura 22***Descarga de imagen satelital***Figura 23***Digitalización de manzanas faltantes*

**Figura 24**

*Inspección de viviendas para completar datos faltantes*



Una vez recopilada y unificada la data a nivel de manzanas, se extrajo la información alfanumérica de la tabla de atributos, posteriormente estos datos fueron trasladados a una hoja de cálculo Excel, donde se realizó el filtrado de las variables a analizar en el presente trabajo, correspondiente a los parámetros que fueron seleccionados para la dimensión física y la social.

**Figura 25**

*Tabla de atributos de la capa vectorial*

Shape	departam	provinci	distrito	nomccpp	idmanzan	c5_p2_1	c5_p2_2	pob_tota	num_viv_	grupos_e	grupos_e_1
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	15010304900034A	99	116	215	52	61	72
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	15010304900040W	29	26	55	14	25	17
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	15010304900040S	7	17	24	6	11	5
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000470	13	19	32	12	8	10
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000560	29	26	55	19	23	13
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000570	27	31	58	16	18	13
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000540	19	19	38	9	13	13
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000530	32	24	56	12	18	18
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000520	9	12	21	10	7	6
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000550	25	20	45	8	13	18
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000510	19	15	34	18	7	9
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	150103049000500	44	35	79	22	24	30
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	15010304900040L	18	16	34	13	7	13
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	15010304900040H	21	22	43	9	14	12
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	15010304900046A	19	20	39	11	5	15
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	15010304900048B	10	10	20	6	6	2
Polygon	LIMA	LIMA	ATE	VITARTE	15010304900048A	10	22	41	14	17	13

Una vez seleccionados los parámetros de trabajo se les asignó una codificación, para un adecuado manejo, debido a que estos códigos permitieron relacionar correctamente cada manzana con el valor de los descriptores de cada parámetro, los mismos que fueron obtenidos en el proceso de Análisis Jerárquico previamente realizado.

### Figura 26

#### *Codificación de parámetros*

Dimensión	Componente	Parámetro	Descriptor	Código	Peso
Física	Exposición	Pendiente de terreno	>25°	A1	0.503
			15°-25°	A2	0.260
			10°-15°	A3	0.134
			5°-10	A4	0.068
			<5°	A5	0.035
	Fragilidad	Material Predominante de Pared	Triplay, Calamina, Estera u Otro Material	B1	0.445
			Madera	B2	0.297
			Quincha, Piedra con Barro	B3	0.147
			Adobe/Tapia	B4	0.073
			Ladrillo o Bloque de Cemento	B5	0.038

		Material Predominante de Techo	Triplay, Estera, Carrizo u Otro Material	C1	0.445
			Madera	C2	0.297
			Planchas de Calamina, Fibra de Cemento o Similares	C3	0.147
			Caña o Estera, con Torta de Barro y/o Cemento	C4	0.073
			Concreto Armado	C5	0.038
		Material Predominante de Piso	Tierra u Otro Material	D1	0.416
			Madera	D2	0.262
			Cemento	D3	0.161
			Láminas Asfálticas, Vinílicos o Similares	D4	0.099
			Parquet o Madera Pulida	D5	0.062
	Resiliencia	Tipo de Vivienda	Choza, cabaña o vivienda improvisada	E1	0.493
			Vivienda en casa de vecindad (callejón, solar o corralón)	E2	0.225
			Vivienda en quinta	E3	0.159
			Departamento en edificio	E4	0.076
			Casa independiente	E5	0.047

		Tenencia de la Vivienda	Otra ocupación	F1	0.488
			Cedida	F2	0.237
			Alquilada	F3	0.159
			Propia sin título	F4	0.077
			Propia con título	F5	0.039
Social	Exposición	Grupo Etario	De 0 a 4 años y mayores de 69 años	G1	0.360
			De 5 a 14 años y de 60 a 69 años	G2	0.280
			De 15 a 19 años y de 50 a 59 años	G3	0.200
			De 30 a 49 años	G4	0.120
			De 20 a 29 años	G5	0.040
	Fragilidad	Tipo de Discapacidad	Para moverse o caminar, para usar brazos o piernas	H1	0.503
			Para ver	H2	0.260
			Para oír o hablar	H3	0.134
			Para entender o aprender	H4	0.068
			Ninguna	H5	0.035

	Acceso a la Red de Agua Potable	No tiene	I1	0.471	
		Camión cisterna u otro similar	I2	0.263	
		Pilón o pileta de uso publico	I3	0.147	
		Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación	I4	0.079	
		Red pública dentro de la vivienda	I5	0.040	
		Acceso a la Red de Desagüe	Ninguno	J1	0.503
			Pozo ciego o negro, letrina (con tratamiento), otro tipo de servicio	J2	0.260
			Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	J3	0.134
			Red pública de desagüe fuera de la vivienda pero dentro de la edificación	J4	0.068
			Red pública de desagüe dentro de la vivienda	J5	0.035
	Resiliencia	Tipo de Seguro	No Tiene	K1	0.503
			SIS	K2	0.260
			ESSALUD	K3	0.134
			FAP o PNP	K4	0.068
			Seguro Privado	K5	0.035

		Capacitación en GRD	La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a Gestión de Riesgo de Desastres.	L1	0.453
			La población se capacita y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a Gestión de Riesgos de Desastres.	L2	0.305
			La Población se capacita y/o es capacitada regularmente en temas relacionados a Gestión de Riesgos de Desastres.	L3	0.129
			La Población se capacita y/o es capacitada frecuentemente en temas relacionados a Gestión de Riesgos de Desastres.	L4	0.071
			La Población se capacita y/o es capacitada constantemente en temas relacionados a Gestión de Riesgos de Desastres, participa en simulacros.	L5	0.042
		Nivel Educativo	Sin nivel de estudios	M1	0.445
			Inicial	M2	0.297
			Primaria	M3	0.147
			Secundaria	M4	0.073
			Superior Universitario / No Universitario	M5	0.038

Los códigos y ponderaciones fueron agregados a la hoja de cálculo Excel, mediante un proceso de filtrado, se le asignaron diversos códigos y pesos según la cantidad de parámetros a trabajar. Cada fila contiene la información correspondiente a una manzana.

**Figura 27**

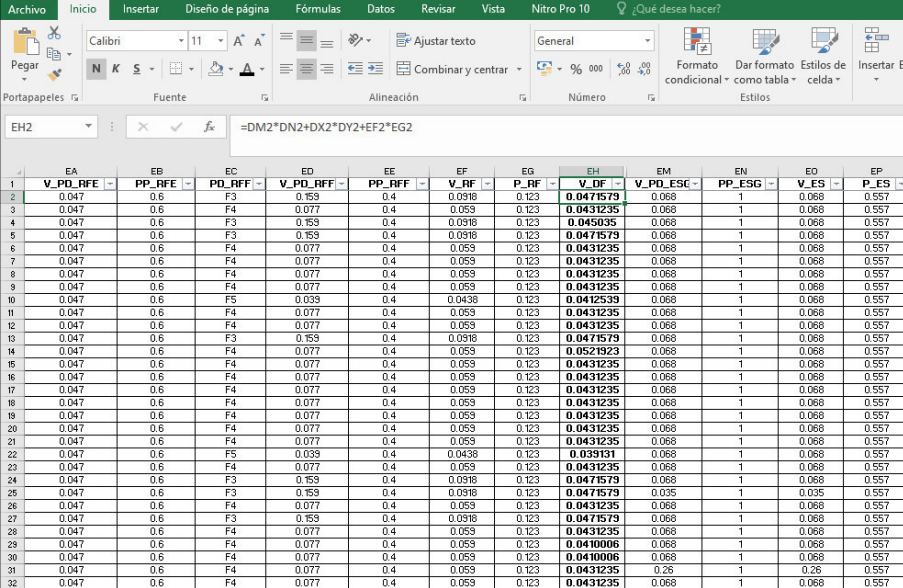
*Proceso de llenado de datos*

DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	
1	Pendiente	PD_EFA	V_PD_EFA	PP_EF	V_EF	P_EF	PD_FFB	V_PD_FFB	PP_FFB	PD_FFC
	Ordenar de A a Z		0.26	1	0.26	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
	Ordenar de Z a A		0.26	1	0.26	0.557 B2		0.297	0.633 C3	
	Ordenar por color		0.26	1	0.26	0.557 B5		0.038	0.633 C3	
	Borrar filtro de "Pendiente"		0.26	1	0.26	0.557 B2		0.297	0.633 C3	
	Filtrar por color		0.26	1	0.26	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
	Filtros de texto		0.068	1	0.068	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
	Buscar		0.068	1	0.068	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
	(Seleccionar todo)		0.068	1	0.068	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
	> 25°		0.068	1	0.068	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
	10°-15°		0.068	1	0.068	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
	15°-25°		0.068	1	0.068	0.557 B5		0.038	0.633 C3	
	5°-10°		0.134	1	0.134	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
	(Vacías)		0.26	1	0.26	0.557 B5		0.038	0.633 C3	
			0.26	1	0.26	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
			0.26	1	0.26	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
			0.134	1	0.134	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
			0.134	1	0.134	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
			0.134	1	0.134	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
			0.068	1	0.068	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
			0.134	1	0.134	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
			0.26	1	0.26	0.557 B2		0.297	0.633 C3	
			0.26	1	0.26	0.557 B5		0.038	0.633 C3	
111	10-15	A3	0.134	1	0.134	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
112	10-15	A3	0.134	1	0.134	0.557 B5		0.038	0.633 C5	
113	15-25	A2	0.26	1	0.26	0.557 B5		0.038	0.633 C3	

Para un adecuado procesamiento de la información, en la hoja de Excel se realizó el cálculo de valores de la dimensión física y social, cada una con sus respectivos parámetros, para ello se insertaron fórmulas matemáticas en la que se relacionó los valores de diversas columnas, para obtener el valor de la vulnerabilidad.

Figura 28

## Ingreso de fórmulas



	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EM	EN	EO	EP
	V_PD_RFE	PP_RFE	PD_RFF	V_PD_RFF	PP_RFF	V_RF	P_RF	V_DF	V_PD_ESC	PP_ESG	V_ES	P_ES
1	0.047	0.6	F3	0.159	0.4	0.0918	0.123	0.0471579	0.068	1	0.068	0.557
2	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
3	0.047	0.6	F3	0.159	0.4	0.0918	0.123	0.045035	0.068	1	0.068	0.557
4	0.047	0.6	F3	0.159	0.4	0.0918	0.123	0.0471579	0.068	1	0.068	0.557
5	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
6	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
7	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
8	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
9	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
10	0.047	0.6	F5	0.039	0.4	0.0438	0.123	0.0412539	0.068	1	0.068	0.557
11	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
12	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
13	0.047	0.6	F3	0.159	0.4	0.0918	0.123	0.0471579	0.068	1	0.068	0.557
14	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0521923	0.068	1	0.068	0.557
15	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
16	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
17	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
18	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
19	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
20	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
21	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
22	0.047	0.6	F5	0.039	0.4	0.0438	0.123	0.039191	0.068	1	0.068	0.557
23	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
24	0.047	0.6	F3	0.159	0.4	0.0918	0.123	0.0471579	0.068	1	0.068	0.557
25	0.047	0.6	F3	0.159	0.4	0.0918	0.123	0.0471579	0.035	1	0.035	0.557
26	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
27	0.047	0.6	F3	0.159	0.4	0.0918	0.123	0.0471579	0.068	1	0.068	0.557
28	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557
29	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0410006	0.068	1	0.068	0.557
30	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0410006	0.068	1	0.068	0.557
31	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.26	1	0.26	0.557
32	0.047	0.6	F4	0.077	0.4	0.059	0.123	0.0431235	0.068	1	0.068	0.557

La tabla resultante presentó un campo en común con la capa vectorial (shapefile) de manzanas, de esta manera mediante un proceso conocido como unión de datos se relacionó la información del Excel con el software GIS y vinculó al shapefile de manzanas.

Se tuvo especial cuidado al momento de realizar la codificación de cada manzana debido que al exportar la tabla Excel puede arrojar valores nulos, es decir que el programa no los puede leer, esto impide que la vinculación de la tabla Excel con la capa geoespacial se desarrolle, entre las causas que conllevan a este tipo de errores se tiene a que, el formato de guardado no es el adecuado para la lectura en el software.

Mediante este proceso se hace el acoplamiento de toda la información alfanumérica trabajada hacia la base gráfica, como las operaciones matemáticas realizadas entre los distintos descriptores, parámetros, factores, dimensiones, que dieron los valores resultantes para cada manzana, para posteriormente poder categorizarlos en niveles según los rangos de vulnerabilidad desarrollados.

Figura 29

## Vinculación de datos alfanuméricos a base gráfica

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a data table. The table has the following columns: CODIGO\_MZ, PD\_EFA, V\_PD\_EFA, PP\_EF, V\_EF, P\_EF, PD\_FFB, and V\_PD\_FFB. The data rows contain alphanumeric codes and numerical values.

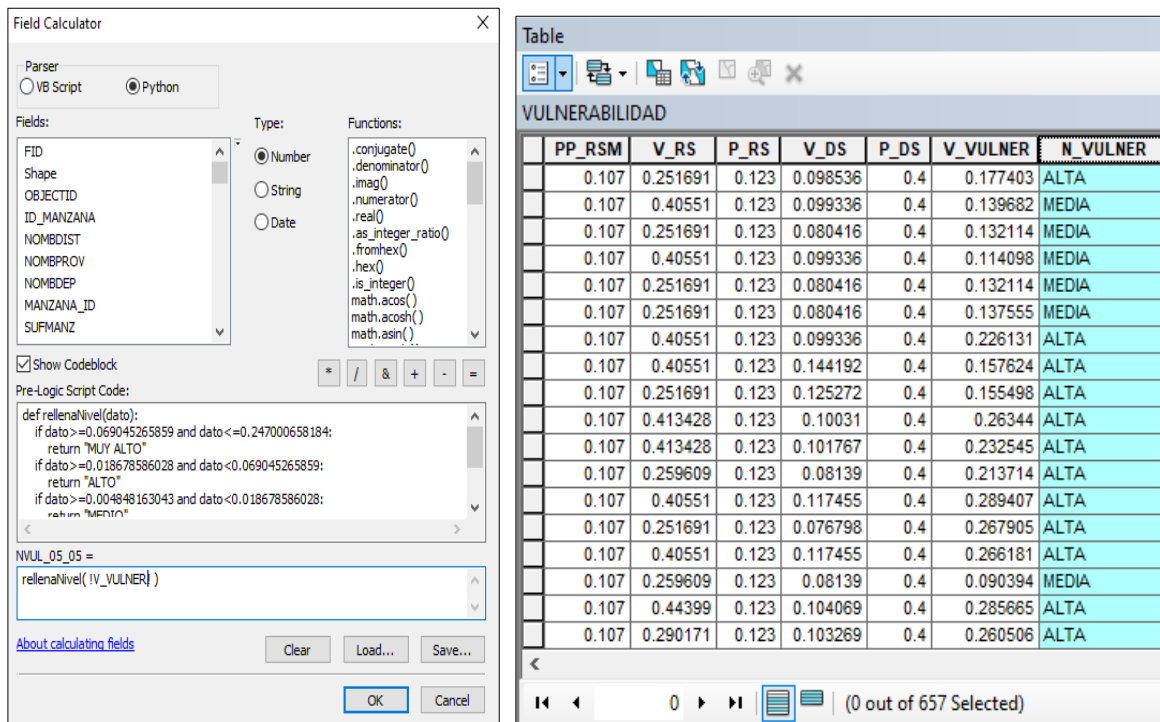
	CODIGO_MZ	PD_EFA	V_PD_EFA	PP_EF	V_EF	P_EF	PD_FFB	V_PD_FFB
86	150103050000120A	A2	0.26	1	0.26	0.557	B2	0.297
87	150103050000130A	A2	0.26	1	0.26	0.557	B5	0.038
88	150103050000140A	A2	0.26	1	0.26	0.557	B5	0.038
89	150103050000200A	A3	0.134	1	0.134	0.557	B5	0.038
90	150103050000220A	A2	0.26	1	0.26	0.557	B5	0.038
91	150103050000230A	A2	0.26	1	0.26	0.557	B5	0.038
92	150103050000250A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B5	0.038
93	150103050000260A	A2	0.26	1	0.26	0.557	B5	0.038
94	150103050000270A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
95	150103050000280A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B5	0.038
96	150103050000290A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B5	0.038
97	150103050000300A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B1	0.445
98	150103050000310A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B1	0.445
99	150103050000320A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
100	150103050000330A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
101	150103050000340A	A3	0.134	1	0.134	0.557	B5	0.038
102	150103050000360A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
103	150103050000370A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
104	150103050000380A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
105	150103050000390A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
106	150103050000400A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
107	150103050000410A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
108	150103050000420A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297
109	150103050000450A	A1	0.503	1	0.503	0.557	B2	0.297

Una vez obtenidos los valores de la vulnerabilidad se procedió a determinar los niveles de la misma, a la capa vectorial de manzanas se le añadió un campo de tipo texto, denominado N\_VULNER, en el cual se colocaron los Niveles de la Vulnerabilidad mediante la calculadora de datos del software, la cual puede agrupar valores según el rango que se establezca y dar como resultado de manera automática el nivel correspondiente a cada manzana.

Se tiene que verificar la correcta edición de los valores llenados en la calculadora de datos, teniendo cuidado en el uso de los símbolos, en la aplicación de datos de cada rango, debido a que una inadecuada manipulación puede arrojar resultados que no sean acordes a lo trabajado.

Figura 30

## Calculadora de datos



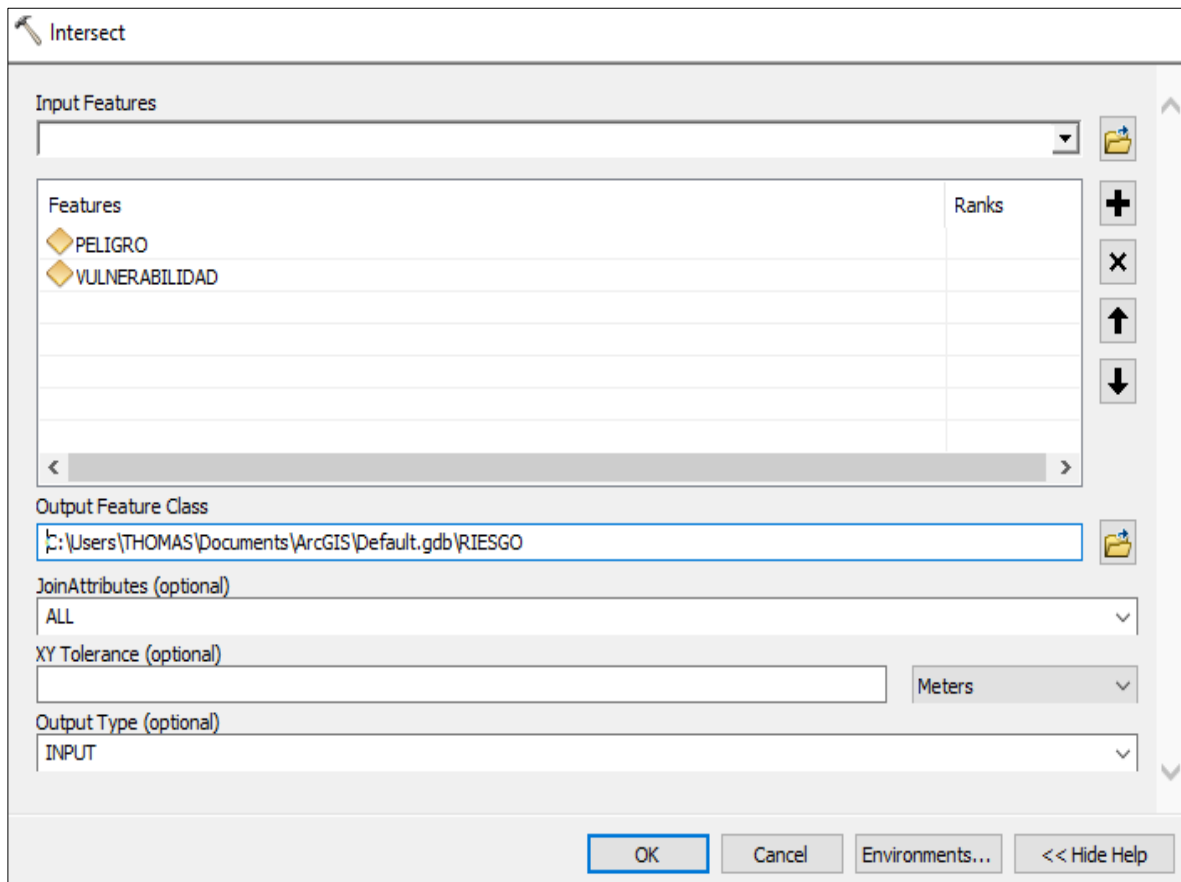
The Field Calculator dialog box is shown on the left, with the Python parser selected. The script defines a function `rellenaNivel(dato)` that categorizes risk levels based on vulnerability values. The resulting field `NVUL_05` is calculated using `rellenaNivel(!V_VULNER!)`.

The data table on the right, titled "VULNERABILIDAD", shows the following columns: PP\_RSM, V\_RS, P\_RS, V\_DS, P\_DS, V\_VULNER, and N\_VULNER. The risk levels are categorized as ALTA or MEDIA.

PP_RSM	V_RS	P_RS	V_DS	P_DS	V_VULNER	N_VULNER
0.107	0.251691	0.123	0.098536	0.4	0.177403	ALTA
0.107	0.40551	0.123	0.099336	0.4	0.139682	MEDIA
0.107	0.251691	0.123	0.080416	0.4	0.132114	MEDIA
0.107	0.40551	0.123	0.099336	0.4	0.114098	MEDIA
0.107	0.251691	0.123	0.080416	0.4	0.132114	MEDIA
0.107	0.251691	0.123	0.080416	0.4	0.137555	MEDIA
0.107	0.40551	0.123	0.099336	0.4	0.226131	ALTA
0.107	0.40551	0.123	0.144192	0.4	0.157624	ALTA
0.107	0.251691	0.123	0.125272	0.4	0.155498	ALTA
0.107	0.413428	0.123	0.10031	0.4	0.26344	ALTA
0.107	0.413428	0.123	0.101767	0.4	0.232545	ALTA
0.107	0.259609	0.123	0.08139	0.4	0.213714	ALTA
0.107	0.40551	0.123	0.117455	0.4	0.289407	ALTA
0.107	0.251691	0.123	0.076798	0.4	0.267905	ALTA
0.107	0.40551	0.123	0.117455	0.4	0.266181	ALTA
0.107	0.259609	0.123	0.08139	0.4	0.090394	MEDIA
0.107	0.44399	0.123	0.104069	0.4	0.285665	ALTA
0.107	0.290171	0.123	0.103269	0.4	0.260506	ALTA

Se intersectaron las capas de peligro y de vulnerabilidad en el software GIS obteniendo como resultado la capa de riesgo, de esta manera se logró tener en una sola capa toda la información de ambas, para ser procesadas y poder hallar los valores de riesgo con sus respectivos niveles.

La capa resultante de riesgo posee todas las bases alfanuméricas correspondientes al peligro y la vulnerabilidad, por lo que en esta capa se puede realizar edición de datos, reemplazar valores, añadir campos si se considera necesario, realizar cálculos matemáticos en función a las columnas numéricas, también se puede realizar la categorización en niveles, todo depende de la necesidad del usuario del software.

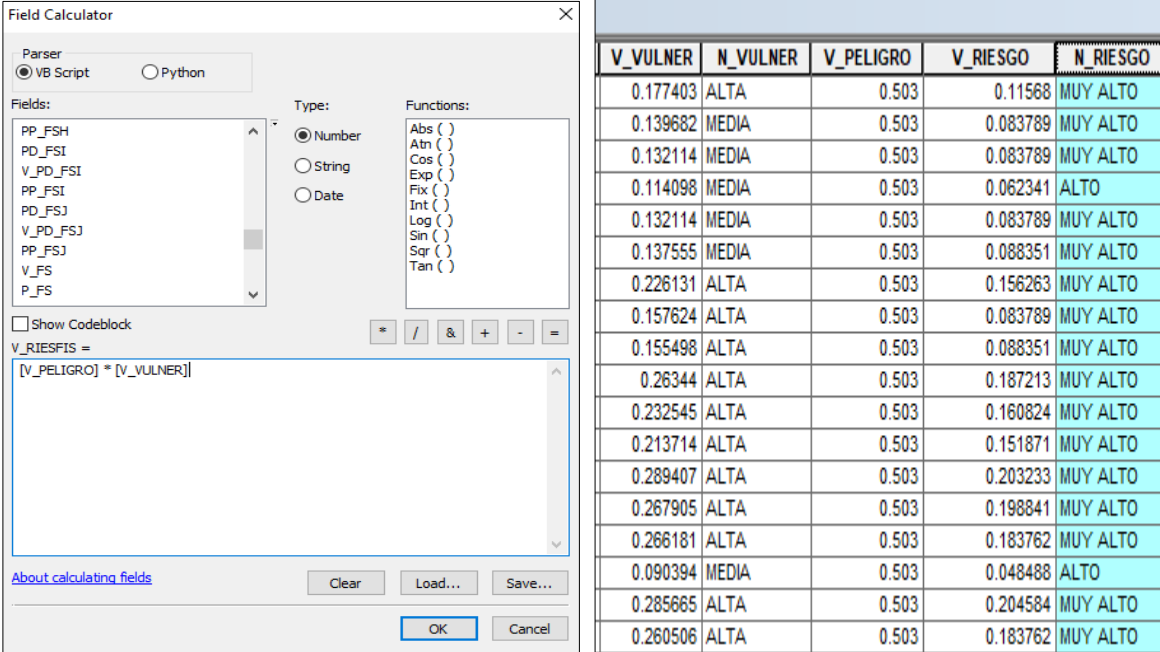
**Figura 31***Proceso de Intersección*

Se le agregó dos campos el primero se denominó V\_RIESGO y el segundo N\_RIESGO, que representan al valor y nivel del riesgo respectivamente. Con ayuda de la calculadora de datos, en el campo V\_RIESGO se multiplicaron los datos del campo de Valor de Peligro y Valor de la Vulnerabilidad. En el campo N\_RIESGO se colocaron los Niveles de Riesgo mediante la calculadora de datos del software, la cual agrupó los valores según el rango que se estableció, dando como resultado de manera automática el nivel de riesgo correspondiente a cada manzana.

Como se mencionó anteriormente se debe verificar la correcta edición de los valores llenados en la calculadora de datos, debido a que su inadecuado uso puede dar resultados errados.

**Figura 32**

*Cálculo de los valores y niveles de riesgo*



The Field Calculator dialog box is shown with the following configuration:

- Parser:  VB Script,  Python
- Type:  Number,  String,  Date
- Fields: PP\_FSH, PD\_FSI, V\_PD\_FSI, PP\_FSI, PD\_FSJ, V\_PD\_FSJ, PP\_FSJ, V\_FS, P\_FS
- Functions: Abs (), Atn (), Cos (), Exp (), Fix (), Int (), Log (), Sin (), Sqr (), Tan ()
- Show Codeblock:
- Formula: `V_RIESFIS = [V_PELIGRO] * [V_VULNER]`

The resulting data table is as follows:

V_VULNER	N_VULNER	V_PELIGRO	V_RIESGO	N_RIESGO
0.177403	ALTA	0.503	0.11568	MUY ALTO
0.139682	MEDIA	0.503	0.083789	MUY ALTO
0.132114	MEDIA	0.503	0.083789	MUY ALTO
0.114098	MEDIA	0.503	0.062341	ALTO
0.132114	MEDIA	0.503	0.083789	MUY ALTO
0.137555	MEDIA	0.503	0.088351	MUY ALTO
0.226131	ALTA	0.503	0.156263	MUY ALTO
0.157624	ALTA	0.503	0.083789	MUY ALTO
0.155498	ALTA	0.503	0.088351	MUY ALTO
0.26344	ALTA	0.503	0.187213	MUY ALTO
0.232545	ALTA	0.503	0.160824	MUY ALTO
0.213714	ALTA	0.503	0.151871	MUY ALTO
0.289407	ALTA	0.503	0.203233	MUY ALTO
0.267905	ALTA	0.503	0.198841	MUY ALTO
0.266181	ALTA	0.503	0.183762	MUY ALTO
0.090394	MEDIA	0.503	0.048488	ALTO
0.285665	ALTA	0.503	0.204584	MUY ALTO
0.260506	ALTA	0.503	0.183762	MUY ALTO

Luego de la construcción de la base gráfica y alfanumérica con apoyo de las hojas de cálculo Excel y el software Gis, se procedió a elaborar los diversos mapas temáticos, motivo del presente estudio.

### **3.7 Análisis de datos**

Para poder realizar el análisis de los datos, los resultados se elaboraron a través de los Sistemas Información Geográfica, mediante el Software ArcGIS 10.5 el cual sirvió para el procesamiento geoespacial de la información, complementándose con el Procesador de Cálculo Excel que sirvió como un pre-procesamiento para la información recopilada, arrojando como producto datos estadísticos, tablas, cuadros, gráficos; correspondientes al área de estudio y también se procedió a la realización de los mapas temáticos con ayuda del software mencionado anteriormente.

## IV. Resultados

### 4.1 Peligro

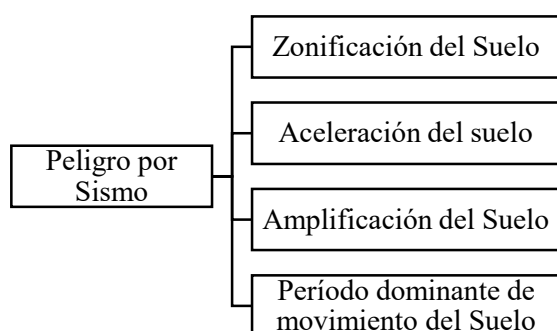
#### 4.1.1 Identificación del Peligro

En la identificación del peligro se consideró la información desarrollada por las entidades técnico – científicas. En las visitas a campo se apreció que el peligro de origen natural que podría afectar y causar daños en el área de estudio, es un sismo de gran magnitud; debido que nuestro país presenta una actividad sísmica constante.

La identificación del peligro por sismo y los niveles del mismo, fueron obtenidos del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 2019 - 2022, elaborado por la Municipalidad Metropolitana de Lima, el cual fue basado en los resultados del estudio denominado “Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw”, publicado por INDECI; en dicho estudio para la determinación del mapa se tuvo que definir determinados parámetros de análisis, esos son conocidos como factores condicionantes y factor desencadenante. La relación entre ambos factores permitió calcular los niveles de peligro. A continuación, se indican los parámetros utilizados en el análisis:

#### Figura 33

*Parámetros para la estimación del Peligro por Sismo*



*Nota.* Adaptado de *Parámetros evaluados para estimar el peligro por sismo y tsunami en Lima Metropolitana*, por MML, 2019, Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 2019 - 2022.

#### **4.1.2 Caracterización del peligro**

Se debe tener en claro que no toda el área será afectada de la misma manera en caso de ocurrencia de un sismo y esto se debe a múltiples factores, como la geología, geomorfología, pendiente, el tipo de suelo, capacidad portante del terreno, magnitud del sismo, aceleración del suelo, amplificación sísmica; entre otros factores.

Para la determinación del peligro por sismo, la información fue brindada por entidades técnico científicas, a partir de las cuales se establecieron criterios para su cálculo.

En lo referente a los parámetros analizados, INDECI (2017) indica:

**Zonificación de suelo:** Mapa de zonificación sísmica-geotécnica elaborado por el CISMID e IGP, en el cual han sido determinados los tipos de suelos según la Norma E.030.

**Aceleraciones del suelo:** La fuerza sísmica máxima que una estructura puede soportar en un terremoto depende de la aceleración máxima del terreno. Para tener una idea del nivel de aceleración o movimiento del terreno que puede experimentar Lima y Callao, se utiliza el mapa de aceleraciones planteado por Pulido et al. (2015) para un sismo de magnitud 8.8Mw - 8.9Mw.

**Amplificación del suelo:** Permite determinar, según el tipo de suelo, los valores de la amplificación del terreno para Lima Metropolitana y Callao.

**Periodo dominante del movimiento del suelo:** Obtenida de la Norma Técnica E.030 según los tipos de suelos.

Seguidamente se detalla cada uno de los parámetros mencionados anteriormente:

**4.1.2.1 Zonificación de suelo.** Para el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO, 2021) la microzonificación sísmica es un estudio interdisciplinario que estudia el impacto de los eventos sísmicos y fenómenos relacionados (como la licuefacción del suelo, deslizamientos de tierra, tsunamis) en un área determinada.

Estos estudios brindan información sobre posibles cambios en el impacto sísmico debido a las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

La Microzonificación sísmica del distrito de Ate fue elaborada por CISMID en el 2014, dividiéndose en 3 zonas: Zona I, Zona II y Zona IV. El área de estudio del presente trabajo de se encuentra en las Zonas II y IV.

Referente a las zonas identificadas, CISMID (2014) determina:

**Zona I:** Área conformada por gravas de media a densa compacidad, por rocas con diversos niveles de fracturamiento, arenas de densa compacidad, limos y arcillas de textura sólida. La capacidad de carga admisible de una cimentación corrida con un ancho de 0.60 m y asentada a una profundidad mínima de 0.80 m en esta zona, oscila entre 2.0 a 4.0 kg/cm<sup>2</sup> si se asienta en grava, y mayor a 5.0 kg/cm<sup>2</sup> si se asienta en roca sana o levemente modificada. En el caso que se desplante sobre las arenas, limos o arcillas se recomienda considerar valores próximos a los 2.0 kg/cm<sup>2</sup>. El tipo de suelo en esta área presenta las mejores propiedades geotécnicas para la cimentación de edificaciones convencionales. Se encuentran períodos de vibración menores a 0.30 s. Dentro están incluidas áreas con un bajo peligro geológico. Las cuales corresponden a áreas planas, llanuras constituidas por depósitos aluviales. (pp. 21-22)

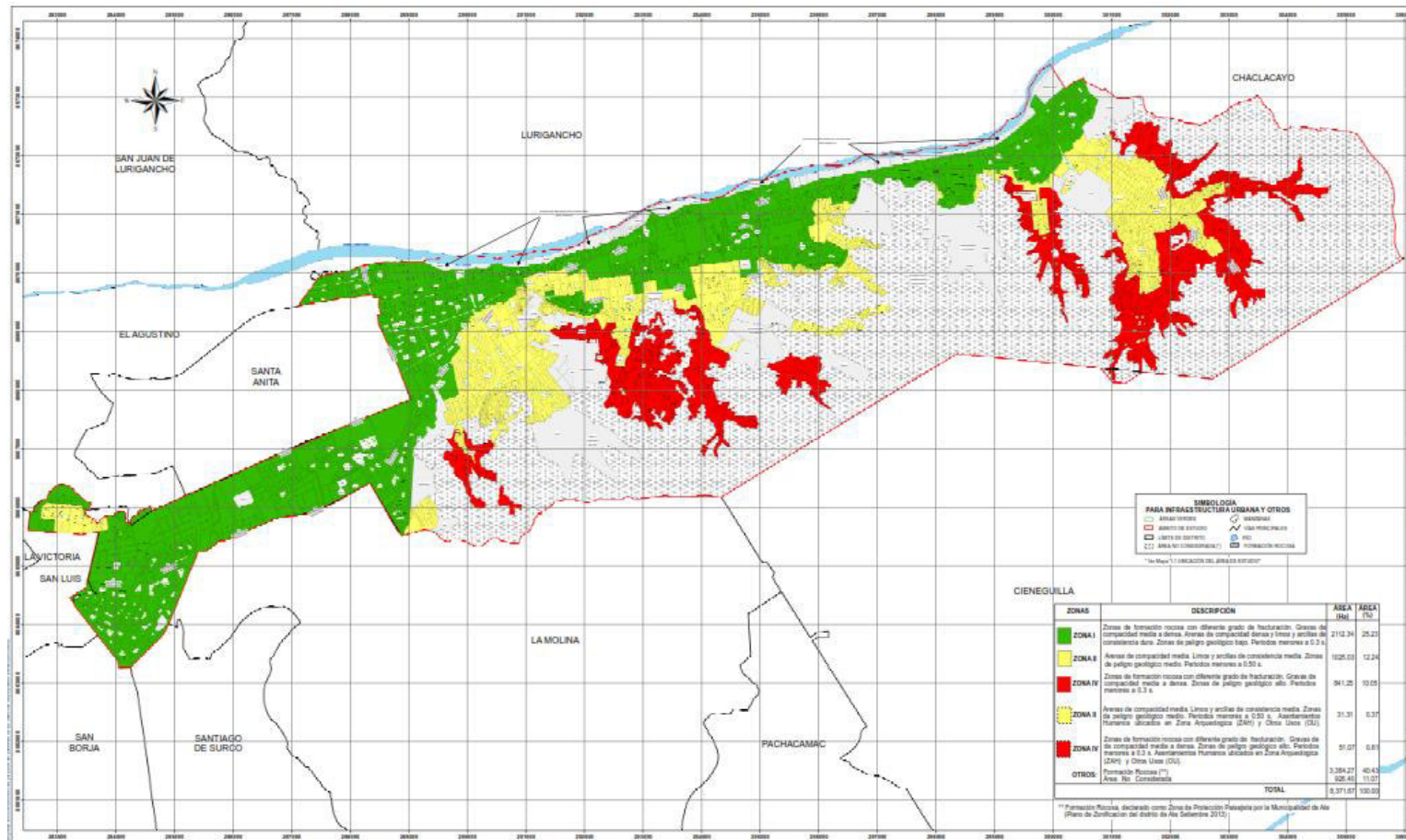
**Zona II:** Área conformada por arenas de media compacidad, limos y arcillas de mediana consistencia. Las gravas se localizan debajo de las arenas y finos. La capacidad de carga admisible de una cimentación similar a la descrita en la Zona I, en esta zona oscila de 1.0 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup> si se asienta en arena, y de 0.7 a 1.0 kg/cm<sup>2</sup> si se asienta en arcillas o limos. El área presenta condiciones geotécnicas que favorecen la cimentación

de edificaciones convencionales. Se determina que las cimentaciones tienen que estar sobre el terreno natural y no en materiales de rellenos heterogéneos o escombros. Los períodos de vibración son menores a 0.50 s. Además, se incluye aquellas áreas definidas con un nivel medio para peligro geológico. Éstas corresponden a laderas de cerros con pendientes moderada a suave. (p. 22)

**Zona IV:** Área conformada por gravas de mediana a densa compacidad y rocas con diferentes grados de fracturamiento. Los períodos de vibración son menores a 0.30 s. Tiene características geotécnicas y dinámicas similares a la Zona I, sin embargo, el peligro geológico en esta área origina condiciones desfavorables. Aquí se incluye aquellas áreas definidas con peligro geológico alto y muy alto. Estas corresponden a quebradas y laderas de cerros con pendiente moderada o fuerte. En estas áreas existe la posibilidad de que puedan producirse desplomes de los bloques de rocas sueltas por las laderas y flujos de detritos y lodo (huaycos) debido a incrementos inusuales de lluvias o de actividad sísmica. (p. 22)

Figura 34

Mapa de Microzonificación Sísmica de Ate

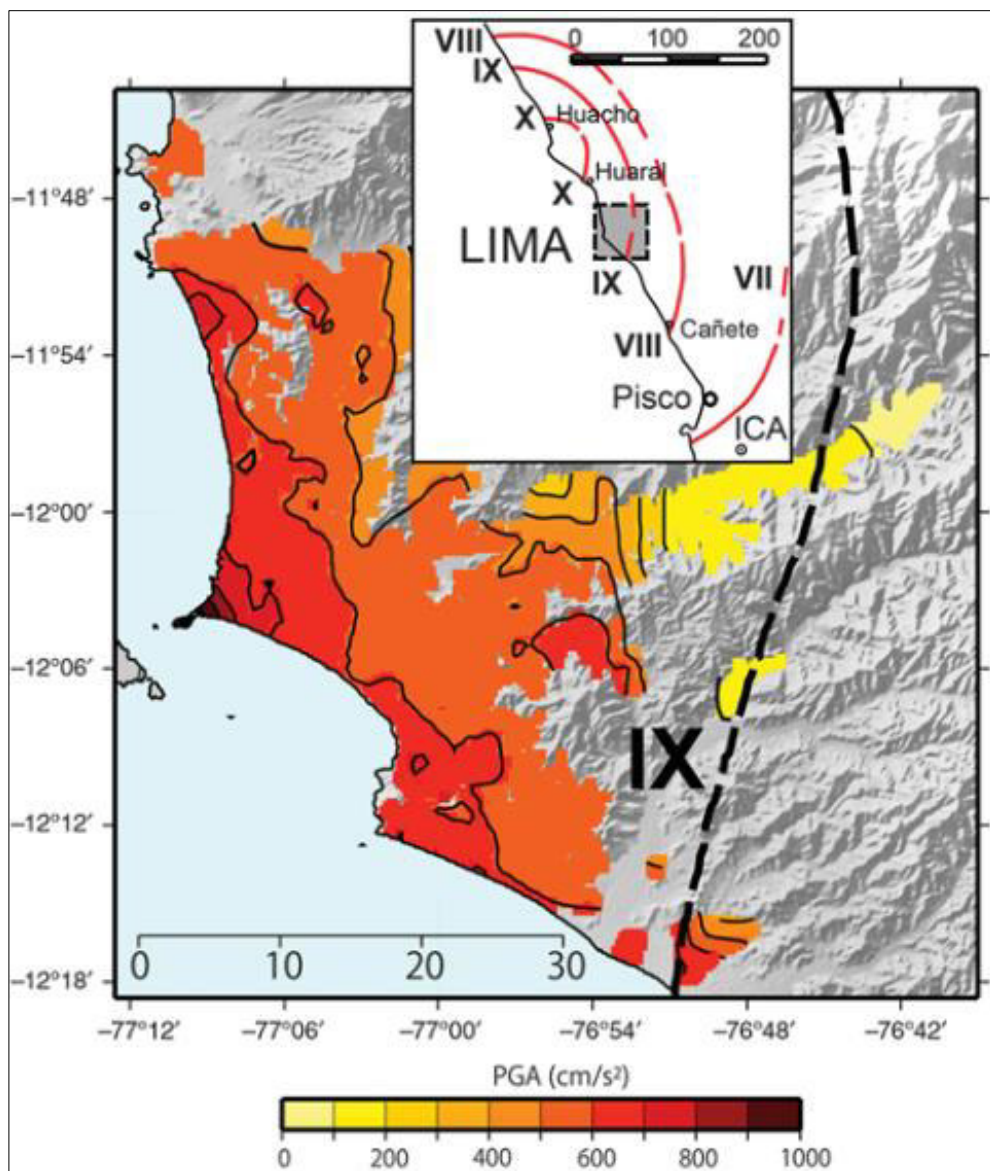


Nota. Tomado de Mapa de Microzonificación Sísmica del distrito de Ate, por CISMID, 2014, Riesgo Sísmico para el distrito de Ate.

**4.1.2.2 Aceleraciones del suelo.** Para una mejor caracterización del peligro, considerando un sismo de magnitud 8.8 Mw., se utilizó las aceleraciones propuesta por Pulido en el año 2015.

**Figura 35**

*Mapa de Aceleración del suelo*



*Nota.* Tomado de Average plus one sigma PGA map for Lima for all scenarios, including shallow site effects, por Pulido et al., 2015, Scenario Source Models and Strong Ground Motion for Future Megaeathquakes: Application to Lima, Central Peru.

Según lo señalado en la Norma Técnica E.030, el Perú se divide en 4 zonas sísmicas, Lima se ubica en la zona 4, que es aquella más próxima espacialmente al origen de los epicentros sísmicos.

**Figura 36**

*Zonas Sísmicas*



*Nota.* Tomado de *Zonas Sísmicas*, por SENCICO, 2020, Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

**4.1.2.3 Amplificación del suelo.** Se encuentra en función al tipo de perfil del suelo y de la zona sísmica

A continuación, se presenta los valores de la Amplificación del suelo:

**Tabla 19***Valores de Amplificación del Suelo*

<b>Zona Sísmica</b>	<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Amplificación del suelo</b>
4	I	0.80
	II	1.00
	III	1.05
	IV	1.10

Nota. Adaptado de *Factor de Suelo*, por SENCICO, 2020, Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente.

**4.1.2.4 Período dominante del movimiento del suelo.** A continuación, se presenta los valores del Período dominante:

**Tabla 20***Período de Movimiento del Suelo*

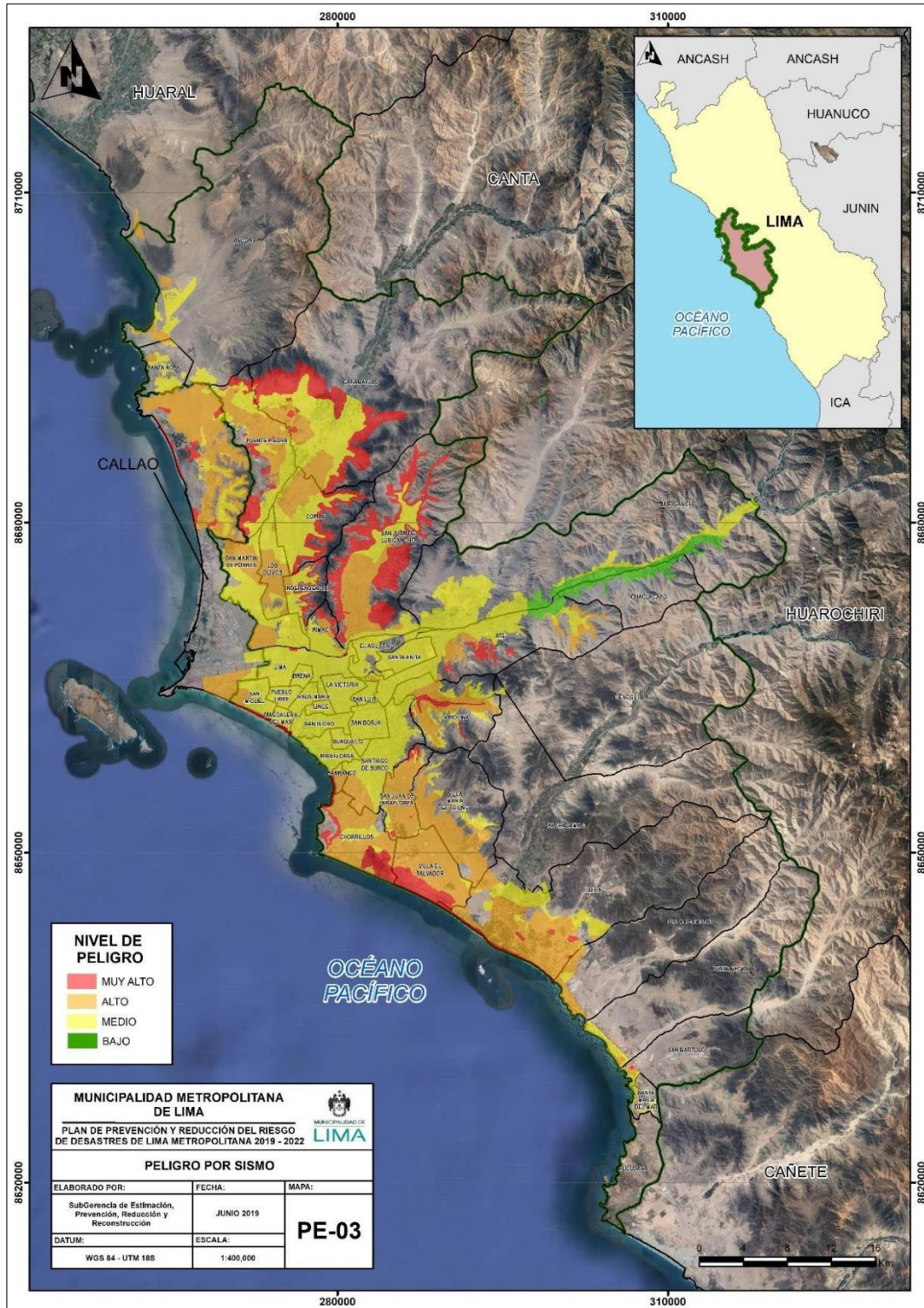
<b>Zona</b>	<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Período de movimiento del suelo</b>
4	I	0.3
	II	0.4
	III	0.6
	IV	1.0

Nota. Tomado de *Períodos “Tp” y “TL*, por SENCICO, 2020, Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente.

Luego del procesamiento de los parámetros anteriormente definidos se obtuvo como producto el Mapa de Peligro por sismo para Lima Metropolitana y Callao.

**Figura 37**

*Mapa de Peligro por Sismo de Lima Metropolitana*



*Nota.* Tomado de *Mapa de Peligro por sismo de 8.8 Mw*, por MML, 2019, Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres 2019 - 2022.

### 4.1.3 Definición del escenario

El escenario sísmico se basa en lo indicado por los estudios elaborados por el IGP, según el informe Técnico: Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde Occidental del Perú, señala que, en el área central del Perú, la Zona de Máximo Acoplamiento Sísmico (ZMAS), presenta un área de 460 x 150 km<sup>2</sup> y podría dar origen a un sismo de magnitud 8.8 Mw. en la zona costera de Lima y el Callao..

Para el escenario, se tomó en consideración lo propuesto por INDECI, en el estudio denominado “Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw”, en donde se indican los siguientes parámetros sísmicos:

#### Figura 38

##### *Parámetros del escenario por sismo*

Escenario Sísmico	
Magnitud	8.8 Mw.
Profundidad	35 km
Intensidad	> VIII (MM)

*Nota.* Tomado de *Parámetros sísmicos del escenario propuesto*, por INDECI, 2017, Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw.

#### 4.1.4 Niveles de Peligro

Los niveles de peligro fueron tomados del Mapa de Peligro por Sismo de Lima Metropolitana y Callao, el cual arrojó como resultado general, los Niveles de Peligro Muy Alto, Alto, Medio y Bajo.

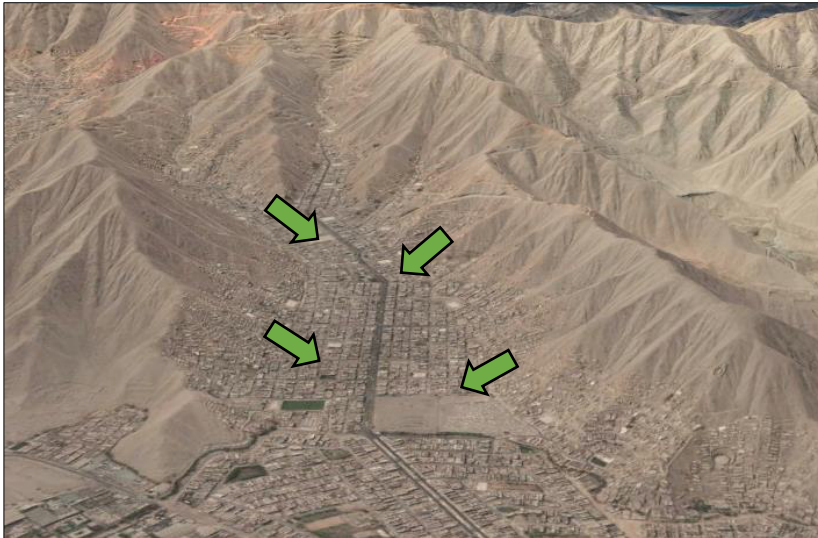
Estos niveles de Peligro fueron adaptados a rangos de valores, de esta manera se hizo una ponderación según lo indicado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, elaborado por CENEPRED, y así obtener una equivalencia en valores numéricos que nos permitan en conjunto con los rangos de los niveles de vulnerabilidad, determinar los niveles de riesgo.

#### Figura 39

##### Niveles de Peligro

Nivel de Peligro	Valor del Peligro	Rangos
Muy Alto	0.503	$0.261 \leq P \leq 0.504$
Alto	0.260	$0.135 \leq P < 0.261$
Medio	0.134	$0.069 \leq P < 0.135$
Bajo	0.068	$0.031 \leq P < 0.069$

Los niveles de peligro, sobre el que se encuentra ubicada el ámbito de estudio, corresponden a Peligro Alto y Peligro Medio por sismo.

**Figura 40***Geoforma de Terraza*

*Nota.* La parte central del área de estudio presenta geoforma de terraza aluvial. Tomado de Google Earth, 2022.

**Figura 41***Geoformas de pendiente media y empinada*

*Nota.* El área de estudio presenta geoforma de ladera de pendiente media y empinada. Tomado de Google Earth, 2022.

**Figura 42**

*Zona alta del área de estudio*



*Nota.* Parte del área presenta peligro geológico alto, debido a las características intrínsecas del territorio, como el tipo de suelo, material no consolidado y el deslizamiento de tierras hacia las viviendas de la parte baja. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 43**

*Fracturamiento en rocas*



*Nota.* Se observa la presencia de rocas con diverso grado de fracturamiento. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 44**

*Alta pendiente en el área de estudio*



*Nota.* El área de estudio presenta pendientes que varían desde moderadas a fuerte. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 45**

*Desprendimiento de Rocas*



*Nota.* Desprendimiento de rocas debido a fenómenos de geodinámica interna y/o externa, ubicado en área de laderas. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 46***Caída de material suelto*

*Nota.* Material suelto (conformado por tierra y rocas) en las laderas de los cerros, la caída producto de sismos de menor magnitud y por acción de las precipitaciones. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 47***Expansión de Viviendas hacia las laderas*

*Nota.* La construcción de viviendas desde sus inicios hasta la actualidad, fue expandiéndose hacia las laderas de los cerros, con el paso de los años. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 48**

*Viviendas en suelos no consolidados*



*Nota.* Las viviendas han sido asentadas en suelos no aptos para construcción, debido a su tipo de suelo, pendiente del terreno. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 49**

*Viviendas sobre pircas*



*Nota.* Viviendas precarias ubicadas sobre pircas de piedras (material inestable). Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

## **Resultados de la Identificación del Peligro**

Ante la ocurrencia de un sismo esperado de magnitud 8.8 Mw, según el análisis correspondiente al ámbito de estudio y en función a las características propias del terreno, se determinó la presencia de 2 zonas de peligro, una de nivel medio y otra de nivel alto, las cuales se describen a continuación:

### **Peligro Medio:**

El área determinada como peligro de nivel medio por sismo, abarca el 7.98% del área de estudio. Esta zona está localizada en la parte inicial del ámbito de trabajo, se encuentra asentada en gran proporción sobre unidades geológicas de depósito coluvio-aluvial y en menor proporción sobre depósito aluvial pleistocénico. Presenta una geoforma de terraza cuya pendiente es baja.

Está conformada por arenas de media compactación, limos y arcillas de mediana consistencia. La capacidad de carga admisible para una cimentación oscila entre 1.0 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup>. Además, en función a sus características intrínsecas es catalogada como un área de peligro geológico medio. La aceleración máxima esperada del suelo es de 484.38 cm/s<sup>2</sup>.

### **Peligro Alto:**

El área determinada como peligro de nivel alto por sismo, abarca el 92.02% del área de estudio. Se encuentra asentada sobre unidades geológicas de depósito aluvial pleistocénico, depósito coluvio-aluvial y roca volcánica andesítica. Presenta geoformas de ladera de pendiente media, ladera empinada y terraza, esta última corresponde a la zona central del área de estudio, en donde se encuentra asentada la población desde sus orígenes, la cual fue expandiéndose con el pasar de los años, a lo largo de la quebrada hasta ocupar la zona de las laderas de los cerros, desde sus faldas hasta las partes más elevadas.

Está conformada por gravas de mediana a densa compacidad y por rocas con diferentes grados de fracturamiento. Se encuentra en quebradas y laderas de los cerros cuya pendiente varía de moderada a fuerte, con posibilidad de que puedan producirse desplomes de los bloques de rocas sueltas. Se encuentra dentro de un área de peligro geológico alto. La capacidad de carga admisible oscila de 2.0 a 4.0 kg/ cm<sup>2</sup>, sin embargo, el peligro geológico en esta zona origina condiciones desfavorables. La aceleración máxima esperada del suelo es de 565.11 cm/s<sup>2</sup>.

Se puede constatar que hay presencia de material suelto (rocas, tierra) que caen desde las zonas más elevadas y con mayor pendiente hacia la parte inferior, cuando ocurre precipitaciones se producen deslizamiento de tierra, rocas que caen en las viviendas asentadas debajo de pendientes altas.

#### 4.1.5 Estratificación de los Niveles de Peligro

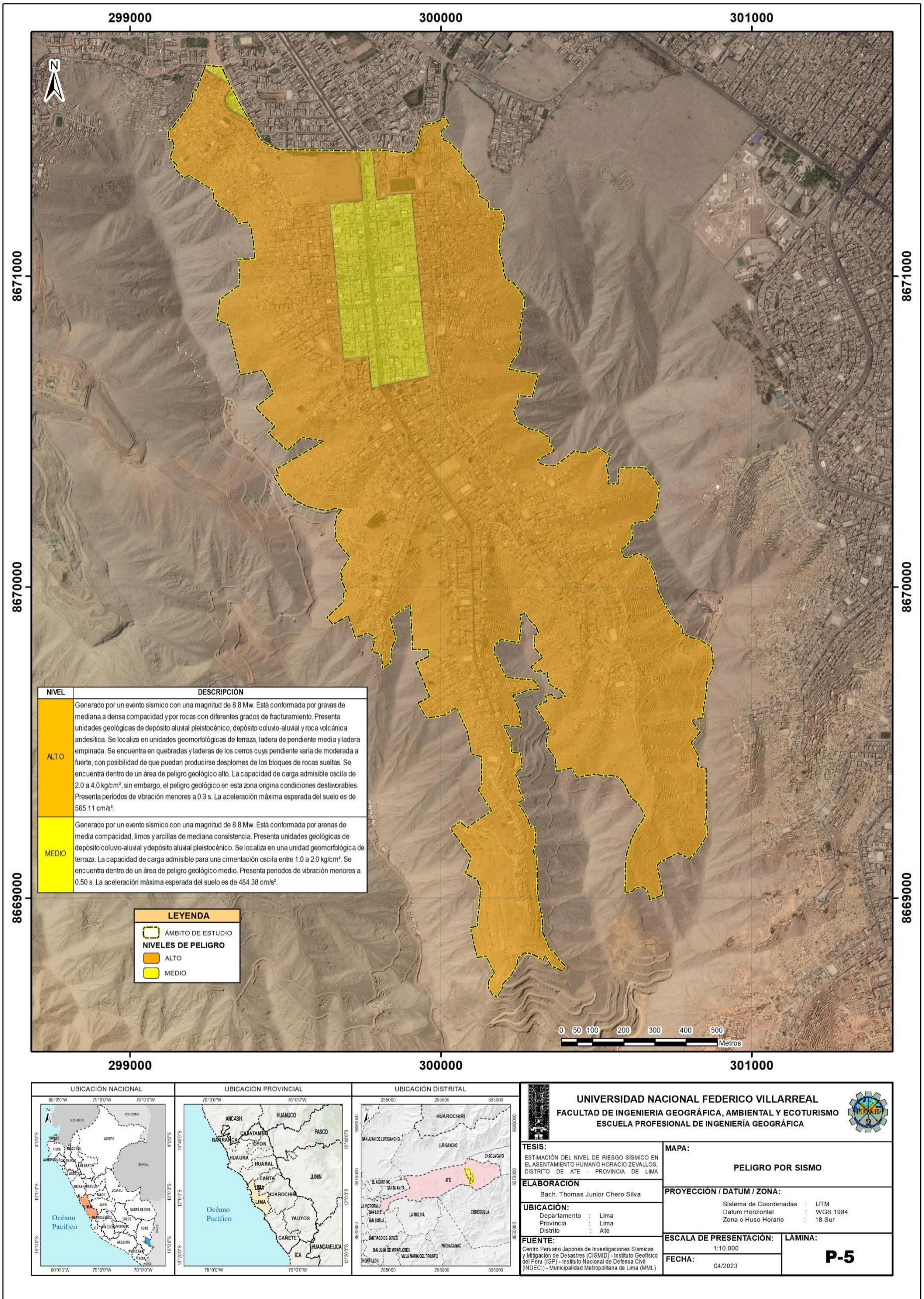
**Figura 50**

*Matriz de Estratificación de los Niveles de Peligro*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
Alto	<p>Generado por un evento sísmico con una magnitud de 8.8 Mw. Está conformada por gravas de mediana a densa compacidad y por rocas con diferentes grados de fracturamiento. Presenta unidades geológicas de depósito aluvial pleistocénico, depósito coluvio-aluvial y roca volcánica andesítica. Se localiza en unidades geomorfológicas de terraza, ladera de pendiente media y ladera empinada. Se encuentra en quebradas y laderas de los cerros cuya pendiente varía de moderada a fuerte, con posibilidad de que puedan producirse desplomes de los bloques de rocas sueltas. Se encuentra dentro de un área de peligro geológico alto. La capacidad de carga admisible oscila de 2.0 a 4.0 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, el peligro geológico en esta zona origina condiciones desfavorables. Presenta períodos de vibración menores a 0.3 s. La aceleración máxima esperada del suelo es de 565.11 cm/s<sup>2</sup>.</p>	$0.135 \leq P < 0.261$
Medio	<p>Generado por un evento sísmico con una magnitud de 8.8 Mw. Está conformada por arenas de media compacidad, limos y arcillas de mediana consistencia. Presenta unidades geológicas de depósito coluvio-aluvial y depósito aluvial pleistocénico. Se localiza en una unidad geomorfológica de terraza. La capacidad de carga admisible para una cimentación oscila entre 1.0 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup>. Se encuentra dentro de un área de peligro geológico medio. Presenta periodos de vibración menores a 0.50 s. La aceleración máxima esperada del suelo es de 484.38 cm/s<sup>2</sup>.</p>	$0.069 \leq P < 0.135$

Figura 51

Mapa de Peligro por Sismo del ámbito de estudio



## **4.2 Vulnerabilidad**

### ***4.2.1 Análisis de la Vulnerabilidad***

La metodología utilizada para el análisis de la vulnerabilidad y sus niveles, siguieron los lineamientos propuestos por CENEPRED.

Se tomó la información recopilada de fuentes secundarias, como la del censo del año 2017 realizado por el INEI, de la data levantada y actualizada en campo. Con ayuda de la imagen satelital se complementó gráficamente

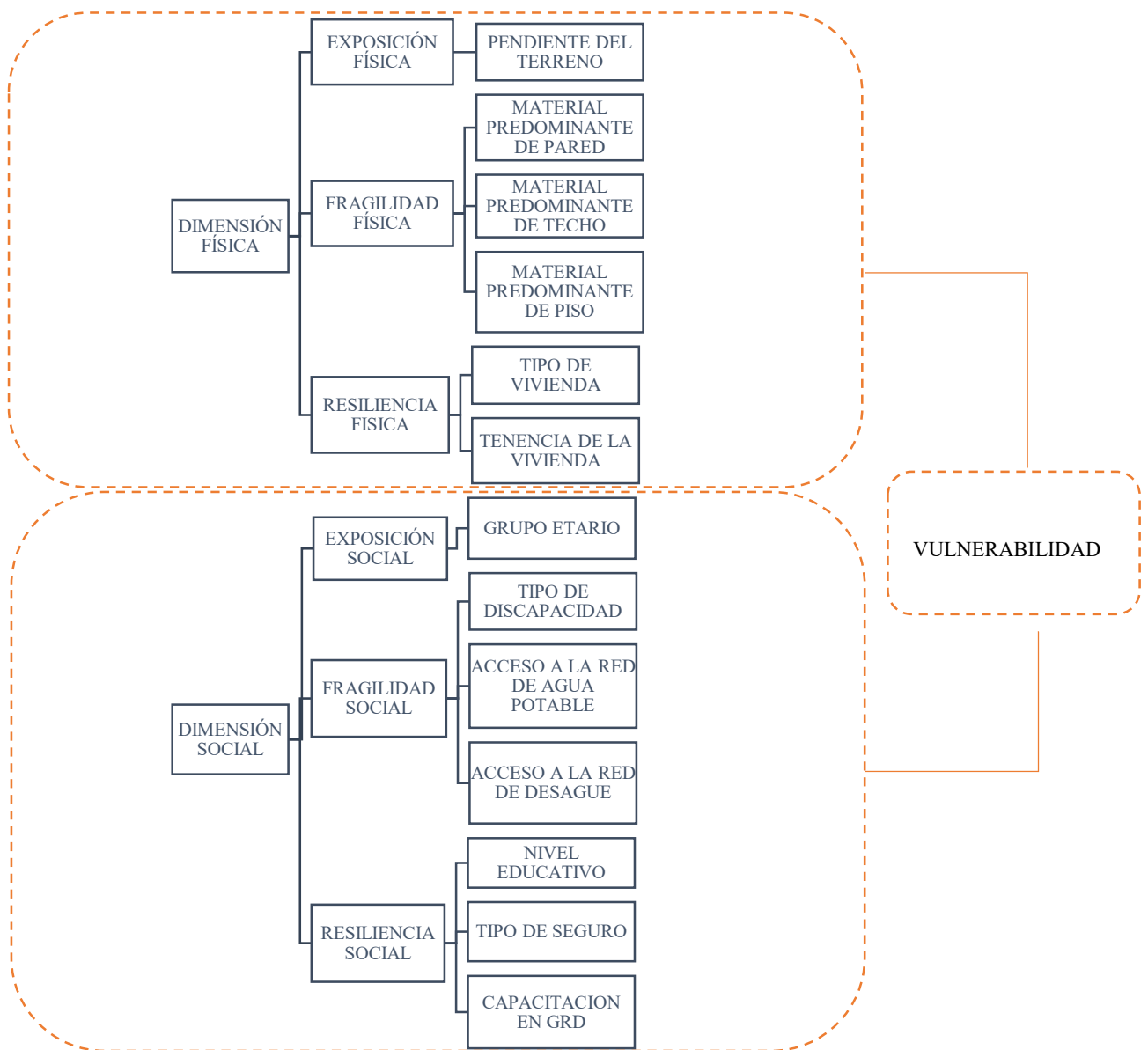
Se procesó en una tabla Excel la información del censo, este proceso se hizo a nivel de manzanas, de esta manera se definió los parámetros del análisis.

El análisis de la vulnerabilidad, se realizó considerando la dimensión física (todo aquello referente a las viviendas) y la dimensión social (todo aquello relacionado a la población). Los pesos asignados, tanto para la Dimensión Física como para la Social, fueron de 0.7 y 0.3 respectivamente, no se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico para ambas Dimensiones, debido a que, para aplicar la metodología se necesita mínimo 3 componentes.

Primero se realizará el cálculo de la Dimensión Física, en función a su exposición, fragilidad y resiliencia, luego se realizó el cálculo de la Dimensión Social, la cual también está en función a su exposición, fragilidad y resiliencia. Después de obtenida ambas dimensiones, se obtiene la Vulnerabilidad y posteriormente sus respectivos niveles

**Figura 52**

*Esquema metodológico general para el Análisis de la Vulnerabilidad*



**4.2.1.1 Análisis de la Dimensión Física.** Para determinar la vulnerabilidad desde la dimensión física, se realiza el análisis tomando en consideración las 3 variables de la vulnerabilidad, como lo son la exposición, la fragilidad y la resiliencia, a su vez cada una presentará sus respectivos parámetros

A continuación, se detalla cada variable de la dimensión física y sus respectivos parámetros, considerados para el estudio:

**Tabla 21***Variables de la Dimensión Física*

<b>Dimensión Física</b>		
<b>Exposición</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Resiliencia</b>
	Material Predominante de Pared	Tipo de Vivienda
Pendiente del Terreno	Material Predominante de Techo	
	Material Predominante de Piso	Tenencia de la Vivienda

Las ponderaciones de las variables de la Dimensión Física (exposición, fragilidad y resiliencia), fueron obtenidos utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico, se utilizó una matriz de 3x3, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un parámetro frente a otro, según la escala de Saaty.

Seguidamente, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los factores de la Dimensión Física.

**Tabla 22***Matriz de Comparación de Pares de la Dimensión Física*

<b>Dimensión Física</b>	<b>Exposición</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Resiliencia</b>
<b>Exposición</b>	1.000	2.000	4.000
<b>Fragilidad</b>	0.333	1.000	3.000
<b>Resiliencia</b>	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.750</b>	<b>3.333</b>	<b>8.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.571</b>	<b>0.300</b>	<b>0.125</b>

**Tabla 23***Matriz de Normalización de la Dimensión Física*

<b>Dimensión Física</b>	<b>Exposición</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Resiliencia</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Exposición</b>	0.571	0.600	0.500	0.557
<b>Fragilidad</b>	0.286	0.300	0.375	0.320
<b>Resiliencia</b>	0.143	0.100	0.125	0.123
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 24***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de la Dimensión Física*

<b>IC</b>	0.009
<b>RC</b>	0.017

El valor de la RC es de 0.017 siendo menor a 0.04 (lo correspondiente a 3 variables), por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

**A. Análisis de la Exposición Física.** Para el análisis de la Exposición Física se trabajó con un solo parámetro que es el de Pendiente del terreno.

Se debe tener en consideración que, a mayor pendiente en donde se encuentren asentadas las viviendas, esta tendrá mayor dificultad al momento de realizar la evacuación, puede verse afectada ante el desprendimiento de rocas de las laderas debido a la elevada pendiente, en comparación de viviendas ubicadas en zonas de baja pendiente, que tendrán mayor rapidez para la evacuación y no se encontrará afectada por derrumbes al momento de materializarse el peligro.

**A.1. Pendiente del Terreno.** La pendiente en el ámbito de estudio, se obtendrá luego de procesar el Modelo de Elevación Digital - DEM ALOS PALSAR con 12.5 m de resolución, el cual fue descargado de la base de datos de la NASA (Alaska Satellite Facility).

Posteriormente se utilizó el Software GIS, en el cual se introdujo el DEM, que, mediante un geoprocesamiento de Análisis Espacial, se generó una capa de tipo raster que presentaba los valores de la pendiente en grados.

El raster fue reclasificado en los rangos de pendiente determinados para el presente estudio, luego dicha capa fue convertida a una capa vectorial (shapefile), a la cual se le agregó la ponderación correspondiente a cada descriptor evaluado, empleando el software ArcGIS 10.5.

El estudio realizado por el IGP en el año 2012, cuyo informe denominado es Zonificación Sísmica - Geotécnica del Área Urbana de Huaycán, sirvió de apoyo para la determinación de cada rango de pendiente, dentro del área de trabajo.

Las determinaciones de los valores de pendiente también sirven para identificar que zonas se encuentran propensas a sufrir desprendimiento de rocas, deslizamiento de tierras, ante un sismo de gran magnitud, debido a que a mayor pendiente hay más probabilidad de que estos eventos se materialicen, afectando a las viviendas que se hallan próximas, mientras tanto en zonas de baja pendiente, la probabilidad va disminuyendo

Los descriptores del Parámetro son los siguientes:

**Tabla 25***Descriptores del Parámetro Pendiente del Terreno*

<b>Rangos de Pendiente</b>
> 25°
15°-25°
10°-15°
5°-10°
< 5°

*Nota.* Adaptado de *Rangos de pendientes identificado en la zona urbana de Huaycán*, por IGP, 2012, Zonificación Sísmica - Geotécnica del Área Urbana de Huaycán.

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

**Tabla 26***Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Pendiente del Terreno*

<b>Pendiente del Terreno</b>	<b>&gt; 25°</b>	<b>15°-25</b>	<b>10°-15°</b>	<b>5°-10°</b>	<b>&lt; 5°</b>
<b>&gt; 25°</b>	1.000	2.000	4.000	5.000	7.000
<b>15°-25°</b>	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
<b>10°-15°</b>	0.250	0.500	1.000	2.000	3.000
<b>5°-10°</b>	0.200	0.333	0.500	1.000	2.000
<b>&lt; 5°</b>	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
<b>Suma</b>	<b>2.093</b>	<b>4.033</b>	<b>7.833</b>	<b>11.500</b>	<b>18.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.478</b>	<b>0.248</b>	<b>0.128</b>	<b>0.087</b>	<b>0.056</b>

**Tabla 27***Matriz de Normalización del Parámetro Pendiente del Terreno*

<b>Pendiente del Terreno</b>	<b>&gt; 25°</b>	<b>15°-25</b>	<b>10°-15°</b>	<b>5°-10°</b>	<b>&lt; 5°</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>&gt; 25°</b>	0.478	0.496	0.511	0.435	0.389	0.462
<b>15°-25°</b>	0.239	0.248	0.255	0.261	0.278	0.256
<b>10°-15°</b>	0.119	0.124	0.128	0.174	0.167	0.142
<b>5°-10°</b>	0.096	0.083	0.064	0.087	0.111	0.088
<b>&lt; 5°</b>	0.068	0.050	0.043	0.043	0.056	0.052
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 28***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Pendiente del Terreno*

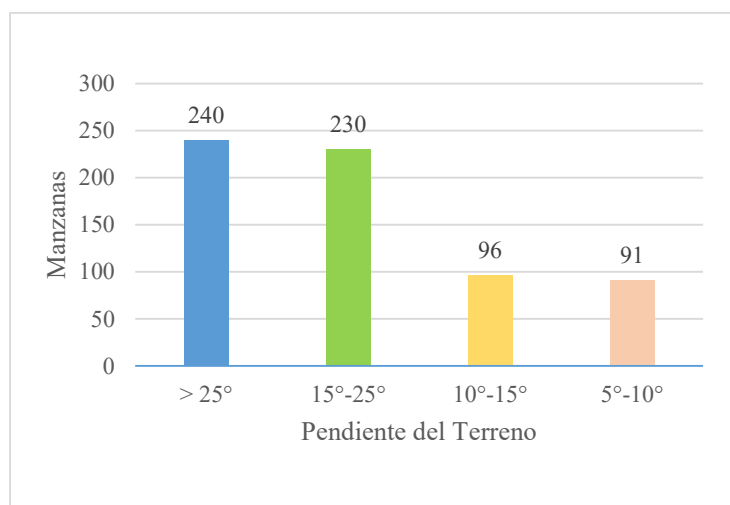
<b>IC</b>	0.010
<b>RC</b>	0.009

El valor de la RC es de 0.009 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

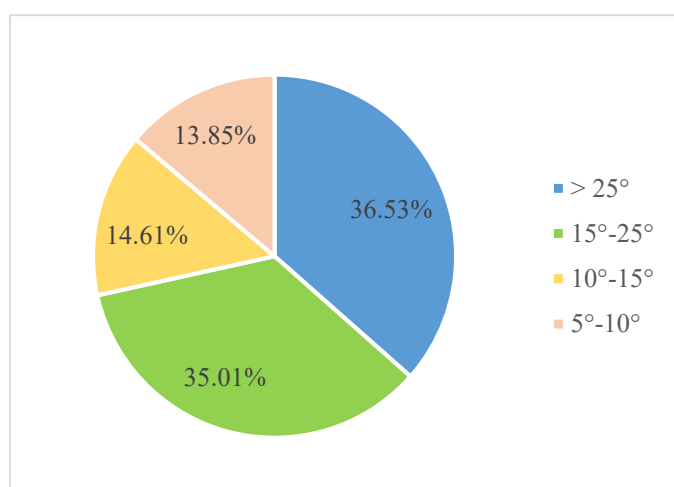
De igual manera del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas por exposición según la pendiente del terreno, dicho resultado se muestra en las siguiente graficas:

**Figura 53**

*Cantidad de manzanas según su exposición a la pendiente del terreno*

**Figura 54**

*Porcentaje de manzanas según su exposición a la pendiente del terreno*



Se determinó que en mayor proporción el 36.53% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, están asentadas en terrenos cuya pendiente es mayor a 25°, seguido de un 35.01 % que se ubican en pendientes que varían entre 15 y 25°, seguidamente el 14.61% está sobre pendientes que oscilan entre 10° y 15°, y en menor proporción el 13.85% del total se encuentran sobre pendientes que fluctúan entre los 5° y 10°.

**Figura 55**

*Pendiente de terreno de 10° a 15°*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 56**

*Pendiente de terreno mayor a 25°*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**B. Análisis de la Fragilidad Física.** Está vinculada a las características propias de las viviendas como el material de construcción de paredes, techo, piso; las cuales cumplen un papel importante ante la ocurrencia de un sismo, debido a que el grado de daño depende de la resistencia que estos puedan presentar.

Los parámetros fueron seleccionados de la información obtenida del censo realizado por el INEI en el año 2017, trabajándose la data a nivel de manzanas, para luego hacer el cálculo de la ponderación de descriptores de los parámetros que componen la Fragilidad Física, todo este proceso fue elaborado en hojas de cálculo de Excel, posteriormente estos valores fueron agregados a la capa vectorial (shapefile) de las manzanas del área de estudio, empleando el software GIS.

Al realizar el análisis de la fragilidad física se ha considerado los siguientes parámetros:

**Tabla 29**

*Parámetros de la Fragilidad Física*

<b>Fragilidad Física</b>
Material Predominante de Pared
Material Predominante de Techo
Material Predominante de Piso

Las ponderaciones de los parámetros fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 3x3, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un parámetro frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los parámetros de la fragilidad física.

**Tabla 30***Matriz de Comparación de Pares de los Parámetros de la Fragilidad Física*

<b>Fragilidad Física</b>	<b>Material Predominante de Pared</b>	<b>Material Predominante de Techo</b>	<b>Material Predominante de Piso</b>
<b>Material Predominante de Pared</b>	1.000	3.000	5.000
<b>Material Predominante de Techo</b>	0.333	1.000	3.000
<b>Material Predominante de Piso</b>	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	1.533	4.333	9.000
<b>1/Suma</b>	0.652	0.231	0.111

**Tabla 31***Matriz de Normalización de los Parámetros de la Fragilidad Física*

<b>Fragilidad Física</b>	<b>Material Predominante de Pared</b>	<b>Material Predominante de Techo</b>	<b>Material Predominante de Piso</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Material Predominante de Pared</b>	0.652	0.692	0.556	0.633
<b>Material Predominante de Techo</b>	0.217	0.231	0.333	0.260
<b>Material Predominante de Piso</b>	0.130	0.077	0.111	0.106
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 32***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los Parámetros de la Fragilidad Física*

<b>IC</b>	0.019
<b>RC</b>	0.037

El valor de la RC es de 0.037 siendo menor a 0.04 (lo correspondiente a 3 variables), por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

A continuación, se indican los descriptores correspondientes a cada parámetro de la Fragilidad Física:

**B.1. Material Predominante de Pared.** El material de Pared utilizado en la construcción de las viviendas, determina que tan propensas se encuentran a recibir daños ante la ocurrencia de un sismo, por ejemplo, un material poco resistente como la madera o el triplay presenta menor soporte en comparación a un material más compacto con el concreto o ladrillo.

Los descriptores del Material Predominante de Pared son los siguientes:

**Tabla 33**

*Descriptores del Parámetro Material Predominante de Pared*

<b>Tipo de Material</b>
Triplay, calamina, estera u otro material
Madera
Quincha, piedra con barro
Adobe/Tapia
Ladrillo o bloque de cemento

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.



**Tabla 36**

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Material*

*Predominante de Pared*

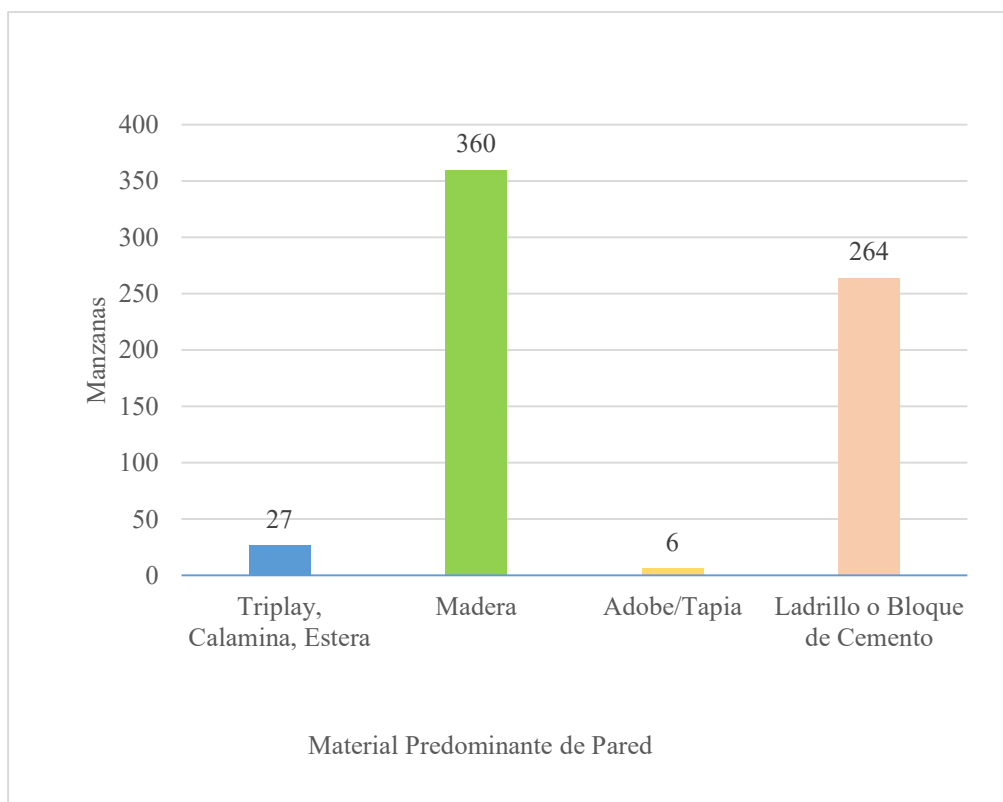
<b>IC</b>	0.047
<b>RC</b>	0.042

El valor de la RC es de 0.042 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el material predominante de pared, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

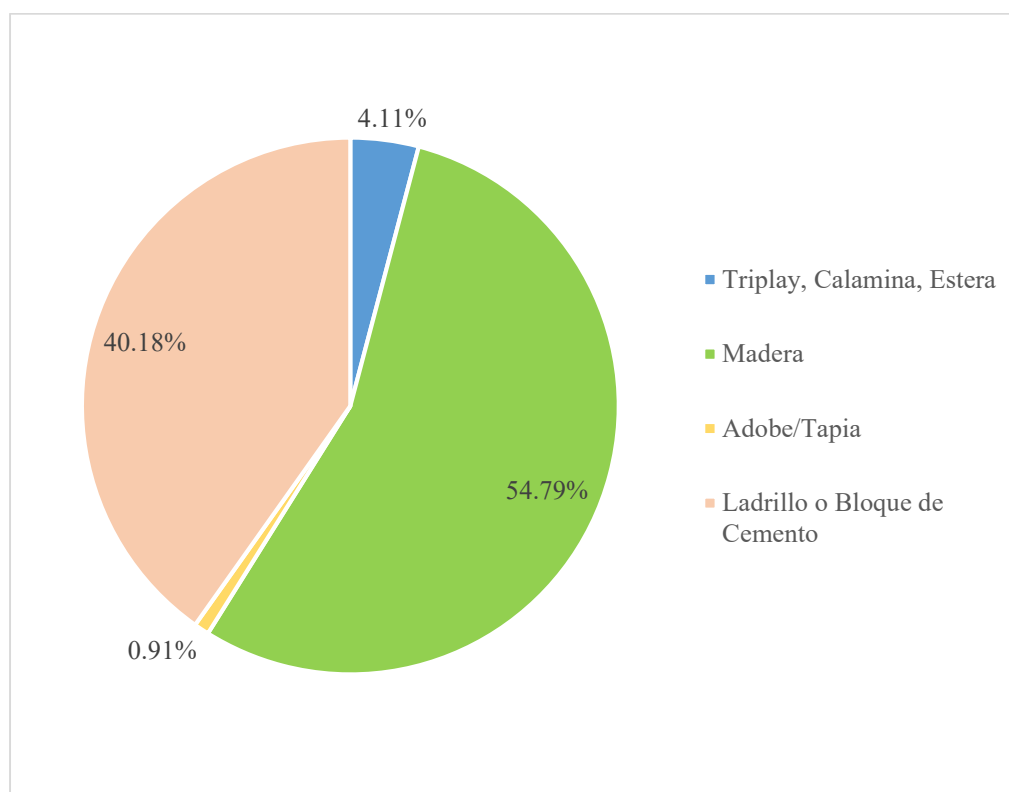
**Figura 57**

*Cantidad de manzanas según el material predominante de pared*



**Figura 58**

*Porcentaje de manzanas según el material predominante de pared*



Se determinó que en mayor proporción el 54.79% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, se encuentran construidas con materiales de madera, seguido de un 40.18% que están fabricadas en base a ladrillo o bloque de cemento, sucesivamente el 4.11% está conformada con triplay, calamina, estera; y en menor proporción el 0.91% del total se encuentran elaboradas en base a adobe/tapia.

**Figura 59**

*Vivienda con pared de ladrillo*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 60**

*Vivienda con pared de madera*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio

**B.2. Material Predominante de Techo:** El material de techo utilizado en la construcción de las viviendas, determina que tan propensas se encuentran a recibir daños ante la ocurrencia de un sismo, por ejemplo, un material poco resistente como el triplay o la estera presenta menor soporte en comparación a un material más fuerte como el concreto armado.

Los descriptores del Material Predominante de Techo son los siguientes:

**Tabla 37**

*Descriptores del Parámetro Material Predominante de Techo*

<b>Tipo de Material</b>
Triplay, estera, carrizo u otro material
Madera
Planchas de calamina, fibra de cemento o similares
Caña o estera, con torta de barro y/o cemento
Concreto Armado

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

**Tabla 38***Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Material Predominante de Techo*

<b>Material Predominante de Techo</b>	<b>Triplay, Estera, Carrizo u Otro Material</b>	<b>Madera</b>	<b>Planchas de Calamina, Fibra de Cemento o Similares</b>	<b>Caña o Estera, Con Torta de Barro y/o Cemento</b>	<b>Concreto Armado</b>
Triplay, Estera, Carrizo u Otro Material	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
<b>Madera</b>	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
Planchas de Calamina, Fibra de Cemento o Similares	0.250	0.333	1.000	3.000	5.000
<b>Caña o Estera, Con Torta de Barro y/o Cemento</b>	0.167	0.200	0.333	1.000	3.000
Concreto Armado	0.125	0.143	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>2.042</b>	<b>3.676</b>	<b>8.533</b>	<b>15.333</b>	<b>24.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.490</b>	<b>0.272</b>	<b>0.117</b>	<b>0.065</b>	<b>0.042</b>

**Tabla 39***Matriz de Normalización del Parámetro Material Predominante de Techo*

<b>Material Predominante de Techo</b>	<b>Triplay, Estera, Carrizo u Otro Material</b>	<b>Madera</b>	<b>Planchas de Calamina, Fibra de Cemento o Similares</b>	<b>Caña o Estera, Con Torta de Barro y/o Cemento</b>	<b>Concreto Armado</b>	<b>Vector Priorización</b>
Triplay, Estera, Carrizo u Otro Material	0.490	0.544	0.469	0.391	0.333	0.445
<b>Madera</b>	0.245	0.272	0.352	0.326	0.292	0.297
Planchas de Calamina, Fibra de Cemento o Similares	0.122	0.091	0.117	0.196	0.208	0.147
<b>Caña o Estera, Con Torta de Barro y/o Cemento</b>	0.082	0.054	0.039	0.065	0.125	0.073
Concreto Armado	0.061	0.039	0.023	0.022	0.042	0.037
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 40***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Material**Predominante de Techo*

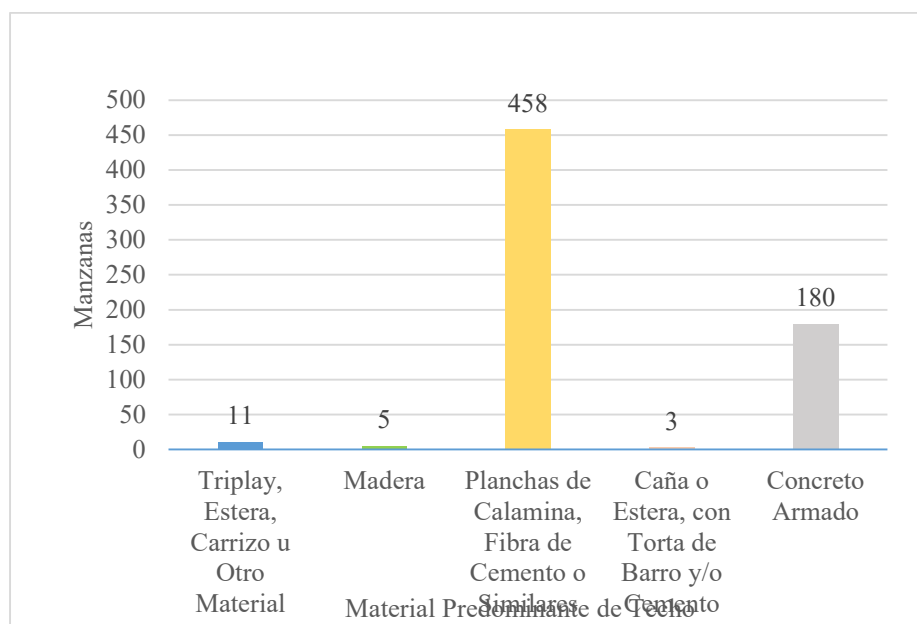
<b>IC</b>	0.047
<b>RC</b>	0.042

El valor de la RC es de 0.042 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

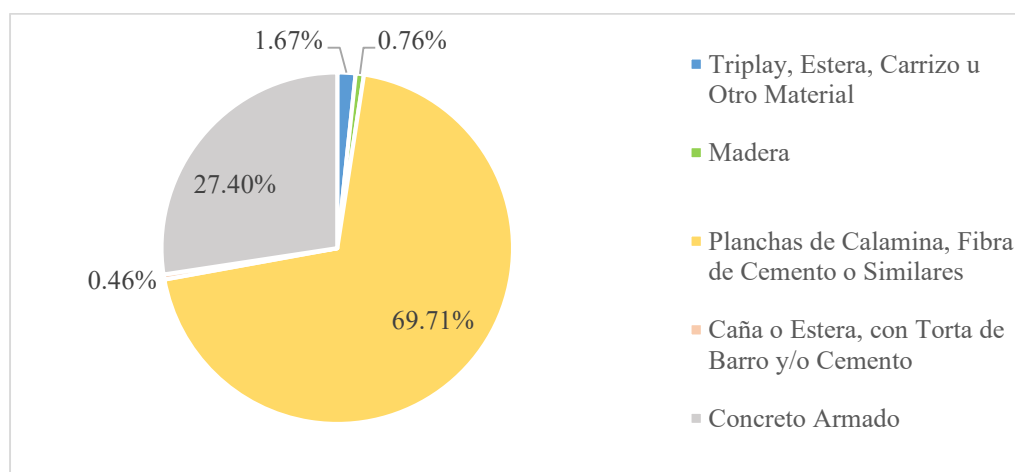
Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el material predominante de techo, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

**Figura 61**

*Cantidad de manzanas según el material predominante de techo*

**Figura 62**

*Porcentaje de manzanas según el material predominante de techo*



Se determinó que en mayor proporción el 69.71% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con un material predominante de techo que es Plancha de Calamina, Fibra de Cemento o Similares, seguido de un 27.40% que están fabricadas en base a concreto armado, sucesivamente el 1.67% está conformada con triplay, estera, carrizo; seguidamente el 0.76% es de madera y en menor proporción con el 0.46% se encuentran elaboradas en base a caña con torta de barro.

**Figura 63**

*Vivienda con techo de calamina*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 64**

*Vivienda con techo de concreto*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**B.3. Material Predominante de Piso.** El material de piso utilizado en la construcción de las viviendas, determina que tan propensas se encuentran a recibir daños ante la ocurrencia de un sismo, por ejemplo, un material poco resistente como las láminas asfálticas presentan menor soporte en comparación a un material más compacto como el concreto.

Los descriptores del Material Predominante de Piso son los siguientes:

**Tabla 41**

*Descriptores del Parámetro Material Predominante de Piso*

<b>Tipo De Material</b>
Tierra u Otro Material
Madera
Cemento
Láminas Asfálticas, Vinílicos o Similares
Parquet o Madera Pulida

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

**Tabla 42***Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Material Predominante de Piso*

<b>Material Predominante del Piso</b>	<b>Tierra u Otro Material</b>	<b>Madera</b>	<b>Cemento</b>	<b>Láminas Asfálticas, Vinílicos o Similares</b>	<b>Parquet o Madera Pulida</b>
<b>Tierra u Otro Material</b>	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
<b>Madera</b>	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
<b>Cemento</b>	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
<b>Láminas Asfálticas, Vinílicos o Similares</b>	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
<b>Parquet o Madera Pulida</b>	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000
<b>Suma</b>	<b>2.283</b>	<b>4.083</b>	<b>6.833</b>	<b>10.500</b>	<b>15.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.438</b>	<b>0.245</b>	<b>0.146</b>	<b>0.095</b>	<b>0.067</b>

**Tabla 43***Matriz de Normalización del Parámetro Material Predominante de Piso*

<b>Material Predominante del Piso</b>	<b>Tierra u Otro Material</b>	<b>Madera</b>	<b>Cemento</b>	<b>Láminas Asfálticas, Vinílicos o Similares</b>	<b>Parquet o Madera Pulida</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Tierra u Otro Material</b>	0.438	0.490	0.439	0.381	0.333	0.416
<b>Madera</b>	0.219	0.245	0.293	0.286	0.267	0.262
<b>Cemento</b>	0.146	0.122	0.146	0.190	0.200	0.161
<b>Láminas Asfálticas, Vinílicos o Similares</b>	0.109	0.082	0.073	0.095	0.133	0.099
<b>Parquet o Madera Pulida</b>	0.088	0.061	0.049	0.048	0.067	0.062
<b>SUMA</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 44***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Material**Predominante de Piso*

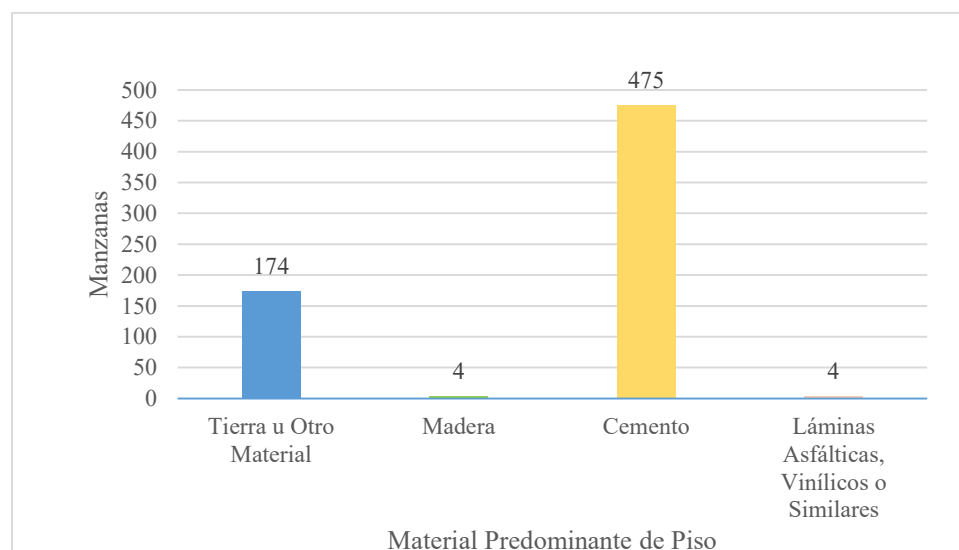
<b>IC</b>	0.017
<b>RC</b>	0.015

El valor de la RC es de 0.015 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado

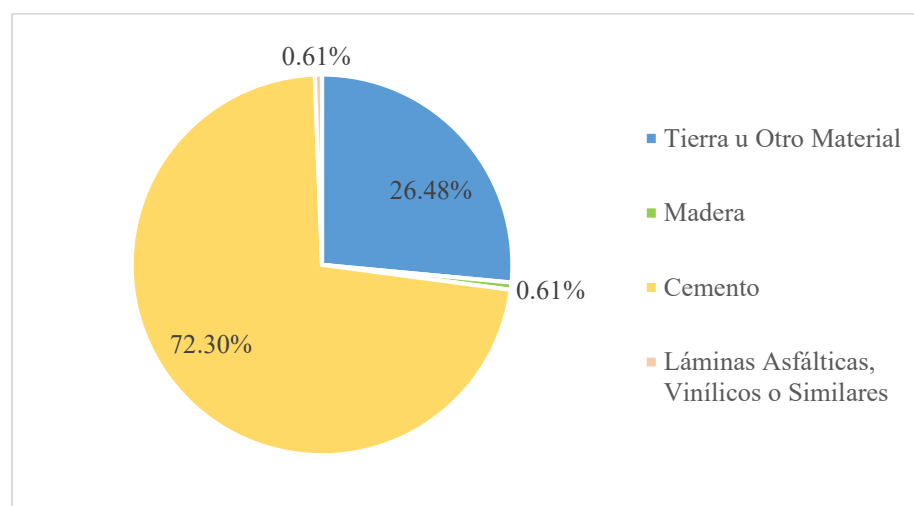
Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el material predominante de piso, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

**Figura 65**

*Cantidad de manzanas según el material predominante de piso*

**Figura 66**

*Porcentaje de manzanas según el material predominante de piso*



Se determinó que en mayor proporción el 72.30% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con un material predominante de piso como el cemento, seguido de un 26.48% con cubierta de tierra, y en menor proporción dos grupos con el mismo porcentaje del 0.61% del total se encuentran elaboradas en base a madera y lámina asfálticas, vinílicas.

**C. Análisis de la Resiliencia Física.** Está relacionada al grado de recuperación que pueden presentar las viviendas, como el tipo o tenencia de cada una; ante la ocurrencia de un sismo.

Los parámetros fueron seleccionados de la información obtenida del censo realizado por el INEI en el año 2017, trabajándose la data a nivel de manzanas, para luego hacer el cálculo de la ponderación de descriptores que conforman cada parámetro de la Resiliencia Física, todo este proceso fue elaborado en hojas de cálculo de Excel, posteriormente estos valores fueron agregados a la capa vectorial (shapefile) de las manzanas del área de estudio, empleando el software ArcGIS 10.5

En el análisis de la resiliencia física se consideró los siguientes parámetros:

**Tabla 45**

*Parámetros de la Resiliencia Física*

<b>Resiliencia Física</b>
Tipo de Vivienda
Tenencia de la Vivienda

Para los parámetros de la Resiliencia Física el peso asignado al Tipo de Vivienda fue de 0.60 y a la Tenencia de la Vivienda de 0.40, no se aplicó el Proceso de Análisis Jerárquico de ambas variables, debido a que para aplicar la metodología se necesita mínimo 3 componentes

Seguidamente, se indican los parámetros correspondientes a los parámetros de la Resiliencia Física:

**C.1. Tipo de Vivienda.** Una vivienda que es resiliente tiene la cualidad de resistir o recuperarse ante la presencia de un fenómeno natural, en este caso ante un sismo. Por tal motivo deben tener un buen diseño estructural y debe brindar seguridad a sus habitantes. Por ejemplo, una vivienda como una choza o cabaña, presenta una muy baja posibilidad de que se le brinde medios de apoyo mediante un subsidio debido a su conformación, en comparación a una casa independiente o un departamento que cuenta con mejor respaldo económico para una posterior reconstrucción.

Los descriptores del Tipo de vivienda son los siguientes:

**Tabla 46**

*Descriptores del Parámetro Tipo de Vivienda*

<b>Tipos de vivienda</b>
Choza, cabaña o vivienda improvisada
Vivienda en casa de vecindad (callejón, solar o corralón)
Vivienda en quinta
Departamento en edificio
Casa independiente

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

**Tabla 47***Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Tipo de Vivienda*

<b>Tipo de Vivienda</b>	<b>Choza, Cabaña o Vivienda Improvisada</b>	<b>Vivienda En Casa De Vecindad (Callejón, Solar o Corralón)</b>	<b>Vivienda en Quinta</b>	<b>Departamento en Edificio</b>	<b>Casa Independiente</b>
<b>Choza, Cabaña o Vivienda Improvisada</b>	1.000	3.000	4.000	6.000	7.000
<b>Vivienda En Casa de Vecindad (Callejón, Solar o Corralón)</b>	0.333	1.000	2.000	3.000	5.000
<b>Vivienda en Quinta</b>	0.250	0.500	1.000	3.000	4.000
<b>Departamento en Edificio</b>	0.167	0.333	0.333	1.000	2.000
<b>Casa Independiente</b>	0.143	0.200	0.250	0.500	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.893</b>	<b>5.033</b>	<b>7.583</b>	<b>13.500</b>	<b>19.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.528</b>	<b>0.199</b>	<b>0.132</b>	<b>0.074</b>	<b>0.053</b>

**Tabla 48***Matriz de Normalización del Parámetro Tipo de Vivienda*

Tipo De Vivienda	Choza, Cabaña o Vivienda Improvisada	Vivienda en Casa de Vecindad (Callejón, Solar o Corralón)	Vivienda en Quinta	Departamento en Edificio	Casa Independiente	Vector Priorización
Choza, Cabaña o Vivienda Improvisada	0.528	0.596	0.527	0.444	0.368	0.493
Vivienda en Casa de Vecindad (Callejón, Solar o Corralón)	0.176	0.199	0.264	0.222	0.263	0.225
Vivienda en Quinta	0.132	0.099	0.132	0.222	0.211	0.159
Departamento en Edificio	0.088	0.066	0.044	0.074	0.105	0.076
Casa Independiente	0.075	0.040	0.033	0.037	0.053	0.048
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 49***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Tipo de Vivienda*

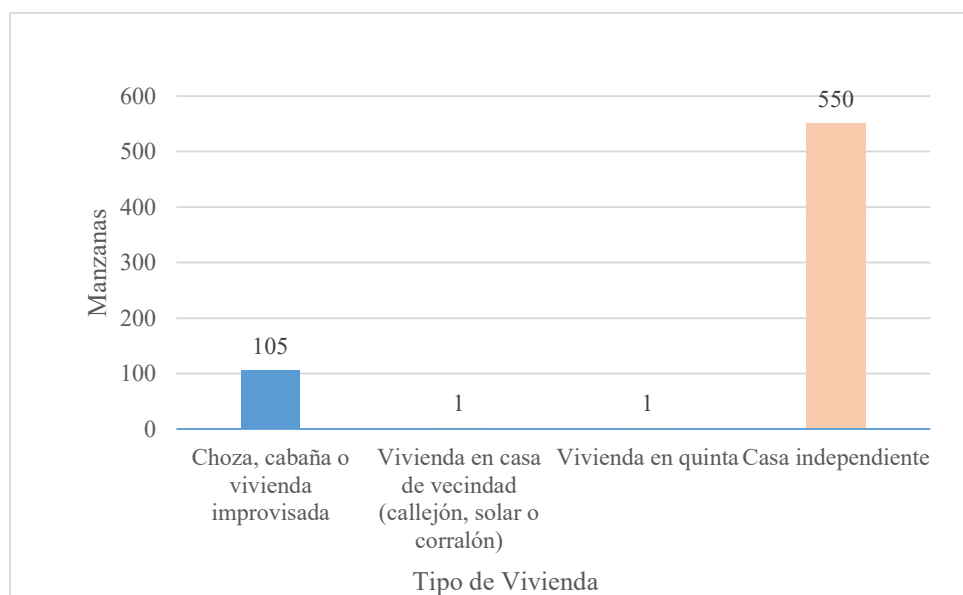
<b>IC</b>	0.033
<b>RC</b>	0.030

El valor de la RC es de 0.030 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

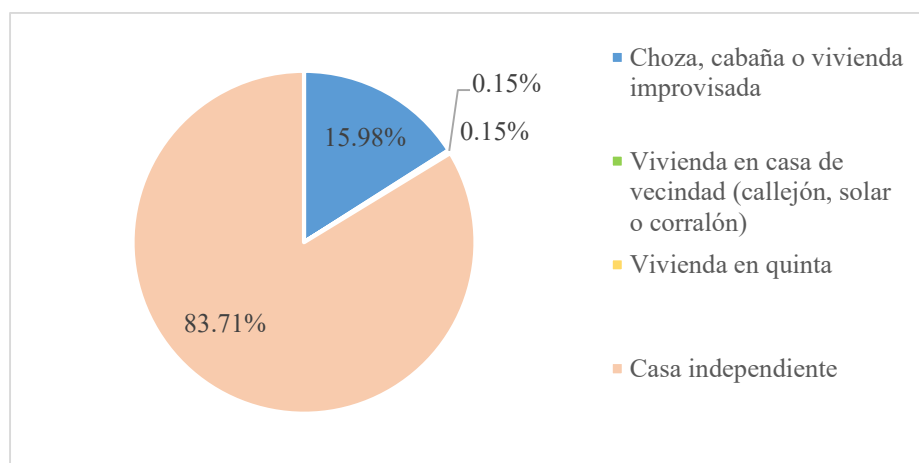
Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el Tipo de Vivienda, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

**Figura 67**

*Cantidad de manzanas según el Tipo de Vivienda*

**Figura 68**

*Porcentaje de manzanas según el Tipo de Vivienda*



Se determinó que en mayor proporción el 83.71% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, son casa independiente; seguido de un 15.98% que le corresponde a choza, cabaña, vivienda improvisada; y en menor proporción dos grupos con el mismo porcentaje de 0.15% del total, son vivienda en casa de vecindad y vivienda en quinta.

**Figura 69**

*Casa Independiente*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 70**

*Vivienda improvisada con material precario*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**C.2. Tenencia de la vivienda.** Una vivienda que es resiliente también cuenta con la característica de ser accesible a la población.

Por ejemplo, si tenemos una vivienda que presenta un régimen de tenencia de alquiler o que ha sido cedida, representaría una baja capacidad adquisitiva de los habitantes que se encuentran en ellas, haciendo que la posibilidad de recuperación de la vivienda disminuya, en comparación a una casa cuyo régimen de tenencia es propia y con título, debido a que esta contaría con mayores recursos para su recuperación.

Los descriptores de Tenencia de la vivienda son los siguientes:

**Tabla 50**

*Descriptores del Parámetro Tenencia de la vivienda*

<b>Tenencia de Vivienda</b>
Otra ocupación
Cedida
Alquilada
Propia sin título
Propia con título

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

**Tabla 51***Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Tenencia de la vivienda*

Tenencia de la Vivienda	Otra Ocupación	Cedida	Alquilada	Propia sin Título	Propia con Título
Otra Ocupación	1.000	3.000	4.000	6.000	8.000
Cedida	0.333	1.000	2.000	4.000	6.000
Alquilada	0.250	0.500	1.000	3.000	5.000
Propia sin Título	0.167	0.250	0.333	1.000	3.000
Propia con Título	0.125	0.167	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.875</b>	<b>4.917</b>	<b>7.533</b>	<b>14.333</b>	<b>23.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.533</b>	<b>0.203</b>	<b>0.133</b>	<b>0.070</b>	<b>0.043</b>

**Tabla 52***Matriz de Normalización del Parámetro Tenencia de la vivienda*

Tenencia de la Vivienda	Otra Ocupación	Cedida	Alquilada	Propia sin Título	Propia con Título	Vector Priorización
Otra Ocupación	0.533	0.610	0.531	0.419	0.348	0.488
Cedida	0.178	0.203	0.265	0.279	0.261	0.237
Alquilada	0.133	0.102	0.133	0.209	0.217	0.159
Propia sin Título	0.089	0.051	0.044	0.070	0.130	0.077
Propia con Título	0.067	0.034	0.027	0.023	0.043	0.039
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 53***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Tenencia de la vivienda*

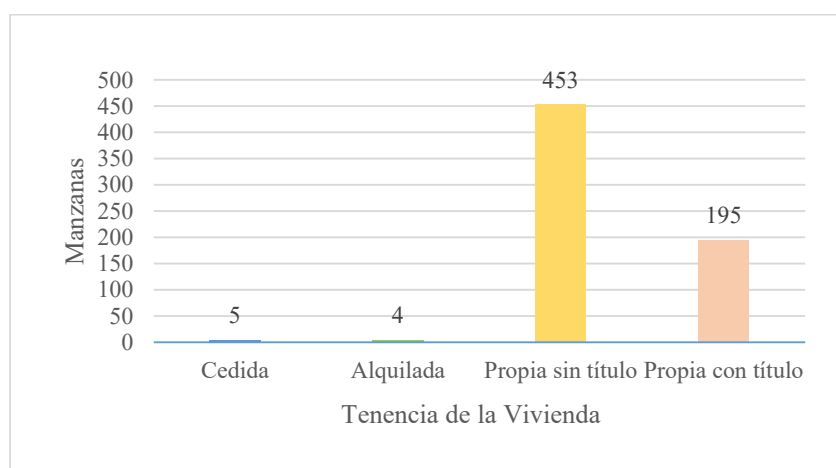
<b>IC</b>	0.047
<b>RC</b>	0.042

El valor de la RC es de 0.042 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según la Tenencia de Vivienda, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

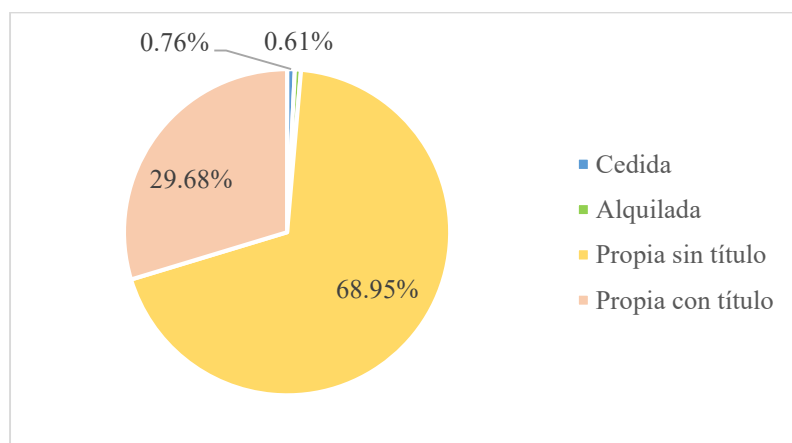
**Figura 71**

*Cantidad de manzanas según Tenencia de la Vivienda*



**Figura 72**

*Porcentaje de manzanas según Tenencia de la Vivienda*



Se determinó que en mayor proporción el 68.95% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, corresponde a viviendas propias sin título; seguido de un 29.68% que pertenece a viviendas propia con título, sucesivamente con un 0.76% son viviendas cedidas; y en menor proporción con el 0.61% del total, son viviendas alquiladas.

**4.2.1.2 Análisis de la Dimensión Social.** Para determinar la vulnerabilidad desde la dimensión social, se realiza el análisis tomando en consideración las 3 variables de la vulnerabilidad, como lo son la exposición, la fragilidad y la resiliencia, a su vez cada una presentará sus respectivos parámetros.

Se utilizó la información correspondiente al censo del año 2017 realizado por el INEI, trabajándose la data a nivel de manzanas, para luego hacer el cálculo de la ponderación de los descriptores y parámetros que están conformando la dimensión social, todo este proceso fue elaborado en hojas de cálculo de Excel, posteriormente estos valores fueron agregados a la capa vectorial (shapefile) de las manzanas del área de estudio, empleando el software GIS.

En el siguiente cuadro se detalla cada variable de la dimensión social y sus respectivos parámetros, considerados para el estudio:

**Tabla 54**

*Variables de la Dimensión Social*

<b>Dimensión Social</b>		
<b>Exposición</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Resiliencia</b>
Grupo Etario	Tipo de Discapacidad	Nivel Educativo
	Acceso a la Red de Agua Potable	Tipo de Seguro
	Acceso a la Red de Desagüe	Capacitación en GRD

Las ponderaciones de las variables de la Dimensión Social (exposición, fragilidad y resiliencia), fueron obtenidos utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico, se utilizó una matriz de 3x3, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene una variable frente a otra, según la escala de Saaty.

Seguidamente, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a las variables de la Dimensión Social.

**Tabla 55***Matriz de Comparación de Pares de la Dimensión Social*

<b>Dimensión Social</b>	<b>Exposición</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Resiliencia</b>
<b>Exposición</b>	1.000	2.000	4.000
<b>Fragilidad</b>	0.500	1.000	3.000
<b>Resiliencia</b>	0.250	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.750</b>	<b>3.333</b>	<b>8.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.571</b>	<b>0.300</b>	<b>0.125</b>

**Tabla 56***Matriz de Normalización de la Dimensión Social*

<b>Dimensión Social</b>	<b>Exposición</b>	<b>Fragilidad</b>	<b>Resiliencia</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Exposición</b>	0.571	0.600	0.500	0.557
<b>Fragilidad</b>	0.266	0.300	0.375	0.320
<b>Resiliencia</b>	0.143	0.100	0.125	0.123
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 57***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de la Dimensión Social*

<b>IC</b>	0.009
<b>RC</b>	0.017

El valor de la RC es de 0.017 siendo menor a 0.04 (lo correspondiente para 3 variables), por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

**A. Análisis de la Exposición Social.** Para el análisis de la Exposición Social se trabajó con un solo parámetro que es el Grupo Etario.

**A.1. Grupo Etario.** Se debe tener en consideración, que, en caso de materialización del peligro, la población más joven como bebés o niños y los adultos mayores, se encuentran más propensos a sufrir daños físicos ante caída de estructuras, debido a que su edad les imposibilita desplazarse de manera rápida, en comparación a los adolescentes y adultos, que cuentan con mejores reflejos.

Los descriptores del Parámetro Grupo Etario son los siguientes:

**Tabla 58**

*Descriptores del Parámetro Grupo Etario*

<b>Rangos de edad</b>
De 0 a 4 años y mayores de 69 años
De 5 a 14 años y de 60 a 69 años
De 15 a 19 años y de 50 a 59 años
De 30 a 49 años
De 20 a 29 años

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

Tabla 59

*Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Grupo Etario*

<b>Grupo Etario</b>	<b>De 0 A 4 Años y Mayores de 69 Años</b>	<b>De 5 a 14 Años y de 60 a 69 Años</b>	<b>De 15 a 19 Años y de 50 a 59 Años</b>	<b>De 30 a 49 Años</b>	<b>De 20 a 29 Años</b>
<b>De 0 A 4 Años y Mayores de 69 Años</b>	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
<b>De 5 a 14 Años y de 60 a 69 Años</b>	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
<b>De 15 a 19 Años y de 50 a 59 Años</b>	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
<b>De 30 a 49 Años</b>	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
<b>De 20 a 29 Años</b>	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.787</b>	<b>4.676</b>	<b>9.533</b>	<b>16.333</b>	<b>25.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.560</b>	<b>0.214</b>	<b>0.105</b>	<b>0.061</b>	<b>0.040</b>

Tabla 60

*Matriz de Normalización del Parámetro Grupo Etario*

<b>Grupo Etario</b>	<b>De 0 A 4 Años y Mayores de 69 Años</b>	<b>De 5 a 14 Años y de 60 a 69 Años</b>	<b>De 15 a 19 Años y de 50 a 59 Años</b>	<b>De 30 a 49 Años</b>	<b>De 20 a 29 Años</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>De 0 A 4 Años y Mayores de 69 Años</b>	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503

<b>Grupo Etario</b>	<b>De 0 A 4 Años y Mayores de 69 Años</b>	<b>De 5 a 14 Años y de 60 a 69 Años</b>	<b>De 15 a 19 Años y de 50 a 59 Años</b>	<b>De 30 a 49 Años</b>	<b>De 20 a 29 Años</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>De 5 a 14 Años y de 60 a 69 Años</b>	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
<b>De 15 a 19 Años y de 50 a 59 Años</b>	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
<b>De 30 a 49 Años</b>	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
<b>De 20 a 29 Años</b>	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

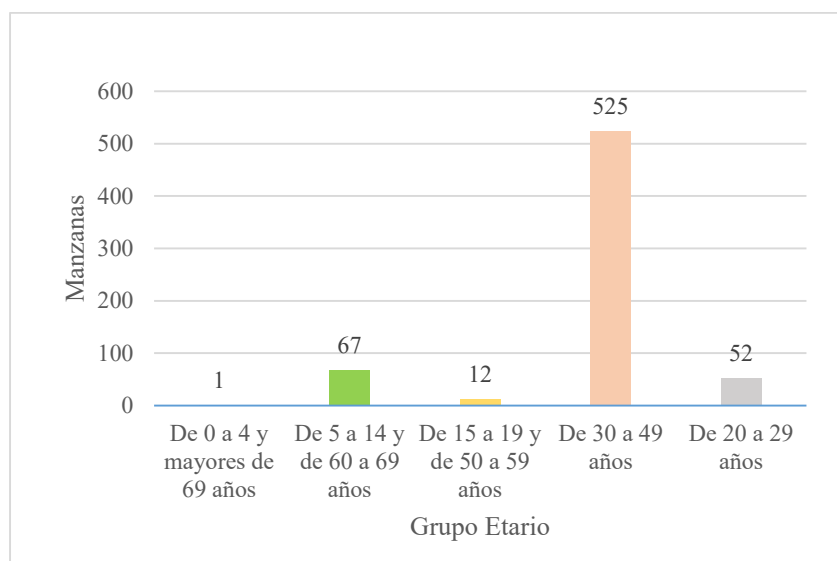
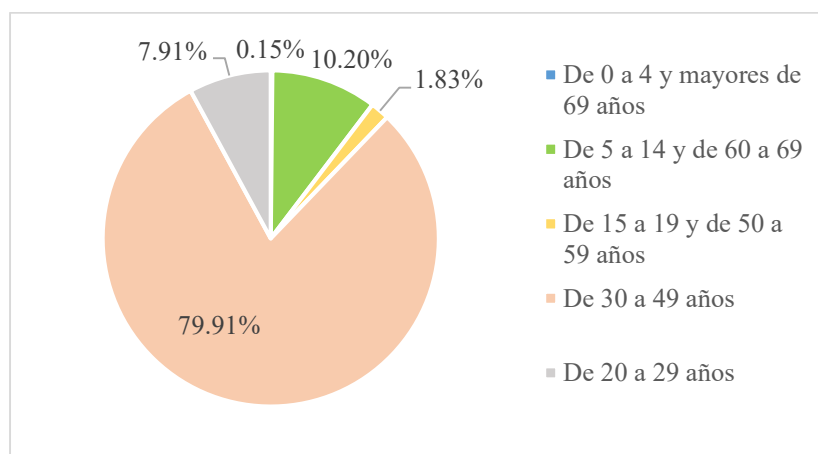
**Tabla 61**

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Grupo Etario*

<b>IC</b>	0.061
<b>RC</b>	0.054

El valor de la RC es de 0.054 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el Grupo Etario, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

**Figura 73***Cantidad de manzanas según el Grupo Etario***Figura 74***Porcentaje de manzanas según el Grupo Etario*

Se determinó que en mayor proporción el 79.91% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con población de 30 a 49 años; seguido de un 10.20% que alberga a población de 5 a 14 y de 60 a 6 años, sucesivamente en un 7.91% residen pobladores de 20 a 29 años; seguidamente un 1.83% habitantes de 15 a 19 y de 50 a 59 años; y en menor proporción con el 0.15% del total, la población es de 0 a 4 y mayores de 69 años.

**Figura 75**

*Población joven*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 76**

*Población infantil*



*Nota.* Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**B. Análisis de la Fragilidad Social.** Está relacionada a las características propias o generadas en la población, como la presencia de algún tipo de discapacidad, si cuentan o no con la posibilidad de acceder a los servicios de agua y/o alcantarillado; las cuales cumplen un rol de importancia ante la ocurrencia de un sismo, debido a que la presencia de condiciones desfavorables, elevan la vulnerabilidad.

En el análisis de la fragilidad social se consideró los siguientes parámetros:

**Tabla 62**

*Parámetros de la Fragilidad Social*

<b>Fragilidad Social</b>
Tipo de Discapacidad
Acceso a La Red de Agua Potable
Acceso a La Red de Desagüe

Las ponderaciones de los parámetros fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 3x3, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un parámetro frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los parámetros de la fragilidad social.

**Tabla 63***Matriz de Comparación de Pares de los Parámetros de la Fragilidad Social*

<b>Fragilidad Social</b>	<b>Tipo de Discapacidad</b>	<b>Acceso a la Red de Agua Potable</b>	<b>Acceso a la Red de Desagüe</b>
<b>Tipo de Discapacidad</b>	1.000	3.000	4.000
<b>Acceso a la Red de Agua Potable</b>	0.333	1.000	2.000
<b>Acceso a la Red de Desagüe</b>	0.250	0.500	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.583</b>	<b>4.500</b>	<b>7.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.632</b>	<b>0.222</b>	<b>0.143</b>

**Tabla 64***Matriz de Normalización de los Parámetros de la Fragilidad Social*

<b>Fragilidad Social</b>	<b>Tipo de Discapacidad</b>	<b>Acceso a la Red de Agua Potable</b>	<b>Acceso a la Red de Desagüe</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>Tipo de Discapacidad</b>	0.632	0.667	0.571	0.623
<b>Acceso a la Red de Agua Potable</b>	0.211	0.222	0.286	0.239
<b>Acceso a la Red de Desagüe</b>	0.158	0.111	0.143	0.137
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 65***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los Parámetros de la Fragilidad Social*

<b>IC</b>	0.009
<b>RC</b>	0.017

El valor de la RC es de 0.017 siendo menor a 0.04 (lo correspondiente a 3 variables), por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

A continuación, se indican los descriptores correspondientes a cada parámetro de la Fragilidad Social:

**B.1. Tipo de discapacidad.** Este parámetro indica cómo podría desempeñarse los pobladores en función a la situación y grado de discapacidad que presenten, ante la ocurrencia de un sismo, las personas con problemas de motricidad, visión, habla o entendimiento; tendrían dificultad para evacuar las zonas vulnerables, en comparación de una persona sin discapacidad que realizaría este mismo proceso, con mayor rapidez.

Los descriptores que presenta el Parámetro Tipo de Discapacidad son los siguientes:

**Tabla 66**

*Descriptores del Parámetro Tipo de Discapacidad*

<b>Tipo de Discapacidad</b>
Para moverse o caminar, para usar brazos o piernas
Para ver
Para oír o hablar
Para entender o aprender
Ninguna

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

Tabla 67

*Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Tipo de Discapacidad*

<b>Tipo de Discapacidad</b>	<b>Para Moverse o Caminar, Para Usar Brazos o Piernas</b>	<b>Para Ver</b>	<b>Para Oír o Hablar</b>	<b>Para Entender o Aprender</b>	<b>Ninguna</b>
<b>Para Moverse o Caminar, Para Usar Brazos o Piernas</b>	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
<b>Para Ver</b>	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
<b>Para Oír o Hablar</b>	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
<b>Para Entender o Aprender</b>	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
<b>Ninguna</b>	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.787</b>	<b>4.676</b>	<b>9.533</b>	<b>16.333</b>	<b>25.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.560</b>	<b>0.214</b>	<b>0.105</b>	<b>0.061</b>	<b>0.040</b>

Tabla 68

*Matriz de Normalización del Parámetro Tipo de Discapacidad*

<b>Tipo de Discapacidad</b>	<b>Para Moverse o Caminar, Para Usar Brazos o Piernas</b>	<b>Para Ver</b>	<b>Para Oír o Hablar</b>	<b>Para Entender o Aprender</b>	<b>Ninguna</b>	<b>Vector De Priorización</b>
<b>Para Moverse o Caminar, Para Usar Brazos o Piernas</b>	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503

<b>Tipo de Discapacidad</b>	<b>Para Moverse o Caminar, Para Usar Brazos o Piernas</b>	<b>Para Ver</b>	<b>Para Oír o Hablar</b>	<b>Para Entender o Aprender</b>	<b>Ninguna</b>	<b>Vector De Priorización</b>
<b>Para Ver</b>	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
<b>Para Oír o Hablar</b>	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
<b>Para Entender o Aprender</b>	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
<b>Ninguna</b>	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 69**

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Tipo de Discapacidad*

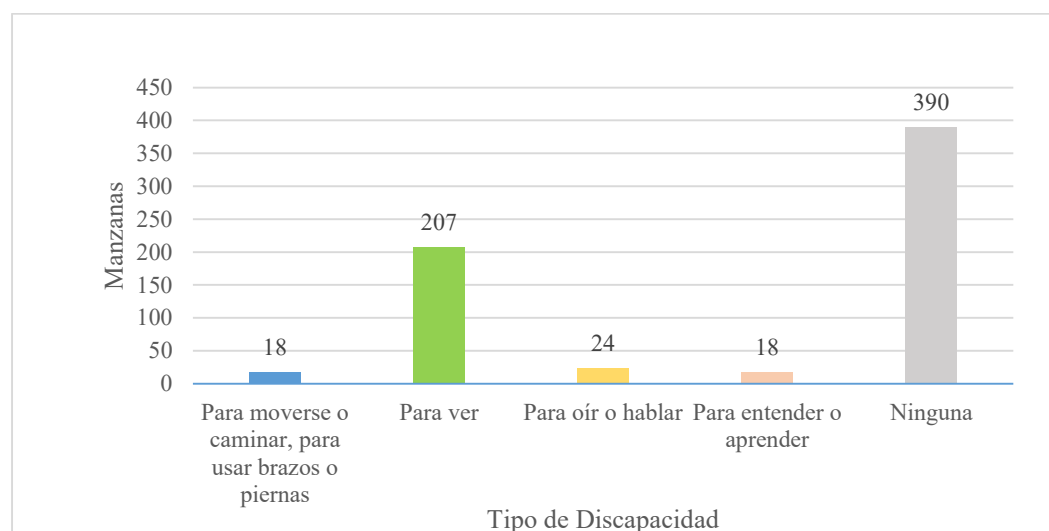
<b>IC</b>	0.061
<b>RC</b>	0.054

El valor de la RC es de 0.054 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

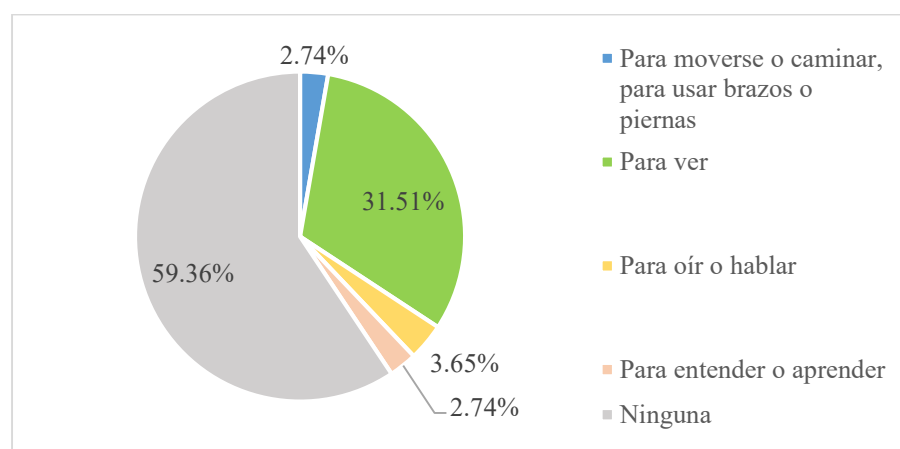
Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el Tipo de discapacidad que presenta la población, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

**Figura 77**

*Cantidad de manzanas según Tipo de discapacidad de la población*

**Figura 78**

*Porcentaje de manzanas según Tipo de discapacidad de la población*



Se determinó que en mayor proporción el 59.36% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con habitantes que no presentan alguna discapacidad; seguido de un 31.51% que presenta dificultad para ver, sucesivamente en un 3.65% residen pobladores con dificultad para oír o hablar; y en menor proporción se presenta dos grupos con el 2.74% del total, que presentan dificultades motoras y para el aprendizaje.

**Figura 79**

*Población con discapacidad para caminar*



*Nota.* Fotografía tomada de *Más de 900 mil personas tienen discapacidad motora en el Perú*, por Redacción Peru21, 2022, Difusión.

**Figura 80**

*Población con discapacidad visual*



*Nota.* Fotografía tomada de *Notas de Prensa*, 2022, Municipalidad de Lima.

**B.2. Acceso a la Red de Agua Potable.** Este parámetro indica el tipo de acceso a la red de agua con el que cuenta la población, esto será determinante para conocer el nivel de bienestar de las personas.

Una persona que no cuenta con el servicio básico de agua o que es abastecida mediante camiones cisternas, presenta mayor desventaja frente a una población que se abastece del servicio de agua a través de la red pública.

Los descriptores del Acceso a la red de agua potable son los siguientes:

### **Tabla 70**

#### *Descriptores del Parámetro Acceso a la Red de Agua Potable*

<b>Acceso a la Red de Agua Potable</b>
No tiene
Camión cisterna u otro similar
Pilón o pileta de uso publico
Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación
Red pública dentro de la vivienda

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

**Tabla 71***Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Acceso a la Red de Agua Potable*

<b>Acceso a la Red de Agua Potable</b>	<b>No Tiene</b>	<b>Camión Cisterna u Otro Similar</b>	<b>Pilón o Pileta de Uso Publico</b>	<b>Red Pública Fuera de la Vivienda pero dentro de la Edificación</b>	<b>Red Pública Dentro de la Vivienda</b>
<b>No Tiene</b>	1.000	3.000	4.000	5.000	6.000
<b>Camión Cisterna u Otro Similar</b>	0.333	1.000	3.000	4.000	5.000
<b>Pilón o Pileta de Uso Publico</b>	0.200	0.333	1.000	3.000	4.000
<b>Red Pública Fuera de la Vivienda pero dentro de la Edificación</b>	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
<b>Red Pública Dentro de la Vivienda</b>	0.111	0.143	0.250	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.787</b>	<b>4.676</b>	<b>8.583</b>	<b>13.333</b>	<b>19.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.560</b>	<b>0.214</b>	<b>0.117</b>	<b>0.075</b>	<b>0.053</b>

**Tabla 72***Matriz de Normalización del Parámetro Acceso a la Red de Agua Potable*

<b>Acceso a la Red de Agua Potable</b>	<b>No Tiene</b>	<b>Camión Cisterna u Otro Similar</b>	<b>Pilón o Pileta de Uso Publico</b>	<b>Red Pública Fuera de la Vivienda pero dentro de la Edificación</b>	<b>Red Pública Dentro de la Vivienda</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>No Tiene</b>	0.560	0.642	0.466	0.375	0.316	0.472
<b>Camión Cisterna u Otro Similar</b>	0.187	0.214	0.350	0.300	0.263	0.263
<b>Pilón o Pileta de Uso Publico</b>	0.112	0.071	0.117	0.225	0.211	0.147
<b>Red Pública Fuera de la Vivienda pero dentro de la Edificación</b>	0.080	0.043	0.039	0.075	0.158	0.079
<b>Red Pública Dentro de la Vivienda</b>	0.062	0.031	0.029	0.025	0.053	0.040
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 73***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Acceso a la Red de Agua Potable*

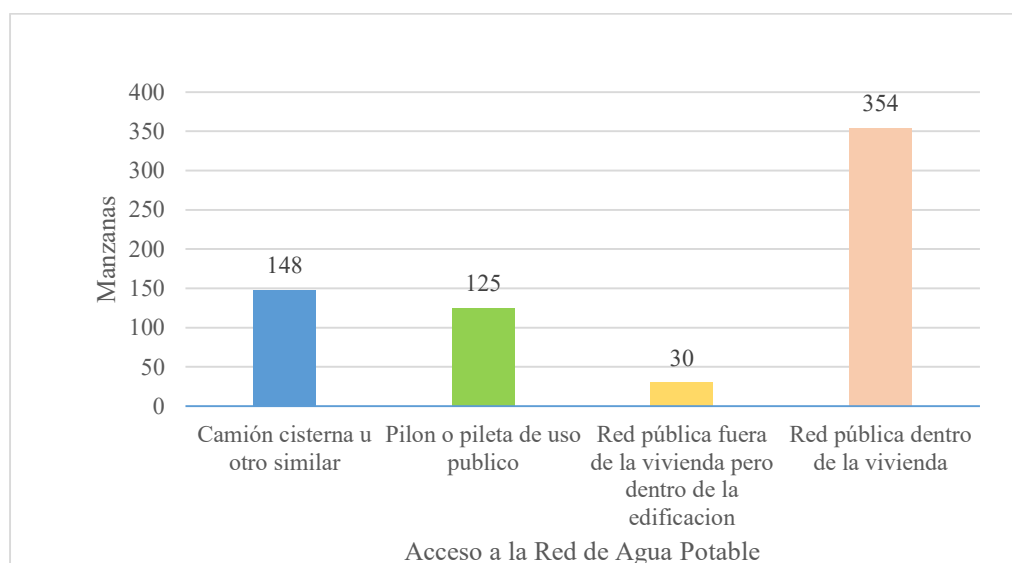
<b>IC</b>	0.004
<b>RC</b>	0.003

El valor de la RC es de 0.003 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

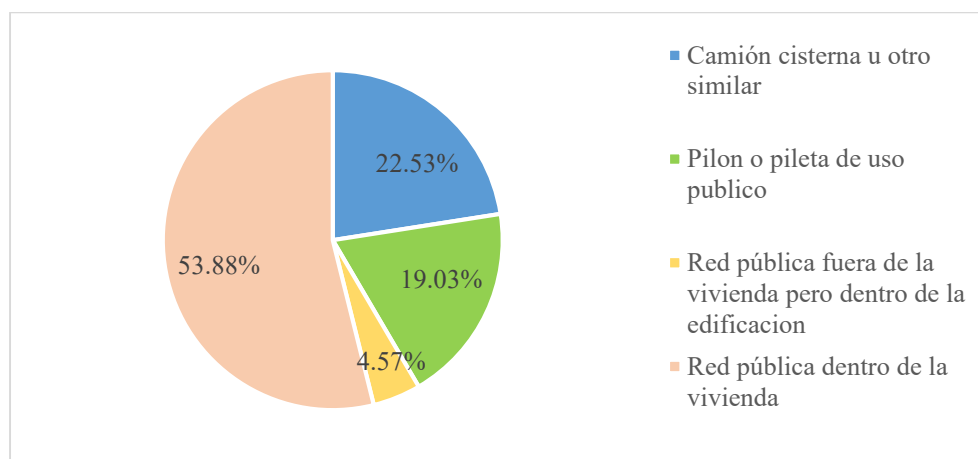
Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el Acceso a la Red de Agua Potable con el que cuentan, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

**Figura 81**

*Cantidad de manzanas según el Acceso a la Red de Agua Potable*

**Figura 82**

*Porcentaje de manzanas según el Acceso a la Red de Agua Potable*



Se determinó que en mayor proporción el 53.88% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con red pública dentro de la vivienda; seguido de un 22.53% que es abastecida de camión cisterna, sucesivamente un 19.03% se abastece mediante pilones o piletas de uso público; y en menor proporción con el 4.57% del total, presenta una red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación.

**Figura 83***Instalación precaria de agua*

*Nota.* Se observa en algunos sectores, que el abastecimiento del agua se da a través de mangueras hasta las viviendas. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**Figura 84***Almacenamiento con tanques elevados*

*Nota.* Se aprecia en las zonas sin acceso al servicio de agua, que el abastecimiento se da por medio de camiones cisterna que almacenan el agua en tanques elevados y son distribuidas por medio de mangueras o tuberías a las viviendas. Fotografía propia, tomada en el ámbito de estudio.

**B.3. Acceso a la Red de Desagüe.** Este parámetro indica el tipo de acceso a la red de desagüe con el que cuenta la población, ello será determinante para conocer el nivel de satisfacción de las personas.

Una persona que no cuenta con acceso a la red de desagüe o que utiliza letrinas, pozos sépticos, presenta mayor desventaja frente a una población que posee servicio de desagüe mediante la red pública.

Los descriptores del Acceso a la Red de Desagüe son los siguientes:

**Tabla 74**

*Descriptores del Parámetro Acceso a la Red de Desagüe*

<b>Acceso a la Red de Desagüe</b>
Ninguno
Pozo ciego o negro, letrina (con tratamiento), otro tipo de servicio.
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor
Red pública de desagüe fuera de la vivienda pero dentro de la edificación
Red pública de desagüe dentro de la vivienda

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

Tabla 75

*Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Acceso a la Red de Desagüe*

<b>Acceso a la Red de Desagüe</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Pozo Ciego o Negro, Letrina (Con Tratamiento), Otro Tipo de Servicio</b>	<b>Pozo Séptico, Tanque Séptico o Biodigestor</b>	<b>Red Pública de Desagüe Fuera de la Vivienda pero Dentro de la Edificación</b>	<b>Red Pública de Desagüe Dentro de la Vivienda</b>
<b>Ninguno</b>	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
<b>Pozo Ciego o Negro, Letrina (Con Tratamiento), Otro Tipo de Servicio</b>	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
<b>Pozo Séptico, Tanque Séptico o Biodigestor</b>	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
<b>Red Pública de Desagüe Fuera de la Vivienda pero Dentro de la Edificación</b>	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
<b>Red Pública de Desagüe Dentro de la Vivienda</b>	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.787</b>	<b>4.676</b>	<b>9.533</b>	<b>16.333</b>	<b>25.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.560</b>	<b>0.214</b>	<b>0.105</b>	<b>0.061</b>	<b>0.040</b>

**Tabla 76**

*Matriz de Normalización del Parámetro Acceso a la Red de Desagüe*

<b>Acceso a la Red de Desagüe</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Pozo Ciego o Negro, Letrina (Con Tratamiento), Otro Tipo de Servicio</b>	<b>Pozo Séptico, Tanque Séptico o Biodigestor</b>	<b>Red Pública de Desagüe Fuera de la Vivienda pero Dentro de la Edificación</b>	<b>Red Pública de Desagüe Dentro de la Vivienda</b>	<b>Vector Priorización</b>
Ninguno	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
<b>Pozo Ciego o Negro, Letrina(Con Tratamiento), Otro Tipo de Servicio</b>	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Pozo Séptico, Tanque Séptico o Biodigestor	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
<b>Red Pública de Desagüe Fuera de la Vivienda pero Dentro de la Edificación</b>	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Red Pública de Desagüe Dentro de la Vivienda	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 77**

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Acceso a la Red de Desagüe*

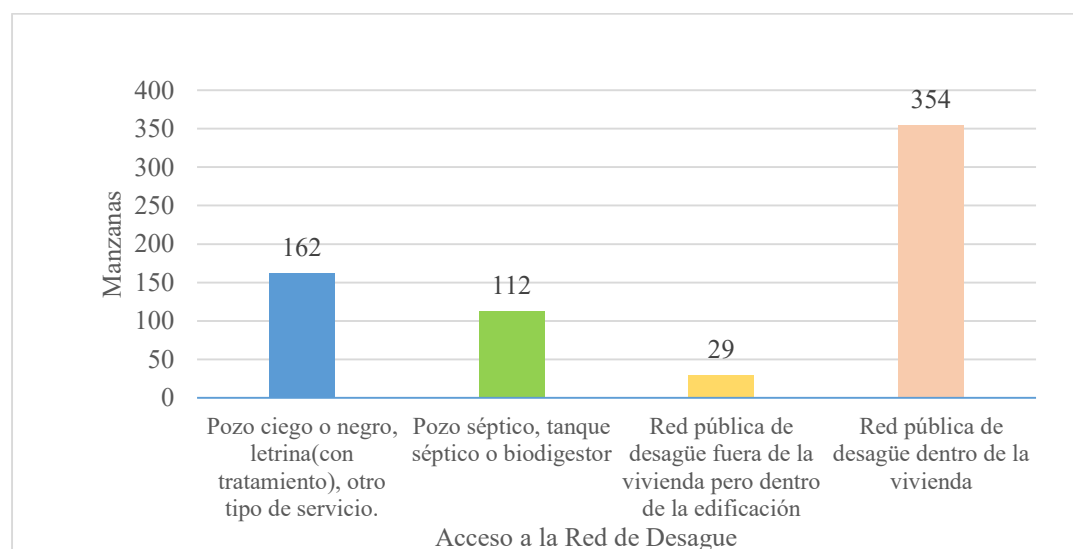
<b>IC</b>	0.061
<b>RC</b>	0.054

El valor de la RC es de 0.054 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

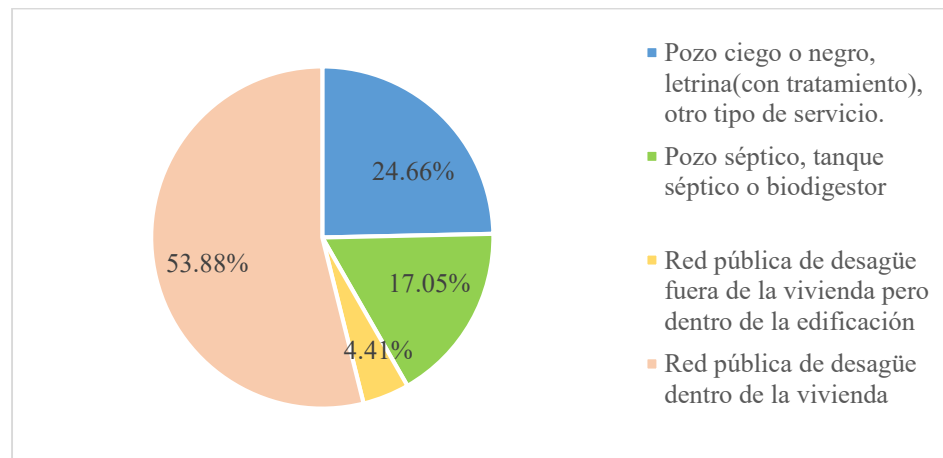
Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el Acceso a la Red de Desagüe con el que cuentan, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

**Figura 85**

*Cantidad de manzanas según el Acceso a la Red de Desagüe*

**Figura 86**

*Porcentaje de manzanas según el Acceso a la Red de Desagüe*



Se determinó que en mayor proporción el 53.88% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con red pública de desagüe dentro de la vivienda; seguido de un 24.66% que utiliza pozo ciego, letrina; sucesivamente un 17.05% mediante pozos sépticos; y en menor proporción con el 4.41% del total, utiliza una red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación.

**Figura 87**

*Baño fuera de la vivienda*



*Nota.* Fotografía tomada del ámbito de estudio.

**Figura 88**

*Pozo Séptico*



*Nota.* Fotografía tomada del ámbito de estudio.

**C. Análisis de la Resiliencia Social.** Está relacionada al grado de recuperación que puede presentar la población, como el nivel de educación hasta el cual se llegó a estudiar, el tipo de seguro médico con el que se cuenta, si han sido capacitados o no en la temática de la gestión de riesgos.

En el análisis de la resiliencia social se consideró los siguientes parámetros:

**Tabla 78**

*Parámetros de la Resiliencia Social*

<b>Resiliencia Social.</b>
Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres
Tipo de Seguro
Nivel Educativo

Las ponderaciones de los parámetros fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 3x3, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un parámetro frente a otro, según la escala de Saaty

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los parámetros de la resiliencia social

**Tabla 79**

*Matriz de Comparación de Pares de los Parámetros de la Resiliencia Social*

<b>Resiliencia Social</b>	<b>Tipo de Seguro</b>	<b>Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres</b>	<b>Nivel Educativo</b>
Tipo de Seguro	1.000	3.000	5.000
<b>Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres</b>	0.333	1.000	3.000

<b>Resiliencia Social</b>	<b>Tipo de Seguro</b>	<b>Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres</b>	<b>Nivel Educativo</b>
Nivel Educativo	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.533</b>	<b>4.333</b>	<b>9.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.652</b>	<b>0.231</b>	<b>0.111</b>

**Tabla 80**

*Matriz de Normalización de los Parámetros de la Resiliencia Social*

<b>Resiliencia Social</b>	<b>Tipo de Seguro</b>	<b>Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres</b>	<b>Nivel Educativo</b>	<b>Vector Priorización</b>
Tipo de Seguro	0.652	0.692	0.556	0.633
<b>Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres</b>	0.217	0.231	0.333	0.260
Nivel Educativo	0.130	0.077	0.111	0.106
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 81**

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) de los Parámetros de la Resiliencia Social*

<b>IC</b>	0.019
<b>RC</b>	0.037

El valor de la RC es de 0.037 siendo menor a 0.04 (lo correspondiente a 3 variables), por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

Seguidamente, se indican los descriptores correspondientes a cada parámetro de la Resiliencia Física:

**C.1. Tipo de Seguro.** Parámetro que indica si la población está afiliada a algún seguro de salud, de esta manera se identifica si existe un apoyo médico que los proteja ante la ocurrencia de un sismo.

Por lo anterior se puede señalar que una población sin algún tipo de seguro, se encuentra propensa a recuperarse de manera más lenta debido a la ausencia de cobertura de salud, a comparación de una población con seguro particular.

Los descriptores del Tipo de Seguro son los siguientes:

**Tabla 82**

*Descriptores del Parámetro Tipo de Seguro*

<b>Tipo de Seguro</b>
No Tiene
SIS
ESSALUD
FAP o PNP
Seguro Privado

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

**Tabla 83***Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Tipo de Seguro*

<b>Tipo de Seguro</b>	<b>No Tiene</b>	<b>SIS</b>	<b>ESSALUD</b>	<b>FAP o PNP</b>	<b>Seguro Privado</b>
<b>No Tiene</b>	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
<b>SIS</b>	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
<b>ESSALUD</b>	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
<b>FAP o PNP</b>	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
<b>Seguro Privado</b>	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
<b>Suma</b>	<b>1.787</b>	<b>4.676</b>	<b>9.533</b>	<b>16.333</b>	<b>25.000</b>
<b>1/Suma</b>	<b>0.560</b>	<b>0.214</b>	<b>0.105</b>	<b>0.061</b>	<b>0.040</b>

**Tabla 84***Matriz de Normalización del Parámetro Tipo de Seguro*

<b>Tipo De Seguro</b>	<b>No Tiene</b>	<b>SIS</b>	<b>ESSALUD</b>	<b>FAP o PNP</b>	<b>Seguro Privado</b>	<b>Vector Priorización</b>
<b>No Tiene</b>	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
<b>SIS</b>	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
<b>ESSALUD</b>	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
<b>FAP o PNP</b>	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
<b>Seguro Privado</b>	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
<b>Suma</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 85***Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Tipo de Seguro*

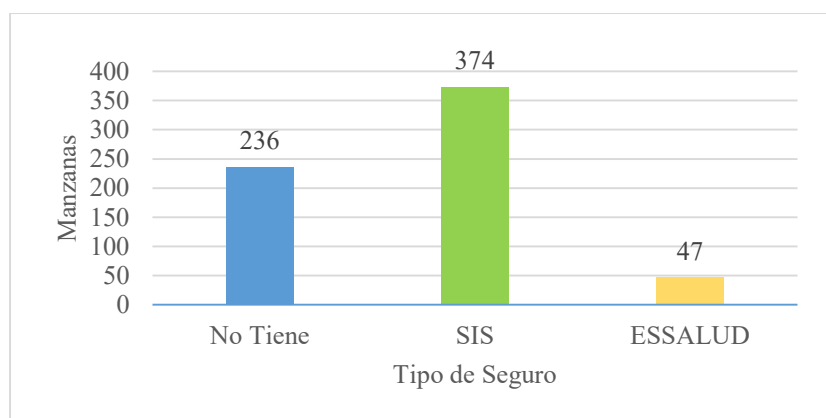
<b>IC</b>	0.061
<b>RC</b>	0.054

El valor de la RC es de 0.054 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el Tipo de Seguro con el que cuenta la población, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

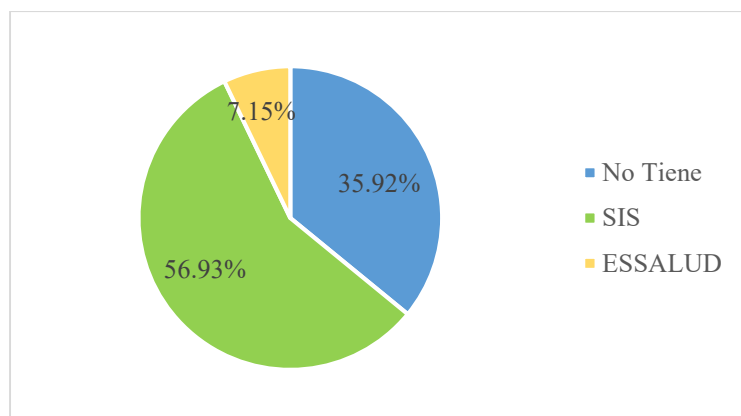
**Figura 89**

*Cantidad de manzanas según el Tipo de Seguro*



**Figura 90**

*Porcentaje de manzanas según el Tipo de Seguro*



Se determinó que en mayor proporción el 56.93% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, alberga población que tiene Seguro Integral de Salud (SIS); seguido de un 35.92% con población que no presenta algún tipo de seguro; y en menor proporción con el 7.15% del total, la población tiene Seguro Social de Salud (ESSALUD).

**C.2. Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres.** Este parámetro indica el nivel de capacitación en temática de riesgo de desastres, con la que cuenta la población del área de estudio.

Se debe tener en consideración que, a menor capacitación, se produce un menor conocimiento del porqué se producen los eventos sísmicos, por ende, se puede desconocer qué medidas se deben tomar antes, durante y después de producido uno, es decir que a una escasa o nula capacitación las posibilidades de daño personal se incrementan.

Los descriptores de la Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres son los siguientes:

### **Tabla 86**

*Descriptores del Parámetro Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres*

---

<b>Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres</b>
La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a gestión de riesgo de desastres.
La población se capacita y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.
La población se capacita y/o es capacitada regularmente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.
La población se capacita y/o es capacitada frecuentemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.
La población se capacita y/o es capacitada constantemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres, participa en simulacros.

---

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.

**Tabla 87**

*Matriz de Comparación de Pares del Parámetro Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres*

Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a gestión de riesgo de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada regularmente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada frecuentemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada constantemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres, participa en simulacros.
La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a gestión de riesgo de desastres.	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
La población se capacita y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000

Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a gestión de riesgo de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada regularmente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada frecuentemente en temas relacionados a riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada constantemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres, participa en simulacros.
La población se capacita y/o es capacitada regularmente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	0.250	0.333	1.000	2.000	4.000
<b>La población se capacita y/o es capacitada frecuentemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.</b>	0.167	0.200	0.500	1.000	2.000
La población se capacita y/o es capacitada constantemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres, participa en simulacros.	0.125	0.143	0.250	0.500	1.000
<b>Suma</b>	<b>2.042</b>	<b>3.676</b>	<b>8.750</b>	<b>14.500</b>	<b>22.000</b>
<b>1/suma</b>	<b>0.490</b>	<b>0.272</b>	<b>0.114</b>	<b>0.069</b>	<b>0.045</b>

**Tabla 88**

*Matriz de Normalización del Parámetro Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres*

Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a gestión de riesgo de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada regularmente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada frecuentemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada constantemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres, participa en simulacros.	Vector Priorización
La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a gestión de riesgo de desastres.	0.490	0.544	0.457	0.414	0.364	0.454
La población se capacita y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	0.245	0.272	0.343	0.345	0.318	0.305
La población se capacita y/o es capacitada regularmente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	0.122	0.091	0.114	0.138	0.182	0.129

Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a gestión de riesgo de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada a escasamente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada regularmente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada frecuentemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	La población se capacita y/o es capacitada constantemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres, participa en simulacros.	Vector Priorización
La población se capacita y/o es capacitada frecuentemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres.	0.082	0.054	0.057	0.069	0.091	0.071
La población se capacita y/o es capacitada constantemente en temas relacionados a gestión de riesgos de desastres, participa en simulacros.	0.061	0.039	0.029	0.034	0.045	0.042
<b>SUMA</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>

**Tabla 89**

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres*

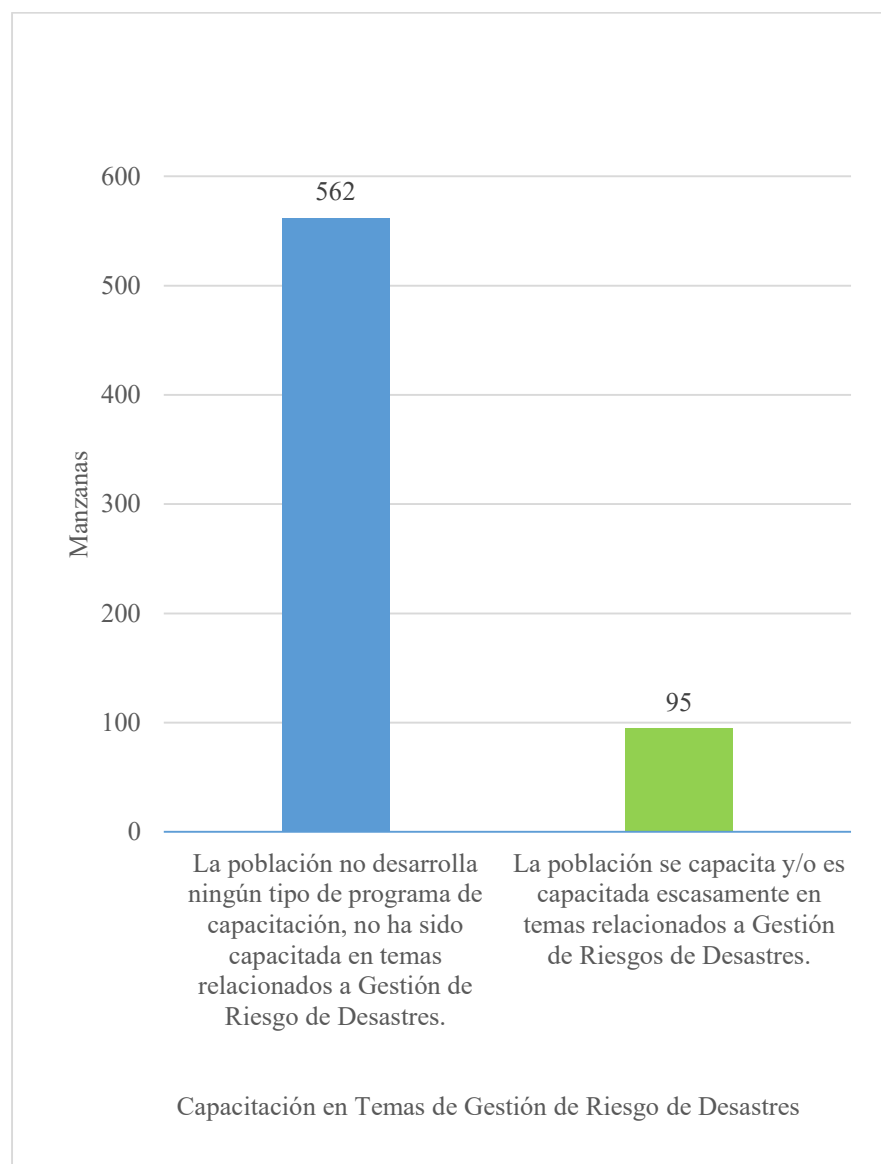
<b>IC</b>	0.019
<b>RC</b>	0.017

El valor de la RC es de 0.017 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado.

Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según la Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres con el que cuenta la población, dicho resultado se indica en las siguientes graficas:

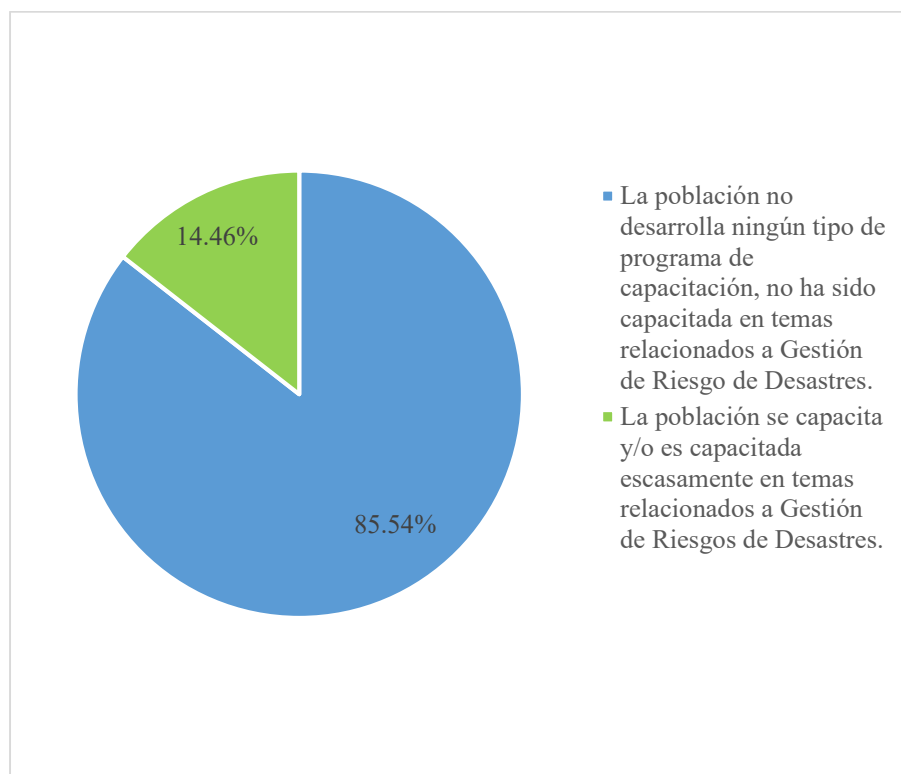
**Figura 91**

*Cantidad de manzanas según la Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres*



**Figura 92**

*Porcentaje de manzanas según la Capacitación en Temas de Gestión de Riesgo de Desastres*



Se determinó que en mayor proporción el 85.54% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con población que no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a Gestión de Riesgo de Desastres.; seguido de un 14.46% que alberga a población que se capacita y/o es capacitada escasamente en temáticas relacionados a la Gestión de Riesgos de Desastres.

**C.3. Nivel Educativo.** Parámetro que indica el nivel de estudios en el ámbito educativo, el cual se encuentra ligado al grado de oportunidades laborales que puede acceder la población.

Se puede considerar que una población sin estudios, sería más vulnerable debido a que la primera tendría menos probabilidades de encontrar un trabajo calificado que lo sustente económicamente, comparado a una población con estudios superiores que en cierta medida contaría con los medios necesarios para desarrollarse laboralmente.

Los descriptores del Nivel Educativo son los siguientes:

**Tabla 90**

*Descriptores del Parámetro Nivel Educativo*

<b>Descriptores del Nivel Educativo</b>
Sin Nivel de Estudios
Inicial
Primaria
Secundaria
Superior Universitario / No Universitario

Las ponderaciones de los descriptores fueron obtenidas utilizando el proceso de análisis jerárquico, se utilizó una matriz de 5x5, en donde se asignaron los valores en función a la importancia que tiene un descriptor frente a otro, según la escala de Saaty.

En las siguientes tablas, se detallan los valores obtenidos del procesamiento de las matrices, aplicadas a los descriptores del parámetro.



**Tabla 93**

*Índice de Consistencia (IC) y Relación de Consistencia (RC) del Parámetro Nivel Educativo*

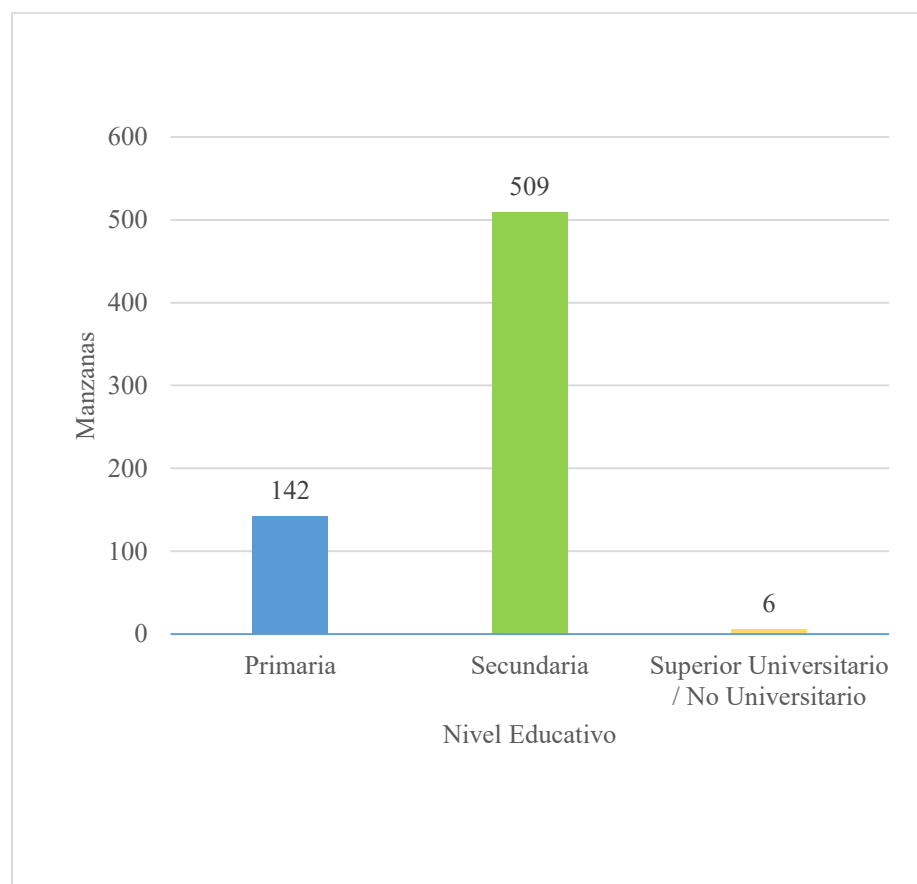
<b>IC</b>	0.047
<b>RC</b>	0.042

El valor de la RC es de 0.042 siendo menor a 0.10, por lo que la realización del Proceso de Análisis Jerárquico, ha sido el adecuado

Del análisis realizado, se obtuvo la cantidad de manzanas según el Nivel Educativo con el que cuenta la población, dicho resultado se muestra en las siguientes graficas:

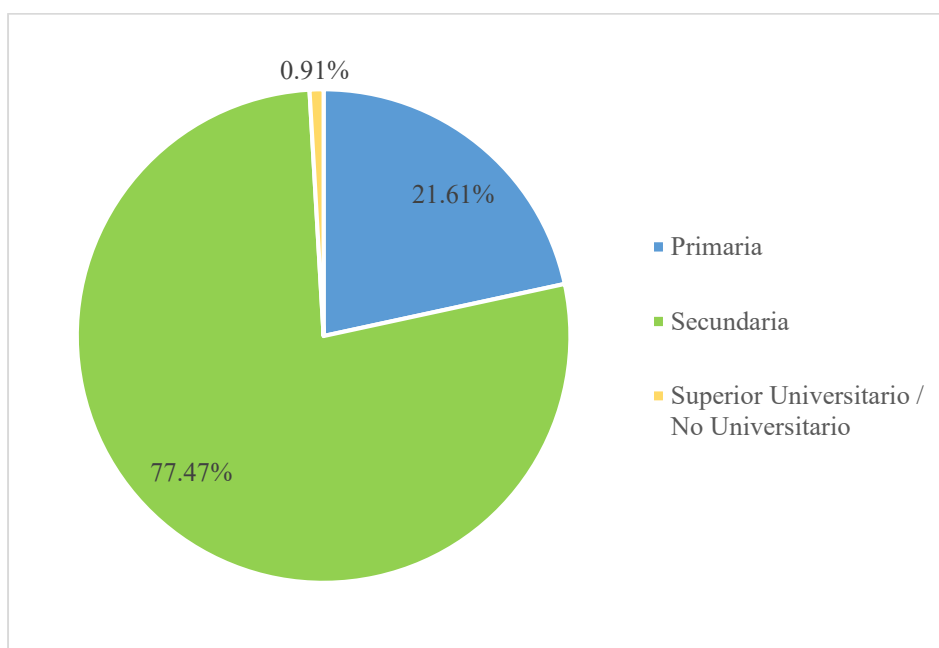
**Figura 93**

*Cantidad de manzanas según el Nivel Educativo*



**Figura 94**

*Porcentaje de manzanas según el Nivel Educativo*



Se determinó que en mayor proporción el 77.47% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con población con niveles de estudios secundarios; seguido de un 21.61 % que alberga a población con estudios de primaria; y en menor proporción con el 0.91% del total, la población presenta estudios universitarios y no universitarios.

#### 4.2.2 Niveles de Vulnerabilidad

Los niveles de la vulnerabilidad, están en función a los resultados obtenidos en la ponderación de las matrices de las dimensiones física y social, cada una cuenta con variables de exposición, fragilidad y resiliencia, las cuales, mediante cálculos matemáticos, permiten determinar los valores y rangos a asignar a la vulnerabilidad. A continuación, se detalla el proceso:

##### 4.2.2.1 Cálculo del Valor de la Dimensión Física. Los pasos son los siguientes:

Paso 1: Se determina la ponderación de la exposición, fragilidad y resiliencia, mediante el Proceso de Análisis Jerárquico.

**Tabla 94**

*Resultado del Cálculo de la Ponderación de la Dimensión Física*

<b>Dimensión Física</b>	
Exposición	<b>0.557</b>
Fragilidad	<b>0.320</b>
Resiliencia	<b>0.123</b>

Paso 2: Se determina la ponderación de los descriptores de cada parámetro que componen la exposición, fragilidad y resiliencia.

**Tabla 95**

*Resultado del Cálculo de la Ponderación de Parámetros de la Dimensión Física*

<b>Exposición Física</b>	<b>Fragilidad Física</b>			<b>Resiliencia Física</b>	
	Material Predominante de Pared	Material Predominante de Techo	Material Predominante de Piso	Tenencia de la Vivienda	Tipo de Vivienda
0.503	0.445	0.445	0.416	0.493	0.488
0.260	0.297	0.297	0.262	0.225	0.237
0.134	0.147	0.147	0.161	0.159	0.159
0.068	0.073	0.073	0.099	0.076	0.077
0.035	0.038	0.038	0.062	0.047	0.039

Paso 3: Para hallar el valor de la exposición, se multiplica la ponderación de los descriptores con el peso asignado a la exposición que en este caso será de 1, debido a que solo un parámetro compone la exposición.

**Tabla 96**

*Cálculo del Valor de la Exposición Física*

<b>Exposición Física</b>		<b>Valor Exposición Física</b>
Pendiente del Terreno		
PD	PP	
0.503	1.000	<b>0.503</b>
0.260	1.000	<b>0.260</b>
0.134	1.000	<b>0.134</b>
0.068	1.000	<b>0.068</b>
0.035	1.000	<b>0.035</b>

Paso 4: Para hallar el valor de la fragilidad, primero se multiplica la ponderación de los descriptores de cada parámetro con el peso asignado a dicho parámetro, luego se suman dichos resultados parciales, obteniéndose así el valor de la fragilidad.

**Tabla 97**

*Cálculo del Valor de la Fragilidad Física*

<b>Fragilidad Física</b>						<b>Valor Fragilidad Física</b>
Material Predominante de Pared		Material Predominante de Techo		Material Predominante de Piso		
PD	PP	PD	PP	PD	PP	
0.445	0.633	0.445	0.260	0.416	0.107	<b>0.442</b>
0.297	0.633	0.297	0.260	0.262	0.107	<b>0.293</b>
0.147	0.633	0.147	0.260	0.161	0.107	<b>0.148</b>
0.073	0.633	0.073	0.260	0.099	0.107	<b>0.076</b>
0.038	0.633	0.038	0.260	0.062	0.107	<b>0.041</b>

Paso 5: Para hallar el valor de la resiliencia, primero se multiplica la ponderación de los descriptores de cada parámetro con el peso asignado a dicho parámetro, luego se suman dichos resultados parciales, obteniéndose así el valor de la resiliencia.

**Tabla 98**

*Cálculo del Valor la Resiliencia Física*

<b>Resiliencia Física</b>				<b>Valor Resiliencia Física</b>
<b>Tipo de Vivienda</b>		<b>Tenencia de la Vivienda</b>		
<b>PD</b>	<b>PP</b>	<b>PD</b>	<b>PP</b>	
0.493	0.600	0.488	0.400	<b>0.491</b>
0.225	0.600	0.237	0.400	<b>0.230</b>
0.159	0.600	0.159	0.400	<b>0.159</b>
0.076	0.600	0.077	0.400	<b>0.076</b>
0.047	0.600	0.039	0.400	<b>0.044</b>

Paso 6: Se multiplicó el valor de la exposición, fragilidad y resiliencia, cada una con su respectivo peso, una vez calculados, dichos valores parciales se suman obteniendo el valor de vulnerabilidad desde la dimensión física, también denominada como Vulnerabilidad Física.

**Tabla 99**

*Cálculo del Valor de la Dimensión Física*

<b>Dimensión Física</b>						<b>Valor de la Dimensión Física</b>
<b>Exposición Física</b>		<b>Fragilidad Física</b>		<b>Fragilidad Física</b>		
<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	
0.503	0.557	0.442	0.320	0.491	0.123	<b>0.482</b>
0.260	0.557	0.293	0.320	0.230	0.123	<b>0.267</b>
0.134	0.557	0.148	0.320	0.159	0.123	<b>0.142</b>
0.068	0.557	0.076	0.320	0.076	0.123	<b>0.072</b>
0.035	0.557	0.041	0.320	0.044	0.123	<b>0.038</b>

**4.2.2.2 Cálculo del Valor de la Dimensión Social.** Para el cálculo de la Dimensión Social se siguió según lo desarrollado en cálculo del Valor de la Dimensión Física. A continuación, se muestra las tablas con los resultados obtenidos:

**Tabla 100**

*Resultado del Cálculo de la Ponderación de la Dimensión Social*

<b>Dimensión Social</b>	
Exposición	<b>0.557</b>
Fragilidad	<b>0.320</b>
Resiliencia	<b>0.123</b>

**Tabla 101**

*Resultado del Cálculo de la Ponderación de Parámetros de la Dimensión Social*

<b>Exposición Social</b>		<b>Fragilidad Social</b>		<b>Resiliencia Social</b>		
Grupo Etario	Tipo de Discapacidad	Acceso a la Red de Agua Potable	Acceso a la Red de Desagüe	Tipo de Seguro	Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres	Nivel Educativo
0.503	0.503	0.471	0.503	0.493	0.488	0.445
0.260	0.260	0.263	0.260	0.225	0.237	0.297
0.134	0.134	0.147	0.134	0.159	0.159	0.147
0.068	0.068	0.079	0.068	0.076	0.077	0.073
0.035	0.035	0.040	0.035	0.047	0.039	0.038

**Tabla 102***Cálculo del Valor de la Exposición Social*

<b>Exposición Social</b>		<b>Valor Exposición Social</b>
Grupo Etario		
PD	PP	
0.503	1.000	<b>0.503</b>
0.260	1.000	<b>0.260</b>
0.134	1.000	<b>0.134</b>
0.068	1.000	<b>0.068</b>
0.035	1.000	<b>0.035</b>

**Tabla 103***Cálculo del Valor de la Fragilidad Social*

<b>Fragilidad Social</b>						<b>Valor Fragilidad Social</b>
Tipo de Discapacidad		Acceso a la Red de Agua Potable		Acceso a la Red de Desagüe		
PD	PP	PD	PP	PD	PP	
0.503	0.623	0.471	0.239	0.503	0.138	<b>0.495</b>
0.260	0.623	0.263	0.239	0.260	0.138	<b>0.261</b>
0.134	0.623	0.147	0.239	0.134	0.138	<b>0.137</b>
0.068	0.623	0.079	0.239	0.068	0.138	<b>0.071</b>
0.035	0.623	0.040	0.239	0.035	0.138	<b>0.036</b>

**Tabla 104***Cálculo del Valor de la Resiliencia Social*

<b>Resiliencia Social</b>						<b>Valor Resiliencia Social</b>
<b>Tipo de Seguro</b>		<b>Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres</b>		<b>Nivel Educativo</b>		
<b>PD</b>	<b>PP</b>	<b>PD</b>	<b>PP</b>	<b>PD</b>	<b>PP</b>	
0.503	0.633	0.453	0.260	0.445	0.107	0.484
0.260	0.633	0.305	0.260	0.297	0.107	0.276
0.134	0.633	0.129	0.260	0.147	0.107	0.134
0.068	0.633	0.071	0.260	0.073	0.107	0.069
0.035	0.633	0.042	0.260	0.038	0.107	0.037

**Tabla 105***Cálculo del Valor de la Dimensión Social*

<b>Dimensión Social</b>						<b>Valor de La Dimensión Social</b>
<b>Exposición Social</b>		<b>Fragilidad Social</b>		<b>Fragilidad Social</b>		
<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	
0.503	0.557	0.495	0.320	0.484	0.123	<b>0.498</b>
0.260	0.557	0.261	0.320	0.276	0.123	<b>0.262</b>
0.134	0.557	0.137	0.320	0.134	0.123	<b>0.135</b>
0.068	0.557	0.071	0.320	0.069	0.123	<b>0.069</b>
0.035	0.557	0.036	0.320	0.037	0.123	<b>0.036</b>

De esta forma se obtuvo el valor de vulnerabilidad desde la dimensión social, también denominada como Vulnerabilidad Social.

**4.2.2.3 Cálculo del Valor de la Vulnerabilidad.** Para determinar el valor de la vulnerabilidad, se calcula multiplicando el valor de la dimensión física y de la dimensión social con su respectivo peso, luego se suman ambos resultados parciales, obteniéndose el Valor de la Vulnerabilidad.

Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 106**

*Ponderación de las dimensiones de la Vulnerabilidad*

<b>Dimensión</b>	<b>Peso</b>
<b>Física</b>	0.7
<b>Social</b>	0.3

**Tabla 107**

*Cálculo del Valor de la Vulnerabilidad*

<b>Dimensión Física</b>		<b>Dimensión Social</b>		<b>Valor de la Vulnerabilidad</b>
<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	<b>Valor</b>	<b>Peso</b>	
0.482	0.7	0.498	0.3	0.487
0.267	0.7	0.262	0.3	0.265
0.142	0.7	0.135	0.3	0.140
0.072	0.7	0.069	0.3	0.071
0.038	0.7	0.036	0.3	0.037

Los valores de la vulnerabilidad fueron agrupados en rangos; y a su vez con los parámetros de vivienda y población ya trabajados, se elaboró la matriz de estratificación de la vulnerabilidad, la cual se muestra más adelante.

**Tabla 108**

*Niveles y rangos de la Vulnerabilidad*

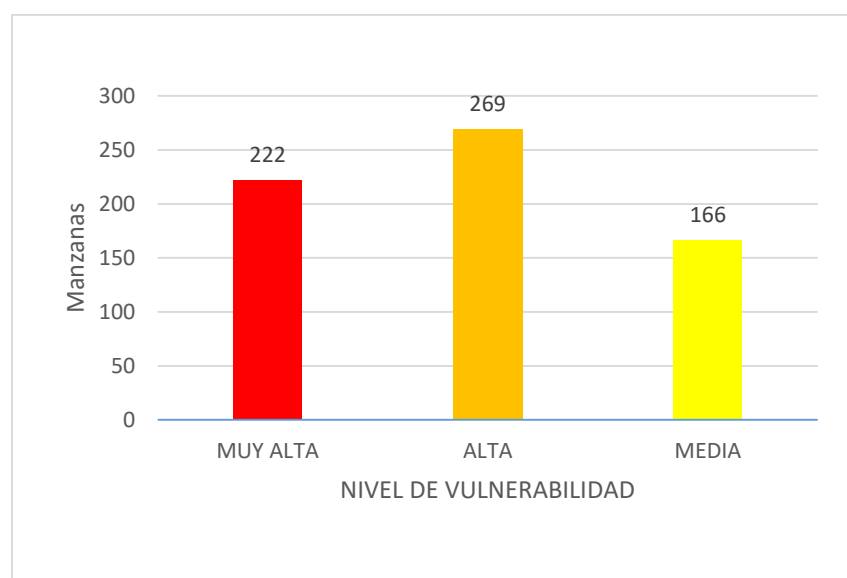
Nivel	Rango
<b>Muy Alto</b>	0.265 ≤ V ≤ 0.487
<b>Alto</b>	0.140 ≤ V < 0.265
<b>Medio</b>	0.071 ≤ V < 0.140
<b>Bajo</b>	0.037 ≤ V < 0.071

### Resultados del Análisis de la Vulnerabilidad

A continuación, se detalla la cantidad de manzanas y el porcentaje total que abarca la vulnerabilidad, tanto de la población y viviendas en el área de estudio.

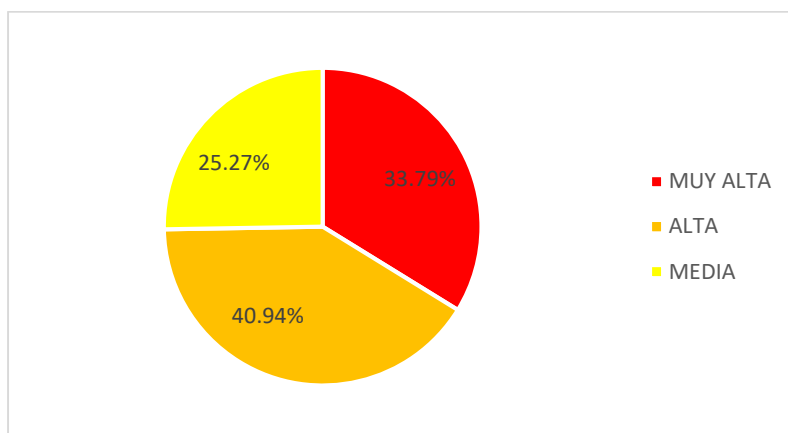
**Figura 95**

*Cantidad de manzanas según su Nivel de Vulnerabilidad*



**Figura 96**

*Porcentaje de manzanas según su Nivel de Vulnerabilidad*



Según el análisis efectuado, se determinó que el 33.79% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuenta con un nivel de vulnerabilidad muy alta; seguido de un 40.94% con vulnerabilidad alta; y con el 25.27% del total una vulnerabilidad media.

Las manzanas que presentan un nivel de vulnerabilidad media, han sido las primeras en asentarse en el área de estudio, estas se encuentran ubicadas en la zona central de la quebrada, cuya pendiente oscila entre los 5° y 15°. A nivel de materiales de construcción las viviendas están construidas en su gran mayoría con pared de ladrillo, el material de techo es de concreto armado y fibra de cemento, el material de piso es parquet y concreto. El tipo de vivienda es de casa independiente, el régimen de tenencia de la vivienda en su mayoría es de propia con título y en menor cantidad de propia sin título. El grupo etario presente reúne a población de todas las edades contando en mayor proporción entre 20 a 49 años. El tipo de discapacidad que presentan los pobladores es visual, para moverse o caminar, oír o hablar, entender y también no presenta dificultad alguna; cuentan con acceso a los servicios básicos de agua y desagüe a través de una red pública dentro de la vivienda. El tipo de seguro que poseen los residentes se distribuye en Seguro Integral de Salud, Seguro Social de Salud del Perú y Sin Seguro; según

la capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres la población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, el nivel educativo alcanzado es de secundaria.

Las manzanas con un nivel de vulnerabilidad alta, son aquellas, producto de la expansión de la población hacia zona de ladera de cerros, están ubicadas en la parte baja a media de las laderas cuya pendiente oscila entre los 15° y 25°. Respecto al material de construcción de las viviendas, cuentan con paredes de ladrillo y madera; el material de techo es de calamina, el material de piso es de concreto. El tipo de vivienda es casa independiente, el régimen de tenencia de la vivienda en su mayoría es de propia sin título y en menor cantidad propia con título. El grupo etario presente varía de 5 a 14, 30 a 49 y 60 a 69 años. El tipo de discapacidad que presentan los pobladores es visual y también sin dificultad alguna, cuentan con acceso a los servicios básicos de agua a través de una red pública dentro de la vivienda y por pilones o instalación de tuberías de agua instaladas informalmente; el acceso a la red de desagüe es mediante una red pública dentro de la vivienda y por pozos ciegos o letrinas con tratamiento. El tipo de seguro que poseen los residentes se distribuye en Seguro Integral de Salud y Sin Seguro; según la capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres la población involucrada en mayor proporción no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación y en menor cantidad se capacita o es capacitada escasamente; el nivel educativo alcanzado es de secundaria.

Con respecto a las manzanas con un nivel de vulnerabilidad muy alta, están ubicadas en la parte alta de las laderas de los cerros cuya pendiente es mayor a los 15° y en gran parte de los casos sobrepasa los 25°. Respecto al material de construcción de las viviendas, son fabricadas de material precario como madera y triplay, el material de techo es de calamina, madera y triplay, estos materiales se deben a que la mayoría de estas viviendas son módulos prefabricados; el material de piso es madera, concreto y tierra. El tipo de vivienda es de casa independiente y vivienda improvisada, el régimen de tenencia de la vivienda es propia sin título

y cedida. El grupo etario presente varía de 30 a 49 años. El tipo de discapacidad que presentan los pobladores es visual, oír o hablar y también sin dificultad alguna, cuentan con acceso a los servicios básicos de agua a través de pilones o instalación de tuberías de agua instaladas informalmente y por camiones cisterna que almacenan el agua en tanques de polietileno, el acceso a la red de desagüe es mediante la utilización de pozos ciegos, letrina con tratamiento y tanques sépticos. El tipo de seguro que poseen los residentes se distribuye en Seguro Integral de Salud y Sin Seguro, según la capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres la población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación; el nivel educativo alcanzado es de primaria y secundaria.

#### 4.2.3 Estratificación de los Niveles de la Vulnerabilidad

**Tabla 109**

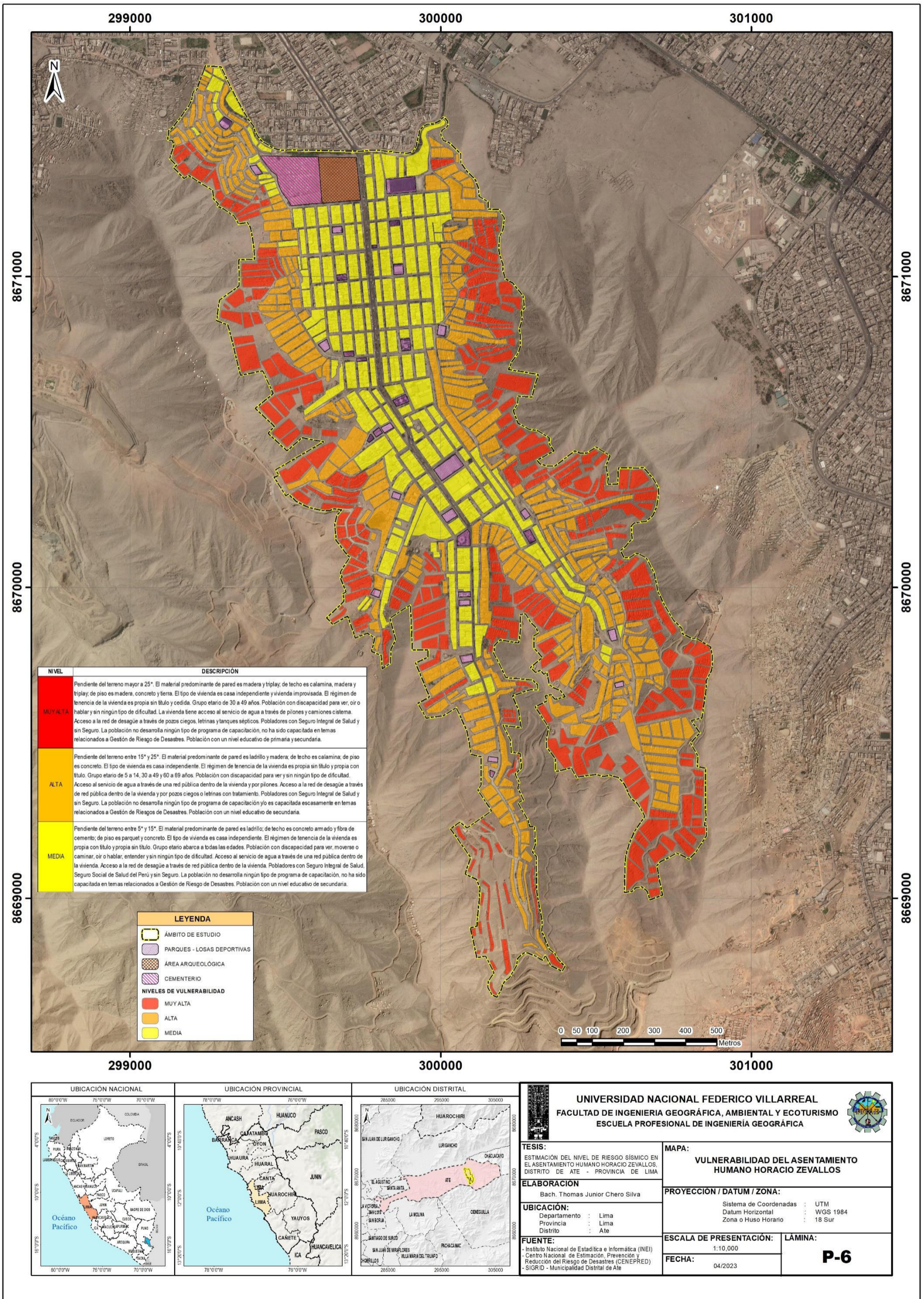
*Matriz de Estratificación de los Niveles de la Vulnerabilidad*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
Muy Alta	<p>Pendiente del terreno mayor a 25°. El material predominante de pared es madera y triplay; de techo es calamina, madera y triplay; de piso es madera, concreto y tierra. El tipo de vivienda es casa independiente y vivienda improvisada. El régimen de tenencia de la vivienda es propia sin título y cedida. Grupo etario de 30 a 49 años. Población con discapacidad para ver, oír o hablar y sin ningún tipo de dificultad. La vivienda tiene acceso al servicio de agua a través de pilones y camiones cisterna. Acceso a la red de desagüe a través de pozos ciegos, letrinas y tanques sépticos. Pobladores con Seguro Integral de Salud y sin Seguro. La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a Gestión de Riesgo de Desastres. Población con un nivel educativo de primaria y secundaria.</p>	$0.265 \leq V \leq 0.487$

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
Alta	<p>Pendiente del terreno entre 15° y 25°. El material predominante de pared es ladrillo y madera; de techo es calamina; de piso es concreto. El tipo de vivienda es casa independiente. El régimen de tenencia de la vivienda es propia sin título y propia con título. Grupo etario de 5 a 14, 30 a 49 y 60 a 69 años. Población con discapacidad para ver y sin ningún tipo de dificultad. Acceso al servicio de agua a través de una red pública dentro de la vivienda y por pilones. Acceso a la red de desagüe a través de red pública dentro de la vivienda y por pozos ciegos o letrinas con tratamiento. Pobladores con Seguro Integral de Salud y sin Seguro. La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a Gestión de Riesgos de Desastres. Población con un nivel educativo de secundaria.</p>	$0.140 \leq V < 0.265$
Media	<p>Pendiente del terreno entre 5° y 15°. El material predominante de pared es ladrillo; de techo es concreto armado y fibra de cemento; de piso es parquet y concreto. El tipo de vivienda es casa independiente. El régimen de tenencia de la vivienda es propia con título y propia sin título. Grupo etario abarca a todas las edades. Población con discapacidad para ver, moverse o caminar, oír o hablar, entender y sin ningún tipo de dificultad. Acceso al servicio de agua a través de una red pública dentro de la vivienda. Acceso a la red de desagüe a través de red pública dentro de la vivienda. Pobladores con Seguro Integral de Salud, Seguro Social de Salud del Perú y sin Seguro. La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a Gestión de Riesgo de Desastres. Población con un nivel educativo de secundaria.</p>	$0.71 \leq V < 0.140$

Figura 97

Mapa de Vulnerabilidad del Asentamiento Humano Horacio Zevallos



### 4.3 Riesgo

#### 4.3.1 Niveles de Riesgo

El riesgo se calculó multiplicando los valores del rango de peligro con los valores del rango de vulnerabilidad, como se muestra a continuación

**Tabla 110**

*Rango de valores del peligro, vulnerabilidad y riesgo*

Rango de Valores del Peligro	Rango de Valores de la Vulnerabilidad	Rango de Valores del Riesgo
$0.261 \leq V \leq 0.504$	$0.265 \leq V \leq 0.487$	$0.069 \leq V \leq 0.245$
$0.135 \leq V < 0.261$	$0.140 \leq V < 0.265$	$0.019 \leq V < 0.069$
$0.069 \leq V < 0.135$	$0.071 \leq V < 0.140$	$0.005 \leq V < 0.019$
$0.031 \leq V < 0.069$	$0.037 \leq V < 0.071$	$0.001 \leq V < 0.005$

**Tabla 111**

*Niveles y rangos del riesgo*

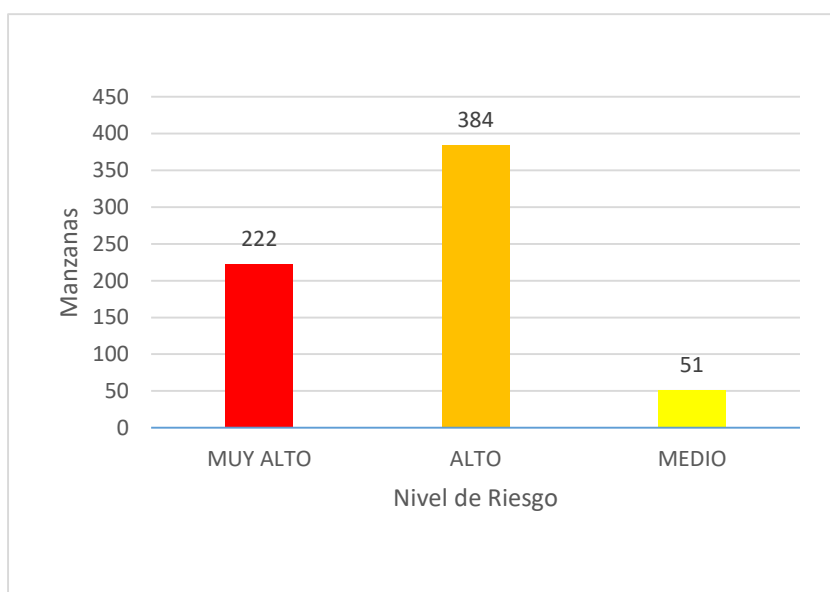
Nivel	Rango
<b>Muy Alto</b>	$0.069 \leq V \leq 0.245$
<b>Alto</b>	$0.019 \leq V < 0.069$
<b>Medio</b>	$0.005 \leq V < 0.019$
<b>Bajo</b>	$0.001 \leq V < 0.005$

## Resultado de la Determinación del Riesgo

A continuación, se detalla la cantidad de manzanas y el porcentaje total que abarca el riesgo, tanto de la población y viviendas en el área de estudio.

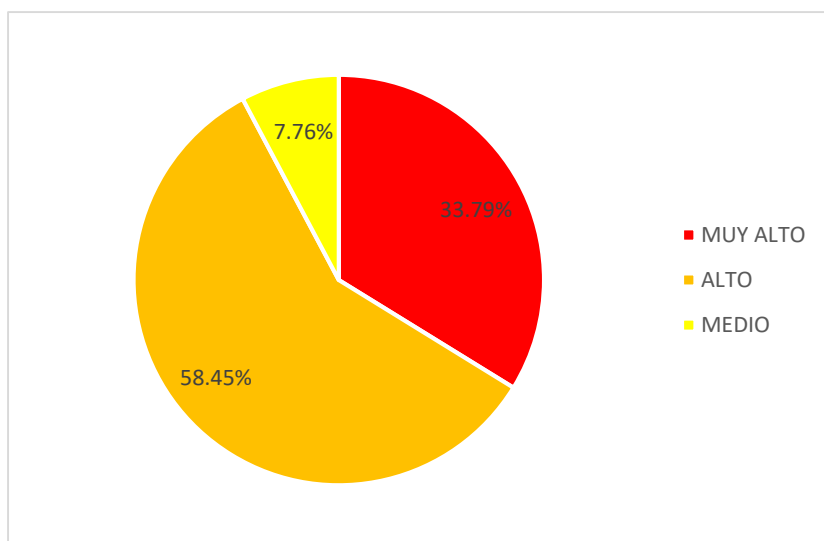
**Figura 98**

*Cantidad de manzanas según su Nivel de Riesgo*



**Figura 99**

*Porcentaje de manzanas según su Nivel de Riesgo*



Según el análisis efectuado, y luego del procesamiento geoespacial, se determinó que el 33.79% de las manzanas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, cuentan con un nivel de riesgo muy alto; seguido de un 58.45% con riesgo alto; y el 7.76% del total presenta riesgo medio.

### **Riesgo Medio:**

Las manzanas con nivel de riesgo medio han sido las primeras en asentarse en el área de estudio, se encuentran en un área determinada como peligro de nivel medio por sismo. Respecto a las características del territorio se visualiza que están localizadas en la parte inicial del ámbito de trabajo, se encuentran asentadas sobre unidades geológicas de depósito coluvio-aluvial y depósito aluvial pleistocénico; están ubicadas en una geoforma de terraza cuya pendiente es baja. Su suelo está conformado por arenas de media compacidad, limos y arcillas de mediana consistencia. La capacidad de carga admisible para una cimentación oscila entre 1.0 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup>. Además, en función a sus características intrínsecas es catalogada como un área de peligro geológico medio. La aceleración máxima esperada del suelo es de 484.38 cm/s<sup>2</sup>.

Estas manzanas presentan un nivel de vulnerabilidad media, cuya pendiente oscila entre los 5° y 10°. A nivel de materiales de construcción las viviendas están construidas con pared de ladrillo, el material de techo es de concreto armado y fibra de cemento, el material de piso es parquet y cemento. El tipo de vivienda es de casa independiente, el régimen de tenencia de la vivienda en su mayoría es de propia con título y en menor cantidad de propia sin título. El grupo etario varía de 5 a 69 años. El tipo de discapacidad que presentan los pobladores es visual, para moverse o caminar, oír o hablar, entender y también no presenta dificultad alguna; cuentan con acceso a los servicios básicos de agua y desagüe a través de una red pública dentro de la vivienda. El tipo de seguro que poseen los residentes se distribuye en Seguro Integral de Salud, Seguro Social de Salud del Perú y sin Seguro; según la capacitación en temas de gestión

de riesgo de desastres la población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, el nivel educativo alcanzado es de secundaria.

### **Riesgo Alto:**

Las manzanas con riesgo alto, son aquellas, producto de la expansión de la población desde la zona central del área de estudio hacia las laderas de los cerros, se encuentran en un área determinada como peligro de nivel alto por sismo. Respecto a las características del territorio se encuentran asentadas sobre unidades geológicas de depósito aluvial pleistocénico, depósito coluvio-aluvial y roca volcánica andesítica; están ubicadas en las geoformas de ladera de pendiente media, ladera empinada y terraza, esta última corresponde a la zona central del área de estudio, en donde se encuentra asentada la población desde sus orígenes, la cual fue expandiéndose con el pasar de los años, a lo largo de la quebrada hasta ocupar las laderas, desde sus faldas hasta las partes más elevadas. Su suelo está conformado por gravas de mediana a densa compacidad y por rocas con diferentes grados de fracturamiento. Debido a que la pendiente varía de moderada a fuerte, existe la posibilidad de que puedan producirse desplomes de los bloques de rocas sueltas. Se encuentran dentro de un área de peligro geológico alto. La capacidad de carga admisible oscila de 2.0 a 4.0 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, el peligro geológico en esta zona origina condiciones desfavorables. La aceleración máxima esperada del suelo es de 565.11 cm/s<sup>2</sup>.

Estas manzanas presentan un nivel de vulnerabilidad media, cuya pendiente oscila entre los 5° y 25°. A nivel de materiales de construcción las viviendas están construidas con pared de ladrillo y madera, el material de techo es de concreto armado y fibra de cemento, el material de piso es cemento. El tipo de vivienda es de casa independiente, el régimen de tenencia de la vivienda es de propia con título y de propia sin título. El grupo etario varía de 5 a 69 años. El tipo de discapacidad que presentan los pobladores es visual, para moverse o caminar, oír o

hablar, entender y también no presenta dificultad alguna; cuentan con acceso a los servicios básicos de agua a través de una red pública dentro de la vivienda y por pilones o instalaciones informales de tuberías de agua; el acceso a la red de desagüe es mediante una red pública dentro de la vivienda y por pozos ciegos o letrinas con tratamiento. El tipo de seguro que poseen los residentes se distribuye en Seguro Integral de Salud, Seguro Social de Salud del Perú y sin Seguro; según la capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres la población involucrada en mayor proporción no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación y en menor cantidad se capacita o es capacitada escasamente; el nivel educativo alcanzado es de secundaria.

### **Riesgo Muy Alto:**

Las manzanas con nivel de riesgo muy alto, están ubicadas en la parte alta de las laderas de los cerros, se encuentran en un área determinada como peligro de nivel alto por sismo. Respecto a las características del territorio se encuentran asentadas sobre unidades geológicas de roca volcánica andesítica; están ubicadas en las geoformas de ladera de pendiente media y ladera empinada. Su suelo está conformado por gravas de mediana a densa compacidad y por rocas con diferentes grados de fracturamiento. Debido a que la pendiente varía de moderada a fuerte, existe la posibilidad de que puedan producirse desplomes de los bloques de rocas sueltas. Se encuentran dentro de un área de peligro geológico alto. La capacidad de carga admisible oscila de 2.0 a 4.0 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, el peligro geológico en esta zona origina condiciones desfavorables. La aceleración máxima esperada del suelo es de 565.11 cm/s<sup>2</sup>.

Estas manzanas presentan un nivel de vulnerabilidad muy alta, están ubicadas en la parte alta de las laderas de los cerros cuya pendiente es mayor a los 15° y en gran parte de los casos sobrepasa los 25°. Respecto al material de construcción de las viviendas, son fabricadas de material precario como madera y triplay, el material de techo es de calamina, madera y

triplay, estos materiales se deben a que la mayoría de estas viviendas son módulos prefabricados; el material de piso es madera, cemento y tierra. El tipo de vivienda es de casa independiente y vivienda improvisada, el régimen de tenencia de la vivienda es propia sin título y cedida. El grupo etario presente varía de 30 a 49 años. El tipo de discapacidad que presentan los pobladores es visual, oír o hablar y también sin dificultad alguna; cuentan con acceso a los servicios básicos de agua a través de pilones o instalaciones informales de tuberías de agua y por camiones cisterna que almacenan el agua en tanques de polietileno; el acceso a la red de desagüe es mediante la utilización de pozos ciegos, letrina con tratamiento y tanques sépticos. El tipo de seguro que poseen los residentes se distribuye en Seguro Integral de Salud y sin Seguro, según la capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres la población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, el nivel educativo alcanzado es de primaria y secundaria.

### 4.3.2 Estratificación de los Niveles del Riesgo

**Tabla 112**

*Matriz de Estratificación de los Niveles del riesgo*

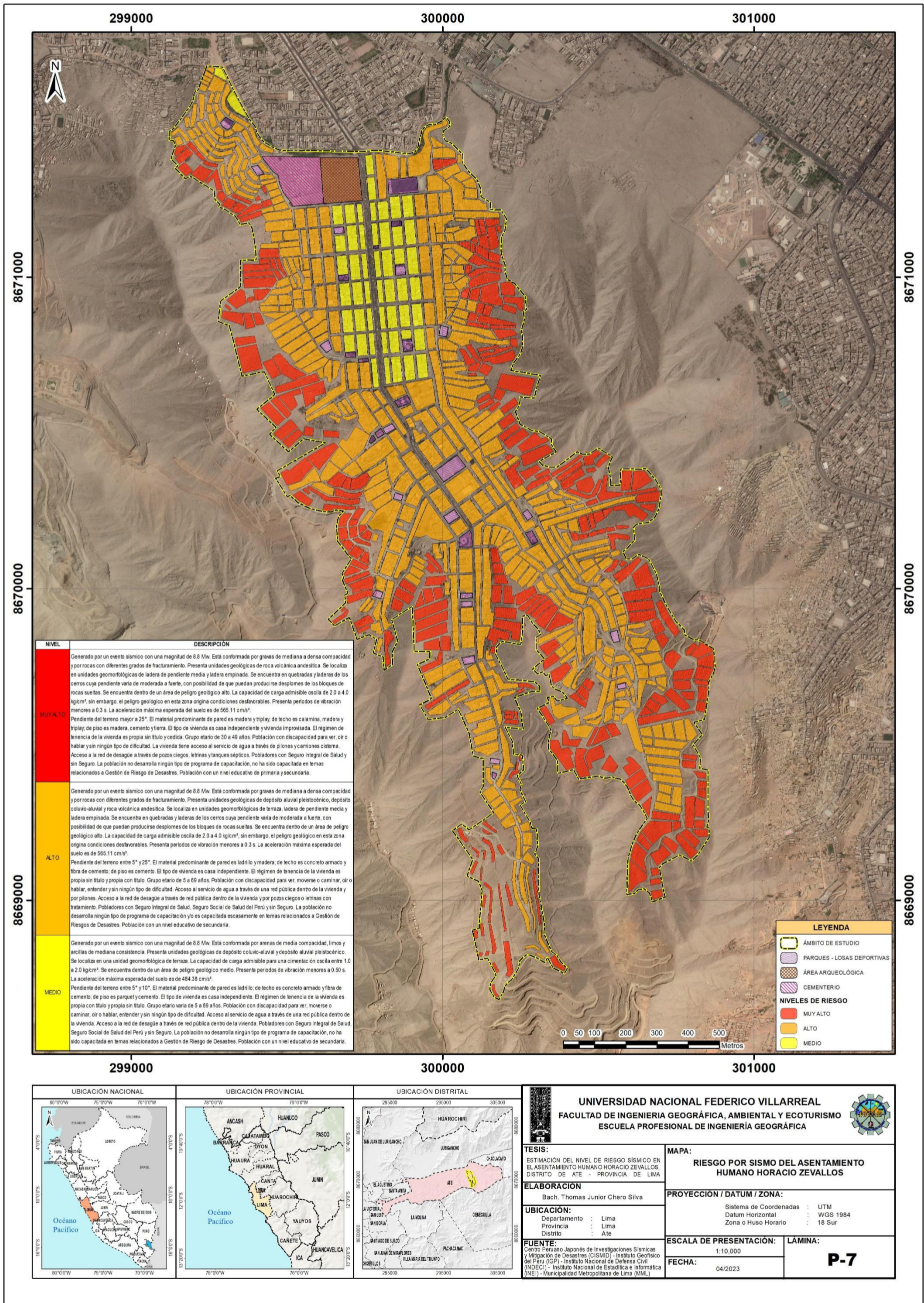
NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
Muy Alto	<p>Generado por un evento sísmico con una magnitud de 8.8 Mw. Está conformada por gravas de mediana a densa compacidad y por rocas con diferentes grados de fracturamiento. Presenta unidades geológicas de roca volcánica andesítica. Se localiza en unidades geomorfológicas de ladera de pendiente media y ladera empinada. Se encuentra en quebradas y laderas de los cerros cuya pendiente varía de moderada a fuerte, con posibilidad de que puedan producirse desplomes de los bloques de rocas sueltas. Se encuentra dentro de un área de peligro geológico alto. La capacidad de carga admisible oscila de 2.0 a 4.0 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, el peligro geológico en esta zona origina condiciones desfavorables. Presenta períodos de vibración menores a 0.3 s. La aceleración máxima esperada del suelo es de 565.11 cm/s<sup>2</sup>.</p> <p>Pendiente del terreno mayor a 25°. El material predominante de pared es madera y triplay; de techo es calamina, madera y triplay; de piso es madera, cemento y tierra. El tipo de vivienda es casa independiente y vivienda improvisada. El régimen de tenencia de la vivienda es propia sin título y cedida. Grupo etario de 30 a 49 años. Población con discapacidad para ver, oír o hablar y sin ningún tipo de dificultad. La vivienda tiene acceso al servicio de agua a través de pilones y camiones cisterna. Acceso a la red de desagüe a través de pozos ciegos, letrinas y tanques sépticos. Pobladores con Seguro Integral de Salud y sin Seguro. La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a Gestión de Riesgo de Desastres. Población con un nivel educativo de primaria y secundaria.</p>	$0.265 \leq V \leq 0.487$

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
Alto	<p>Generado por un evento sísmico con una magnitud de 8.8 Mw. Está conformada por gravas de mediana a densa compacidad y por rocas con diferentes grados de fracturamiento. Presenta unidades geológicas de depósito aluvial pleistocénico, depósito coluvio-aluvial y roca volcánica andesítica. Se localiza en unidades geomorfológicas de terraza, ladera de pendiente media y ladera empinada. Se encuentra en quebradas y laderas de los cerros cuya pendiente varía de moderada a fuerte, con posibilidad de que puedan producirse desplomes de los bloques de rocas sueltas. Se encuentra dentro de un área de peligro geológico alto. La capacidad de carga admisible oscila de 2.0 a 4.0 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, el peligro geológico en esta zona origina condiciones desfavorables. Presenta períodos de vibración menores a 0.3 s. La aceleración máxima esperada del suelo es de 565.11 cm/s<sup>2</sup>. Pendiente del terreno entre 5° y 25°. El material predominante de pared es ladrillo y madera; de techo es concreto armado y fibra de cemento; de piso es cemento. El tipo de vivienda es casa independiente. El régimen de tenencia de la vivienda es propia sin título y propia con título. Grupo etario de 5 a 69 años. Población con discapacidad para ver, moverse o caminar, oír o hablar, entender y sin ningún tipo de dificultad. Acceso al servicio de agua a través de una red pública dentro de la vivienda y por pilones. Acceso a la red de desagüe a través de red pública dentro de la vivienda y por pozos ciegos o letrinas con tratamiento. Pobladores con Seguro Integral de Salud, Seguro Social de Salud del Perú y sin Seguro. La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación y/o es capacitada escasamente en temas relacionados a Gestión de Riesgos de Desastres. Población con un nivel educativo de secundaria.</p>	0.140 ≤ V < 0.265

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
Medio	<p>Generado por un evento sísmico con una magnitud de 8.8 Mw. Está conformada por arenas de media compacidad, limos y arcillas de mediana consistencia. Presenta unidades geológicas de depósito coluvio-aluvial y depósito aluvial pleistocénico. Se localiza en una unidad geomorfológica de terraza. La capacidad de carga admisible para una cimentación oscila entre 1.0 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup>. Se encuentra dentro de un área de peligro geológico medio. Presenta periodos de vibración menores a 0.50 s. La aceleración máxima esperada del suelo es de 484.38 cm/s<sup>2</sup>.</p> <p>Pendiente del terreno entre 5° y 10°. El material predominante de pared es ladrillo; de techo es concreto armado y fibra de cemento; de piso es parquet y cemento. El tipo de vivienda es casa independiente. El régimen de tenencia de la vivienda es propia con título y propia sin título. Grupo etario varía de 5 a 69 años. Población con discapacidad para ver, moverse o caminar, oír o hablar, entender y sin ningún tipo de dificultad. Acceso al servicio de agua a través de una red pública dentro de la vivienda. Acceso a la red de desagüe a través de red pública dentro de la vivienda. Pobladores con Seguro Integral de Salud, Seguro Social de Salud del Perú y sin Seguro. La población no desarrolla ningún tipo de programa de capacitación, no ha sido capacitada en temas relacionados a Gestión de Riesgo de Desastres. Población con un nivel educativo de secundaria.</p>	$0.71 \leq V < 0.140$

Figura 100

Mapa de Riesgo por Sismo del Asentamiento Humano Horacio Zevallos



#### 4.4 Medidas de Prevención y Mitigación

Luego de analizado el ámbito de estudio, conociendo el peligro al cual se encuentra expuesto, la vulnerabilidad tanto de la población como de las viviendas y el riesgo al cual se encuentra propenso el Asentamiento Humano Horacio Zevallos, se presentan medidas estructurales y no estructurales que pueden ser aplicadas.

De esta manera se mediante estas medidas, se busca brindar el conocimiento necesario a la población para proteger su seguridad física.

Las medidas estructurales, son aquellas, en las cuales se realizan intervenciones físicas, como obras de ingeniería, para mitigar y prevenir el impacto de un potencial peligro, para lograr la resistencia de las edificaciones y a su vez la protección de la población, entre ellas tenemos:

- Forestación con especies nativas para la protección y conservación de suelos, y como medida de control a la expansión urbana.
- Construcción de muros de contención, para la retención de suelo inestable, evitar deslizamientos, caída de rocas u otro material suelto.
- Anclajes en rocas de gran alterabilidad.
- Retiro de material rocoso propenso a caída en zona de laderas
- Evaluación y Mejora de los Servicios Básicos ante Emergencias, tanto de los servicios de agua y desagüe, consiste en la verificación y reposición de tuberías, equipo de bombeo, cables, que se encuentren en estado crítico.

Las medidas no estructurales, son aquellas vinculadas a la normativa y planificación, como normas constructivas, reglamentación y planificación del uso del suelo, entre ellas tenemos:

- Asesoramiento Técnico para Reforzamiento de Viviendas para la utilización de materiales óptimos y con sistemas de construcción sismorresistentes.


- Reubicación de la Población Asentada en Zonas de Riesgo Muy Alto, hacia zonas urbanas aptas para vivienda.
- Zonificación de las Áreas de Intangibilidad en Laderas, de esta manera se busca que la población no sigue asentándose en zonas protegidas y no aptas para vivienda.
- Elaboración de un Plan de Seguridad Comunal que determine las rutas de evacuación, lugares de reunión, zonas de almacenamiento de alimentos y albergues para la población.
- Difusión y Concientización Ciudadana para la Prevención de Desastres, por medio de talleres participativos a la población, sobre el peligro que los rodea y la vulnerabilidad que presentan.

A continuación, se detallan las medidas anteriormente mencionadas, mediante la presentación de fichas de proyectos, para un mejor alcance y entendimiento de las propuestas e intervenciones que deben realizarse en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos a corto, mediano y largo plazo.

**Tabla 113***Ficha de Proyecto 01 (P-01)*

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CÓDIGO</b>
<b>Asesoramiento Técnico para Reforzamiento de Viviendas</b>		<b>P-01</b>
<b>UBICACIÓN</b>		
Asentamiento Humano Horacio Zevallos		
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Reducir la vulnerabilidad de las viviendas ante la ocurrencia de un evento sísmico y mejorar la calidad de las edificaciones existentes.</p> <p>Difundir técnicas adecuadas para la construcción de viviendas.</p>		
<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PRIORIDAD</b>	
Población del Asentamiento Humano Horacio Zevallos, priorizando zonas de riesgo alto y medio.	Muy Alta	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	
Corto y Mediano Plazo	Positivo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<p>El proyecto consiste en la orientación y asesoría técnica para el refuerzo de viviendas, a través de talleres a la población, en los cuales se capacitará en soluciones para viviendas que se encuentren mal construidas, en mal estado de conservación y vulnerables a eventos sísmicos. Para el reforzamiento de las viviendas se deben utilizar las normas y reglamentos técnicos vigentes, así como los materiales y sistemas constructivos sismorresistentes.</p>		
<b>INSTITUCIÓN PROMOTORA/EJECUTORA</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
<p>Promotora: Municipalidad Distrital de Ate, Municipalidad Metropolitana de Lima, SENCICO, INDECI.</p> <p>Ejecutora: Municipalidad Distrital de Ate</p>	<p>Recurso Ordinarios, Programa Presupuestal 0068, Fondo de Organismos Internacionales.</p>	


**Tabla 114***Ficha de Proyecto 02 (P-02)*

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CÓDIGO</b>
<b>Reubicación de la Población Asentada en Zonas de Riesgo Muy Alto</b>		<b>P-02</b>
<b>UBICACIÓN</b>		
Asentamiento Humano Horacio Zevallos		
<b>OBJETIVOS</b>		
Proteger a la población ubicada en zonas de riesgo muy alto, ante la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud.		
<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PRIORIDAD</b>	
Población localizada en zonas de riesgo muy alto del Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	Muy Alta	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	
Corto y Mediano Plazo	Altamente Positivo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<p>Elaboración de expediente técnico de reubicación de la población, que se encuentra ocupando terrenos inestables y de alto peligro para el asentamiento de viviendas y población, hacia zonas seguras, para lo cual se deberá considerar coordinaciones técnicas con la Superintendencia Nacional de Bienes Estatales (SBN), localizando terrenos del estado que se encuentren en suelo urbano apto para vivienda, en donde las edificaciones a construir sean resistentes y bajo técnicas constructivas adecuadas, también se debe incluir en las coordinaciones al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) y la Municipalidad Metropolitana de Lima.</p>		
<b>INSTITUCIÓN PROMOTORA/EJECUTORA</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
<p>Promotora: Municipalidad Distrital de Ate, Municipalidad Metropolitana de Lima, SENCICO, INDECI, MVCS, SBN.</p> <p>Ejecutora: Municipalidad Distrital de Ate</p>	<p>Recurso Ordinarios, Programa Presupuestal 0068, Fondo de Organismos Internacionales.</p>	

**Tabla 115***Ficha de Proyecto 03 (P-03)*

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CÓDIGO</b>
<b>Control de Derrumbes y Desprendimiento de Rocas</b>		P-03
<b>UBICACIÓN</b>		
Asentamiento Humano Horacio Zevallos		
<b>OBJETIVOS</b>		
Controlar la dinámica de deslizamiento de tierras y caída de rocas, para minimizar los daños sobre la población e infraestructura existente.		
<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PRIORIDAD</b>	
Población asentada en zonas de laderas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	Alta	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	
Corto y Mediano Plazo	Positivo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<p>El proyecto incluye la aplicación de medidas correctoras, encaminadas a detener el proceso y reducir el impacto en la infraestructura existente, estas medidas deben ser técnica y económicamente viables, se consideran las siguientes posibilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Muros de contención, pueden ser de albañilería simple, gaviones.</li> <li>➤ Anclajes en rocas de gran alterabilidad.</li> <li>➤ Desquinche, es decir el proceso para facilitar la caída del material rocoso suelto.</li> <li>➤ Técnica de Shotcrete, el cual consiste en el lanzamiento de concreto a alta velocidad a través de mangueras, en zona inestables.</li> </ul>		
<b>INSTITUCIÓN PROMOTORA/EJECUTORA</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
Promotora: Municipalidad Distrital de Ate, Municipalidad Metropolitana de Lima, SENCICO, INDECI. Ejecutora: Municipalidad Distrital de Ate	Recurso Ordinarios, Programa Presupuestal 0068, Fondo de Organismos Internacionales.	

**Tabla 116***Ficha de Proyecto 04 (P-04)*

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CÓDIGO</b>
<b>Zonificación de las Áreas de Intangibilidad en Laderas según la Ordenanza N° 365-MDA</b>		P-04
<b>UBICACIÓN</b>		
Distrito de Ate		
<b>OBJETIVOS</b>		
Realizar la sectorización y/o zonificación, que declara Áreas de Protección Ambiental, Conservación, Turismo, Educación a las laderas de los cerros que circundan a los centros poblados del distrito de Ate.		
<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PRIORIDAD</b>	
Población localizada en zonas de laderas del distrito de Ate, dentro de la cual se encuentra parte del Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	Muy Alta	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	
Corto, Mediano y Largo Plazo	Positivo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
El proyecto consiste en delimitar las zonas de laderas que deben ser protegidas, destinadas única y exclusivamente para usos de arborización y fines ecológicos, según la Ordenanza N° 365-MDA. Así mismo la Municipalidad Distrital de Ate, por medio de las Subgerencias correspondientes, deben dar cumplimiento de la Ordenanza y fiscalizar de que no se produzca la ocupación ilegal (invasiones) de terrenos ubicados en zona de laderas.		
<b>INSTITUCIÓN PROMOTORA/EJECUTORA</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
Promotora: Municipalidad Distrital de Ate, Municipalidad Metropolitana de Lima, SENCICO, INDECI. Ejecutora: Municipalidad Distrital de Ate	Recurso Ordinarios, Programa Presupuestal 0068, Fondo de Organismos Internacionales.	

**Tabla 117***Ficha de Proyecto 05 (P-05)*

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CÓDIGO</b>
<b>Estabilización de Laderas</b>		P-05
<b>UBICACIÓN</b>		
Asentamiento Humano Horacio Zevallos		
<b>OBJETIVOS</b>		
Estabilizar las laderas de los cerros, para disminuir la ocurrencia de caída de rocas, deslizamientos de tierra y prevenir el asentamiento de nueva población.		
<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PRIORIDAD</b>	
Población asentada en zonas de laderas del Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	Alta	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	
Corto y Mediano Plazo	Positivo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<p>El proyecto consiste en difundir prácticas forestales para la protección y conservación de suelos, tomándose en cuenta la humedad, altitud y aptitud del suelo; se sugieren plantas nativas, adaptadas al clima árido de Lima.</p> <p>Se requerirá aplicar acciones inmediatas, debido a que se reducirá el riesgo ante la ocurrencia de caída de rocas, deslizamientos de tierra, a su vez protege a las viviendas que se encuentran en las zonas bajas. De esta manera también se buscará evitar el asentamiento de nuevas viviendas por parte de la población en zona de laderas que en gran parte son de fuerte pendiente, por ende, no son aptas para construir o habitar.</p>		
<b>INSTITUCIÓN PROMOTORA/EJECUTORA</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
Promotora: Municipalidad Distrital de Ate, Municipalidad Metropolitana de Lima, SENCICO, INDECI, SBN. Ejecutora: Municipalidad Distrital de Ate	Recurso Ordinarios, Programa Presupuestal 0068, Fondo de Organismos Internacionales.	

**Tabla 118***Ficha de Proyecto 06 (P-06)*

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CÓDIGO</b>
<b>Plan de Seguridad Comunal ante Sismos</b>		P-06
<b>UBICACIÓN</b>		
Asentamiento Humano Horacio Zevallos		
<b>OBJETIVOS</b>		
Identificar rutas de evacuación, puntos de reunión y prever el acondicionamiento de locales y edificaciones ubicadas en zonas seguras que puedan convertirse albergues temporales, para la población afectada.		
<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PRIORIDAD</b>	
Población del Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	Alta	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	
Corto y Mediano Plazo	Positivo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<p>El proyecto consiste en la elaboración de un Plan de Seguridad Comunal, en el cual se debe identificar las rutas de evacuación por donde la población debe dirigirse, determinar los puntos de reunión para salvaguardar su integridad física, ubicar zonas de almacenes para productos como alimentos, frazadas, carpas, letrinas, radios de comunicación. Identificación de espacios calificados que cumplan la función de refugios temporales (plazas, parques, losas deportivas, colegios, entre otros), donde se resguarde a la población y atienda a los damnificados. Todo lo mencionado deberá seguir criterios de selección, primando la seguridad física y el acceso inmediato del área.</p>		
<b>INSTITUCIÓN PROMOTORA/EJECUTORA</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
Promotora: Municipalidad Distrital de Ate, Municipalidad Metropolitana de Lima, SENCICO, INDECI. Ejecutora: Municipalidad Distrital de Ate	Recurso Ordinarios, Programa Presupuestal 0068, Fondo de Organismos Internacionales.	

**Tabla 119***Ficha de Proyecto 07 (P-07)*

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CÓDIGO</b>
<b>Evaluación y Mejora de los Servicios Básicos ante Emergencias</b>		P-07
<b>UBICACIÓN</b>		
Asentamiento Humano Horacio Zevallos		
<b>OBJETIVOS</b>		
Realizar estudios sobre medidas preventivas y correctivas en las redes de servicios básicos, ante posibles daños ocasionados por un sismo. Implementar un sistema efectivo de agua potable y alcantarillado, identificando mejoras a realizar y obras de refuerzo para que puedan ser utilizados de manera efectiva en caso de un desastre.		
<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PRIORIDAD</b>	
Población del A. H. Horacio Zevallos.	Muy Alta	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	
Corto, Mediano y Largo Plazo	Positivo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<p>El proyecto consistirá en el reforzamiento del sistema existente, incluirá la evaluación del diseño y los aspectos operativos del sistema para determinar si se requiere el reemplazo o la reparación de tuberías, equipos de bombeo, cableado y equipos auxiliares. También se debe revisar el estado en el que se encuentran, verificar el estado de operatividad, para mejorar la vulnerabilidad del sistema de agua y desagüe. Deben existir procedimientos de control de cierre de válvulas manuales o automáticos que son importantes en caso de un desastre. La evaluación debe considerar estudios previos y obras efectuadas por el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL).</p>		
<b>INSTITUCIÓN PROMOTORA/EJECUTORA</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
Promotora: Municipalidad Distrital de Ate, Municipalidad Metropolitana de Lima, SENCICO, INDECI. Ejecutora: Municipalidad Distrital de Ate.	Recurso Ordinarios, Programa Presupuestal 0068, Fondo de Organismos Internacionales.	

**Tabla 120***Ficha de Proyecto 08 (P-08)*

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CÓDIGO</b>
<b>Difusión y Concientización Ciudadana para la Prevención de Desastres</b>		P-08
<b>UBICACIÓN</b>		
Asentamiento Humano Horacio Zevallos		
<b>OBJETIVOS</b>		
Fomentar el conocimiento del peligro al cual se encuentran expuesta la población y sus viviendas. Promover la difusión y sensibilización de las medidas de prevención y mitigación en caso de desastres, para reducir la vulnerabilidad.		
<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>PRIORIDAD</b>	
Población del Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	Muy Alta	
<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	
Corto y Mediano Plazo	Altamente Positivo	
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
<p>El proyecto consiste en difundir información mediante la organización de talleres participativos dirigidos a instituciones, líderes comunitarios para estimular y sensibilizar sobre las amenazas que existen en el Asentamiento Humano, especialmente en caso de sismos, y de igual forma buscar desarrollar estrategias de mitigación. En el proyecto deben involucrarse diversos actores sociales de la población. Se debe hacer mayor énfasis en el conocimiento de estas medidas, en áreas que presentan un riesgo muy alto. La comunicación se llevará a cabo a través de presentaciones de expertos, folletos y mapas temáticos para comprender mejor la problemática.</p>		
<b>INSTITUCIÓN PROMOTORA/EJECUTORA</b>	<b>ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO</b>	
Promotora: Municipalidad Distrital de Ate, Municipalidad Metropolitana de Lima, SENCICO, INDECI. Ejecutora: Municipalidad Distrital de Ate	Recurso Ordinarios, Programa Presupuestal 0068, Fondo de Organismos Internacionales.	

## V. Discusión de Resultados

Como objetivo específico se consideró identificar los niveles de peligro por sismo, en base a lo indicado por CENEPRED, quien señala que es la probabilidad de que un fenómeno se produzca en un lugar y tiempo determinado.

En el resultado hallado para la presente investigación se identificó los niveles de peligro alto y medio ante sismo, representando al 92.02% y 7.98% del ámbito de estudio, todo ello en base al mapa de peligro sísmico de Lima Metropolitana del Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de Lima Metropolitana 2019-2022.

El resultado de la presente investigación es similar con lo obtenido por Huamán y Mendoza (2021) en lo referente a la toma de información para el peligro, debido a que su trabajo de tesis, tomó como base la microzonificación sísmica de Tambo de Mora, mientras que la presente investigación, tiene como base el resultado el Plan de Prevención Riesgo de Desastres de Lima Metropolitana 2019-2022, el cual deriva del estudio producido por una entidad técnica científica como lo es el Instituto geofísico del Perú, por ende el peligro es acorde con la realidad del territorio y tomando en consideración un sismo de magnitud 8.8 Mw.

Los antecedentes que no coinciden con la presente investigación en lo referente a la metodología del peligro, es debido a que estas toman el peligro en base a las características físicas del área de estudio como geología, geomorfología, magnitud de sismo, sin considerar parámetros como aceleración máxima del suelo, tipo de suelo, amplificación del suelo, los cuales caracterizan al fenómeno de sismo con mayor precisión.

Como objetivo específico se consideró analizar la vulnerabilidad del área de estudio, en base a lo señalado por CENEPRED, que es el grado de fragilidad que tiene la población y sus medios de vida.

En el resultado obtenido para la presente investigación, el nivel de vulnerabilidad es muy alta, alta y media, que representa el 33.79%, 40.94% y 25.27% del total de manzanas evaluadas, todo ello determinado mediante el proceso de Análisis Jerárquico, indicado en el Manual de Evaluación de Riesgo por Fenómenos Naturales del CENEPRED.

El resultado del presente estudio coincide en la aplicación de la metodología propuesta, según lo realizado por Estrada (2019), Huamán y Mendoza (2021), Hilario (2020), Sánchez y Vicuña (2022), Curihuinca (2020), debido a que se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico para la determinación de la vulnerabilidad.

Los antecedentes y la coincidencia respecto a la metodología aplicada, evidencian que su utilización es de gran importancia al momento de determinar cuan vulnerables se encuentra la población o estructuras físicas, debido a que, para llegar a un resultado, previamente se debieron seleccionar parámetros de población y viviendas, a los cuales se les asignó una ponderación, según su grado de importancia ante la ocurrencia de un determinado fenómeno natural o inducido por el hombre.

## VI. Conclusiones

**6.1.** En esta tesis se estimó el nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos; encontrándose que, de las 657 manzanas evaluadas, los niveles presentes son de riesgo muy alto, alto y medio; con un 33.79%, 58.45 % y 7.76 % respectivamente. Se identificó que las manzanas en riesgo muy alto, se encuentran asentadas en áreas de peligro alto ante sismo y su nivel de vulnerabilidad es muy alto, las manzanas en riesgo alto también están ubicadas en áreas de peligro alto por sismo y con niveles de vulnerabilidad medio y alto; las manzanas en riesgo medio fueron construidas en un área de peligro medio por sismo y cuentan con una vulnerabilidad media. El 92.24% de las manzanas se distribuyen en riesgo muy alto y alto, de lo indicado anteriormente se concluye que los niveles de riesgo están directamente relacionados al peligro que se presenta en el territorio y a la vulnerabilidad de la población y las viviendas; debido al alto nivel de peligro y en particular a los altos niveles de la vulnerabilidad el riesgo se ha visto incrementado en el área de estudio.

**6.2.** Se identificó los niveles de peligro alto y medio por sismo, en el área de estudio. El 92.02% del área está en peligro alto, el cual conforma gran parte de la quebrada, abarcando la zona central del área de trabajo que pertenece a terrazas y laderas de cerros cuya pendiente varía ente moderada a fuerte, a su vez es catalogada como una zona de peligro geológico alto y presenta posibilidades de desplome de rocas o deslizamiento de material suelto, esta área está compuesta por gravas y rocas con diversos grados de fractura. El 7.98% del área está en peligro medio, se ubica en la parte inicial del ámbito de trabajo, cuyo relieve es de terraza y está dentro de una zona catalogada como de peligro geológica medio, está conformada de arena, limo y arcillas. El peligro por sismo se encuentra determinado por las condiciones intrínsecas del territorio, como su geología, geomorfología, tipo de suelo, aceleración del suelo. Los datos tomados para la identificación del peligro en el ámbito de estudio, son los desarrollados en el

Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de Lima Metropolitana, se tomó esta información como fuente, debido a que, es un estudio que incorpora al ámbito de investigación y está basado en información trabajada por entidades técnico científicas; por ende, es una fuente confiable y válida para el desarrollo del estudio.

**6.3.** Se determinó los niveles de vulnerabilidad, encontrándose que, de las 657 manzanas evaluadas, los niveles presentes son de vulnerabilidad muy alta, alta y media; con un 33.79%, 40.94 % y 25.27% respectivamente. La vulnerabilidad muy alta está presente en viviendas improvisadas de material poco resistente; como el triplay, madera, calaminas; las cuales están ubicadas en la parte alta de los cerros y en laderas de fuerte pendiente, donde se encuentra material de suelo poco consolidado, propenso a caída de rocas; cuentan con acceso limitado a los servicios básicos de agua y desagüe. La vulnerabilidad alta se presenta en aquellas manzanas localizadas en zonas de moderada a fuerte pendiente, el material de construcción es de ladrillo y madera; el acceso al servicio de agua es a través de pilones de uso público; el acceso a servicio higiénico es mediante pozos ciegos. La vulnerabilidad media está presente en aquellas manzanas localizadas en un área de baja pendiente, el material predominante de construcción de las viviendas es de ladrillo y concreto, se cuenta con los servicios de agua y desagüe dentro de las viviendas. La ubicación geográfica, el material constructivo, los servicios básicos, cumplen un rol importante en el aumento o disminución de la vulnerabilidad, mientras que en el caso de la población; lo son la edad, el tipo de discapacidad, tipo de seguro social, nivel educativo. De lo indicado anteriormente, se concluye que la vulnerabilidad está determinada por los parámetros de vivienda y población; a mejores condiciones estructurales de las viviendas y de vida de la población, la vulnerabilidad se ve disminuida; en cambio a menores condiciones, la vulnerabilidad se ve incrementada.

**6.4.** Se propuso medidas de prevención y mitigación del riesgo, las cuales son estructurales y no estructurales, estas son presentadas a través de la elaboración de fichas de proyecto, entre ellas se encuentra el Asesoramiento Técnico para el Mejoramiento de Viviendas; la reubicación de población asentadas en zonas de riesgo muy alto hacia áreas de suelo urbanos aptos para vivienda; la estabilización de laderas mediante la forestación con plantas nativas, esta medida de control a su vez sirve para frenar la expansión urbana en zonas no aptas para vivienda; delimitación de las áreas intangibles en zona de laderas, las cuales fueron declaradas de protección según lo indicado en la Ordenanza N° 365-MDA; la construcción de muros de contención, el anclaje en rocas de gran alterabilidad, desquinche, todo ello aplicado para el control de derrumbes y desprendimiento de rocas; elaboración de un plan de seguridad comunal que indique las rutas de evacuación, lugares de almacén de víveres, albergues y puntos de reunión en donde debe asistir la población luego de ocurrido el evento sísmico; evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos ante Emergencias, que consiste en evaluar las tuberías de agua y red de alcantarillado, verificar el equipo que permite el funcionamiento y operatividad del servicio en caso de la ocurrencia de un sismo de gran magnitud; fomentar la prevención de riesgo de desastres en la población, para una mejor actuación ante un peligro.

## VII. Recomendaciones

**7.1.** Se recomienda que en las áreas registradas como de riesgo muy alto, no se debe realizar la construcción de viviendas con material noble como ladrillo o cemento, debido a que estas zonas cuentan con características intrínsecas desfavorables y presentan un nivel de peligro alto por sismo; para ello la Municipalidad Distrital de Ate debe tomar las acciones inmediatas para su prohibición.

**7.2.** Para la identificación del peligro por sismo, se recomienda realizar la búsqueda de estudios elaborados por entidades técnico científicas, que involucren al área de trabajo, la cual es materia de estudio; debido a que para su determinación reúne a diversos especialistas que han sido los encargadas de su desarrollo, los cuales son competentes en su campo respectivo, arrojando un resultado mucho más acorde con la realidad; en caso existan estos documentos, considerarlos como válidos para el estudio respectivo. De no existir información científica, se debe mapear a una adecuada escala, los factores condicionantes como la geología, geomorfología, pendiente del área de investigación; y también considerar la búsqueda de estudios donde se indiquen las aceleraciones máximas del suelo, parámetro que servirá como factor desencadenante, para posteriormente integrarlos con ayuda de un software GIS y obtener un mapa de peligro por sismo.

**7.3.** Para la reducción de los niveles de vulnerabilidad en el área de estudio, se recomienda que la Municipalidad Distrital de Ate, brinde constantemente charlas informativas para la preparación ante la ocurrencia de un sismo o un peligro derivado, como caída de rocas o derrumbes. La población debe tener conocimiento de técnicas constructivas más seguras, con sistemas sismorresistentes, con uso del material de construcción adecuado; y saber que no pueden habitar áreas cuyo suelo es inestable, las cuales son propensas a caída de rocas o deslizamiento de tierra. La población no debe efectuar la autoconstrucción de viviendas, sin la guía de especialistas o sin la realización de estudios de suelo.

**7.4.** Se recomienda que la Municipalidad Distrital de Ate, realice inspecciones técnicas a establecimiento de salud, de educación; para verificar las condiciones de seguridad y de construcción que presentan. Se debe realizar la implementación de señaléticas, para ubicar las rutas de evacuación y zonas seguras en caso de sismo. Las rutas comunes de circulación como escaleras deben encontrarse despejadas y en buen estado de conservación, para un adecuado desplazamiento. Se debe equipar determinadas edificaciones que se encuentren dentro de áreas seguras, con camillas, botiquines, medicina y otros artefactos básicos ante emergencia. Las autoridades, deben aplicar un mayor control urbano, para evitar la expansión urbana informal de la población hacia la zona de laderas.

## VIII. Referencias

- Altuwae, L. y Torres, A. (2021). *Escenarios de riesgo por sismo en las edificaciones de los barrios Santa Cecilia, Maranatha, Ciudad Satélite, Minnesota, Quintas de la Laguna: Soacha*. [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. Repositorio Institucional de la Universidad de La Salle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/938](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/938)
- Baptista, M., Fernández, C. y Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. (2ª ed.). Mc Graw Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2017). *Glosario de Términos*. <https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/glosario-terminos-grd-cenepred.pdf>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2017). *Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos*. (1ª ed.). Neva Estudio S.A.C. [http://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/MANUAL%20DE%20SISMOS.pdf](http://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL%20DE%20SISMOS.pdf)
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos por Fenómenos Naturales 02 Versión*. (1ª ed.). Neva Estudio S.A.C. [http://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](http://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)
- Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. (2014). *Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Sismo en Zonas Urbanas Informe Final – Distrito de Ate*. [http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/PP068\\_VulnRiesgo\\_Ate\\_2014.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/PP068_VulnRiesgo_Ate_2014.pdf)

- Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. (2014). *Estudio de microzonificación sísmica del distrito de Ate*. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CISMID/INFORME%20ATE.pdf>
- Curihuinca, M. (2020). *Modos de habitar un Escenario de Riesgo Sísmico. El Caso de la Falla San Ramón en el piedemonte de Santiago, Chile*. [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional de la Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/178028>
- Fernandez, C. y Paredes, C. (2022). *Implementación de un SIG para evaluar los efectos de un sismo en el distrito de Coishco, Provincia del Santa, Región Áncash*. [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional URP. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/6109>
- Granda, B. (2022). *Análisis de Riesgo Sísmico en el Barrio Solanda, Sector 4, del Cantón Quito, Provincia de Pichincha*. [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22329>
- Hilario, D. (2020). *Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales en el distrito de Los Olivos utilizando el Método Multicriterio empleado por CENEPRED*. [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18942>
- Huamán, L. y Mendoza, L. (2021). *Evaluación del Riesgo Sísmico en las viviendas del Sector Cruz Verde del distrito de Tambo de Mora, Chincha, Ica*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/95982>
- Instituto Geofísico del Perú. (2012). *Zonificación sísmica - geotécnica del área urbana de Huaycán-Ate*. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/1198>

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*.

[http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man\\_bas\\_est\\_riesgo.pdf](http://sinpad.indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man_bas_est_riesgo.pdf)

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2012). *Mapa de peligros, Plan de Usos del Suelo ante desastres y medidas de mitigación en laderas de San Juan de Lurigancho - Sector Virgen de Fatima, Quebrada Canto Grande*.

<http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/INDECI/Mapa%20de%20peligros%20SJL.pdf>

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2017). *Escenario sísmico para Lima metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw*.

<https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201711231521471-1.pdf>

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2020). *Compendio Estadístico del INDECI 2020 en la Preparación, Respuesta y Rehabilitación de la GRD*.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1689976/CAPITULO%20VI.%20Acciones%20de%20los%20Sectores.pdf?v=1614182435>

Ley N° 29664. Ley que Crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. (19 de febrero de 2011).

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-crea-el-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-de-ley-n-29664-605077-1/>

Malvarte, G. (2019). *Evaluación de Riesgo Sísmico en la zona urbana del distrito de Socos, utilizando la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH.

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3904>

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2014). *Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú*. (1ª ed.). Biblioteca Nacional del Perú.

<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2643/doc2643-contenido.pdf>

- More, L. (2020). *Análisis de Riesgos de Desastres por Sismos e Inundaciones y Elaboración de un Plan de Prevención en UPIS Las Vegas, Distrito 26 de Octubre, Provincia y Departamento de Piura*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio Institucional UNP. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/95982>
- Municipalidad Distrital de Ate. (2018). *Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del distrito de Ate 2018-2021*.  
[http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//6201\\_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-del-distrito-de-ate-2018-2021.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//6201_plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres-del-distrito-de-ate-2018-2021.pdf)
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2019). *Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de Lima Metropolitana 2019-2022*.  
<https://www.munlima.gob.pe/images/plan-de-prevencion-y-reduccion-del-riesgo-de-desastres.pdf>
- Ordenanza N° 365-MDA. Ordenanza que declara áreas de Protección Ambiental, Conservación, Turismo, Educación a las laderas de los cerros que circundan a los Centros Poblados del distrito de Ate. (28 de noviembre de 2014).  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2967952/file01048.pdf.pdf?v=1648599806>
- Pulido, N., Aguilar, Z., Tavera, H., Chlieh, M., Calderón, D., Sekiguchi, T., Nakai, S. y Yamazaki, F. (2015). Scenario source models and strong ground motion for future mega-earthquakes: Application to Lima, Central Peru. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 105 (1), pp. 368-386. <https://doi.org/10.1785/0120140098>
- Sánchez, J. y Vicuña, D. (2021). *Percepción del Riesgo Sísmico de Los Habitantes del Cono del Cañaveralejo y Oriente de la Ciudad de Cali*. [Tesis de pregrado, Universidad del Valle]. Repositorio Institucional de la Universidad del Valle.  
<http://hdl.handle.net/10893/23756>

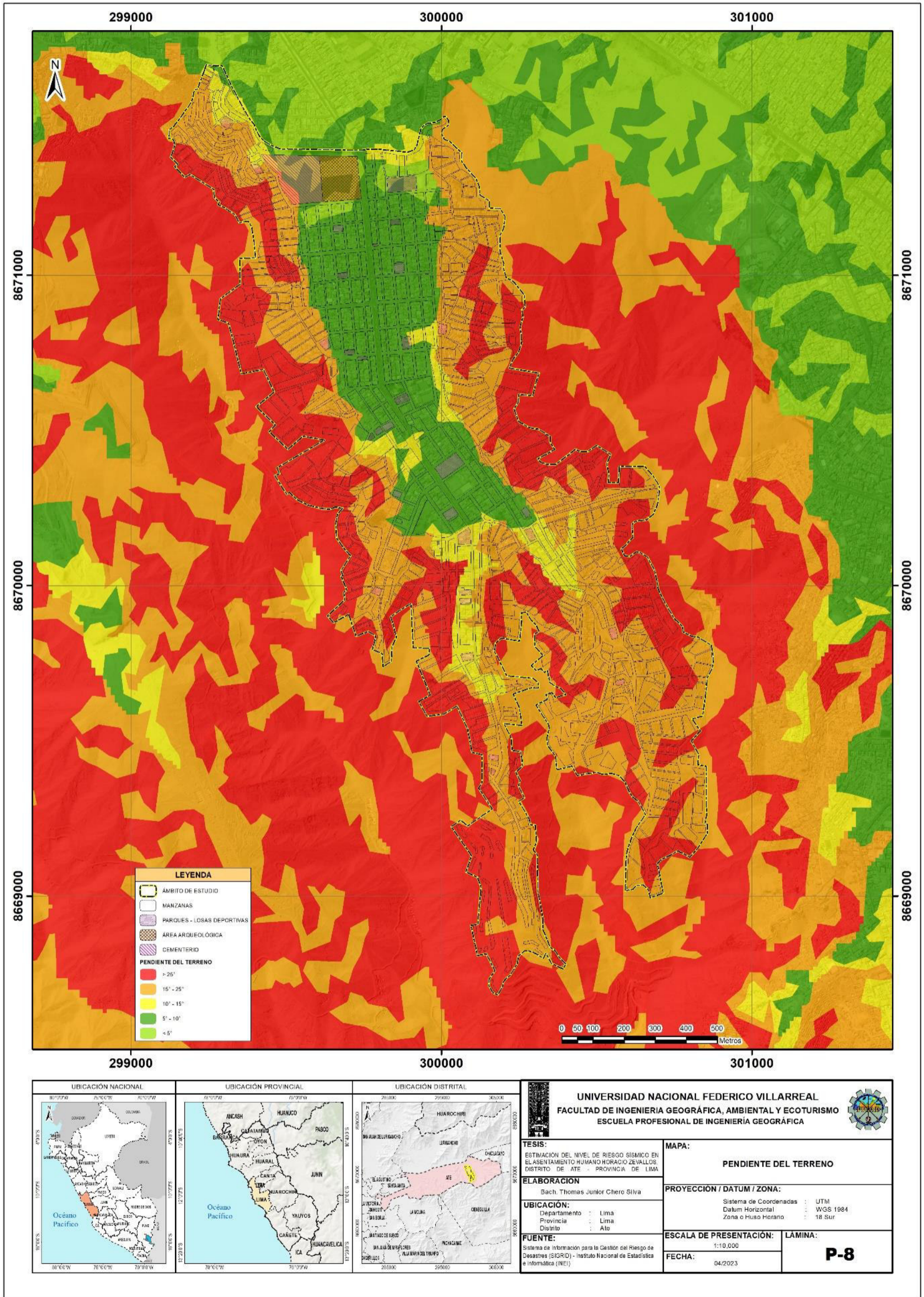
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030, Diseño Sismorresistente*. <https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>
- Sucasaire, J. (2022). *Orientaciones para la selección y el cálculo del tamaño de la muestra en Investigación*. Repositorio CONCYTEC. <http://hdl.handle.net/20.500.12390/3096>
- Romero, P. (2020). *Escenario de riesgo sísmico en la ciudad de Tijuana, Baja California*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California]. Repositorio Institucional UABC. <https://hdl.handle.net/20.500.12930/8817>
- Tavera, H. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú* (Informe Técnico N° 004-2020/IGP). Instituto Geofísico del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4893>

IX. Anexos

Anexo A. Mapas

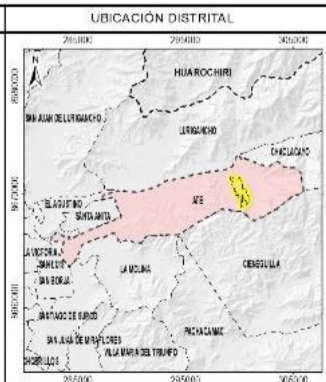
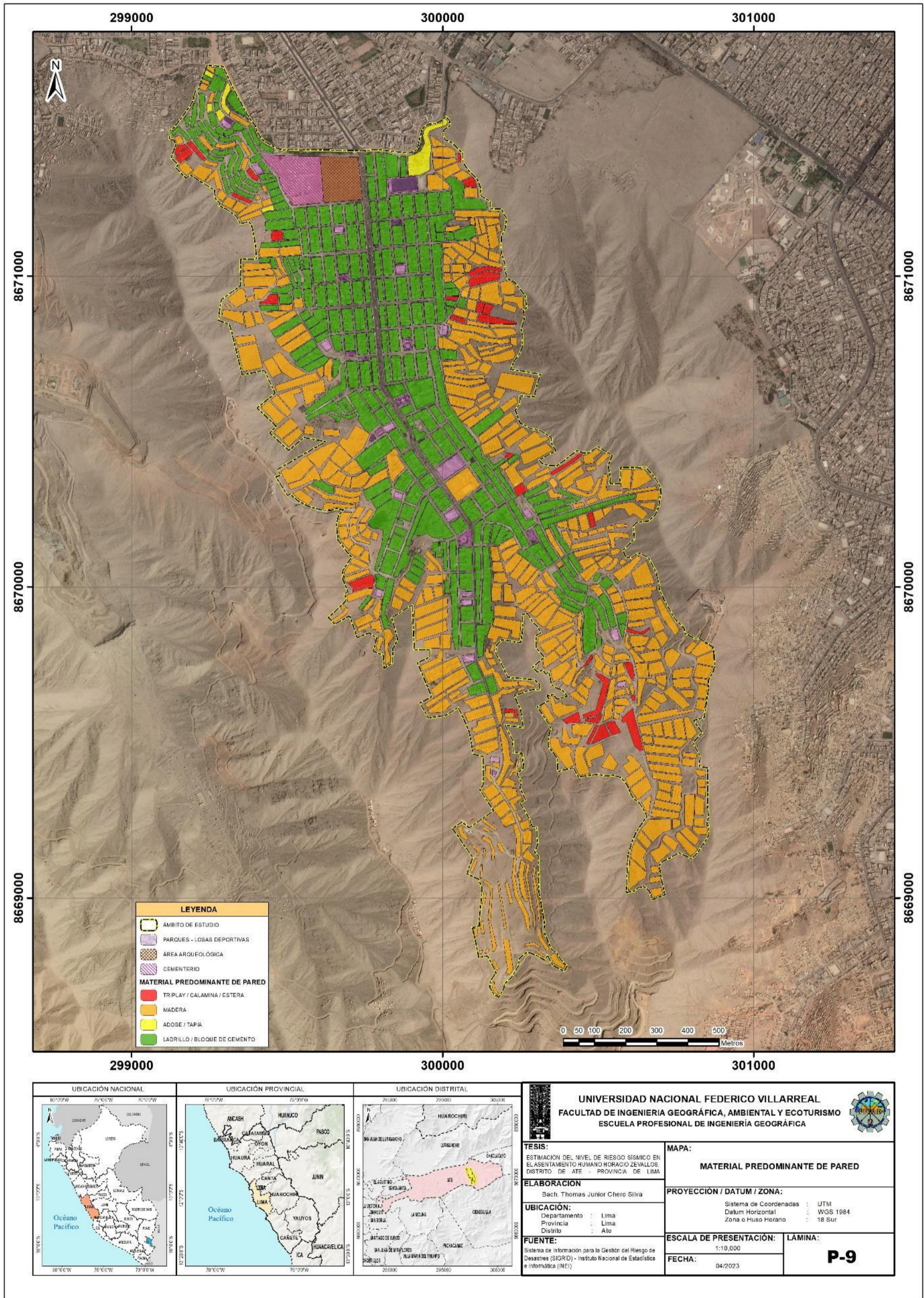
Anexo 1

Mapa de Pendiente del Terreno



Anexo 2

Mapa de Material Predominante de Pared

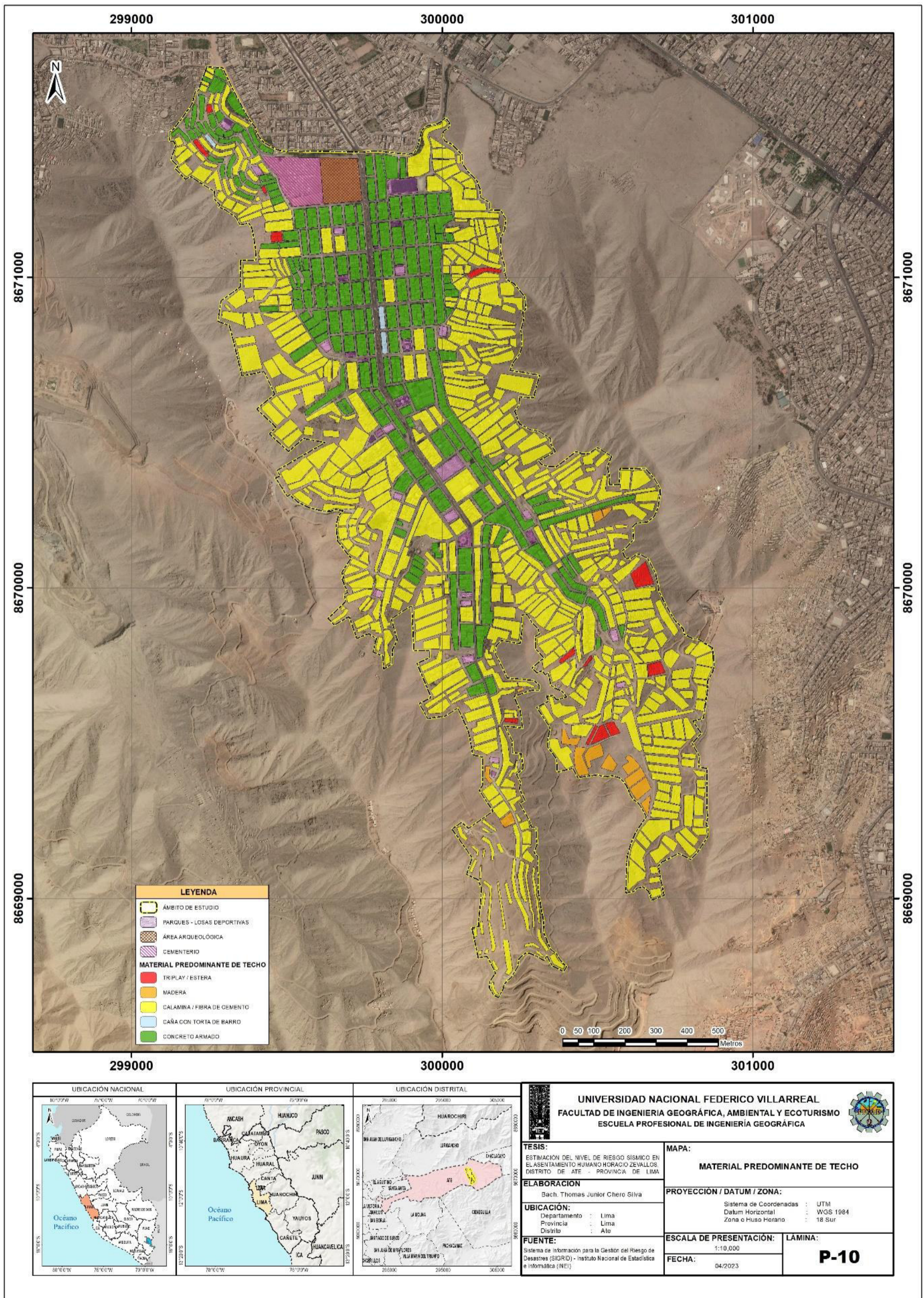


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA**

<p><b>TESIS:</b>                  ESTIMACION DEL NIVEL DE RIESGO SISMICO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO HORACIO ZEVALLOS, DISTRITO DE ATE - PROVINCIA DE LIMA</p> <p><b>ELABORACION:</b>                  Bach. Thomas Junior Chero Silva</p> <p><b>UBICACION:</b>                  Departamento : Lima                  Provincia : Lima                  Distrito : Ate</p> <p><b>FUENTE:</b>                  Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)</p>	<p><b>MAPA:</b>  <b>MATERIAL PREDOMINANTE DE PARED</b></p> <p><b>PROYECCIÓN / DATUM / ZONA:</b>                  Sistema de Coordenadas : UTM                  Datum Horizontal : WGS 1984                  Zona o Huso Horario : 18 Sur</p> <p><b>ESCALA DE PRESENTACION:</b>                  1:10,000</p> <p><b>FECHA:</b>                  04/2023</p> <p><b>LAMINA:</b>  <b>P-9</b></p>
--	--

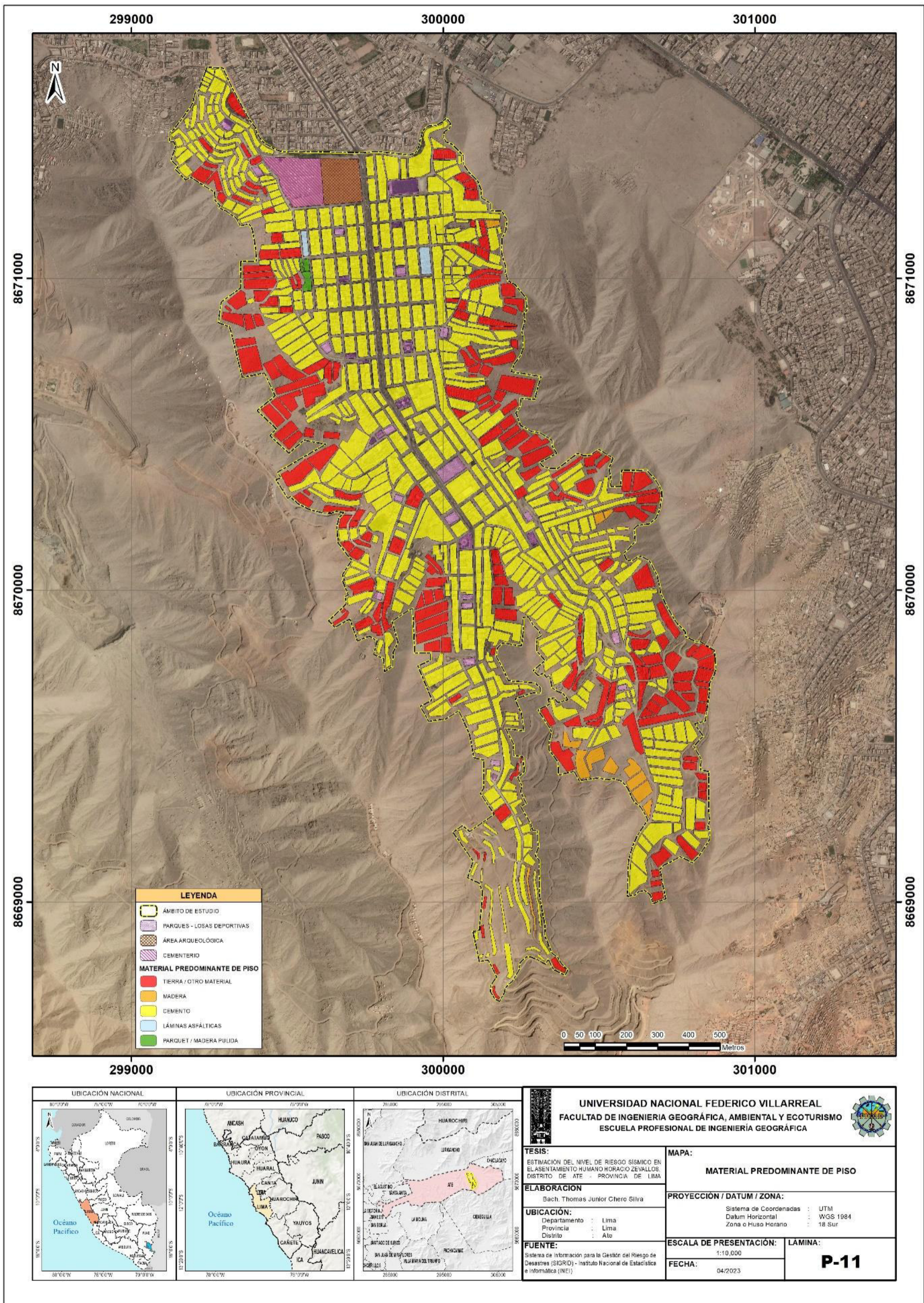
Anexo 3

Mapa de Material Predominante de Techo



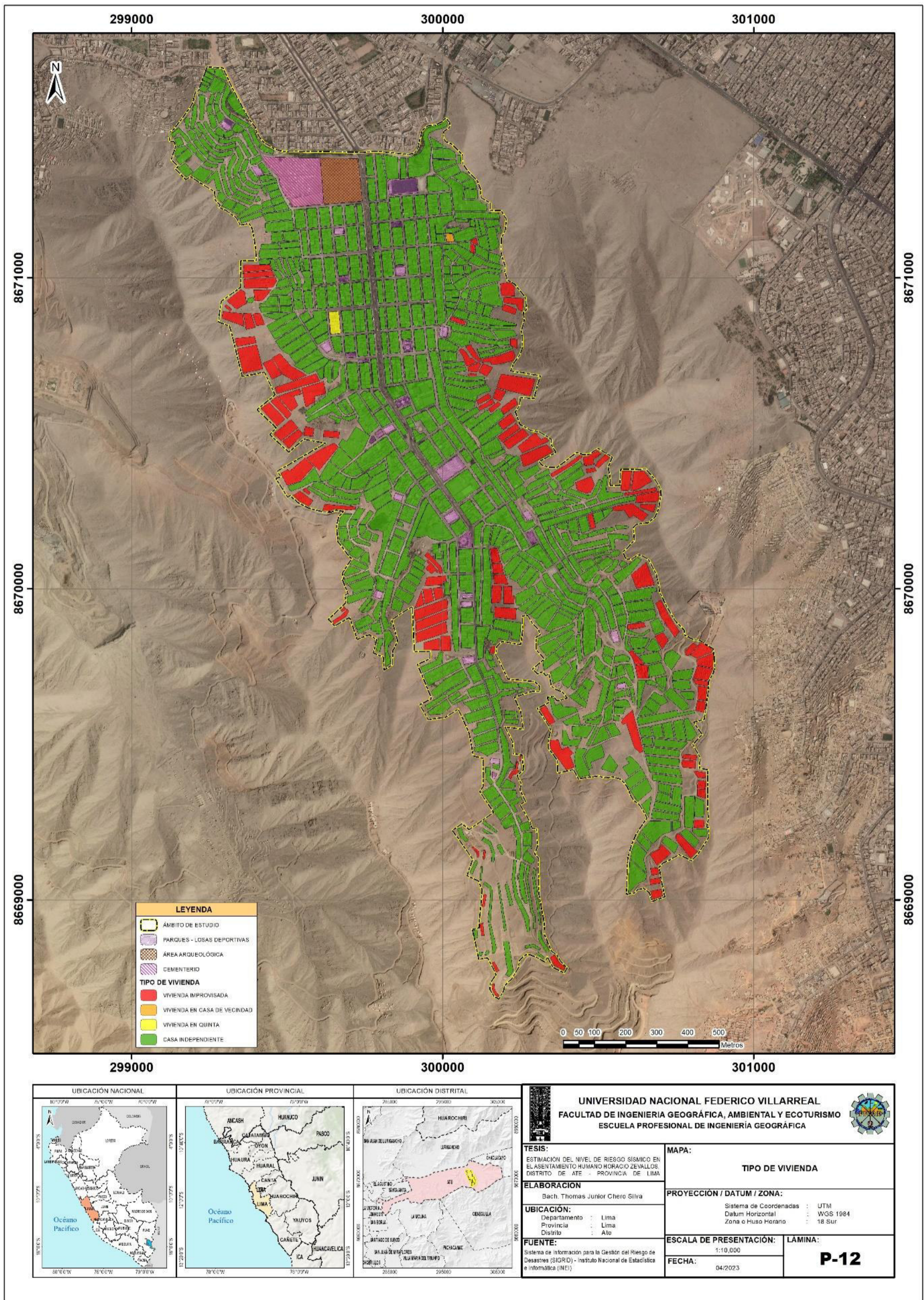
Anexo 4

Mapa de Material Predominante de Piso



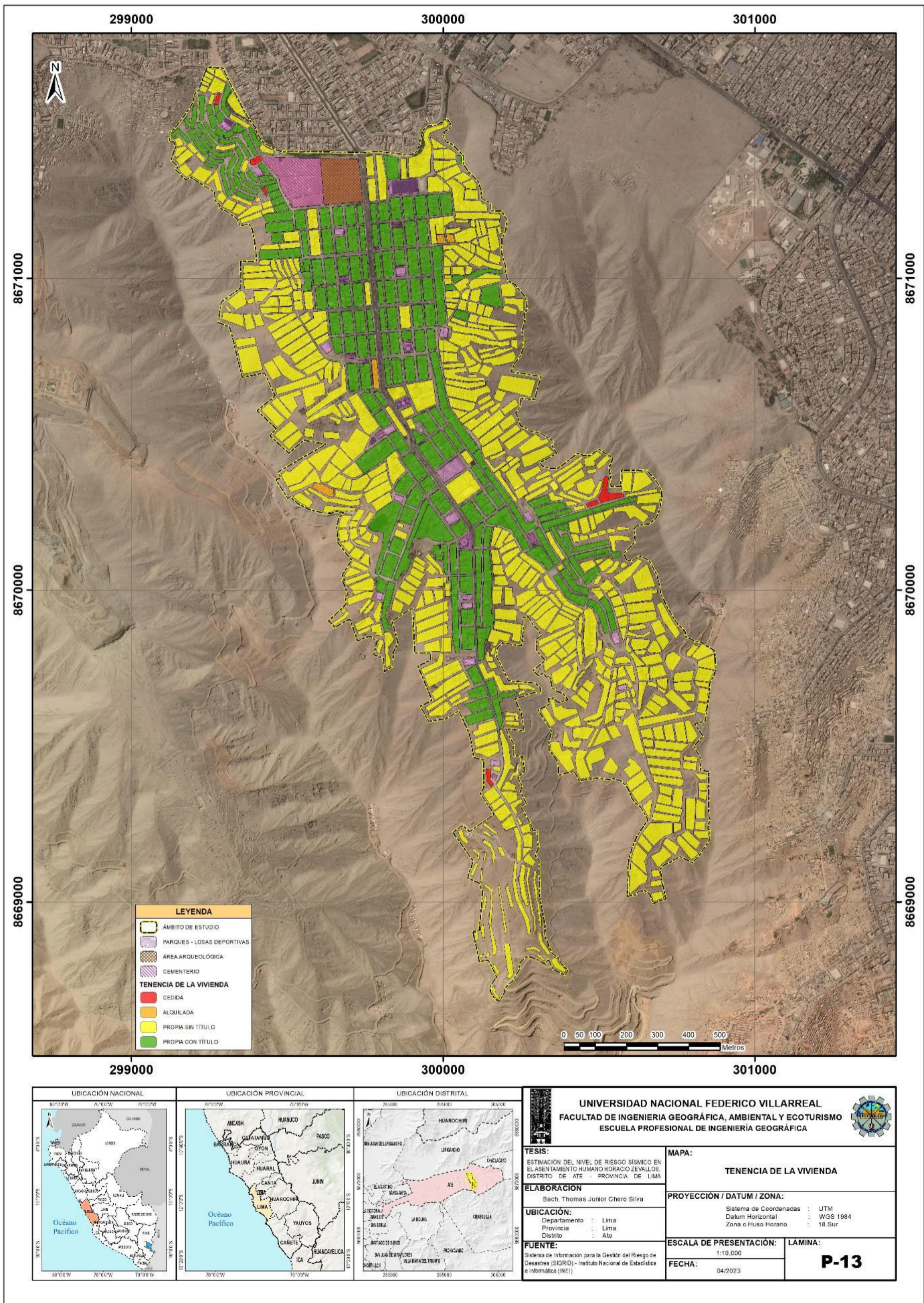
Anexo 5

Mapa de Tipo de Vivienda



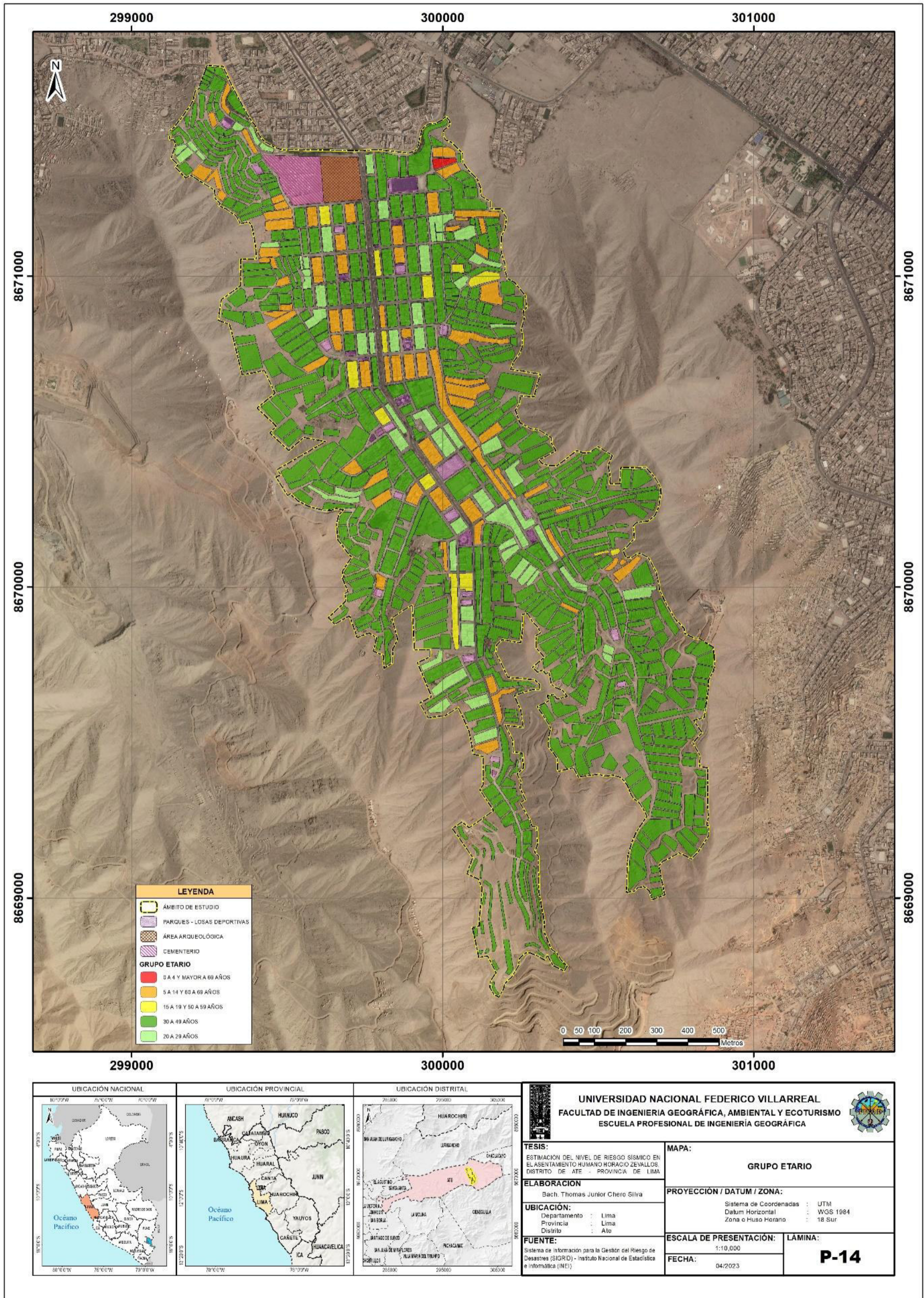
Anexo 6

Mapa de Tenencia de la Vivienda



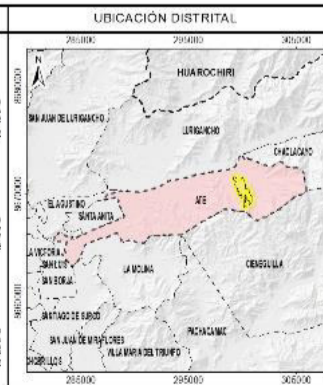
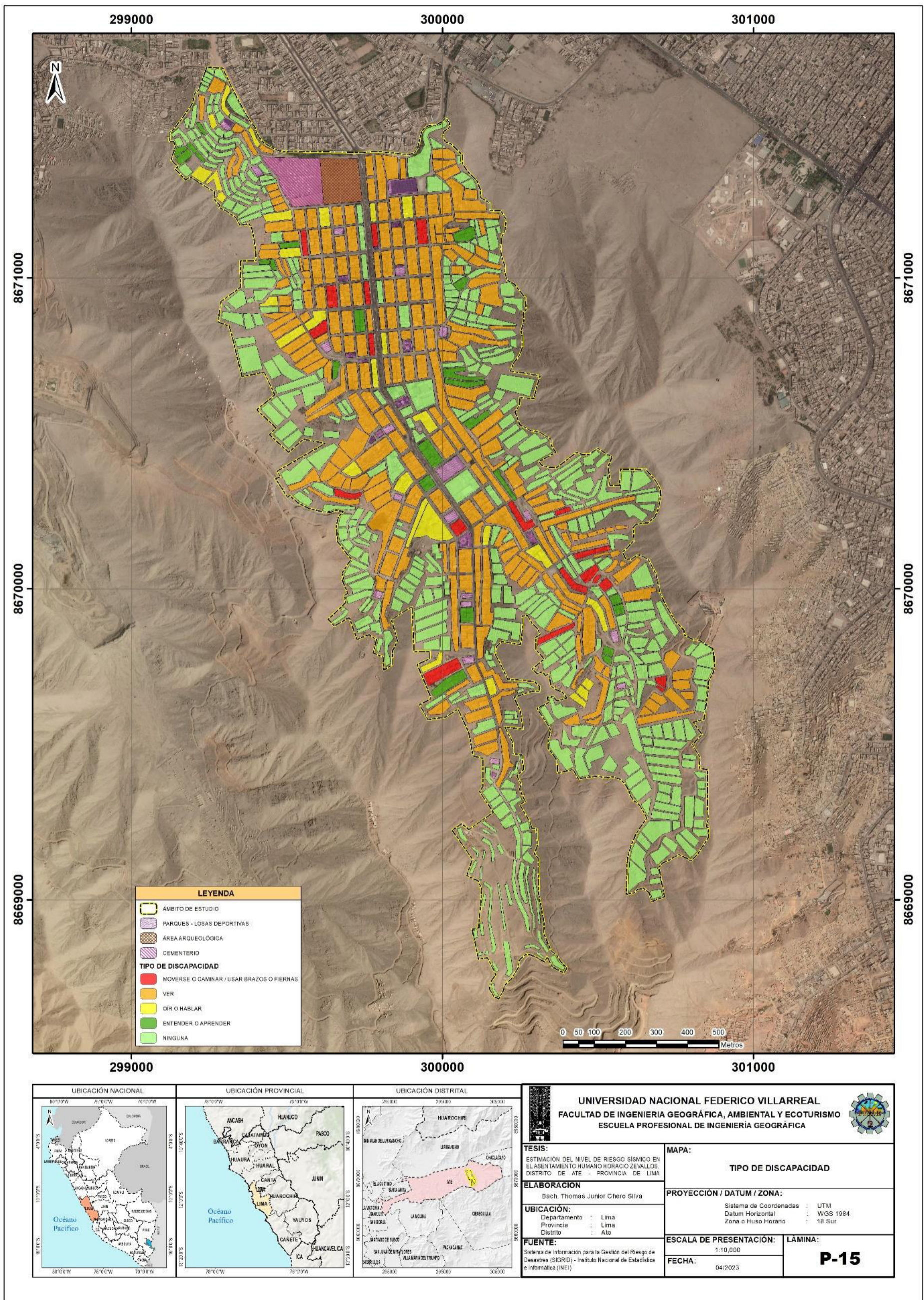
Anexo 7

Mapa de Grupo Etario



Anexo 8

Mapa de Tipo de Discapacidad

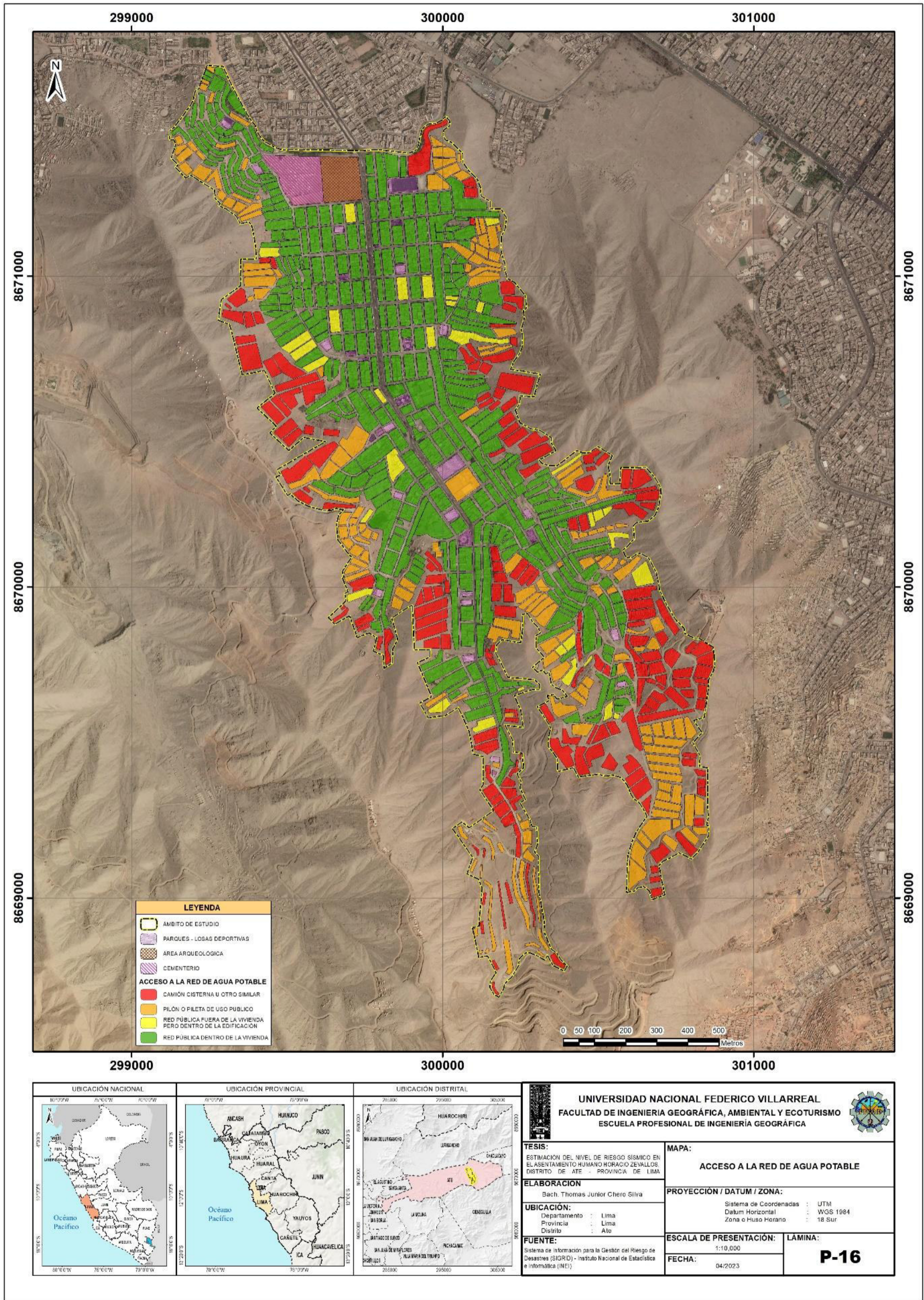


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA**

<p><b>TESIS:</b>                  ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO SÍSMICO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO HORACIO ZEVALLOS, DISTRITO DE ATE - PROVINCIA DE LIMA</p> <p><b>ELABORACIÓN:</b>                  Bach. Thomas Junior Chero Silva</p> <p><b>UBICACIÓN:</b>                  Departamento : Lima                  Provincia : Lima                  Distrito : Ate</p> <p><b>FUENTE:</b>                  Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)</p>	<p><b>MAPA:</b>                  TIPO DE DISCAPACIDAD</p> <p><b>PROYECCIÓN / DATUM / ZONA:</b>                  Sistema de Coordenadas : UTM                  Datum Horizontal : WGS 1984                  Zona o Huso Horario : 18 Sur</p> <p><b>ESCALA DE PRESENTACIÓN:</b>                  1:10,000</p> <p><b>FECHA:</b>                  04/2023</p> <p><b>LAMINA:</b>  <b>P-15</b></p>
--	--

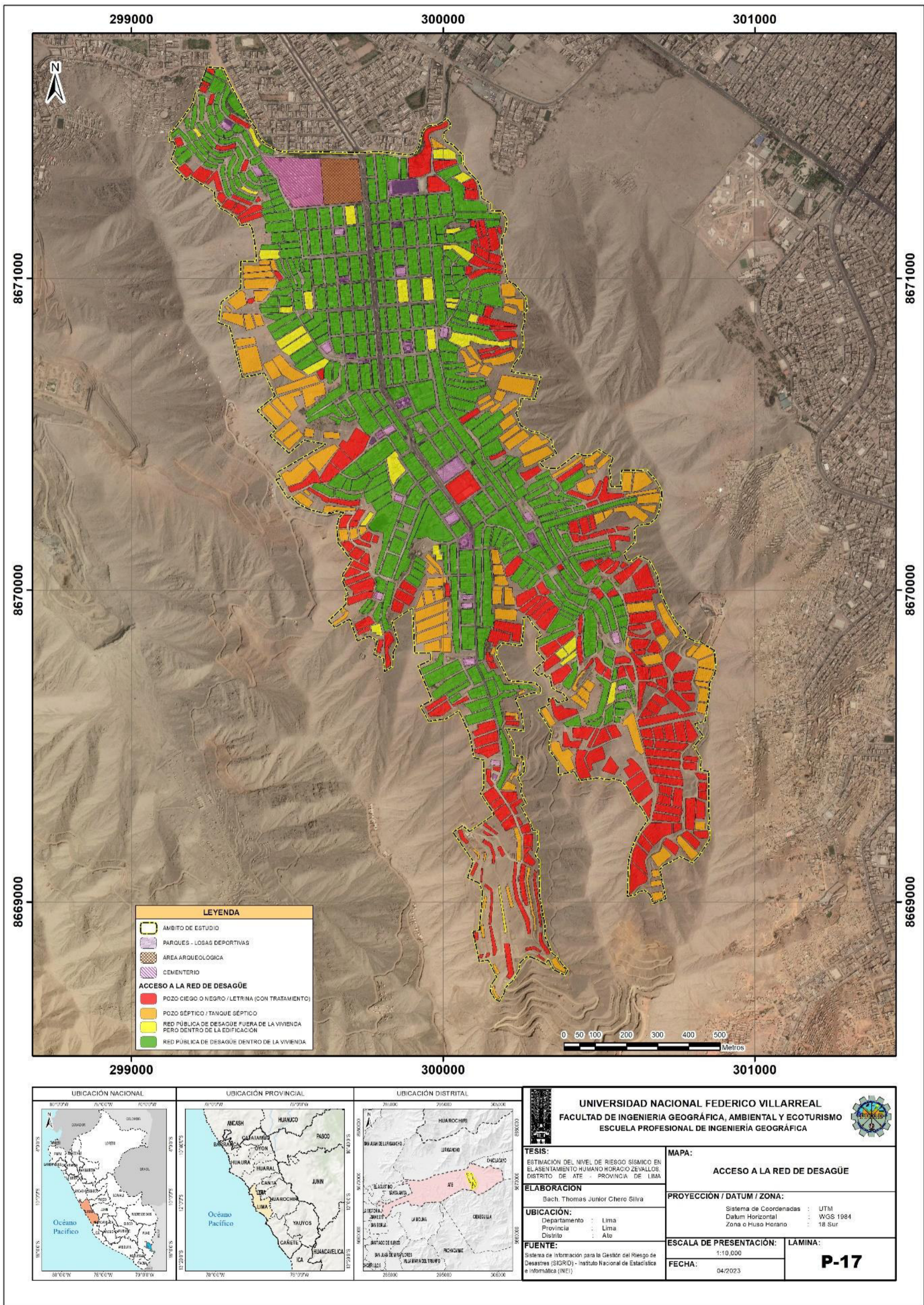
Anexo 9

Mapa de Acceso a la Red de Agua Potable



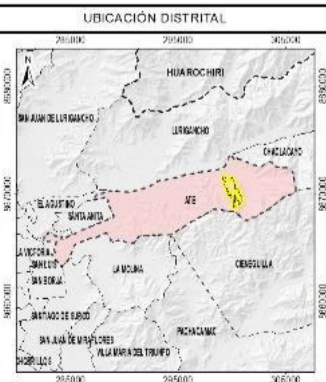
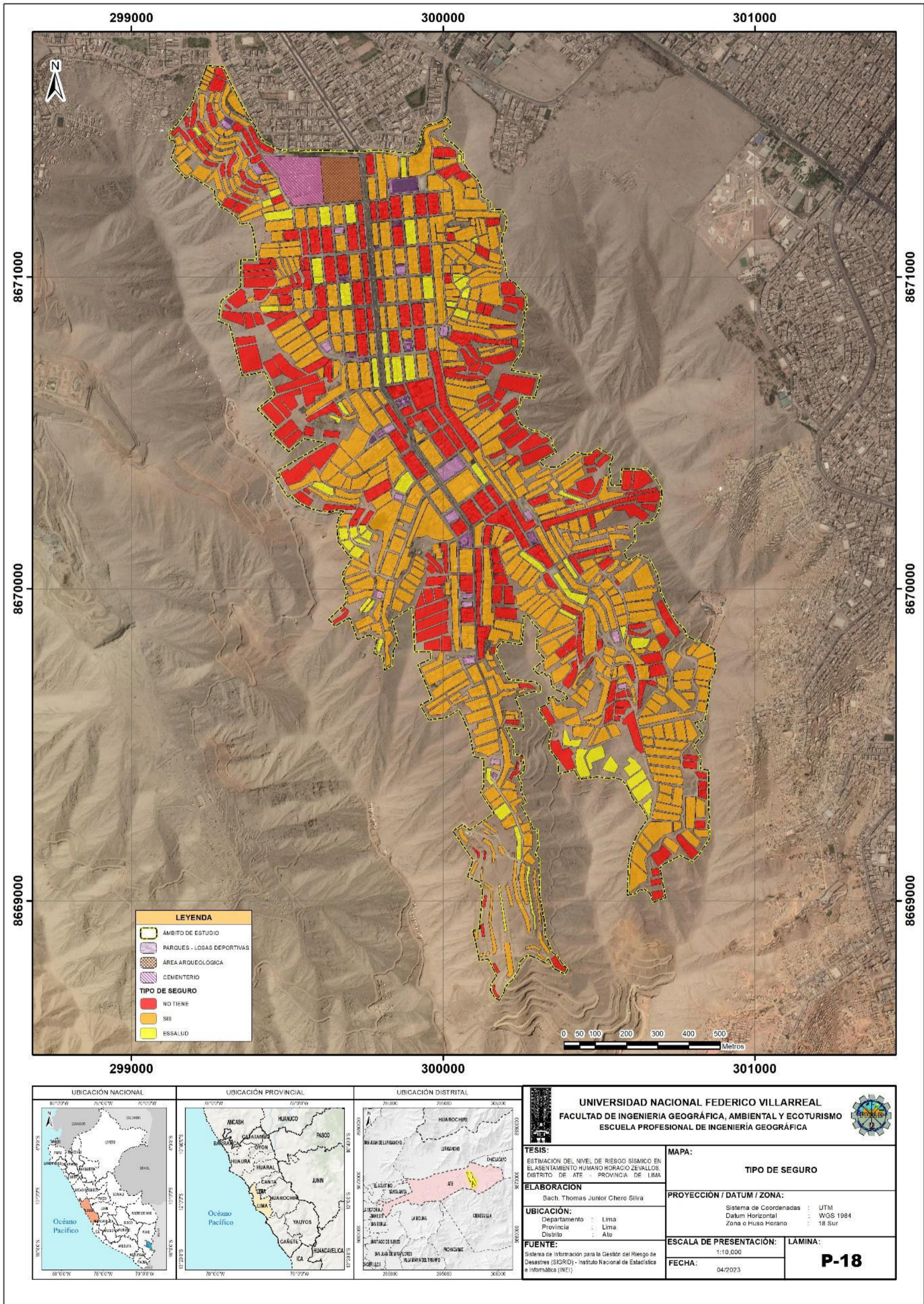
Anexo 10

Mapa de Acceso a la Red de Desagüe



Anexo 11

Mapa de Tipo de Seguro

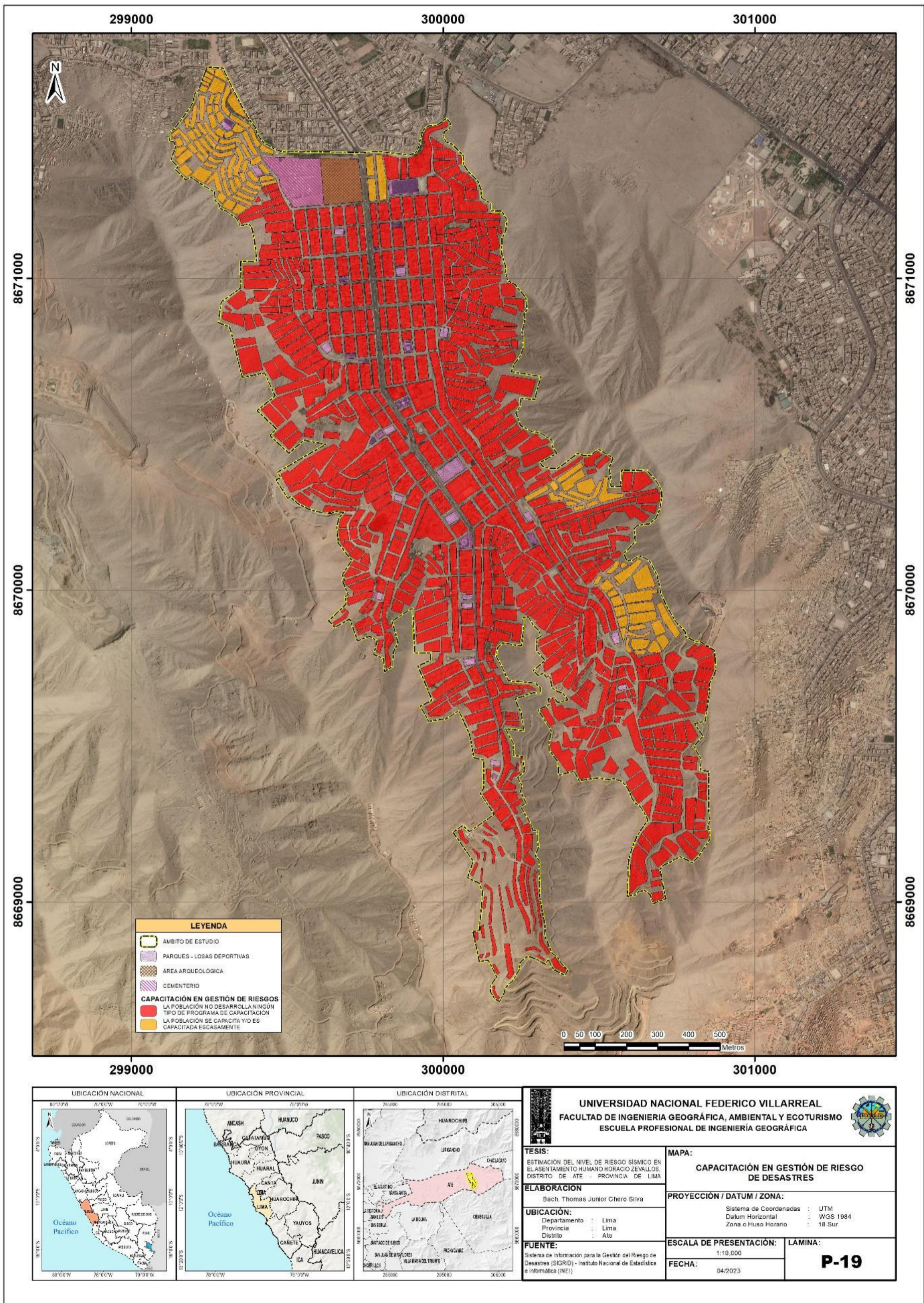


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOGRAFICA**

<p><b>TESIS:</b> ESTIMACION DEL NIVEL DE RIESGO SISMICO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO HORACIO ZEVALLOS, DISTRITO DE ATE - PROVINCIA DE LIMA</p> <p><b>ELABORACION:</b> Bach. Thomas Junior Chero Silva</p> <p><b>UBICACION:</b> Departamento : Lima Provincia : Lima Distrito : Ate</p> <p><b>FUENTE:</b> Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)</p>	<p><b>MAPA:</b> <b>TIPO DE SEGURO</b></p> <p><b>PROYECCION / DATUM / ZONA:</b> Sistema de Coordenadas : UTM Datum Horizontal : WGS 1984 Zona o Huso Horario : 18 Sur</p> <p><b>ESCALA DE PRESENTACION:</b> 1:10,000</p> <p><b>FECHA:</b> 04/2023</p> <p><b>LAMINA:</b> <b>P-18</b></p>
--	--

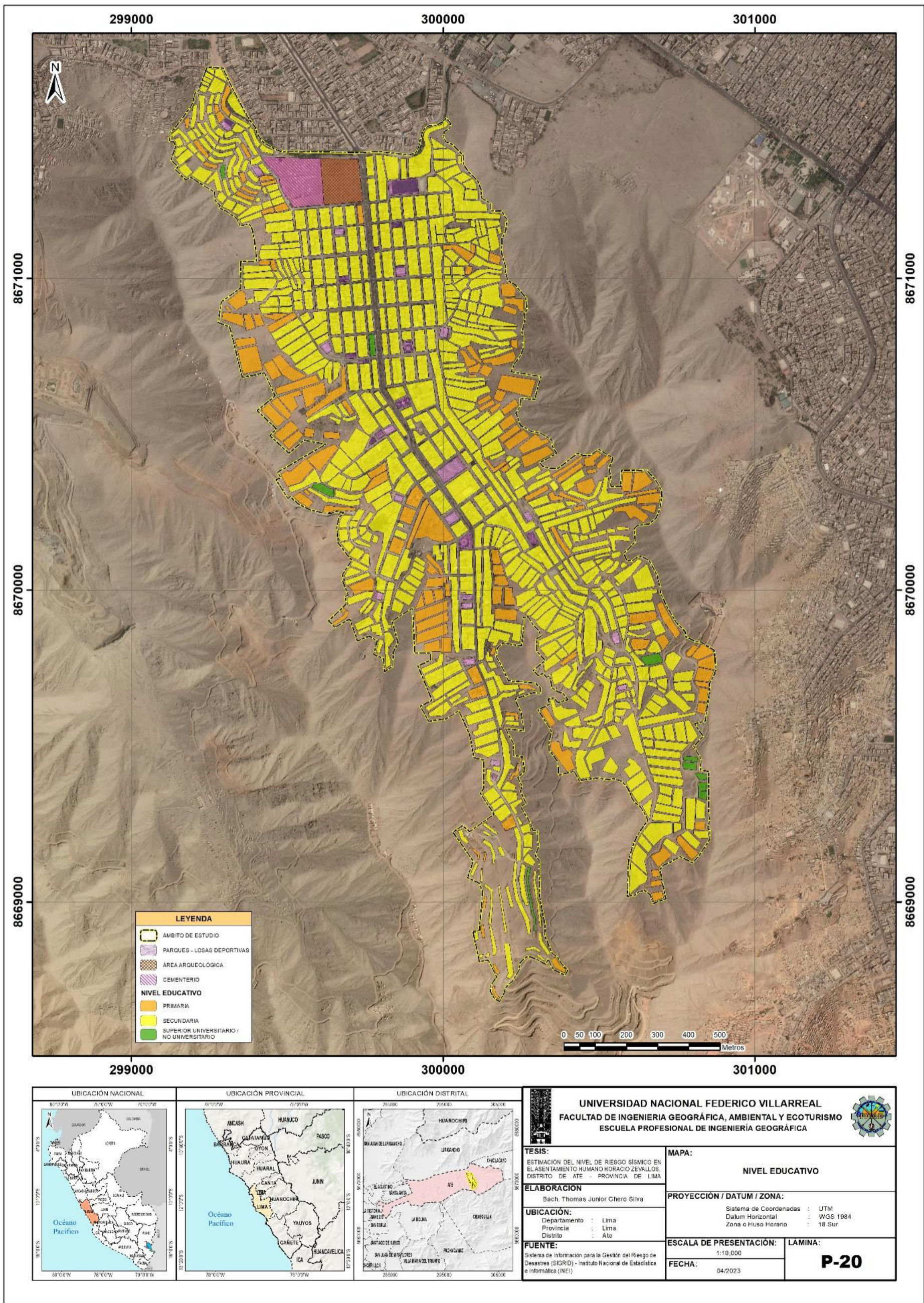
Anexo 12

Mapa de Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres



Anexo 13

Mapa de Nivel Educativo



**Anexo B. Matriz de Consistencia**

**Anexo 14 Matriz de Consistencia**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES
¿Cuál es el nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos?	Estimar el nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	La estimación del nivel de riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos, estaría determinado en función a los niveles del peligro y a los niveles de vulnerabilidad, de esta manera se podrían proponer medidas de prevención y mitigación para darle seguridad efectiva a la población.	Estimación del Nivel de Riesgo Sísmico	Niveles de Riesgo
PROBLEMAS ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES
1. ¿Cuáles son los niveles de peligro ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos?	1. Identificar los niveles de peligro ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	1. Los niveles de peligro ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos, estarían en función al mapa de peligro por sismo de Lima Metropolitana.	Peligro por Sismo	Niveles de Peligro
2. ¿Cuáles son los niveles de vulnerabilidad en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos?	2. Determinar los niveles de vulnerabilidad ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	2. Los niveles de vulnerabilidad, presentes en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, estarían determinados por la caracterización de los parámetros de vivienda y población.	Vulnerabilidad	Pendiente de terreno Grupo Etario Material Predominante de Pared Material Predominante de Techo Material Predominante de Piso Tipo de Discapacidad Acceso a la Red de Agua Potable Acceso a la Red de Desagüe Tipo de Vivienda Tenencia de la Vivienda Tipo de Seguro Capacitación en GRD Nivel Educativo
3. ¿Cuáles son las medidas de prevención y mitigación del riesgo ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, aplicables en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos?	3. Proponer medidas de prevención y mitigación del riesgo, ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, aplicables en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos.	3. Las medidas de prevención y mitigación del riesgo, ante la ocurrencia de un sismo de gran magnitud, aplicables en el Asentamiento Humano Horacio Zevallos, serían medidas estructurales y no estructurales.		

### Anexo C. Panel Fotográfico



Fotografía 01. Viviendas precarias con material de madera y techos de calamina.



Fotografía 02. Viviendas de material noble y de madera en ladera de alta pendiente.



Fotografía 03 Vivienda de ladrillo autoconstruida con techo de calamina.



Fotografía 04. Población en losa deportiva rodeada de viviendas de ladrillo y de material precario en las laderas.



Fotografía 05. Acceso de asfalto en la parte llana, con acceso de tierra hacia las laderas



Fotografía 06. Acceso de tierra hacia las viviendas en la zona baja de laderas.



Fotografía 07. Viviendas de madera sobre pircado mezclado con concreto.



Fotografía 08. Viviendas de madera debajo de ladera en pendiente moderada, con presencia de material suelto.



Fotografía 09. Viviendas precarias sobre pircado.



Fotografía 10. Viviendas precarias, asentadas de manera informal.



Fotografía 11. Vía de acceso hacia zonas altas del ámbito de estudio.



Fotografía 12. Vista panorámica tomada desde la zona alta del ámbito de estudio, hacia la parte baja.



Fotografía 13. Pircado construido al lado de una vía de acceso sin asfaltar.



Fotografía 14. Presencia de letreros en los cuales se vende terrenos en zonas propensas a derrumbe.



Fotografía 15. Viviendas propensas a deslizamiento de tierras.



Fotografía 16. Módulo de madera en la parte alta del ámbito de estudio.



Fotografía 17. Vista de las cumbres que rodean el área de estudio.



Fotografía 18. Verificación en campo del ámbito de estudio.



Fotografía 19. Toma fotográfica de las características del área de trabajo



Fotografía 20. Vista del cementerio ubicado al ingreso del ámbito de estudio.



Fotografía 21. Vías de acceso sin asfaltar.



Fotografía 22. Escalera de concreto con barandas de madera, la cual conduce hacia las zonas altas.



Fotografía 23. Caída de rocas y tierra, se encuentra alrededor de una vía de acceso sin asfaltar, propensa de afectar a personas o vehículos que circulan por la zona.



Fotografía 24. Vista panorámica del ámbito de estudio, se aprecia todos los tipos de viviendas en la parte llana y en las laderas.



Fotografía 25. Las viviendas abarcan desde la parte baja hacia la zona media y alta de las laderas.



Fotografía 26. Viviendas de material noble con acceso a una vía con pendiente moderada.



Fotografía 27. Vía de acceso de asfalto, cuya pendiente es moderada.



Fotografía 28. Losa deportiva en el ámbito de estudio.



Fotografía 29. Vista de losa deportiva en la zona media del área de trabajo.



Fotografía 30. Vivienda autoconstruida de ladrillo con techo de calamina, alrededor viviendas precarias de madera.



Fotografía 31. Vivienda de concreto, utilizada como local comercial



Fotografía 32. Pobladores en losa deportiva, debajo de una ladera con material suelto, propensa a deslizamientos de tierra y roca por sismo o precipitaciones.